موسوعة العمري

في تاريخ العلوم

عبدالله بن محمد العمري

H Z Z K O

ح عبد الله بن محمد العمري، ١٤٤٥هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

العمري ، عبدالله بن محمد

موسوعة العمري في تاريخ العلوم. / عبدالله بن محمد العمري -

ط١..- الرياض، ١٤٤٥هـ

١٠٨٠ صفحة ، ٢١ X ٢٧ سم

ردمك: ٩-٤٩٧-٥٠٩-٦٠٣-٩٧٨ رقم الإيداع ٥٤٣٣ / ١٤٤٥

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف

الطبعة الأولى

١٤٤٥هـ / ٢٠٢٤م

العبيكان للنشر
Obeikan Publishing

للاستفسارات والملاحظات: الاتصال على المؤلف

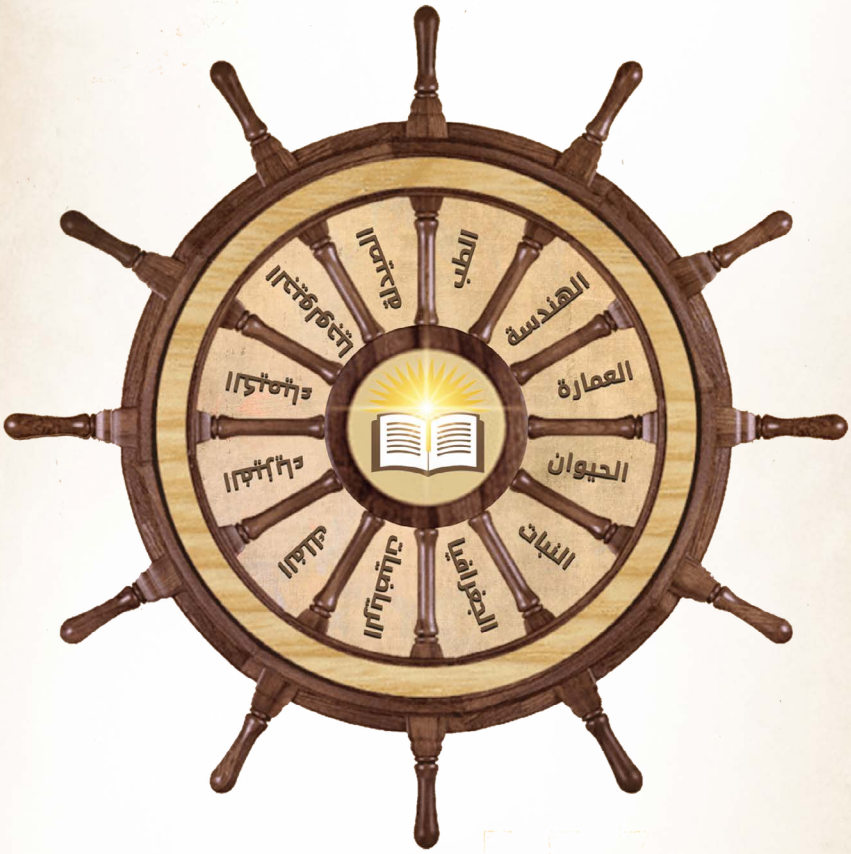
alamri.geo@gmail.com

www.alamrigeo.com

هاتف : +966505481215

جميع الحقوق محفوظة، ولا يسمح بإعادة إصدار هذه الموسوعة أو نقلها في أي شكل أو واسطة، سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية بما في ذلك التصوير بالنسخ (فوتوكوبي)، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من المؤلف.

بسم الله الرحمن الرحيم


الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

شكر وتقدير

الحمد والشكر لله الذي ساعدني في إنجاز هذا المجهود المتواضع المرتبط بتأليف موسوعة شاملة في تاريخ العلوم. ربّما لا تُسعفني الكلمات في قول كلمة الحق في زملائنا الأفاضل، فأنتم خيرة الخيرة، ولولا جهودكم الحثيثة ومشاركتكم الدؤوبة ودعمكم اللامحدود ما كان لهذه الموسوعة أن تخرج بهذا الشكل، ونخص بالشكر د. ساير بصمجي، د. مشاعل آل سعود، د. ناصر الخمشي، د. محمد العايد، د. أحمد الغامدي، د. زيد العثمان، د. عوض الجهني، د. ثامر العتيبي، د. فوزان الفوزان، د. عبدالله العمري، د. بدر الشمري، د. خالد المعمر، د. مفرح القرادي، د. أحمد المهندس، د. محمد مشرف، د. علي الدوسري، د. جابر القحطاني، د. معن الشعفي، د. سليمان الجهني، د. عبدالعزيز القحطاني، د. خالد الحبيب، د. ضيف الله العمري، م. محمد بن عراج. على مساهماتهم ومشاركتهم المميزة في الإضافة والتعديل في فصول هذه الموسوعة كل حسب اختصاصه. الشكر موصول أيضاً لكل من ساهم في المراجعة والإخراج والتصميم ونخص بالشكر م. عبد الرزاق الحربي، أ. يحيى إبراهيم، أ. حسام تفاحة، أ. عمرو محي الدين.

أما عائلتي الصغيرة - الوالدة والزوجة والأبناء - فهم في سويداء القلب ولهم من الشكر أخلصه على وقوفهم ودعمهم اللامحدود.

موسوعة العمري في تاريخ العلوم
Alamri's Encyclopedia in the History of Science

تمهيد

تم بحمد الله الانتهاء من تأليف **خمس موسوعات** علمية متخصصة وشاملة ترتبط بتاريخ العلوم بصفة عامة وعلاقة علوم الأرض بصفة خاصة بالفضاء والبيئة والمياه والتعدين والطاقة والمخاطر الطبيعية. تهدف هذه الموسوعات المدعمة بالصور والأشكال التوضيحية إلى خدمة الباحثين وطلاب التعليم العام والجامعات وفئات المجتمع كافة، نظرا لندرة المراجع العربية في هذا المجال.

تغطي الموسوعات تحديدًا المجالات التالية:

الموسوعة	الوصف
تاريخ العلوم	في 1080 صفحة، تبحث التسلسل التاريخي والزمني في أصول عشرة علوم معرفية مزودة بالمخطوطات والوثائق القديمة عن تاريخ الطب والصيدلة، تاريخ علم الأرض (الجيولوجيا)، تاريخ الكيمياء، تاريخ الفيزياء، تاريخ الفلك، تاريخ الرياضيات، تاريخ الجغرافيا، تاريخ النبات، تاريخ الحيوان، وأخيرًا تاريخ فن العمارة والهندسة.
الأرض والفضاء	في 965 صفحة، تناقش علوم الأرض والفضاء والعلاقة بينهما ودور المساهمات العلمية في استكشاف الفضاء والرحلات المكوكية. تغطي عمر الأرض وشكلها وحركاتها وتركيبها الداخلي وثرواتها المعدنية والتعدينية والجاذبية الأرضية بالإضافة إلى علاقة الأرض بالمجموعة الشمسية وبالأخص دور القمر ومنازله في ظاهرة المد والجزر وعلاقته بظاهرتي الخسوف والكسوف. دور البحار والمحيطات في الحفاظ على النظام الأرضي والبيئي.
البيئة والمياه	في 988 صفحة، تناقش كل ما يتعلق بالبيئة والمياه والمشاكل البيئية وحلولها والتفاعلات بين الأغلفة الجوية والمائية والحيوية المحيطة بالأرض، التغيرات المناخية وأهمية التشجير ومعالجة الاحتباس الحراري ودور الأمطار والسيول والسدود في النظام المائي. تقنين الإدارة المتكاملة للموارد المائية والاستفادة منها وتطوير أساليب تنميتها والحفاظ عليها.

الموسـوعـة	الوصـــــف
المخاطر الطبيعية	في 1112 صفحة، تغطي كل ما يتعلق بالمخاطر الطبيعية وإدارتها وكيفية التعامل معها والتقليل من مخاطرها بالتركيز على الزلازل والبراكين والتسونامي والفيضانات والانزلاقات والانهيارات الأرضية والتصحر والجفاف ودورها في التأثير على بنية الأرض وبيئتها.
التعدين والطاقة	في 1008 صفحة، تناقش مصادر الثروات المعدنية والتعدينية والطاقة الغير متجددة (طاقة النفط والفحم والصخر الزيتي) والمتجددة صديقة البيئة (طاقة الشمس وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية والطاقة الحرارية الأرضية وطاقة من البحار) بالإضافة الى الطاقة النووية وطاقة الهيدروجين ومدى تأثير هذه المصادر على الطبيعة اقتصاديا وبيئيا والتحديات التي تواجه الاستثمار الأمثل لها.

الموسوعات والكتب والأبحاث العلمية والتقارير الفنية والمحاضرات وغيرها في متناول الجميع على الروابط:

www.alamrigeo.com/encyclopedia/
www.alamrigeo.com/books/
www.alamrigeo.com

المؤلف / عبدالله بن محمد العمري

www.alamrigeo.com

المحتويـــــات

• شـــكر وتقديـــــر	V
• تمهيـــــد	VII
الفصل الأول **تـــاريـــــخ الطـــــب والصيدلـــة**	25
مقدمـــة	27
• الطـــب عنـــد الحضـارات القديمـــة	30
• الطب عند المصريين القدماء	32
• الطب في بلاد ما بين النهرين القديمة	32
• الطب في الصين	32
• الطب عند الهنود	32
• الطب في اليونان القديمة	33
• الطب في روما القديمة	33
• الطـــب عنـــد العـــرب والمســـلمين	34
• الطب النبوي	35
• الطب الجراحي	36
• أدوات الجراحة	39
• التخدير والإنعاش	48
• طب العيون	50
• طب الأطفال والولادة	53
• الطب النفسي	60

المحتويـــات

الموضـــــــوع	الصفحة
• تشـريح جسم الإنســان	64
• أساليب العرب في علاج الأمراض	70
• المستشفيات	74
• روّاد الطب العربي الإسلامي	86
• الصيدلـــة عند العـــرب	93
• تصنيف الرازي	104
• تصنيف البيروني	106
• تصنيف الأهوازي	107
• تصنيف ابن سينا	109
• أعـــلام الصيدلـــة العـــرب	123
❖ إسهامات الطبري	124
❖ إسهامات أبو بكر الرازي	125
❖ إسهامات الأهوازي	127
❖ إسهامات ابن سينا	129
❖ إسهامات الزهراوي	131
❖ إسهامات الغافقي	134
❖ إسهامات ابن البيطار	135
❖ إسهامات داوود العطار	136
• إنجازات طبية وصيدلانية عربية	138
• الطب في عصر النهضة الأوربيـــة	141
• بواكير الطب الحديـــــث	142
• الطب في العصر الحديـــث	145

الفصل الثانـي علـــــم الأرض (الجيولوجيـــا)	147
مقدمـــة	149
• الجيولوجيـــا في الحضـــارات القديمـــة	149
• الجيولوجيـــا في الحضـــارة الإســـلامية	152
• الـــزلازل	155
أولًا: الصينيـــون	155
ثانيًا: اليونانيون	157
ثالثًا: العلماء العرب والمسلمين	164
• البراكـــين	174
أولاً: أنـــواع الحرات	175
1. العَنَـــــاق	175
2. الصُّحـــــرْة	175
3. الصَّخْـــــرة	175
ثانياً: انتشـــار الحرات	176
ثالثًا: السجل الزمني للنشاطات البركانية في المناطق العربية	177
• المعـــــادن والصخـــور	183
أ. الأحجار الكريمة	183
ب. الصخـــــور	187
ج. تأسيس علم المعادن الإسلامي	190
• البحـــار والأنهـــــار	195
• الجيومورفولوجيـــا	202
• علم الأرصاد الجوية	205
• كرويـــــــة الأرض	209
• قياس محيط الأرض	246

المحتويـــات

الموضـــــــوع	الصفحة
أولاً: خطة العمـــــل	262
ثانياً: فريق الرصـــد	263
ثالثاً: عملية القياس	267
• تقدير كتلة الأرض	283
• جيولوجية الجبال	285
• علم الأحافـــير	288
• تقدير عمر الأرض	290
• أبرز إسهامات العلماء العرب والمسلمين في علوم الأرض	294
❖ إسهامات جابر بن حيان	294
❖ أرسطو المزيـــف	296
❖ إسهامات عطارد بن محمد الحاسب	298
❖ إسهامات ابن ماسويه	298
❖ إسهامات الكندي	298
❖ إسهامات الجاحظ	301
❖ إسهامات المسعودي	302
❖ إسهامات أبو الفضل الدمشقي	302
❖ إسهامات الدينوري	303
❖ أبو بكر الرازي	303
❖ إسهامات إخوان الصفا	304
❖ إسهامات ابن سينا	306
❖ إسهامات البيروني	308
❖ إسهامات منصور الكاملي	314

الموضـــــــوع	الصفحة
❖ إسهامات محمد بن أبي بركات الجوهري النيسابوري	314
❖ إسهامات أبو العباس التيفاشي	315
❖ إسهامات نصير الدين الطوسي	315
❖ إسهامات أبو يحيى القزويني	316
❖ إسهامات بيلق القبجاقي	318
❖ إسهامات إبراهيم السويدي	319
❖ إسهامات عبد الله القاشاني	319
❖ إسهامات شمس الدين الدمشقي	319
❖ إسهامات ابن أبي البكر المستوفي القزويني	321
❖ إسهامات عز الدين الجلدكي	321
❖ إسهامات شمس الدين الأكفاني	323
❖ إسهامات أبو القاسم المجريطي	323
❖ إسهامات محمد بن منصور الدشتكي	323
❖ إسهامات ابن الأثير الجزري	324
❖ إسهامات يحيى بن محمد الغفاري	324
❖ إسهامات أبو العباس المقريزي	324
❖ إسهامات محمد بن منصور الشيرازي	325
❖ إسهامات عمر بن الوردي	325
❖ إسهامات علاء البيهقي	325
❖ إسهامات المبارك القزويني	325
❖ إسهامات أحمد المغربي	326
• الجيولوجيـا في عصـــر النهضـة الأوربية	327
• الجيولوجيـا في العصـــر الحديـث	330

الفصل الثالـث تـــاريـــــخ الكيميـــــاء	335
مقدمـــة	337
• الكيميـــاء في الحضـــارات القديمـة	338
1. العصر البرونزي	339
2. العصر الحديدي	341
• الكيميـــاء عند اليونانيين والرومانيين	342
• تطوير العلماء العرب والمسلمين للكيميـــاء	345
• انتقال الكيميـــاء إلى الصيغة التجريبية والتطبيقية	354
• الخيميـــاء والكيميـــاء بين القبول والرفض	361
• التجهيزات الكيميائيـــة	366
• منهجية كيميائيـــة علمية متطورة	375
• العمليات الكيميائيـــة	378
• الجـــدل حول تحويـــل المعـــادن	382
• اصطناع مواد كيميائية جديـــدة	383
• التطور التاريخي للخيمياء الإسلامية	386
• الكيميـــاء والصناعـــة	388
• الكيميـــاء والطـــب	391
• إسـهامات العلماء العرب والمسلمين في الكيميـــاء	392
❖ إسهامات خالد بن بن يزيد بن معاوية	393
❖ إسهامات الإمام جعفر الصادق	393
❖ إسهامات جابر بن حَيّان	393

الموضـــــــوع	الصفحة
❖ إسهامات أبو عثمان عمرو بن بحر الجاحظ	400
❖ إسهامات الكندي	400
❖ إسهامات ابن وحشية	402
❖ إسهامات محمد بن أميل	403
❖ إسهامات أبو بكر الرازي	403
❖ إسهامات أبو نصر الفارابي	410
❖ إسهامات ابن مسكويه	410
❖ إسهامات أبو مسلمة المجريطي	411
❖ إسهامات مؤيد الدين الطغرائي	412
❖ إسهامات أبو الحسن الجياني	412
❖ إسهامات أبو القاسم العراقي	412
❖ إسهامات عز الدين الجلدكي	413
❖ إسهامات علي بن خسرو الأزنيقي	413
❖ إسهامات أبو القاسم فندرسكي	413
❖ إسهامات ابن سلوم الحلبي	414
• الكيميـــاء في عصـــر النهضـــة	415
• الكيميـــاء في العصـــر الحديث	421

الفصل الرابـــع تـــــاريخ الفيـــزيـــــاء	425
مقدمـــة	427
• الفيزيـــــاء في الحضـــارات القديمـــة	429
• الفيزيـــــاء عند اليونانيين والرومانيين	430
• تطوير العلماء العرب والمسلمين للفيزيـاء	433
• علوم الذَرَّة	437
• الضوء والبصريات	443
• فيزياء الحرارة	462
• فيزياء الصوت	472
• الميكانيكا	489
• الموازين	496
• الوزن النوعي	499
• الجاذبية الأرضية	514
• الكهرباء والمغناطيسية	542
• إسهامات علماء العرب والمسلمين في مجال الفيزياء	549
❖ إسهامات ابن الحائك الهمذاني	549
❖ إسهامات الحسن بن الهيثم	551
❖ إسهامات البيروني	554

الموضـــــــوع	الصفحة
❖ إسهامات عبد الرحمن الخازني	557
❖ إسهامات ابن ملكا البغدادي	560
❖ إسهامات أبو العز الجزري	561
❖ إسهامات أبو العباس شهاب الدين القرافي	562
❖ إسهامات قطب الدين الشيرازي	563
❖ إسهامات كمال الدين أبو الحسن الفارسي	566
• الفيزيـــــاء في عصـر النهضة	567
• الفيزيـــــاء في العصر الحديث	571

الفصل الخامـس تـــــاريخ علـــم الفـــــلك	575
مقدمـــة	577
• علم الفلك في الحضارات القديمة	578
• تطور علم الفلك عند العلماء العرب والمسلمين	585
• مصادر علم الفلك الإسلامي	585
1. الترجمة من السنسكريتية	588
2. الترجمة من البهلوية	591
3. الترجمة من اليونانية والسريانية	591
• علم الفلك والتنجيم	594
• علم الأزياج	604
• حسابات الشمس والقمر	609
• المراصـــــد	614
• آلات الرصد	625
• إسهامات العلماء العرب والمسلمين في علم الفلك	645
❖ إسهامات الخوارزمـــي	646
❖ إسهامات ثابت بن قُرّة	646
❖ إسهامات البتـــــاني	646
❖ إسهامات أبو الوفاء البوزجاني	647

الموضـــــــوع	الصفحة
❖ إسهامات مسلمة بن أحمد المجريطي	648
❖ إسهامات ابن يونس الصّفدي المصري	649
❖ إسهامات أبو إسحاق النقاش الزرقالي	649
❖ إسهامات عبد الرحمن الخازن	650
❖ إسهامات عمر الخيام	650
❖ إسهامات ابن باجة	650
❖ إسهامات بهاء الدين الخرقي	651
❖ إسهامات البديع الإسطرلابي	652
❖ إسهامات نصير الدين الطوسي	652
❖ إسهامات قطب الدين الشيرازي	652
❖ إسهامات ابن الشاطر	653
❖ إسهامات أولـــغ بك	653
❖ إسهامات شمس الدين الفاسي الروداني	654
• علـــم الفـــلك في عصر النهضة الأوربية	655
• علـــم الفـــلك في العصـــر الحديـــث	658

الفصل الســادس تـــــاريخ الرياضيـــــات	663
مقدمـــة	665
• الرياضيـــــات عنـــد الحضـــارات القديمـــة	666
• الرياضيـــــات عنـــد العلمـاء العرب والمسلمين	678
• الحساب	678
• حساب الجُمَّل	702
• حساب العقد	705
• حساب الغبار	711
• الجبر	712
• الهندسة	712
• حساب المثلثات	725
• علم المساحة	727
• في البلدان الإسلامية الوسطى	731
• في بلاد الهند الإسلامية	733
• إسهامات العلماء العرب والمسلمين في الرياضيـــــات	735
❖ إسهامات الخوارزمي	735
❖ إسهامات أبو كامل شجاع بن أسلم	738
❖ إسهامات ثابت بن قرة	739
❖ إسهامات البتاني	740
❖ إسهامات أبو الوفاء البوزجاني	741
❖ إسهامات الحسن بن الهيثم	741
❖ إسهامات عمر الخيام	741
❖ إسهامات غياث الدين الكاشي	744
❖ إسهامات القلصادي	744
❖ إسهامات بهاء الدين العاملي	745
• الرياضيـــــات في عصر النهضة	747
• الرياضيـــــات في العصر الحديث	749

الفصل السابع تـــــاريخ الجغـــرافيـــا	753
مقدمـــة	755
• الجغرافيـــا عنـــد الحضـــارات القديمـة	756
• الجغرافيـــا عنـــد العلماء العرب والمسلمين	762
• التراث الجغرافي الإسلامي	762
• فروع الجغرافيا	804
1. الجغرافيا الفلكية	805
2. الجغرافيا الإقليمية	808
3. المعاجم والرحلات	812
4. الجغرافيا البشرية	815
5. جغرافيا المدن	817
6. الجغرافيا الاقتصادية	819
• رسم الخرائط	821
• إسهامات العلماء العرب والمسلمين في الجغرافيـــا	825
❖ إسهامات المقدسي	825
❖ إسهامات الإدريسي	828
❖ إسهامات الحموي	830
• الجغرافيـــا في عصر النهضة	832
• الجغرافيـــا في العصر الحديث	834

الفصل الثامـن تـــــاريخ علـــم النبـــات	837
مقدمـــة	839
• علـــم النبـــــات في الحضارات القديمة	840
• علـــم النبـــــات عند العلماء العرب والمسلمين	846
• اللغة في خدمة علم النبات	852
• تصنيف النباتات	856
• العقاقير وعلم النبات	870
• إسهامات العلماء العرب والمسلمين في علم النبـــــات	872
❖ إسهامات ابن وحشية النبطي	872
❖ إسهامات أبو حنيفة الدينوري	873
❖ إسهامات ابن البصّال	875
❖ إسهامات ابن سينا	876
❖ إسهامات الإدريسي	877
❖ إسهامات ابن العوام	877
❖ إسهامات الصوري	878
❖ إسهامات ابن البيطار	879
• علـــم النبـــــات في عصـــر النهضة	881
• علـــم النبـــــات في العصر الحديث	886

الفصل التاسع تـــــاريخ علـــــم الحيـــــوان	897
مقدمـــة	899
• علـــم الحيـــــوان عند الحضارات القديمة	900
• علـــم الحيـــــوان عند العلماء العرب والمسلمين	902
• الحيـــوان في لغة العرب	902
• الحيوانات عند العرب قبل الإسلام	908
• خلق الحيـــوان في القرآن الكريم	910
• الحيوانات في الأدب العربي	912
• الحيوانات في الفن	917
• تأسيس علم الحيـــوان العلمي عند المسلمين	929
• تهجين الحيوانات	938
• أثر البيئة في الحيوانات	939
• التصنيف الحيواني	943
• تعليم الحيـــوان	947
• نقل الحيـــوان	948
• إسهامات العلماء العرب والمسلمين في علـــم الحيـــــوان	949
❖ إسهامات الجاحظ	949
❖ إسهامات ابن أخي خزام	952
❖ إسهامات ابن مسكويه	954
❖ إسهامات الدّميريّ	955
❖ إسهامات العَوْفـــي	957
• علـــم الحيـــــوان في عصر النهضة	959
• علـــم الحيـــــوان في العصر الحديث	961

الفصل العاشـــر فـــــن العمـــــارة والهندســـــة	965
مقدمـــة	967
• فـــن العمـــارة والهندســـة عند الحضارات القديمة	968
• فـــن العمـــارة والهندســـة عند العـــرب والمسلمين	977
• أصـــول العمـــارة الإســـلامية	979
• أنـــواع العمائـــر الإســـلامية	982
1. المساجد	982
2. المدارس	983
3. الأربطة	984
4. الأسبلة	984
5. البيمارستانات (المستشفيات)	986
• طـــرز العمـــارة الإســـلامية	987
❖ الطراز الأموي	987
❖ الطراز العباسي	991
❖ الطراز الفاطمي	996
❖ الطراز المغربي الأندلسي	1000
❖ الطراز الأيوبي	1004
❖ الطراز المملوكي	1007
❖ الطراز السلجوقي	1015
❖ الطراز الإيراني المغولي	1018
❖ الطراز الهندي	1020
❖ الطراز العثماني	1024
• فـــن العمـــارة والهندســـة في عصـــر النهضة	1031
• فـــن العمـــارة والهندســـة في العصر الحديث	1034
• المراجـــع	1037
أولاً : المراجع العربيـــة	1037
ثانياً : المراجع الأجنبيـــة	1066

الفصل الأول

تاريخ الطب والصيدلة

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

مُقَدِّمَة

يقـول أبقـراط اليونانـي القـديم، أحـد أعظـم الشـخصيات في تاريـخ الطـب: «الرجـل الحكيـم يجـب أن يعتبـر الصحـة أعظـم نعمـة بشـرية». وعلـى الرغـم مـن أن هـذه الكلمـات عمرهـا أكثـر مـن 2300 عامًـا، إلا أن مشـاعرها النابضـة لا تـزال حيـة حتـى يومنـا هـذا.

الصحـة هـي أثمـن مـا يملكه الإنسـان، وقـد حقـق الطـب حديثًـا مكانـة متقدمـةً في دعـم وتحسـين صحـة البشـر، إذ تنفـق العديـد مـن الـدول أكثـر مـن عُشـر ثروتهـا بالكامـل علـى الوقايـة مـن الأمـراض وعلاجهـا والخدمـات الصحيـة المسـاعدة.

أصـول الطـب غيـر واضحـة تمامًـا بالنسـبة للمؤرخـين، لكـن مـن المعـروف أن جميـع الحضـارات القديمـة العظيمـة كان لديهـا متخصصـون في فنـون العـلاج، إذ طـورت كل منطقـة حـول العالـم معرفتهـا الخاصـة بهـا، وأنشـأت تقاليـد متنوعـة، بعضهـا فعـال، لكـن الكثيـر منهـا ارتبـط بالتعاويـذ والأرواح والشـياطين وبكيانـات خارقـة أخـرى.

تسـارع التقـدم نحـو الطـب الحديـث منـذ أن انتقلـت معـارف اليونانيـين والهنـود والفـرس إلـى الحضـارة العربيـة الإسـلامية، ومـع انتقـال المعـارف والخبـرات الإسـلامية إلـى أوروبـا، قـام الأوربيـون في عصـر النهضـة بتطويرهـا أيضًـا، ممـا أدى إلـى ظهـور: المراقبـة المنظمـة، والتسـجيل، والتجريـب، والتحليـل، والنهـج العقلانـي القائـم علـى الأدلـة.

لقـد شـهد القرنـان الماضيـان تطـورات هائلـة في مجـالات: التطعيـم والتعقيـم والتطهيـر، وعقاقيـر التخديـر، وفي اكتشـاف الجراثيـم والمضـادات الحيويـة لمكافحتهـا، وفي تحسـين النظـام الغذائـي والنظافـة والصـرف الصحـي. وظهـرت اسـتخدامات طبيـة عديـدة للإشـعاع وتصويـر الجسـم، وعمليـات الـزرع والغرسـات، والتقـدم ضـد السـرطانات.

خلال العصر الذهبي للطب الإسلامي، واصل الأطباء من الشرق الأوسط وغرب آسيا التوسع في الحكمة الطبية لليونان وروما القديمة. وبدايةً من القرن الثاني عشر، جرى استخدام كتاباتهم في الترجمة إلى اللاتينية في كليات الطب الجديدة؛ في إيطاليا وإسبانيا وفرنسا [Parker, 2016].

لقد تغيرت تجربة المريض العادية بشكل كبير عبر العصور، ولكن لا تزال هناك تفاوتات وفيرة في جميع أنحاء العالم، وتحديات يجب مواجهتها مثل: الملاريا، وفيروس نقص المناعة البشرية (الإيدز)، والالتهابات الوبائية، والأمراض المزمنة في الجهاز التنفسي والدورة الدموية، وتوفير المياه النظيفة، والتغذية الكافية، والتطعيم الشامل للجميع.

يشهد القرن الحادي والعشرون أيضًا ظهور علاجات جديدة رئيسة، مثل العلاج بالجينات والخلايا الجذعية، وآفاق (الطب الشخصي) المصمم خصيصًا لخدمة مرضى محددين.

سنتناول في هذا الفصل تاريخ الطب والصيدلة بشكلٍ عام في كل الحضارات، وسنركز بشكل موسع على جهود العلماء العرب والمسلمين بشكلٍ خاص، وكيف كان لهم الدور الأكبر في تطور الطب والصيدلة الحديثة.

الطـب عند الحضـارات القديمـــة

إن حـب البقـاء هـو الدافـع الـذي دفـع الإنسـان، قديمـاً وحديثـاً، للبحـث عـن أيـة وسـيلة يحافـظ بهـا علـى حياتـه. ومـع تطـور الحضـارة الإنسـانية، بـدأ ظهـور التخصصـات في شـؤون الحيـاة كافـة، مثـل: التجـارة والزراعـة والحـرب والعـلاج والشـفاء، وهكـذا ولـد الطـب. فقـد طـورت الثقافـات القديمـة الكبـرى في بـلاد مـا بـين النهريـن ومصـر والصـين والهنـد أنظمتهـا الطبيـة الخاصـة، وإن كانـت في غالبهـا متشـابكة مـع الآلهـة والشـياطين وعالـم الأرواح.

قبـل نحـو 2500 عامًـا، بـدأ تطـــور الأســـاليب الطبيـة في اليونـان القديمـة ثـــم رومـا، والتـي ركـزت بشـكل أكبـر علـى جســـم الإنســـان. ومـع ذلـك، توقـــف التقـــدم الطبـي في القـرن الخامـس أو مـا يعـــرف بالعصـور المظلمـة في أوروبـا [Parker, 2016].

وبينمـا تظهـر الأدلـة المحفوظـة في أسـنان الإنسـان البدائـي المتحجـرة أن تاريـخ الطـب قـد يمتـد إلـى مـا يقـرب مـن 50000 عـام، فـإن الأنثروبولوجيـا الحديثـة تكشـف أن العديـد مـن الثقافـات البشـرية تنسـج أفكارهـا الصحيـة مـن بعـض أنظمـة معتقداتهـا، كالإيمـان بعالـم غيـر مرئـي مـن الأرواح الطيبـة، أو الشـياطين الشـريرة والأرواح الضالـة، فضـلًا عـن السـحر والشـعوذة.

أظهرت الأبحاث أن إنسان نياندرتال في موقع السيدرون El Sidrón في إسبانيا، كان لديه القدرة على تذوق المواد المرة، ما أمكنه من اختيار بعض النباتات مثل اليارو والبابونج لأسباب أخرى غير التذوق، كالأدوية، [Parker, 2016].

• الطـب عند المصـريين القدمـــاء

بالنسـبة لقدمـاء المصريـين، كان الطـب والشـفاء لا ينفصـلان عـن العبـادة الدينيـة، حيـث كتـب أطباؤهـم كتيبـات عـن الأمـراض البشـرية، وتبادلـوا بعـض المعرفـة الجراحيـة، لكـن علاجاتهـم غالبًـا مـا كانـت تقتصـر علـى السـحر والتعاويـذ والصلـوات للآلهـة.

• الطـب في بـــلاد ما بين النهرين القديمـة

مع أن ممارسات الشفاء في بلاد ما بين النهرين القديمة، والتي تتمحور تقريبًا حول العراق الحديث، تضمنت استخدام السحر والتعاويذ والعرافة، فقد كان لدى الأطباء معرفة واسعة بتشخيص المرض، وذخيرة وافرة من العلاجات الدوائية، والتي كانت ملزمة بمدونة قواعد سلوك رسمية راسخة، وأجروا الجراحة الأساسية.

• الطـب في الصـــين

المصدر الرئيس للمعرفة حول الطب الصيني هو كتاب: «كلاسيكيات الطب الباطني» للإمبراطور الأصفر الذي ظهر منذ 2000 عام. ومع أنه جرى تنقيحه عبر العصور، إلا أنه لا يزال محوريًا في الإجراءات والممارسات التقليدية حتى يومنا هذا.

• الطـب عند الهنـود

كان نظـام الأيورفيـدا (الـذي يعنـي معرفـة الحيـاة)، هـو النظـام التقليـدي للصحـة والرفاهيـــة والشـــفاء والطب، حيث ساد في الهند وجنوب آسيا لأكثر من 2000 عام. وقد نشـأت بالتزامن مع الوقت الذي كان فيه الطبيب الشهير أبقـراط يمـارس الطـب، ويطـوره في اليونـان القديمـة.

• الطـب في اليونـان القديمـة

يعتبـر أبقـراط أهـم شـخصية في الطـب اليونانـي القـديم، وربمـا في التاريـخ الطبـي كلـه. ومـع ذلـك، فـإن العديـد مـن الأطبـاء والمعالجـين الآخريـن سـاهموا في تأسـيس النهـج والإجـراءات والأخلاقيـات الطبيـة اليونانيـة التـي لا تـزال مألوفـة إلـى اليـوم.

• الطـب في روما القديمـة

تشـتهر حضارة روما القديمة بمسـاهماتها الفاعلة في الطب، فقد أسـس الأطباء والجراحون والصيادلـة الرومـان علومهم، إلـى حدٍ كبيـر، علـى التقاليـد الأبقراطيـة واليونانيـة، وأحدثـوا العديـد مـن التطـورات، وسـجلوا نظرياتهم وممارسـاتهم الطبية، علـى نطاق واسـع [Parker, 2016].

الطـــب عنـد العـــرب والمســـلمين

كانـت للعـرب في الجاهليـة تجاربهـم الطبيـة الخاصـة، وقـد أضافـوا إليهـا مـا اكتسـبوه مـن الأمم المجـاورة كالفـرس والهنـود وغيرهـم. وقـد انتهجـوا طريقتـين للعـلاج أولاهمـا: الكهانـة والعرافـة، وثانيهمـا: مـا خبـروه مـن عقاقيـر نباتيـة، فضـلاً عـن الكـي والحجامـة والفصـد.

نسخة مصورة من «مقامات الحريري» تصور حشدًا من الناس يشاهد إراقة دماء أحد المرضى، وهو يُفصد في العراق في القرن الثالث عشر للميلاد [Parker, 2016].

ومن أبرز أطباء الجاهلية كان كل من: زهير الحِمْيري، وابن حزيم، والحارث بن كلدة، صاحب كتاب «المحاورة في الطب»، والنضر بن الحارث. أما في الإسلام، فقد بدأ الطب يتأثر رويدًا رويدًا بالطب المحدث بدءًا من العصر الأموي؛ إذ أخذ العلاج يتأثر بالطب الإغريقي، ومن أشهر الأطباء في ذلك الوقت ابن أثال، والحكم الدمشقي، وعبد الملك الكناني (طبيب عمر بن عبد العزيز).

وقد ارتفع شأن الطب في عهد الدولة العباسية مع زيادة احتكاك العرب بالأمم الأخرى التي فتحوا بلدانها، واستقدم الخلفاء أفضل الأطباء منهم مثل: جورجيس بن بختيشوع وابنه جبريل، ويوحنّا بن ماسويه، وقد اشتهروا إلى جانب كونهم أطباء، بنبوغهم في الترجمة والتأليف. ومع تقدم الزمن، ظهر ما يمكن أن نسميه حاليًا بالتخصص في تناول فروع الطب المختلفة؛ كالطب الجراحي، وطب العيون، وطب الأطفال، وعلم التشريح، والطب النفسي، وما يتبع ذلك من تطور في طرائق العلاج وبناء المستشفيات، وهي موضوعات ستأتي لاحقًا بالتفصيل.

• الطـب النبـوي

في وقت مبكر من انتشار الإسلام، كان يُفهم من دراسة الطب وممارسته على أنه عمل من أعمال التقوى، يقوم على مبادئ الإيمان والتوكل على الله، ومساعدة عباد الله على التخفيف من آلامهم وأمراضهم. وكما قال الإمام جلال الدين السيوطي: «لم يأمر النبي ﷺ المرضى بتناول الدواء فحسب، بل دعا هو نفسه الأطباء الخبراء لهذا الغرض». وقد جُمعت أقوال النبي محمد ﷺ حول القضايا والعادات الصحية المتعلقة بتوجيه الحياة الصحية في وقت مبكر، وجرى تحريرها بصفتها مجموعة منفصلة من الكتابات تحت عنوان (الطب النبوي)، وانتشرت بشكل خاص بين القرنين (7-8هـ/ 13-14م). ويعد ابن السني (توفي 364هـ/ 974م) أقدم من كتب عن الطب النبوي [سافاج - سميث، 2005م].

• الطـــب الجراحـــي

عُرف هذا الفرع من الطب عند الأقدمين من الأطباء المسلمين بأسماء عدة منها: صناعة اليد، وعمل اليد، وعلاج الحديد (نظرًا لاستخدام أدوات تصنع من الحديد). وكان يطلق على من يزاول هذه المهنة اسم جرائحي أو(دستكار)؛ وهي كلمة فارسية الأصل أخذت من (دستكاري)، الترجمة الحرفية للمعنى العربي (عمل اليد)، أما الطبيب غير الجراح فكان يطلق عليه (الطبائعي).

ومع أنّ العرب ذكروا أنهم أخذوا معارفهم في الجراحة من الهند وبلاد فارس، إلا أن معظم ما نقلوه كان من اليونان، ومن ثم أبدعوا فيه. إذْ نجدهم أول من فرّق بين الجراحة وغيرها من الموضوعات الطبية، وأجبروا الجرّاح الممارس أن يكون ملمًا بعلم التشريح ومنافع الأعضاء ومواضعها. وكانوا ينبهون على حاجة المشتغلين بالطب إلى تشريح الأجسام حية وميتة، وقد شرّحوا القرود كما فعل ابن ماسويه. وكانت معرفة الجراحين المسلمين بكتاب جالينوس المعروف (بقاطاجانس) في الجراحات والمراهم أمرًا إلزاميًا.

من إسهامات الأطباء العرب في مجال الجراحة أنهم أول من تمكّن من استخراج حصى المثانة Bladder Stones لدى النساء، وذلك عن طريق المهبل، كما توصلوا إلى وصف دقيق لعملية نزف الدم، وقالوا بالعامل الوراثي Genetic Factor في ذلك، حيث وجدوا أن بعض الأجسام لديها استعداد للنزف أكثر من غيرها، وتتبعوا العائلات التي لديها هذا الاستعداد، وعالجوه بالكي، كما نجحوا في إيقاف نزيف الدم أيضًا، بربط الشرايين الكبيرة.

بينما كان الزهراوي يقوم بكيّ مريض في مستشفى قرطبة،
كان طلابه ينظرون إليه ويتعلمون منه [Chavoushi, 2012]

وأجروا العمليات الجراحية في كل أجزاء البدن تقريبًا، وكتبوا عن جراحة الأسنان وتقويمها، وعن جراحة العين؛ فبرعوا في قدح الماء الأزرق Blue water من العين، وكانت هذه العملية أمرًا يسيرًا ونتائجها مضمونة. وذكروا أكثر من ست طرائق لاستخراج هذا الماء من العين منها طريقة الشفط.

لقد أجرى العرب العمليات الجراحية في القصبة الهوائية Trachea، بل إن الزهراوي (المتوفى 427هـ/ 1035م) كان أول من نجح في عملية فتح الحنجرة (القصبة الهوائية)، وهي العملية التي أجراها على أحد خدمه. ويقول الرازي في هذا الصدد: «العلاج أن تشق الأغشية الواصلة بين حلق قصبة الرئة ليدخل النَّفَس منه، ويمكن بعد أن يتخلص الإنسان وتسكن تلك الأسباب المانعة من النَّفَس أن يخاط ويرجع إلى حاله». وقد كان يصف طريقة العلاج للطبيب

المعالج بأن: «يمد الرأس إلى الخلف ويمد الجلد ويشق أسفل من الحنجرة، ثم يمد بخيطين إلى فوق وأسفل حتى تظهر قصبة الرئة... فإذا سكن الورم، وكان النَّفَس فَلْيُخَطْ ويمسك قليلًا واجعل عليه دروزًا أصغر».

كما شرح العرب أيضًا طريقة علاج المصاب بحَصَر البول، ومن يتعذَّر عليه الإبالة Diuresis؛ بأن تركب له جراحيًا القثطرة Catheterization. ولعل العرب كانوا من أوائل من أشاروا إلى ما يسمى حاليًا بجراحة التجميل Plastic Surgery، وقد شرحوا كيفية إجراء هذه الجراحة في الشفة والأنف والأذن، حينما تطرأ عليها الضخامة لنتوء بارز فيها أو لحمة زائدة، بحيث تعود هذه الأعضاء إلى حالتها الطبيعية، ويرتفع القبح والتشوه.

وكما هو الحال في الطب الجراحي الحديث، لا يلجأ الأطباء للجراحة إلا إذا كانت هي الحل الأخير، فكذلك كان يفعل الجراحون العرب؛ فكانت الجراحة عندهم (شر لابد منه). من ذلك ما نجده في قول الرازي في كتابه «محنة الطبيب»: «متى رأيت الطبيب يبرئ بالأدوية التي تعالج بعلاج الحديد والعملية الجراحية، مثل الخراجات والدبيلات واللوزتين، والخنازير واللهاة الغليظة والسلع والغُدد... فمتى أجاد الطبيب في جميع هذه ولا يحتاج في شيء منها إلى البط والقطع إلا أن تدعو لذلك ضرورة شديدة فاحمد معرفته»، ومن هنا ظهر المثل الشائع «آخر الدواء الكيّ». مارس الجراحون العرب إجراء العمليات الناجحة في البطن، والمجاري البولية، والولادة القيصرية، وتجبير الكسور والخلع، وعمليات الأنف، والأذن، والحنجرة. وكانوا يخيطون الجروح خياطة داخلية لا تترك أثرًا ظاهرًا من الخارج، وخاطوا مواضع العمليات بخيط واحد باستخدام إبرتين، واستخدموا الأوتار الجلدية وخيوطًا أخرى صنعوها من أمعاء القطط وحيوانات أخرى في رتق جراحات الأمعاء، ورتق الجروح الداخلية؛ إذ إن الجسم يمتصها دون أن تلحق به أذىً.

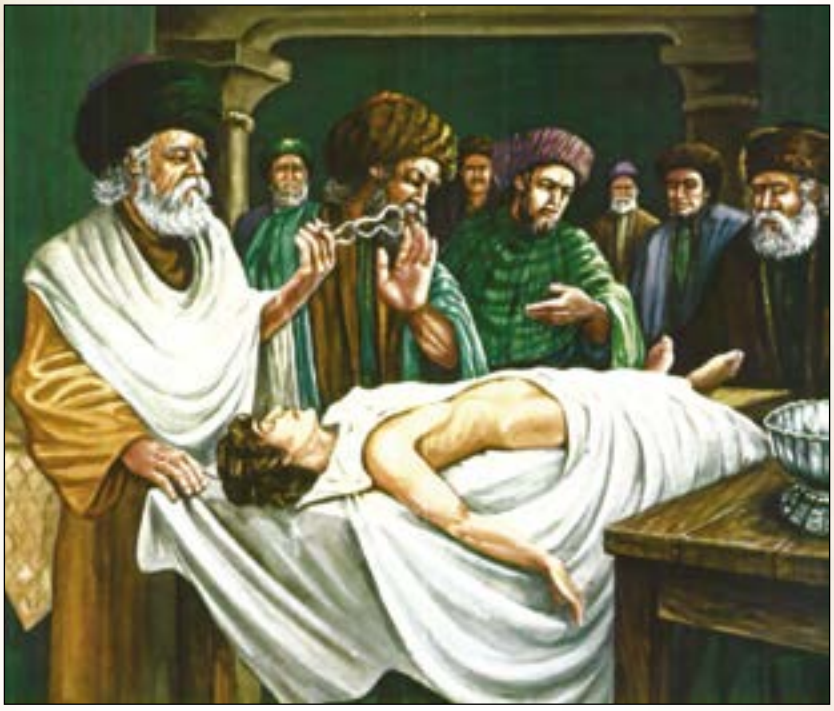
• أدوات الجـــراحـــة

لـم يكتـف الجراحـون العـرب بـالأدوات التـي نقلوهـا عـن الأمم التـي سـبقتهم، بـل اخترعـوا آلات جديـدة، وطـوروا تلـك التـي آلـت إليهـم مـن غيرهـم. وذكـر الكثيـرون منهـم ـ في ثنايـا مؤلفاتهـم ـ الأدوات التـي اسـتخدمت في عصرهـم. ومـن هـذه المؤلفـات، علـى سـبيل المثـال، الكتـاب الـذي صنفـه أبـو القاسـم الزهـراوي «التصريـف لمـن عجـز عـن التأليـف»، وابـن القُـف أبـو الفـرج بـن يعقـوب (تـوفي 685هـ/ 1286م) «عمـدة الإصـلاح في صناعـة الجـراح»، وأبـو الحسـن ابـن بطـلان «دعـوة الأطبـاء». كمـا اكتشـفت بعـض الآلات الجراحيـة أثنـاء الحفريـات التـي جـرت في موقـع الفسـطاط التـي أسسـها عمـرو بـن العـاص سـنة (21هـ/ 641م).

ومـن الأدوات الجراحيـة التـي كانـوا يسـتخدمونها: الدَّسـت؛ وهـو الحقيبـة التـي تحفـظ فيهـا المباضـع. وهـذه المباضـع أنـواع؛ تختلـف أشـكالها باختـلاف الوظائـف التـي تؤديهـا، فمنهـا: مبضـع شـق الجلـد؛ وهـو حـاد الطرفين، يسـتخدم إجـراء فتـح في الجلـد فـوق الشـرايين، حتـى يتمكـن الجـراح مـن ربطهـا. والمبضـع المعطـوف؛ ويكـون أحـد طرفيـه حـادًا، ويسـتخدم لاسـتئصال اللوزتـين، ومثلـه في ذلـك لاسـتئصال اللوزتـين المقطـع؛ ويشـبه المقـص بطرفيـه المعطوفـين، وهنـاك المباضـع الشـوكية؛ وهـي نوعـان:

أحدهمـا يسـتخدم لبـزل البطـن في حالـة الحـبن (الاسـتسـقاء، الـورم)؛ ليسـمح بإدخـال أنبـوب دقيـق لسـحب المـاء، وآخـر يشـق بـه الناسـور. ومبضـع فتـح الأورام؛ لاسـتخراج الصديـــد والقيـــح المتجمـع فيهـا، وهـو ذو نصـل مسـتدير. والمبضـع الأملـس؛ ويسـتخدم في قطـع الظفـــرة (لحمـة تنبـت عنـــد مآقـي العـين) [الزهـراوي، مخطوطـة رقـم (502)].

وهناك مبضع الأذن؛ لالتقاط ما يدخل في الأذن من أجسام غريبة، ومبضع الشق العجاني؛ ويستخدم لشق العجان (وهو الدُّبر وما فوقه) لاستخراج الحصاة. ومبضع الفصد؛ وهو مبضع عريض ذو نصل يشبه ورقة نبات الآس؛ يُستخدم لفصد العروق، والمبضع أملس الحافتين؛ ويستخدم لفتح الأذن التي قد تسد إما من جراء جسم خارجي، أو لزائدة تنبت فيها.



توصل الأطباء العرب إلى أساليب عديدة في تطهير الجروح، وطوروا أدوات الجراحة وآلاتها. وكان للجراحين العرب فضل كبير في تطوير عمليتي التخدير والإنعاش على أسس تختلف عما نقلوه من الأمم الأخرى

إلى جانب المباضع، توجد أدوات أخرى منها الصنانير؛ وهي على أنواع: منها البسيط ذو المخطاف الواحد، والمركب ذو المخطافين أو الثلاثة مخاطيف، وأخرى ذات ثلاث شوكات ومقبض واحد لشد الجلد. وصنانير خاصة بخلع بقايا السن المكسورة، طرفها مثلث الشكل، فيه بعض الغلظ. أما بقايا جذور الأضراس المكسورة فكانت تخلع بأداة يدخلونها في السنخ فتخلعها. وتسمى

هـذه الأداة العتلة؛ وهـي ذات أشـكال وأحجـام مختلفـة تحددهـا الوظيفـة التـي تقـوم بهـا. ومـن الأدوات الخاصـة بخلـع الأسـنان والأضـراس الكلاليـب؛ ومنهـا مـا يشـبه مناقيـر الطيـور تخلـع بهـا الأضـراس مـن أصولهـا، ومنهـا مـا يسـتخدم لاسـتخراج مـا ينشـب في الحلـق مـن أجسـام غريبـة، وهـي ذات أطـراف معقوفـة خشـنة كالمبـرد، إذا لامسـت الجسـم قلمـا تتركـه. ومثلهـا مـرْوَد الحلـق؛ يسـتخرج بهـا مـا ينشـب مـن شـوك أو عظـم ومـا شـابههما في الحلـق، وهـي ذات طـرف معقـــوف كالصنـــارة. وآلـة كـي اللهـاة، وتشـــبه المـرود وطرفهـا كالملعقـة، تمـلأ بمـادة كاويـــة توضـع علـى اللهـــاة [الزهـراوي، مخطوطـة رقـم (502)].

طبيب مسلم يخلع سن مريض أصابها النخر [Bitar, 1998]

ومـن حيـث الأنابيـب التـي اسـتخدمت في الجراحـة، فكانـت إمـا أنْ تتخـذ مـن الريـش أو تصنـع مـن الفضـة أو النحـاس أو الحديـد، يعتمـد ذلـك علـى نـوع الوظيفـة التـي يؤديهـا الأنبـوب. فهنـاك أنبـوب لقطـع الثملـة؛ وهـي الزوائـد اللحميـة التـي تظهـر في الوجـه والعنـق، ويصنـع مـن ريـش الإوز أو النسـور، ويوضـع فـوق الثملـة ويشـد عليهـا حتـى يقطعهـا مـن أصلهـا. وهنـاك أنبـوب هـوام الأذن؛ وهـو ذو فوهـة ضيقـة ونهايـة واسـعة يدخـل إلـى الأذن بمقـدار يحتملـه المريـض، ثـم يشـفط بـه شـفطًا قويًـا حتـى تخـرج الهـوام. ومـن هـذا النـوع أنبـوب يعبـأ بزيـت دافـئ يدفـع ببـطء داخـل الأذن فتخـرج الهـوام، ويصنـع مـن الفضـة أو النحـاس. وهنـاك نـوع مـن الأنابيـب يُبـرى علـى هيئـة القلـم، يصنـع مـن الفضـة أو النحـاس، وبـه ثلاثـة ثقـوب: اثنـان منهـا علـى جانـب واحـد تسـتخدم لبـزل المـاء في الحبـن أو جذبـه. وهنـاك نوعـان مـن الجفـت واحـد لاسـتخراج العظـام المكسـورة مـن الفـك، وآخـر صغيـر دقيـق يسـتخدم في اسـتخراج الأجسـام الدقيقـة مـن الأذن. ومـن الأدوات التـي اسـتخدمت لـلأذن أيضًـا المجرفـة؛ وهـي آلـة كالمجـرد (المكشـط) لرفـع الأجسـام الغريبـة منهـا. كمـا اسـتخدمت ا(لقثاطـر) لتسـهيل خـروج البـول مـن المثانـة، وطولهـا نحـو شـبر ونصـف الشـبر، وتصنـع مـن الفضـة المجوفـة بحجـم أنبـوب ريـش الطيـر.

أمـا بخصـوص الآلات التـي كانـت تسـتخدمها القابـلات في التوليـد، فهنـاك اللوالـب؛ وهـي آلات تسـاعد في فتـح فـم الرحـم وتصنـع مـن الأبنـوس، ويكـون في طـرف اللولـب خشـبتان عـرض كل منهمـا نحـو أصبعـين وطولهمـا شـبر ونصـف، وفي وسـطهما زائدتـان تربطـان فيهمـا، تدخـلان في المهبـل، فتتسـع فتحتـه عنـد إدارة اللولـب. كمـا اسـتخدموا نوعًـا مـن الصنانيـر ذات الشـوكتين لجـذب الجنـين. ومنهـا أيضًـا المشـداخ؛ وهـو آلـة يشـدخ بهـا رأس الجنـين ليسـهل إخراجـه مـن فـم الرحـم، ويشـبه المقـص ولـه أسـنان كأسـنان المنشـار. ومنهـا أيضـاً أداة تسـمى المبخرة؛ للتبخيـر بهـا عنـد احتبـاس دم الطمـث والمشـيمة، وتصنـع مـن النحـاس، ويوضـع طرفهـا الرفيـع في القُبـل، والواسـع علـى النـار، والبخـور فـوق الجمـر. ومدفـع الجنـين؛ وهـو علـى شـكل صنـارة يشـبك طرفـه في الجنـين ويدفـع بـه إلـى الأمـام [الزهـراوي، مخطوطـة رقـم (502)].

مجموعة من الآلات التي تساعد في استخراج الجنين من الرحم بطريقة آمنة، لا تضر به أو بالأم، وصفها الزهراوي، ووصف طريقة استخدامها بشكل مفصّل [الزهراوي، مخطوطة رقم (502)].

استخدم الجراحون العرب المجارد (المكاشط)، وهي آلات تجرد بها الأضراس والأسنان لإزالة الكلس والسواد والصفرة، وبعضها مصمم ليجرد به من الداخل، وبعضها من الخارج، وبعضها للجرد بين الأسنان والأضراس. ومن المجارد ما يستخدم لكشط العظام، وهي كالمبرد، وتسمى المجارد خشنة الرأس، وكلها تصنع من الحديد.

كما استخدم الجراحون العرب المحاجم والمحاقن، والمحاجم على ثلاثة أحجام: منها الصغير والمتوسط والكبير، وتصنع من النحاس أو من الخزف الصيني، وشكلها؛ اسطوانية مستديرة (تستخدم لقطع النزف)، ولا بد أن يكون لدى الطبيب كل المقاسات. وهناك المحجمة النارية والمحجمة المائية، فالأولى؛

تصنع من النحاس الأصفر، وفي منتصفها ثقب بمقدار ما يدخل الإبرة، يغلقه الحاجم بإصبعه عند الاستعمال، وحالما ينتهي يرفع إصبعه عن الثقب فتنحل المحجمة في الحال.

مجموعة من المجارد التي وصفها الزهراوي بشكل مفصّل [الزهراوي، مخطوطة رقم (502)]

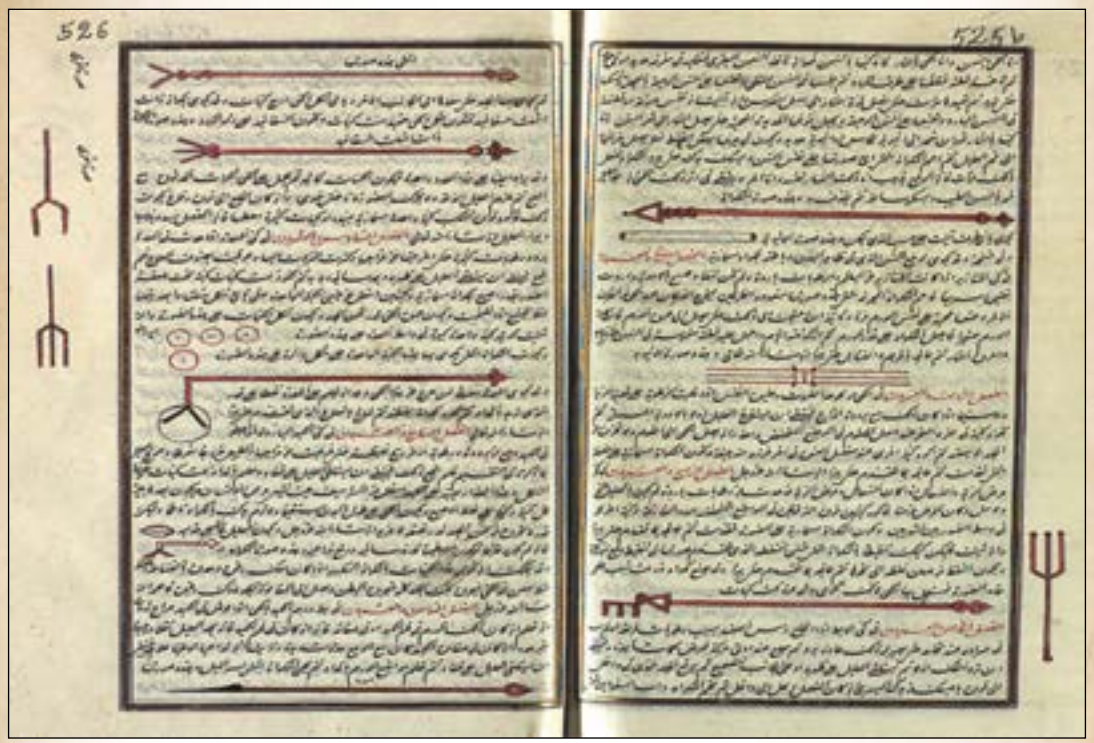
أما المحجمة المائية فليس بها ثقب، وإنما تعبأ بالماء وتوضع على العضو مباشرة، وكلما كان حجمها أكبر استوعبت كثيرًا من الماء الحار أو المخلوط بالأعشاب.

أما المحاقن فنوعان؛ كبيرة للبالغين، وصغيرة تستخدم للأطفال، وتصنع من الفضة أو النحاس أو الخزف الصيني. والمحقن واسع من أعلاه، على هيئة كيس توضع فيه المادة المحقونة، وأملس رقيق مصمت من طرفه السفلي ليدخل

في الشـرج. ومنهـا محقـن المثانـة؛ وهـو صغيـر لطيـف تحقـن بـه المثانـة ويصنـع مـن الفضـة، يمـلأ بالسـوائل الدافئـة، فيدخـل طـرف المحقـن في الإحليـل، ويدفـع السـائل بالضغـط على مؤخـرة المحقـن ضغطًـا شـديدًا فيندفـع السـائل إلـى المثانـة. ومـن الآلات المسـتخدمة في جراحـة المثانـة أيضًـا المزراقـة؛ وهـي أداة لتقطيـر المـاء في جـوف المثانـة، وبهـا ثلاثـة ثقـوب: اثنـان منهـا علـى جانـب واحـد والثالـث علـى الجانـب الآخـر، وتسـتخدم في دفـع السـوائل أو جذبهـا مـن المثانـة. وهنـاك المشـعب؛ وهـو آلـة مثلثـة الطـرف تصنـع مـن الحديـد الصلـب، ولهـا مقبـض خشـبي تسـتخدم لتفتيـت الحصـاة في القضيـب أو مجـرى البـول.

كمـا اسـتخدم الجراحـون العـرب أدوات دقيقـة لاسـتئصال الأورام والناسـور أو لبترهـا. مـن ذلـك البريـد؛ وهـو أداة كالمسـبار تصنـع مـن النحـاس الأصفـر أو الأبيـض أو الرصـاص، ويختلـف حجمهـا وشـكلها باختـلاف موضـع وحجـم الـورم أو الناسـور أو الخـراج. كمـا اسـتخدموا المـدس؛ وهـو آلـة كالمـرود لجـس واسـتقصاء الأورام، وللمدسـات أحجـام ثلاثـة: كبيـر ومتوسـط وصغيـر، ووظيفـة المـدس أن يُدخـل (يـدس) في أرطـب مـكان، ويـدار بلطـف بـين الأصابـع ثـم ينـزع ويفحـص مـا خـرج معـه مـن أنـواع الرطوبـات. ومـما اسـتخدم في جراحـة الأورام المشـرط؛ وهـو آلـة تشـق بهـا الأورام، وهـي علـى ثلاثـة أحجـام: كبيـرة ومتوسـطة وصغيـرة، وهـي عريضـة ذات طرفـين أحدهمـا حـاد يسـتعان بـه في شـق الـورم. وهنـاك المكبـس المجـوف؛ وهـو آلـة مسـطحة تصنـع مـن الفضـة أو النحـاس، ووظيفتهـا كبـس اللسـان ليتمكـن الجـراح مـن رؤيـة الحلـق وكشـف أورامـه. ومـن الأدوات التـي اسـتخدمت في جراحـة الناسـور المسـبار المثقـوب؛ فكانـوا يدخلـون فيـه خيطًـا مفتـولاً مـن خمسـة خيـوط دقيقـة، ويربطـون بـه أصـل الناسـور، ويشـدونه ويتركونـه يومـين أو ثلاثـة حتـى يسـقط مـن تلقـاء نفسـه. ومـن أدوات جراحـة الأورام أيضًـا الكاويـة؛ وتشـبه السـكين معوجـة النصـل، تُكـوى بهـا الأورام التـي تنشـأ في الأرجـل، كالفخذيـن والسـاقين والأقـدام. وكذلـك الكاويـة المسـمارية؛ وتكـوى بهـا بواسـير الشـرج والرحـم. والكاويـة

الأنبوبيـة؛ التـي تُكـوى بهـا مخالـع الأضـراس، وهـي ذات أشـكال متعـددة، والكاويـة هلاليـة الطـرف؛ وتكـوى بهـا الفتـوق، فضـلًا عـن كاويـات البطـن والكبـد، وكاويـات مقاطـع الشـرايين والمفاصـل. والكاويـة الزيتونيـة؛ ويكـوى بهـا الفالـج والصـداع وعـرق النَّسَـا، إلـى جانـب كاويـات تسـتخدم في عـلاج الشـقيقة وأمـراض الكلـى والمثانـة وآلام الظهـر. [الزهـراوي، مخطوطـة رقـم (502)].



مجموعة من المجارد التي وصفها الزهراوي بشكل مفصّل [الزهراوي، مخطوطة رقم (502)]

أمـا بالنسـبة لجراحـة العيـون والأنـف والأذن والحنجـرة، فقـد اسـتخدموا آلات عديـدة، ومنهـا البريـد؛ وهـو آلـة شـديدة الصلابـة تثقـب الملتحمـة دون التعمـق في الثقـب، ومـن ثـم يسـتخدمون المقـدح بعـد إجـراء الثقـب. كمـا اسـتخدموا القصبـة؛ في رفـع جفـن العـين أثنـاء العمليـة. وكانـت تُتخـذ قصبتـان بطـول الجفـن وتُشـدان

شدًا وثيقًا، وتُتركان مدة من الزمن حتى تموت الجلدة الزائدة وتسقط من تلقاء نفسها، أو تقرض بالمقراض إن استغرقت مدة طويلة ولم تسقط. ومثل القصبة أيضًا مخالب التشمير؛ وهي آلات كالخطافات تستعمل في رفع الأجفان. أما المقادح؛ فهي آلات تشبه المباضع تستخدم في قدح الماء الذي يسيل من العين. كما استخدموا أنواعًا من المقصات في عمليات العيون منها: المقص الصغير؛ الذي يستخدم لقطع ما يبقى من الجلد في عمليات الجفون، ومقص التعقيم؛ الذي تطهر به جروح العين بعد العملية. أما الشعر الذي ينبت في أشفار العين فكان يُتَخلص منه بوساطة كاوية يبلغ طولها نحو 15سم، تسمى الكاوية الآسية، لأن كيها على شكل ورقة نبات الآس. وكانت نواسير العين التي تنشأ في المآقي تزال بالكاوية المجوفة، أما استرخاء الجفون ومنطقة ما فوق الحاجبين، فكان يعالج جراحيًا بالكاوية الهلالية. كما استخدموا آلات الجراحة الرمدية؛ كالمقص ذي الشفرة العريضة، والمقراض الذي يلقط السبل من الإكليل، والمنقاش لقطع الثآليل، والملقاط لأخذ الشعيرات الزائدة. ولقطع اللحم الزائد في داخل الأنف استخدموا ما يعرف بالمخرط، كما استخدموا للأنف أيضًا المسعط؛ وهو آلة تقطر الدهن في الأنف، وكان يتخذ من الفضة أو النحاس، وهو مسطح ذو مقبض، أما ناسور الأنف، فقد استخدموا له المنقب؛ ذو طرف حاد مثلث الشكل، ومقبضه خشبي مخروط.

وأما عن جراحة العظام، فقد استخدموا أدوات متنوعة، فهناك أداة البيرم؛ وهي تشبه العتلة الصغيرة تصنع من الحديد طولها ثمانية أصابع، أما عرضها فيختلف باختلاف حجم الجروح والعظام، وتستخدم لرد العظام المكسورة الناتئة على الجلد وتسويتها. ومنها خشبة الرأس؛ لإزالة العظم الفاسد، وهي ذات رأس مستدير، تصنع من الحديد الصلب، وتوضع على الموضع المراد إزالته وتدار حتى يكشط الجزء الفاسد. كما استخدموا نوعًا من المثاقب لثقب العظام،

بحيث لا يتجاوز عظم القحف إلى الجهة الأخرى، ومن هذه المثاقب: الكبير والمتوسط والصغير، ولتسوية خشونة ما يتبقى من عظام، استخدموا آلة تسمى المقطع العدسي. وفضلًا عن هذه الأدوات، استخدم الجراحون العرب أدوات أخرى كثيرة [الزهراوي، مخطوطة رقم (502)].

• التخديـــر والإنعـــاش

لقد طور العرب ما وصل إليهم من علم التخدير والإنعاش ممن سبقهم، بل اكتشفوا طرائق أخرى أضافوها لهذا العلم. إن التخدير العام بالاستنشاق أو بالحقن لم يعرف إلا نحو سنة 1844م. وما انتقل إلى العرب من محاولات التخدير لا يعدو أن يكون واحدًا من ثلاثة: إما السحر والشعوذة، أو التبريد، أو إعطاء جرعات من مزيج مخفف للألم عن طريق الفم.

الطب مدين بالفضل إلى العرب في اكتشاف المرقِّد (المبنج) العام. وهناك من القرائن ما يدل على أن العرب كانوا أول من استعمل التخدير عن طريق الاستنشاق. وكان ذلك يتم عن طريق الإسفنج المخدر؛ فكانت توضع قطعة من الإسفنج في عصارة من الحشيش والأفيون والزُّؤان، ثم تترك في الشمس لتجف ثم تحفظ. وقبيل بدء العملية تخرج وترطب ثانية، وتوضع فوق أنف المريض وفمه، فتمتص الأنسجة المخاطية المبنجات، فيخلد المريض إلى نوم عميق أثناء إجراء العملية الجراحية. وكان هذا الاكتشاف فتحاً في مجال الطب الجراحي، وأكثر رحمةً من المشروبات المسكرة التي استخدمها الهنود والرومان والإغريق، وكانوا يجبرون مرضاهم على تناولها كلما أرادوا تخفيف آلامهم.

كما جرّب العرب أدوية مبنجة أو مخففة للألم لأولئك الذين خضعوا أو يخضعون للعمل الجراحي. من ذلك اللُّفَّاح؛ وهو نوع من النبات غليظ الجذر

أصفر طيب الرائحة، كما استخدموا القنب الهندي (الحشيش)، والشوكران؛ وهو عشب سام ذو رائحة غير مقبولة إذا فُرك بالأصابع، والخشخاش؛ وأنواعه كثيرة، والبنج؛ وينتمي إلى الفصيلة الباذنجانية ومعروف بخواصه المبنجة، وحشيشة ست الحُسن. وعلى الرغم مع أنّ مادة الإثير أدخلت إلى حقل التخدير الاستشاقي بشكل منتظم منذ منتصف القرن التاسع عشر الميلادي، فإننا لا نعرف على وجه التحديد أول من اكتشف هذه المادة. إلا أن هناك من القرائن ما يشير إلى أن الفضل في ذلك يعود إلى العرب. فالعرب هم الذين اكتشفوا مادة الغول، وهم الذين اكتشفوا حمض الكبريتيك (الزَّاج الأخضر)، ثم أنهم أجروا تفاعلات وعمليات تقطير بين الغول وحمض الكبريتيك، مما يقوي احتمال أن يكون العرب أول من اكتشف هذه المادة المهمة في التخدير. ولا غرو أنهم اكتشفوا مادة الكحول، وهي المادة الرئيسة لكل المبنجات السائلة والطيّارة المستخدمة في مجال التخدير حاليًا.

أما ما يخص الإنعاش، وإن لم يكن للعرب فيه خبرة واسعة، إلا أنهم قد عرفوا مبادئه، فكانوا يدفعون بالهواء عبر الرئتين بالضغط المتناوب، باستخدام المنفاخ. ويدل على ذلك القصة التي أوردها ابن أبي أصيبعة في كتاب «طبقات الأطباء»؛ لما جاءه نعي إبراهيم بن صالح (ابن عم الرشيد)، استأذن الطبيب صالح بن بهلة الدخول على إبراهيم وهو في أكفانه، ثم ما لبثوا أن سمعوا صوت ضرب بدن بكف ثم تكبيرًا، ثم استدعى صالح الرشيد وأخرج إبرة فأدخلها تحت ظفر إبهام اليد اليسرى للميت، فجذب إبراهيم المسجّى يده إلى بدنه، فطلب الطبيب أن يجردوه من كفنه، وطلب كندسًا (نوعًا من الدواء) ومنفخةً من الخزانة، ونفخ في أنف إبراهيم لمدة ثلث ساعة، فاضطرب بعدها بدنه وعطس ثم هبّ مستيقظًا [نخبة من العلماء، 2007].

• طـــب العيـــون

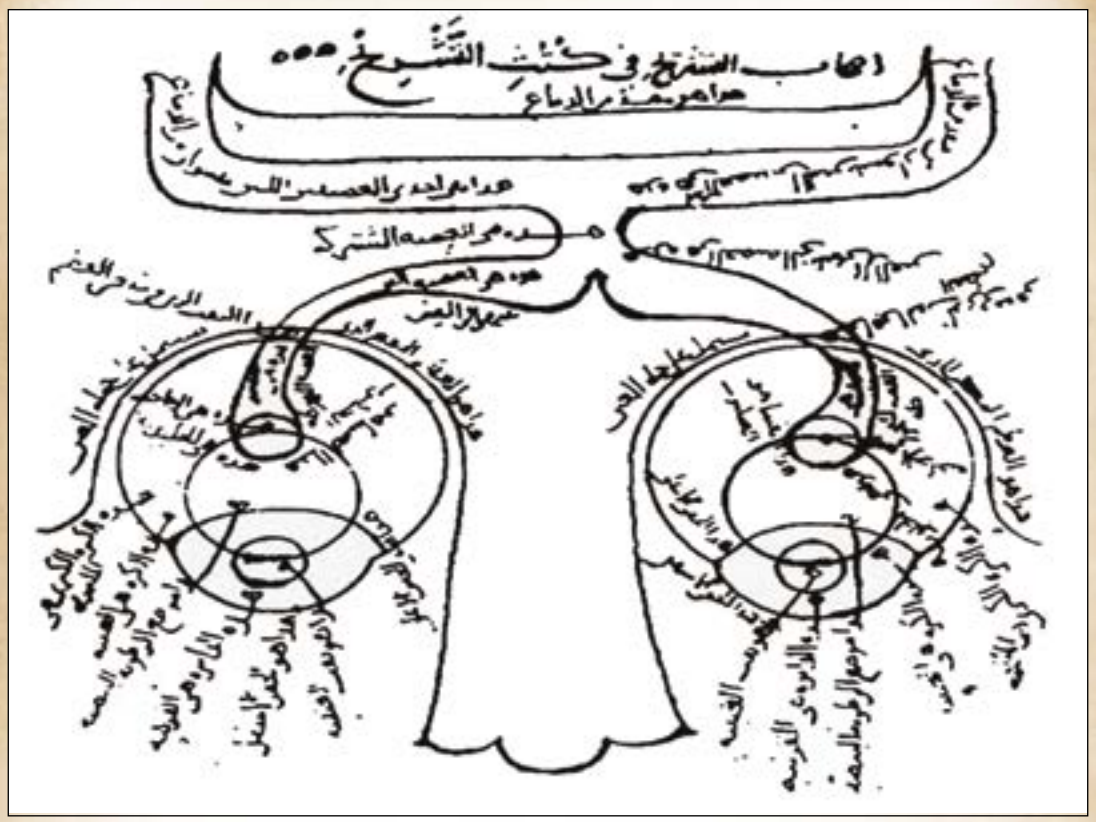
أطلق العرب على هذا التخصص الطبي (اسم الكحالة)، وعلى المشتغلين به من أطباء اسم (الكحالين). وقد قام العرب بترجمة ما وصلهم من كتب علم الكحالة من الهند واليونان والرومان. وكما فعلوا في حقل الطب الجراحي من حيث تطويره وتطوير الأدوات التي استخدمت فيه، قاموا بتطوير نوع من العمليات لم يرثوه عن أحد من الأمم الأخرى؛ فقد برعوا في قدح الماء الأزرق من العين مع الصعوبة التي تكتنف إجراء مثل هذه العملية حتى اليوم. وكانت نتائج هذه العمليات مضمونة، ويقال إنه لما أصاب الطبيب الرازي العمى، عرضوا عليه أن يجروا له عملية القدح، فقال لهم إنه يفضل البقاء أعمى على أن يرى أناس ذلك الزمان.

إضافةً لما توصلوا إليه من إجراء العمليات الجراحية لقدح الماء الأزرق، أجروا عمليات جراحية لقدح الماء الأبيض (الساد). وابتكروا فيها ست طرق كانت إحداها بالمص والشفط، وكانوا يستخدمون في ذلك أنبوبًا زجاجيًا رقيقًا يدخلونه من مقدمة العين ويفتتون به العدسة المعتمة ثم تمتص هذه العدسة بعد ذلك. وكانت هذه العملية أحدث عملية جراحية لعلاج الساد آنذاك. وهناك شبه كبير من حيث المبدأ بين تلك العملية والعملية المتطورة التي تجرى الآن رغم الفارق في المعدات.

كذلك فقد ألف العرب العديد من الكتب في طب العيون وجراحتها ومداواتها. ومن أشهر كتب الكحالة كتاب «عشر مقالات في العين» لحنين بن إسحاق. ويُعد هذا الكتاب نقطة الانطلاق في علم الكحالة أو طب العيون عند العرب. وتطورت الكحالة على يد اثنين من أشهر الكحالين العرب هما: أبو القاسم عمار بن علي الموصلي (توفي 400هـ /1010م)، وعلي بن عيسى الكحال (توفي 430هـ /1039م). وكان الأول خبيرًا في طب العيون وإجراء العمليات

الجراحية، وهو من أكثر أطباء العيون العرب ابتكارًا، وألّف كتابًا في أمراض العيون ومداواتها اسمه «المنتخب في علاج أمراض العين»، وقد مارس مهنته في القاهرة. أما علي بن عيسى فقد اشتهر إلى جانب حذقه مهنة الكحالة بكتابه المعروف «تذكرة الكحالين»، ومارس مهنته في بغداد. ويعتبره المستشرقون أكبر طبيب للعيون أنجبته العصور الوسطى، وترجموا كتابه إلى اللاتينية مرتين وإلى العبرية. وبيّن ابن أبي أصيبعة في كتابه «طبقات الأطباء»، أن كتاب علي بن عيسى يحوي على ثلاث مقالات؛ الأولى في: حد العين وتشريحها، وطبقاتها، ورطوباتها، وأعصابها، وعضلاتها، ومن أين نبات كل طبقة منها، ومن أين يأتي غذاؤها، وإلى أين انتهاؤها، وأين موضعها ومنفعتها. أما المقالة الثانية ففي؛ أمراض العين الظاهرة للحس وأسبابها وعلاماتها وعلاجاتها. والمقالة الثالثة؛ في أمراضها الخفية عن الحس وعلاماتها وعلاجاتها ونسخ أدويتها. أما مجموع ما ألفه من كتب في طب العيون فبلغ 32 كتابًا، وبلغ مجموع ما وصفه من أمراض العيون في «تذكرة الكحالين» وحده 130 مرضًا.

ولعل إبداع العرب وإجادتهم في هذا المجال يعود إلى كثرة انتشار أمراض العيون في المناطق الحارة. إلى جانب ذلك، مارس الكحالون العرب تشريح عيون الحيوانات، مما أوقفهم على معلومات قيمة، منها تعرفهم على سبب حركة المقلة والحدقة.... فحركة المقلة سببها انقباض عضلات العين، وحركة الحدقة سببها انقباض وانبساط القزحية...، وقد وصف ابن سينا عضلات العين وأعصابها ووظائفها.



حاول الأطباء العرب فهم كيف تجري عملية الإبصار، فقاموا بتشريح عيون الحيوانات، للتعرف على الأعصاب المتصلة بالعين والتي تنقل الصور للدماغ

يُعد كتاب صلاح الدين بن يوسف الكحّال «نور العيون وجامع الفنون» الذي صنفه نحو سنة (697هـ/ 1297م)، من المراجع المهمة المحيطة في أمراض العيون، وقد قسمه إلى أبواب في: وصف العين، والبصر، والأمراض؛ أسبابها وأعراضها، وحفظ صحة العين، وأمراض الجفون، والملتحمة، والقرنية، والحدقة، وأمراض العين التي لا تقع تحت الحواس، وأدوية العيون.

أما أفضل من كتب عن العين من ناحية الجانب الفيزيائي فهو الحسن بن الهيثم (توفي 430هـ/ 1038م)، حيث امتاز وصفه للعين بالدقة، كما بحث في قضايا البصريات وفي طبيعة النظر، وقال: «إن النور يدخل العين لا يخرج منها، وأن شبكية العين هي مركز المرئيات، وأن هذه المرئيات تنتقل إلى الدماغ بوساطة عصب البصر، وأن وحدة النظر بين الباصرتين عائد إلى تماثل الصور على الشبكيتين...».

ومن الكتب التي اشتهرت، كتاب ألفه أحد أطباء العيون في مصر، وهو القاضي فتح الدين أبو العباس القيسي (توفي 657 هـ/1258 م) وكان يلقب برئيس الأطباء المصرية، ويحوي كتابه على 15 فصلاً في علم الرمد. وكذلك كتاب «الكافي في الكحل» لخليفة بن أبي المحاسن الحلبي وألفه بين عامي (654هـ/ 1256 ـ 1275م) [السامرائي، 1996م].

• طب الأطفال والولادة

عرف العرب الاختصاص الطبي، فكان هناك: الجراح ومجبِّر العظام، وطبيب الأسنان، والحجّام، والفصّاد، والكحّال، والمتخصص في الطب النفسي، والعقلي، والبيطري، وأمراض النساء والولادة. ومع أننا لا نجد من اقتصر تخصصه على طب الأطفال، إلا أنهم كانوا ملمين إلمامًا طيبًا بهذا النوع من الطب، إلى جانب درايتهم وتخصصاتهم الطبية الأخرى. فمنهم من اشتغل وكتب في هذا الحقل، ومنهم من بحث بطرف في علم الأجنة والأمراض الوراثية، وهناك من وضع كتابًا خصصه للمواليد الخدّج أو الخداج، المولودين بعمر سبعة أشهر، وكيفية رعايتهم. كما بحثوا في الإرضاع والمراضع. وكان أبوبكر الرازي أول من كتب في طب الأطفال، كما أنه كتب فصولاً مبتكرة في أمراض النساء والولادة والأمراض التناسليّة. كما برعوا في دراسة أحوال العقم، وأشاروا إلى أن نوعًا من العقم ينشأ عن فقدان الوفاق النفسي والطبيعي بين الزوجين، وقالوا: «إذا

انفصل الزوجان اللذان يعانيان هذا النوع من العقم، ثم تزوج كل واحد منهما زوجًا جديدًا، فإنهما سينجبان».

وقد ورد ذكر مبكر للولادة القيصرية في إيران (بلاد فارس) في كتاب «شاهنامه» (أي كتاب الملوك)، الذي كتب في سنة 1000 ميلادية تقريبًا، ويتعلق بميلاد رستم، البطل الأسطوري لذلك البلد [Torpin R, 1961].

ووفقًا للشاهنامه، أوضح سيمورج (طائر العنقاء) لولده بالتبني (زال بن سام) كيفية إجراء عملية قيصرية لإنقاذ زوجه (رودبة) وطفله (رستم). كانت العملية القيصرية في الأدب الفارسي تُعرف باسم (رستامينا).

صورة مصغرة تظهر على ما يبدو ولادة رستم بعملية قيصرية. الأم مستلقية على سريرها الأرضي، والطبيب يرفع المولود الجديد (الذي يظهر كشخص بالغ) من بطنها [Maddison, and Savage-Smith, 1997].

كما اعتنى الأطباء العرب بمراحل حياة الطفل منذ مولده، ولم يختلف تقسيمهم هذا كثيرًا عن تقسيم المحدثين. وتعرضوا لذكر أطوار الجنين في بطن أمه، وكيفية العناية به حال خروجه إلى الحياة. كما حظي موضوع إرضاع الأطفال بنصيب وافر من العناية، فقد كتبوا فصولاً كثيرة في الخصائص التي ينبغي أن تتوافر في المرضع ولبنها، وما عليها أن تتبعه من غذاء حتى يظل لبنها مغذيًا وصحيًا. وتناولوا الأمراض التي تصيب الأطفال؛ كالإسهال، والربو، والبول في الفراش، والتشنج، والحَوَل، والقروح، والخراجات، والبثور، والتسنين، والقلاع، وأنواع الديدان، والأعصاب (شلل الأطفال)، والحُمَّيَات بأنواعها، والكزاز، وآلام الأذنين، والعينين.

ويعتبر كتاب الطبيب العربي أبو الحسن أحمد بن محمد الطبري (توفي 366هـ/ 976م) أقدم مخطوط عربي وصل إلينا في طب الأطفال، ذلك أن كتاب الرازي سابق الذكر، لم تتوفر نسخته العربية، على الرغم من توفر ترجمات مختلفة بالإيطالية والإنجليزية، وقديمًا بالعبرية واللاتينية [شحادة، 2005م].

إضافةً إلى اهتمام الأطباء العرب وعنايتهم بالأطفال الخدّج الذين يولدون لسبعة أشهر، اهتموا كذلك بالمواليد من حين ولادتهم ومقدمهم، ولا يختلف كلام ابن سينا في هذا الصدد كثيرًا عما يُستقبل به الطفل في المستشفيات الحديثة حالياً. فيذكر ابن سينا في الفصل الأول من الكتاب «الأول من القانون»: «أن أول ما ينبغي على الطبيب عمله، أن يبدأ بقطع السُّرة نحو أربع أصابع ويغسل جسمه، ويلبس ويقطّر في عينيه وينظف منخره، وينبغي أن يوضع في مكان معتدل الهواء ليس ببارد ولا حار... ويجب أن يكون إحمامه بالماء المعتدل صيفًا وبالماء المائل إلى الحرارة غير اللاذعة شتاءً ... ثم يقطر في أنفه الزيت العذب».

وأجمعوا على أن لبن الأم أفضل أنواع الحليب للطفل، وهذا ما يقرره الطب الحديث، وتطرقوا إلى نوع الغذاء الذي ينبغي أن تتناوله المرضع أثناء فترة الرضاعة، بحيث يكون ما تتناوله ذا قيمة غذائية متوازنة ومدرًا للبن ... فيجب أن يُعتنى بغذائها، فيجعل من الحنطة ولحوم الخرفان والجداء والسمك. كما نصحوا المرضع بالتوقف عن الإرضاع في أحوال معينة؛ كتعرضها لمرض مؤلم، أو معدٍ، أو إسهالٍ شديدٍ، أو احتباس البول، أو إمساك. كذلك تتوقف عن الرضاعة إذا دعتها الضرورة لتناول دواء قوي المفعول، حتى لا يتأثر الطفل بذلك، وهو ما يؤيده الطب الحديث.

أما عن مدة الإرضاع، فقد حددوها بعامين، ولعلهم اهتدوا في ذلك بما ورد في القرآن: ﴿ وَٱلْوَٰلِدَٰتُ يُرْضِعْنَ أَوْلَٰدَهُنَّ حَوْلَيْنِ كَامِلَيْنِ ۖ لِمَنْ أَرَادَ أَن يُتِمَّ ٱلرَّضَاعَةَ ﴾ [سورة البقرة: 233]. واشترطوا أن يكون الفطام في موسم اعتدال الطقس، فلا يكون في الصيف القائظ ولا الشتاء القارس. وهذا ما يؤيده الطب الحديث أيضًا؛ ذلك أنه يجنب الطفل الإصابة بالنزلات المعوية، حين تقل كفاءة الجهاز الهضمي للطفل. ويجب أن يكون الفطام تدريجًيا كما يقول ابن سينا: «إذا جعلت ثناياه تظهر، نُقِل إلى الغذاء الذي هو أقوى بالتدريج من غير أن يعطى شيئًا صلب المضغ، ثم إذا فُطم نقل إلى ما هو من جنس الحساء واللحوم الخفيفة، ويجب أن يكون الفطام بالتدريج، لا دفعة واحدة». كما أشاروا إلى أنه ينبغي إذا تدرّب الطفل على المشي، أن لا يُمَكّن من الحركات العنيفة، «ولا يجوز أن يحمل على المشي والقعود قبل انبعاثه إليه بالطبع؛ فيصيب ساقيه وصلبه آفة» [شحادة، 2005م].

وقد تناول الأطباء المسلمون الأمراض التي تعرض للنساء تناولاً ينم عن سعة اطلاع وعمق استنتاج. فقد تحدّثوا عن اضطرابات الطمث والدورة الشهرية،

والآلام المرافقة لذلك، وتشريح الرحم وأمراضه. وكتب الرازي في أمراض النساء والولادة. وضمَّن ابن سينا الجزء الثالث من قانونه الحادي والعشرين كلامًا مفصلاً عن أمراض النساء والولادة، بما في ذلك مختلف الأمراض التي تعرض للرحم ومسبباتها، والحامل وما يعتريها أثناء الحمل والولادة. ونجد في الفصل الأول من المقالة الأولى وصفًا تشريحيًا دقيقًا للرحم، وأنه: «آلة التوليد التي للإناث... وليس يستتم تجويفها إلا عند استتمام النُّمو... لأنه يكون قبل ذلك معطلاً ولا يُحتاج إليه... وموضعها خلف المثانة... ومن قدام المعي، وطولها المعتدل في النساء ما بين ست أصابع إلى إحدى عشرة إصبعًا... والرحم تغلظ وتثخن وكأنها تسمن، وذلك في وقت الطمث، ثم إذا طهرت ذبلت ويبست. ولها أيضًا ترفق مع عظم الجنين، وانبساطها بحسب انبساط جثة الجنين. ورقبة الرحم عضلية وفيها مجرى محاذية لفم الفرج... ومنها تبلغ المني، وتقذف الطمث، وتلد الجنين، وتكون في حالة العلوق في غاية الضيق». وشرح ابن سينا وغيره آلية الولادة وكيفية خروج الجنين طبيعيًا بنزول رأسه أولاً، والولادة غير الطبيعية بخروج الرجلين أولًا.

وقد كتب الأطباء المسلمون عن العقم وأسبابه، وعزوه إلى أسباب في الرجل وأخرى في المرأة. وعزاه ابن سينا: «إمّا لسبب في مني الرجل أو مني المرأة، وإما في أعضاء الرحم، وإما في أعضاء القضيب وآلات المني، أو لسبب في المبادئ؛ كالغم والخوف والفزع وأوجاع الرأس وضعف الهضم والتخمة، وإما لخلط طارئ».

وقالوا: «إن من العقم ما يعود إلى عوائق آلية في عنق الرحم من تشنج، أو تضييق، أو بسبب ندب، أو انسداد، أو انقطاع الطمث، أو انقلاب الرحم، أو أمراض الرحم، من ورم وقروح وزوائد لحمية».

في مخطوطـة تعـــود للقـــرن 17م، يظهر ابن ســينا وهو يجري فحصًا لامرأة حامل في الهواء الطلق، في حين يقوم مساعدوه بتحضير الـدواء المناسـب لها [(Avicenna's Canon manuscript, CC BY 4.0]

ومـن هـذا القبيـل مـا قـال بـه ابـن سـينا: «أمـا السـبب في الرحـم، فإمـا سـوء مـزاج مفسـد للمنـي أو مُضْعِف للقـوة الجاذبـة للمنـي ... أو مانـع إيـاه عـن الوصـول لانضمـام مـن الرحـم. أو التحـام مـن قـروح أو لحـم زائـد ثؤلولـي... أو يعـرض للمنـي في الرحـم البـاردة الرطبـة، مـا يعـرض للبـذور في الأراضـي النـزَّة، وفي المـزاج الحـار اليابـس مـا يعـرض في الأراضـي التـي فيهـا نـورة مبشوشـة، وإمـا لانقطـاع المـادة وهـو دم الطمـث... وإمـا لميـلان فيـه (أي الرحـم)، أو انقـلاب... أو لشـدة هـزال البـدن... أو آفـة في الرحـم ومـن ورم وقـروح... وزوائـد لحميـة مانعـة». أمـا السـبب عنـد الرجـل فقـد أرجعـوه إلـى ضعـف أوعيـة المنـي أو ضعـف قوتهـا المولـدة للمنـي، أو بسـبب قصـر القضيـب نفسـه، أو لاعوجاجـه، فـلا يـزرق المنـي في فـم الرحـم. والمتمعـن في كل مـا سـبق، يجـد أن معظـم مـا وصفـه الأطبـاء العـرب مـن أسـباب للعقـم، قـال بهـا العلـم الحديـث، وزاد عليهـا مـن واقـع التطـور [شـحادة، 2005م].

تنـاول الأطبـاء المسـلمون أيضًـا أمـور الحمـل والوضـع، وتطـور الجنـين داخـل الرحـم بعـد الإخصـاب، وشـكاوى الحمـل ومخاطـره، والتغيـرات التـي تطـرأ علـى الحامـل، ووجـوب مكافحـة الإمسـاك بالملينـات لا المسـهلات، وأنـواع الأطعمـة التـي ينبغـي أن تتناولهـا الحامـل، والابتعـاد عـن اضطرابـات المعـدة، وبضـرورة ممارسـة نـوع مـن الرياضـة المعتدلـة المتمثلـة غالبًـا في المشـي دون إفـراط، واجتنـاب الحركـة المفرطـة، والوثـب والضـرب ومراعـاة الجانـب النفسـي لديهـن. «ولا يـورد عليهـن مـا يغمهـن ويحزنهـن، ويبعـد عنهـن جميـع أسـباب الإسـقاط وخصوصًـا في الشـهر الأول... ويجـب أن تشـتد العنايـة بمعدتهـن». كمـا شـخصوا أعـراض مـا نسـميه الآن بالحمـل الـكاذب (الرحـا)، وبينـوا الصفـات التشـريحية المرضيـة لـه، فمثـلاً يقـول ابـن سـينا: «إنـه ربمـا تعـرض للمـرأة أحـوال تشـبه أحـوال الحبالـى مـن التبـاس دم الطمـث وتغييـر اللـون وسـقوط الشـهوة، وانضمـام فـم الرحـم. ويعـرض انتفـاخ الثديـين وامتلاؤهمـا وربمـا عـرض تورمهمـا، وتحـس في بطنهـا بحركـة كحركـة الجنـين، وبحجـم كحجـم الجنـين... وربمـا عـرض طلـق ومخـاض ولا يكـون مـع ذلـك ولـد؛ وربمـا كان السـبب فيـه تمـددًا وانتفاخًـا في عـروض الطمـث، ولا تضـع شـيئًا».

وقد تكلم الأطباء المسلمون عن عسر الولادة، وبينوا أن سببها يعود إلى: 1. الحامل، 2. الجنين، 3. الرحم، 4. القابلة، 5. أسباب أخرى. وبينوا تفاصيل مسؤولية كل واحد منها في عسر الولادة، وبحثوا في أمراض الرحم وأنواعها، من أورام حميدة وخبيثة، وهبوط الرحم وتشوهاته وسيلاناته ونزفه. ولم تغب عنهم الأدوية التي تعالج هذه الأمراض سواء أكانت عقاقير عشبية، أم حِمْيات غذائية أو أبخرة أو مسهلات منقية. وتكلم ابن سينا بإسهاب عن آفات وضع الرحم وأورامها، ونتوء الرحم وانقلابها وميلانها واعوجاجها، وكذلك الورم الحار في الرحم، والورم البلغمي، والورم الصلب [شحادة، 2005م].

• الطـب النفسـي

لم يقتصر الطب عند العرب والمسلمين على العلاج العضوي فحسب، بل تعدّاه إلى العلاج النفسي. وكانوا يرون الوهم والأحداث النفسية من العلل التي تؤثر في البدن. وقد خصص الأطباء جناحًا في كل مشفى كبير للأمراض العصبية والعقلية. وأشار الرازي إلى أهمية العامل النفسي في العلاج، وكان أول طبيب يتوصل إلى الأصول النفسية لالتهاب المفاصل الروماتيزمي، وقد فرق بينه وبين مرض النقرس، وقرر أنه مرض جسدي في ظاهره إلا أنه ناشئ عن اضطرابات نفسية، وأن أكثر من تظهر عليهم هذه الأعراض من أولئك الذين يكظمون الغيظ؛ وبتراكمه يتعرضون لهزات نفسية كبيرة.

أشار إخوان الصفا إلى إعطاء المريض الفرصة ليسرد أحوال علّته وأسبابها كما يشعر بها، ثم يشرع الطبيب بعد ذلك في محاولة إزالتها، ورفع الوهم المسيطر على المريض، والتقليل من شأن المرض.

بل إن الرازي رأى أن بعض أنواع سوء الهضم تنشأ عن أسباب نفسية؛ «فقد يكون لسوء الهضم أسباب بخلاف رداءة الكبد والطحال، منها: حال الهواء والاستحمام ونقصان الشرب، وكثرة إخراج الدم والجماع والهموم النفسانية. وينبغي للطبيب أن يوهم المريض بالصحة ويُرجّيه بها، وإن كان غير واثق بذلك. فمزاج الجسم تابع لأخلاق النفس». وكتب بعض الأطباء رسائل ومؤلفات في الصحة النفسية، فكتب ابن عمران كتابًا عن المالنخوليا، كما كتب ابن ميمون (توفي 415هـ/ 1024م) رسالة سماها «الرسالة الأفضلية»، تبحث في الحالات

النفسية المختلفة كالغضب والسرور والحزن، وأثرها في الصحة، وأشار إلى أن علاجها يتم برياضة النفس وتقويتها. وتدل هذه الرسالة على أن ابن ميمون قد أدرك فائدة تسخير قوى النفس في علاج أمراض البدن [نجاتي، 1993م].

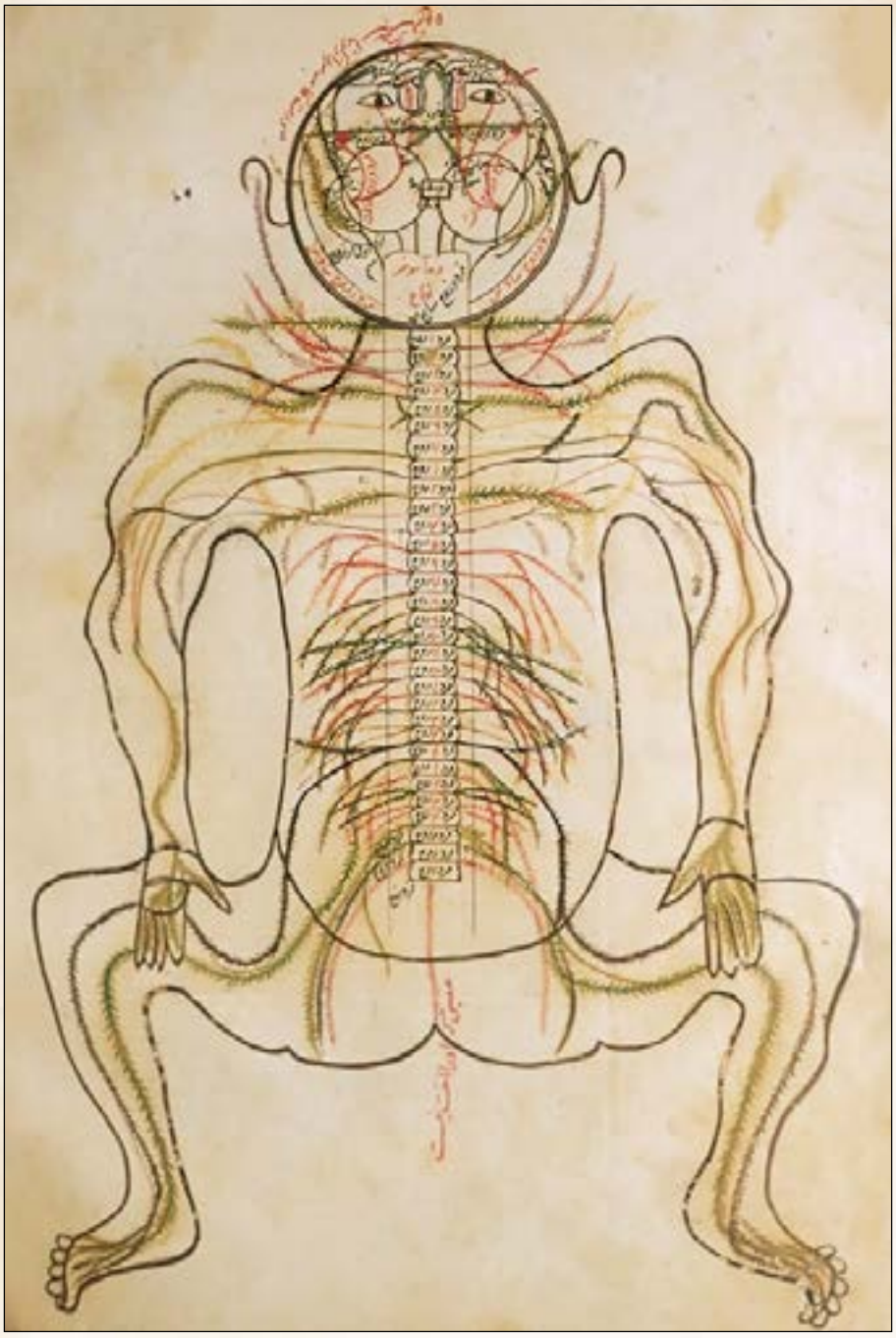
كما أدلى ابن الهيثم بدلوه في هذا الشأن عند حديثه عن الموسيقى، فقد كتب عن تأثير الموسيقى في الإنسان والحيوان. ومما يُسجَّل للطبيب العربي في هذا المجال سبقه في استخدام الموسيقى والإيحاء في علاج الأمراض النفسية، وليس بعيدًا أن يكون هناك أطباء عرفوا مبادئ التحليل النفسي، ووقفوا من خلاله على عدد من الحقائق المرضية. فنجد ابن سينا يعالج في جرجان أحد أبناء الأمراء بعد أن استعصى علاجه على جميع الأطباء. وتوصل عن طريق الاستقصاء إلى أن الفتى لم يكن به أي مرض عضوي، وإنما كان مشغوفًا بإحدى الفتيات في حي معين. وبملاحظة اضطراب نبض الفتى توصل ابن سينا لمعرفة اسم الحي واسم الفتاة. ونظير ذلك ما تردد من قصة علاجه لأحد أمراء بني بويه، الذي كان قد أصيب بمرض عصبي امتنع معه عن تناول الطعام، وتوهم أنه صار بقرةً وينبغي ذبحها. فلما عُرِض عليه أخذ شفرة حادة، وتقدم نحو الأمير وأضجعه موهمًا إياه أنه يريد ذبحه وهو مستسلم. وعند لحظة معينة صاح ابن سينا بصوت مرتفع: «هذه بقرة نحيفة هزيلة، أعلفها أولاً حتى تسمن»، وهنا بدأ الأمير في الأكل بشراهة، وكان ابن سينا يدسّ في طعامه الدواء حتى تم له الشفاء. وقد عزا ابن سينا بعض حالات العقم إلى عدم التوافق النفسي بين الزوج والزوجة.

كان البيمارستان الأرغوني، الذي بناه أرغون الكاملي عام (755هـ/ 1354م)، في عهد السلطان عماد الدين إسماعيل بن محمد بن قلاوون، مخصصًا لعلاج المصابين بالأمراض النفسية، (الصورة غرف المرضى أمام نافورة مائية لتهدئة حالتهم النفسية).

وممن اهتموا بالبحث في الأمراض النفسية أبو البركات هبة الله بن ملكا (توفي 561هـ/ 1165م). وقد حاول جادًا استحداث علاج لها، ونجح في ذلك إلى حد أدهش علماء الطب في (القرن السادس الهجري /الثاني عشر الميلادي)، وصارت نظرياته في هذا الميدان متداولة بين أطباء العالم في زمانه [نجاتي، 1993م].

تشـــريح جســـم الإنســـان

كان التشـريح أمـرًا أساسـيًا بالنسـبة للطبيـب الجـراح، وقـد نـادى الأطبـاء المسلمون أن الجراح ينبغي أن يكون عالمًا بالتشـريح، ووظائف الأعضاء ومواضعها؛ «ليجتنـب في فتـح المـواد قطـع الأعضـاء وأطـراف العضـل والأوتـار والألياف». ولا شك أن الجراحين المسلمين اعتمدوا كثيرًا في فقههم الجراحي على ما ترجموه من اللغة اليونانية، وخاصة كتاب جالينوس الذي ترجم بعنوان « قاطاجانس في الجراحات والمراهم». وكانت معرفة الجراحين بهذا الكتاب أمرًا إلزاميًا، لأن الطبيب ينبغي أن يكون واعيًا بكيفية فتح البدن والخياطة واستعمال المراهم وعيًا كاملاً. ومن الكتب الأخرى التي ترجمها المسلمون لجالينوس في التشريح؛ « اختصار كتاب مارنيس في التشريح»؛ في تشريح الحيوان الحي؛ وفي تشريح الحيوان الميت؛ وعلم أبقراط في التشريح؛ وتشريح الرحم؛ وتشريح العين؛ وتشريح آلات الصوت. وقد ساعدت هذه الترجمات وغيرها المسلمين في علم التشريح ومنافع الأعضاء، ثم استفادوا منها في علم الجراحة. وكان على رأس الاختبارات التي يؤديها الطبيب اختبارًا في علم التشريح يسمى محنة [جزماتي، 1994م].



وضع الأطباء العرب كتبًا خاصة للتشريح، كما في هذه الصورة المأخوذة من مخطوطة منصور بن إلياس (تشريح بدن إنسان) نحو عام (1450م)، والمخطوطة محفوظة في المكتبة الوطنية الأمريكية للطب؛ ما يدل على أنهم قد مارسوا التشريح بشكل أكيد لمعرفة بنية الجسم البشري الداخلية.

على سبيل المثال، يقول الرازي في كتابه «محنة الطبيب»: «فأول ما تسأله عن التشريح ومنافع الأعضاء، وهل عنده علم بالقياس، وحسن فهم ودراية في معرفة كتب القدماء، فإن لم يكن عنده ذلك، فليس بك حاجة إلى امتحانه في المرضى. وإن كان عالمًا بهذه الأشياء، فأكمل امتحانه حينئذ في المرضى». وقد برع ابن طفيل (توفي 581هـ/ 1185م) في تشريح الأجسام الميتة والحية، وقد شرَّح ظبية حيّة وشق عن قلبها، وذكر أن الدم الموجود في القلب كالدم الموجود في سائر الجسد، وأنه متى سال من الجسم جمد.

شرَّح الأطباء المسلمون عيون الحيوانات، واكتسبوا من ذلك خبرة واسعة. وقد وضع ابن عيسى رسالة في تشريح العين وأمراضها الظاهرة والباطنة، تُرجمت إلى اللاتينية، وكانت ذات أثر بالغ إبان ما اصطلح عليه في أوروبا القرون الوسطى.

ولم يقّدم الأطباء المسلمون على عمليات تشريح الجسد البشري، ولعل ذلك يعود إلى أسباب دينية وإنسانية واجتماعية. لكن هناك من يقول إن بعضهم قد مارس ذلك سرًّا، ويستدلون على ذلك بدليلين؛ أولهما: أنهم وصفوا أجزاء الجسم البشري؛ كالعين والقلب والكبد، وصفًا بالغ الدقة، وثانيهما: أنهم خرجوا بآراء تخالف آراء كثير من الأطباء اليونانيين، وبينوا خطأهم في بعض ما ذهبوا إليه. فعلى سبيل المثال، نجد أن ابن النفيس ينتقد آراء جالينوس في التشريح، وكذلك آراء ابن سينا الذي قال بآراء جالينوس؛ فقد وجد من خلال تشريحه للقلب والحنجرة، أن هناك صلة بين التنفس والنبض، أو بين التنفس وانتقال الدم إلى القلب من الرئتين. فأظهر أخطاء جالينوس وابن سينا فيما يختص بتركيب الرئتين ووظيفتهما، وكذلك وظيفة الأوعية الشعرية التي تربط بين الشرايين والأوردة، ووظيفة الحويصلات الرئوية، والعروق الممتدة بين الرئة والقلب [جزماتي، 1994م].

ويمكـن إيجـاز أهـم آثـار الأطبـاء المسـلمين -علـى رأسـهم ابـن النفيـس- في مجـال التشـريح فيمـا يأتـي:

1. اكتشـافهم للـدورة الدمويـة الصغـرى التـي تجـري في الرئـة، ويمـر الـدم خلالهـا مـن الشـريان الرئـوي إلـى القلـب. وقـد يكـون هـذا الاكتشـاف هـو الـذي مهـد الطريـق لوليـام هـارفي ليكتشـف الـدورة الدمويـة الكبـرى.

2. نقلهـم لمؤلفـات جالينـوس وحفاظهـم عليهـا، وعـدم اتباعهـم لـه في كل مـا أتـى بـه، بـل درسـوه بوعـي، وأضافـوا إليـه، وخالفـوه فيمـا وجـدوا أنـه الأصـوب.

3. دراسـتهم لتركيـب الرئـة والأوعيـة الشـعرية، ووصـف الشـريان الإكليلـي ووصـف الـدورة الدمويـة فيـه، وإثبـات أن للقلـب بطينـين فقـط.

4. إثباتهـم عـدم وجـود أي هـواء أو رواسـب مـع الـدم في شـرايين الرئتـين، مخالفـين بذلـك رأي جالينـوس.

5. انتقـدوا وصـف جالينـوس للهيـكل العظمـي؛ فقـد بـين عبـد اللطيـف البغـدادي (تـوفي 619هـ/ 1222م) أن الفـك الأسـفل قطعـة واحـدة وليـس قطعتـين بعـد أن فحـص أكثـر مـن 2000 جمجمـة بشـرية.

6. اكتشـف ابـن القـف (تـوفي 685هـ/ 1286م) عـدد الأغشـية القلبيـة، ووظيفتهـا واتجـاه فتحاتهـا لمـرور الـدم.

7. معرفتهـم أن الـدم يجـري إلـى الرئتـين حيـث يتجـدد، ويتشـبع بالهـواء، وليـس لمدِّهمـا بالغـذاء؛ وهـذا مـا أكـده وليـام هـارفي فيمـا بعـد.

8. وصـف علـي بـن عبـاس الأهـوازي الـدورة الدمويـة في الأوعيـة الشـعرية أثنـاء شـرحه لوظيفتـي الانقبـاض والانبسـاط، وكان وصفـه دقيقًـا إلـى حـدّ كبيـر.

9. تأكيدهم على وجود اتصال بين الشرايين الموجودة في الرئتين وأوردتهما، حتى تتم الدورة الدموية داخل الرئة.

10. لاحظوا أن: «تشريح العروق الصغار في الجلد، يعسر في الأحياء لتألمهم، وفي الموتى الذين ماتوا بسبب أمراض تقلل الدم، كالإسهال والنزف، ويسهل فيمن مات بالخنق... »، وهذا قريب مما يؤكده علم الأمراض (الباثولوجيا) حاليًا.

11. **اكتشفوا أن جدران شرايين الرئتين أغلظ كثيرًا من جدران أوردتها، وأنها تتألف من طبقتين.**

12. كان العرب بارعين في تشريح العيون، وإجراء العمليات فيها، وبيّن ابن سينا أن: « العضلات المحركة للمقل ست؛ أربع منها في جوانبها الأربعة، ومن فوق وأسفل المآقي»، وقال ابن النفيس: «إن العين آلة للبصر وليست باصرة، ومنفعة هذه الآلة تتم بروح مدرك يأتي من المخ». وهذا ما أثبته العلم حاليًا؛ حيث ينقل العصب البصري الصورة إلى الدماغ الذي يقوم بدوره بتفسير المرئيات.

تمثيل المخ مع التصالب البصري والعينين في مخطوطة طبية تعود للقرن 18م.
(Arabic Manuscript No. 2008)

13. عـدم اتفاقهـم مـع رأي جالينـوس الـذي يقـول بوجـود فتحـة في جـدار القلـب الفاصـل بـين البطينـين، وتوضيـح أن الـدم يجـري في القلـب ويـدور فيـه دورة كاملـة، ويتدفـق في أوردة الرئتـين لينتشـر فيهمـا، ويتحـد مـع الهـواء فيتخلـص ممـا فيـه مـن شـوائب، ثـم يجـري في شـريان الرئتـين ليصـل إلـى البطـين الأيسـر بعـد امتزاجـه بالهـواء.

• أســاليب العــرب في عــلاج الأمــراض

لا شـك بـأن هنـاك قـدرًا كبيـرًا مـن الأمـراض المسـتوطنة والطارئـة في أمـة امتـدت حدودهـا مـن الصـين شـرقًا إلـى الأندلـس غربًـا. هـذا إلـى جانـب المسـمَّيات العديـدة للمـرض الواحـد، وذلـك باختـلاف الأمصـار التـي حـلّ بهـا المسـلمون. فعلـى سـبيل المثـال، يذكـر ابـن العـين زربـي (تـوفي 548هـ/ 1153م)، في خاتمـة مقالتـه عـن الشـقفة ويسـمى حاليًـا (الجمـرة والخزفـة): «اعلـم أن هـذا المـرض الـذي شـاهدناه يعـرض في أكثـر البـلاد مثـل؛ أرض الشـام والعـراق وخراسـان ومصـر وأرض المغـرب، ويسـمونه بالشـقفة، وقـد يسـمونه خزفـة، وقـد يسـمى بـأرض المغـرب إسـفنجة، وإنمـا هـو ورم حـار... يبتـدئ صغيـرًا كالدُّمَّـل... ثـم تتفقـأ تلـك البثـور... ».

وقـد عـرَّف الأطبـاء المسـلمون المـرض بأنـه حالـة يكـون فيهـا العضـو في الجسـم فاشـلاً جزئيًـا، أو كليًـا عـن أداء وظيفتـه، وحصـروا أسـباب الأمـراض وأعراضهـا. ومعظـم مـن صنـف منهـم في الأمـراض العامـة وعلاجهـا، كان يبـدأ مـن أمـراض الـرأس متنقـلاً عبـر الجسـم حتـى يصـل القـدم. أمـا الذيـن كتبـوا كتابـات تخصصيـة، فكانـوا يكتبـون إمـا عـن مـرض بعينـه وكيفيـة علاجـه، أو عمـا يصيـب عضـوًا معينًـا في الجسـم، كالأمـراض التـي تصيـب الـرأس، أو التـي تعـرض للعـين أو الأذن أو البطـن... إلـخ. فعلـى سـبيل المثـال، كتـب ابـن العـين زربـي حـول الأمـراض الجلديـة، وتنـاول فيمـا تنـاول

مرض الشقفة؛ وهي الآن تعد من القروح الناتجة عن إصابة الجلد بعدوى جراثيم المكورات العنقودية (نوع من البكتيريا).

ومن أمثلة التصانيف المتخصصة كتاب: «عشر مقالات في العين» لحنين بن إسحاق، ويذكر فيه الأمراض التي تصيب العين، والأدوية التي تعالج هذه الأمراض وأنواعها؛ المفردة منها أو المركبة، وطريقة تحضير المراهم.

ويورد الرازي في كتابه: «الحاوي»، نماذج مما ينبغي اعتماده في تشخيص الأمراض من مثل: «جس النبض، ومراقبة درجة الحرارة، والرَّعشة، واحتقان الوجه، والعينين، والتنفس، والأظافر». أما ابن سينا فيهتم في كتابه: « القانون»، بأهمية فحص البول وتغيُّر لونه، ومدى صفائه ورائحته، ويوصي الأطباء في المستشفى بضرورة مراقبة المريض بدقة، وتدوين الملاحظات التي تطرأ عليه، وتعليق البيانات على سريره.

وفي مجال العلاج النفسي، ركزوا على ضرورة دراسة الأحوال العائلية والمادية والاجتماعية للمرضى، وكان عليّ ابن عيسى البغدادي يستقصي تاريخ المرض عند المريض بسؤاله عن الأمراض التي أصيب بها في حياته. ويصف الرازي مرض ذات الجنب وذات الرئة وكيفية مداواتهما، وفرّق بين الألم الذي يسببه القولنج والذي تسببه الكلى، وعالج التهاب اللوزتين. كما ميّز ابن سينا بين نوعين من الشلل؛ ذلك الناجم عن سبب مركزي في الدماغ، والآخر الناجم عن سبب محلي خارج الدماغ، وميّز بين الالتهاب السحائي الحاد والثانوي، وشخص الالتهاب الرئوي، والأمراض المختلفة التي تعرض للكبد، ووصف المغص المعوي والكلوي. كما اكتشف أبو الحسن علي بن سهل الطبري (توفي 366 هـ/ 976م) لقاحًا ضد داء الجرب.

وقد عالج الأطباء المسلمون الشلل والنزف بالأدوية المبردة وبالماء البارد، كما عالجوا خلع الكتف بطريقة تشبه إلى حد كبير الطريقة الجراحية الحديثة. وكان لسان الدين بن الخطيب أول من أشار إلى أن الطاعون مرض مُعْدٍ؛ ينتقل عن طريق العدوى من شخص إلى آخر. ويتبين من مؤلفات ابن التميمي أنه عمل عدة معاجين ولخاخ طبية ودخنًا دافعًا للوباء، وكان هذا الدخن الدافع للوباء هو الذي أوحى للأطباء فيما بعد بفكرة استعمال التبخير لقتل الجراثيم. وكان للأطباء المسلمين السبق العلمي في وصف الجذام، وأمراض العيون، واستعمال الماء البارد في علاج التيفوئيد.

وقد اتبع الأطباء المسلمون -إلى جانب العزل في المستشفيات- أساليب متنوعة أخرى في العلاج، فكانوا يدرسون سير المريض اليومي، ويلاحظون تنفسه ونبضه، ولون بوله ورواسبه وبرازه، ولون جلده وأظافره، وقياس درجة حرارته، ويراقبون تقدم حاله مع استخدام العلاج الموصوف. وكل هذا يُعرف اليوم بالفحص السريري [السامرائي، 1984م].

ويعد الرازي أول من وصف الجدري والحصبة بوضوح، ويعتبر كتابه «الحاوي» سجلًا دقيقًا لملاحظاته على مرضاه، وسير المرض لديهم. كما أن ابن زهر كان أول من وصف خُرّاج الحيزوم، والتهاب التامور الناشف والانسكابي، وكان دقيق الوصف للحوادث السريرية. والأطباء المسلمون أول من لفت الأنظار إلى شكل الأظافر لدى مرضى السل.

وكان ابن سينا في كتابه «القانون» في الفصل الخاص بالديدان المعوية، أول من أشار إلى دودة (الإنكلستوما) والمرض الذي تسببه، والذي سمَّاه الرهقان (الإنكلستوما)، وسمى هذه الدودة باسم الدودة المستديرة، وهي التي أعاد دوبيني اكتشافها في إيطاليا عام 1838م. ووصف ابن سينا مرض الفيل (الفيلارية) وانتشاره في الجسم، كما كان أول من وصف مرض النار الفارسية (الجمرة الخبيثة).

رسم توضيحي من طبعة تركية، من القرن السابع عشر، لكتاب ابن سينا «القانون في الطب».
تُظهر اللوحة رجلًا يعاني من الجدري ينتظر العلاج، في حين يزن الصيدلاني
مكونات دوائه على ميزان [Parker, 2016].

يُشكر للأطباء المسلمين تمييزهم بين الأمراض ذات الأعراض المتشابهة؛ مما ساعدهم على علاجها، فقد ميزوا بين الالتهاب الرئوي والتهاب البلورة، وبين الأخير والتهاب الحجاب الحاجز، وبين الالتهاب السحائي الأولي والثانوي، وبين المغص المعوي والكلوي، وبين الشلل الناتج عن سبب مركزي والناتج عن سبب خارجي. وقد حافظ الأطباء المسلمون، في كتاباتهم عن الأمراض العقلية وعلاجها، على روح علمية صادقة تؤازرها الملاحظة والتجربة، فلم يعزوا ـ كما فعل أطباء الحضارات التي سبقتهم ـ تلك الأمراض إلى تأثيرات خارجة عن النطاق الطبيعي، كعمل الأرواح الشريرة التي أتت بهذه الأمراض عقابًا لآثام البشر، بل نجد استقراءً وتشخيصًا ومعالجةً في الحدود الطبيعية لجسم المريض، وظروفه البيئية والاجتماعية التي تؤثر فيه [السامرائي، 1984م].

• المستشـــفيـــات

كان يطلق على المشافي عند المسلمين مصطلح «البيمارستان»، وتختصر في كثير من الأحوال فيقال «مارستان»، وهي مأخوذة من الكلمة الفارسية (بيمار) بمعنى مريض، و(ستان) بمعنى مكان، وتدل على المستشفى. لكن «البيمارستان» في الاصطلاح العربي الشعبي الحديث يطلق بخاصة على المكان الذي يأوي المجانين.

لقد كانت المشافي من المظاهر المهمة لتقديم الرعاية الطبية لدى المسلمين. وقد عرف العالم الإسلامي هذه المستشفيات منذ عهد الرسول ﷺ، وبالتحديد إبان غزوة الخندق (5هـ/ 627م)، عندما أمر بضرب خيمة متنقلة للصحابية رفيدة بنت سعد الأسلمية، وكانت أول مستشفى حربي متنقلٍ لتطبيب الجرحى. وعرف المسلمون نوعين من البيمارستانات: المتنقلة والثابتة، فأما المتنقلة منها وهي الأسبق، كانت تنقل من مكان إلى آخر في ضوء الحاجة إليها؛ حين انتشار الأوبئة أو بسبب الحروب كما حدث في غزوة الخندق. وكانت هذه البيمارستانات تجهز بمعظم مستلزمات المستشفى الثابت من حيث الأدوات والعقاقير والطعام والشراب والأطباء، وكانت تنقل من منطقة إلى أخرى، حيث لا توجد بيمارستانات ثابتة. وبتطور شكل الدولة صارت تصحب الملوك والأمراء في رحلاتهم للقنص والحج وخلافهما. وبلغت ضخامة بعض هذه البيمارستانات أن كانت تحملها قافلة من الإبل مكونة من 40 جملًا. وكان السلطان الظاهر برقوق (توفي 801هـ/ 1398م) يصطحب مستشفى محمولاً كبيرًا جدًا. وظهرت فكرة المستشفيات المتنقلة بشكلها المنتظم في العهد العباسي؛ ففي عهد الخليفة المقتدر تأسس أول مستشفى مدني متنقل ليعالج المرضى في شتى مناطق الخلافة [عيسى، 2011م].

أما المستشفيات الثابتة بشكلها المكتمل، فقد عرفت لأول مرة في عهد الوليد بن عبد الملك (88هـ/ 706م)، وجعل فيها الأطباء وأجرى لهم الأرزاق، وأمر ببناء مستشفى لمعالجة المجذومين وحبسهم، حتى لا يمدوا أيديهم بالسؤال، وخصص لكل ضريرٍ دليلاً، ولكل مُقعدٍ خادمًا. وباتساع رقعة الدولة الإسلامية كثرت البيمارستانات الثابتة، لا سيما في المدن الكبرى، مثل: بيمارستان هارون الرشيد في بغداد، وكان يرأسه ماسويه الخوزي، من أطباء بيمارستان «جنديسابور» (قرب قرية شاه آباد الحالية، جنوب إيران). وكان بها أيضًا بيمارستان البرامكة، وكان يقوم بالطبابة فيه ابن دهني، وبيمارستان ابن طولون، وهو أول مستشفى من نوعه في مصر، وكان علاج الجنود والمماليك ممنوعًا فيه، وكان أحمد بن طولون يشرف بنفسه عليه ويزوره كل يوم جمعة. ومن أهم البيمارستانات التي أنشئت في مصر: زقاق القناديل، العتيق، القشايش، السقطيين، الناصري، الإسكندرية، الكبير المنصوري، والمؤيدي. ومن أهمها في الشام: البيمارستان النوري الكبير، والقيمري، وآراغون، وأنطاكية، وحماة، والقدس، وعكا. وازداد عدد هذه البيمارستانات في عهد الأيوبيين والمماليك، خاصة في الشام والعراق. ويعود ذلك إلى الظروف التي طرأت بسبب الحروب الصليبية، ولم تخل بلدة آنذاك من مستشفى متنقل أو ثابت.

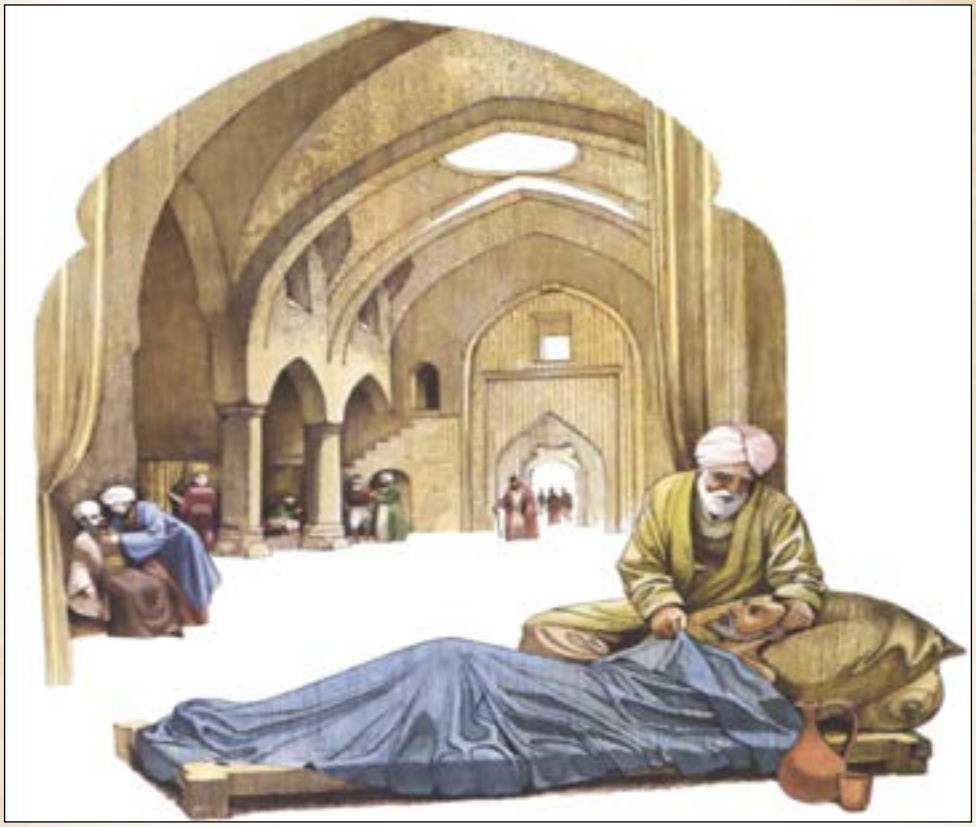
كانت البيمارستانات تقسم إلى قسمين منفصلين؛ أحدهما للذكور والآخر للإناث، وكان كل قسم مجهزًا بما يحتاج إليه من آلات وخدم ومشرفين من الرجال والنساء. وينقسم كل قسم من هذين القسمين إلى قاعات تخصصية؛ فهناك قاعة للأمراض العقلية، وقاعة للأمراض الباطنية، وقاعة للجراحة، وقاعة للكحالة، وقاعة لتجبير العظام وقاعة للبرص. وكانت كل قاعة مقسمة بدورها لتخصصات أدق؛ فقاعة الأمراض الباطنية، على سبيل المثال، بها قسم للحُمَّيَات، وقسم للمبرودين (المتخومين)، وقسم للإسهال... وهكذا.

وقد كان يُلحق بكل مستشفى «شرابخانة» (أي صيدلية)، سميت في عصور لاحقة «أجزخانة»، لها رئيس يسمى (المهتار)؛ أي الشيخ الصيدلي، يساعده غلمان يطلق على كل واحد منهم (شراب دار). وكان لكل بيمارستان ناظر يشرف على الإدارة.

أحد المستشفيات الثابتة، والجميلة في تصميمها، في مدينة مالقة في الأندلس.

ومن الوظائف المهمة في البيمارستان رئيس الأطباء، ويرأس مجموعة الأطباء، ويأذن لهم بالتطبيب، ويحدد لهم مواعيد تناوب العمل، ويحدد لكل طبيب موعدًا معلومًا لزيارة القاعة التي يعالج فيها مرضاه. وتأتي بعد وظيفة رئيس الأطباء وظيفة رئيس التخصص؛ كرئيس الكحالين الذي يرأس أطباء العيون وسلطته عليهم كسلطة رئيس الأطباء، ورئيس الجرائحية الذي يرأس الجراحين ومجبري العظام. وكان هؤلاء الأطباء مقدمين، يكرمهم الخلفاء والأمراء والوجهاء ويغدقون عليهم، ولم يمنع هذا الإكرام الكثيرين من العمل في البيمارستانات احتسابًا لوجه الله.

إلى جانب الصيدلية الملحقة بالبيمارستان، كان لكل بيمارستان حمام عام ومكتبة، ومكان يخصص لرئيس الأطباء يقوم فيه بإلقاء الدروس على الطلاب. وكانت هذه البيمارستانات تستقبل المرضى من مختلف الأجناس والطبقات، من الذكور والإناث، من المسلمين وغيرهم، وتوفِّر للمريض إقامةً كاملةً، تتضمن المأوى والطعام، إلى جانب الرعاية الطبية دون مقابل.



كانت البيمارستانات الإسلامية فسيحة، جيدة البناء، وباحاتها الداخلية وأبهاؤها واسعة، وكانت تعتمد على الأوقاف في نفقاتها؛ سواء ما ينفق على المرضى أو الأطباء أو الطلاب. وكانوا يسجلون هذه الأوقاف في حجج مكتوبة ينقشونها على حجارة للتأكيد على توثيقها. وكان الماء فيها جاريًا بصورة مستمرة، ولكل بيمارستان رئيسٌ يطلق عليه (ساعور)، وهي كلمة من أصل سرياني، ولكلّ قسم رئيس؛ فهناك رئيس للجرائحية (الجراحين)، ورئيس للكحالين، ورئيس للأمراض الباطنة.

والمتَّبع في هذه البيمارستانات أنه فور السماح للمريض بالدخول، تنزع ثيابه، وتحفظ في مكان خاص إلى أن يخرج معافى، ثم يمنح ثيابًا أخرى نظيفةً، ويظل فيه إلى أن يبرأ تمامًا. وعلامة ذلك أن يستطيع أكل رغيف كامل من الخبز، وفرُّوج (دجاجة)، ثم يطرح برازًا كاملًا. بعد ذلك يعطى صدقة البيمارستان؛ ثوبًا وبعض المال، حتى يخلد إلى الراحة في فترة النقاهة ولا يضطر للعمل.

كانت البيمارستانات أيضًا بمثابة مستشفيات تعليمية، يتلقّى فيها طلاب الطب علومهم، فبعد أن يتفقد الطبيب مرضاه ومعه طلابه، يأتي إلى إيوان خاص مزوّد بكل الآلات والكتب، ثم يلقي عليهم دروسه، أو يناقش معهم بعض الحالات التي وقفوا عليها. وكان بعض كبار الأطباء يجعل له مجلسًا عامًا في منزله أو في المدارس الخاصة لتدريس الأطباء الجدد.

كان اختيـار مواقـع المستشـفيات يجـري بعـد البحـث والتقصـي لتشـييدها في أكثـر الأماكـن ملاءمـة مـن حيـث المنـاخ. فيذكـر أن عضـد الدولـة لمـا طلـب مـن الـرازي اختيـار موضـع يقيـم عليـه البيمارسـتان العضـدي في بغـداد، أمـر الـرازي أن تعلّـق قطـع مـن اللحـم في وقـت واحـد في أماكـن مختلفـة مـن المدينـة، فأيهـا أسـرع إليـه الفسـاد تركـوه لسـوء هوائـه [عيسـى، 2011م].

يقـول العـرب: إن أول مستشـفى هـي التـي أقامهـا مناقيـوس، وهـو ملـك أسـطوري مـن ملـوك مصـر، أو أبقـراط، ويقـال إن أبقـراط قـد أقـام للمرضـى في حديقـة بالقـرب مـن داره «إكسـنودوقيون» ومعناهـا لغـة (مـأوى للغربـاء). وقـد ذكـر ابـن أبـي أصيبعـة أن سـند هـذا القـول هـو الكتـاب الثالـث مـن مصنـف جالينـوس «في أخـلاق النفـس»، وهـو مصنـف لـم يصـل إلينـا باللغـة اليونانيـة. ولـم تكـن البيمارسـتانات مـن سـمات الحيـاة في أيـام اليونـان والرومـان، ومـن ثـم فـإن هـذه الإشـارات لا تحـل مسـألة أصـل البيمارسـتان.

وينسـب إلـى الوليـد بـن عبـد الملـك، الـذي تولـى الخلافـة مـن عـام (86 – 96 هـ /705 – 715 م)، فضـل بنـاء أول بيمارسـتان في الإسـلام، وأقـام لـه أطبـاء وخصـص لهـم رواتـب، ومـع أن هـذا قـد ذكـر بعبـارات مماثلـة (بيمارسـتانات للمرضـى) رواهـا كاتـب قديـم جـدا، هـو ابـن الفقيـه نحـو سـنة (289 هـ /902 م)، فـإن هـذه المسـألة مـا زالـت مثـار شـك.

ويـروي الطبـري أن الوليـد حظـر علـى المجذوبـين الخـروج بـين النـاس، وأجـرى عليهـم رواتـب، وهـي روايـة مختصـرة زيـد عليهـا في فقـرة أخـرى ذكـر فيهـا الطبـري: «أن الوليـــد أعطـى النـــاس وأعطـى المجذومـين، وقـال: لا تسـألوا النـاس! وأعطـى كل مقعـد خادمًـا وكل ضريـرٍ قائـدًا». وأورد ابـن الأثيـر (في حـوادث سـنة 88هـ / 707 م) ملحوظـة صغيـرة في هـذا الصـدد، وأضـاف الذهبـي أن الخـدم والقـواد كانـوا لهـم عبيـدًا. وقـد يبـدو مـن ذلـك أننـا نتنـاول هنـا مسـألة خاصـة بإجـراءات العـزل الطبـي، تشـبه

من بعض الوجوه ما حدث في الأندلس من بعد، حيث خصص حيًا برمته في قرطبة باسم (ربض المرضى).

لقد كانت إقامة أول بيمارستان حقيقي في الإسلام ثمرة للأثر المتصل الذي أحدثته المدرسة الطبية والمستشفى، اللذان كانا قائمين في جنديسابور من أعمال خوزستان، فقد أنشئت هذه المدرسة والمستشفى في ظل الساسانيين، وأرست هذه المؤسسة تقاليدها السريانية الساسانية والهندية ثم الإغريقية أخيرا، وأدخلتها في العصر العربي، وأحدثت منذ انتقال قصبة الدولة إلى العراق أثرًا عميقًا في تطور الطب العربي. أمّا من حيث المستشفيات، فإن الاتصال بجنديسابور قد أثمر ثمرته في عهد هارون الرشيد (170 - 193هـ/ 786 - 809 م)، فقد أوكل الرشيد إلى طبيب مسيحي من هذه المدرسة، هو جبرائيل بن بختيشوع، إنشاء بيمارستان في بغداد. وفي الوقت نفسه استقدم صيدلانيا بارعا من جنديسابور إلى بغداد. وقد أصبح ابن هذا الرجل (وهو يوحنا بن ماسويه)، رئيسًا للبيمارستان الجديد من بعد. وكان بيمارستان بغداد الأصلي يقوم في الحي الجنوبي الغربي على قناة كرخايا. وفيه اتبعت التقاليد المتحررة لجنديسابور، فقد استجاب الهندي «منكه» لطلب يحيى بن خالد البرمكي وترجم إلى الفارسية الكتاب الطبي الهروي السنسكريتي «سسرتا سمهيتا»، وتقول بعض المصادر إن الرازي حاضر في هذا البيمارستان.

لكن ليس من الواضح مدى استمرار بيمارستان هارون في العمل وحده بهذا الميدان، فقد ظهرت قي بغداد منذ أوائل القرن الرابع الهجري (العاشر الميلادي)، أو قبل ذلك بقليل من الزمن، حشد من المؤسسات الجديدة، مثل: البيمارستان الذي أقامه بدر المعتضدى غلام المعتضد (279 – 289هـ / 892 - 902 م) في حي المخرم على الضفة الشرقية لدجلة؛ والبيمارستان الذي أقيم في حي الحربية

شمالي مدينة المنصور، ووقف عليه الوزير الصالح علي بن عيسى مالًا سنة (302 هـ /914م)، وجعل الإشراف عليه هو وسائر بيمارستانات بغداد ومكة والمدينة للعالم أبي عثمان سعيد بن يعقوب الدمشقي الذي عرف على خلاف ذلك بأنه مترجم؛ وبيمارستان السيدة على الضفة الشرقية، وهو الذي افتتحه في المحرم من (سنة 306هـ / يونيو 918م) سنان ابن ثابت، والظاهر أن سنانًا قد خلف أبا عثمان الدمشقي في الإشراف العام على بيمارستانات بغداد وغيرها من البلدان؛ والبيمارستان المقتدري في باب الشام، الذي بنى نحو هذا التاريخ؛ وبيمارستان ابن الفرات في درب المفضل، ويقال إن ثابت بن سنان قد ولّي أمره سنة (313 هـ /925م).

وكانت هذه البيمارستانات تستمد مواردها من أوقافٍ حبسها عليها السراةُ من أهل السلطان. ويمكن أن نكوّن فكرة عن حجم البيمارستان من إنفاقه الشهري؛ فقد كان الإنفاق الشهري للبيمارستان المقتدرى 200 دينار في الشهر، وبيمارستان السيدة 600 دينار في الشهر.

كانت بعض أسباب الراحة تكفل للمرضى في البيمارستانات الإسلامية تزويدهم بالبطاطين، وفحم الخشب في الجو البارد، وكانت الجهود التي تبذل في هذا السبيل تتجاوز ذلك كثيرًا في بعض الأحيان.

أما بخصوص معرفتنا عن البيمارستانات التي كانت قائمة في الولايات فأقل من ذلك، على أن بعضها كان موجودًا بلا شك قبل القرن الرابع الهجري (العاشر الميلادي). وكان بيمارستان الري مؤسسة كبيرة، وهذا البيمارستان ترأسه الرازي قبل قدومه إلى بغداد، حيث توفي رئيسًا له سنة (320هـ /932م)، والراجح أن بيمارستان الري كان قائمًا قبل هذا التاريخ بمدة، وقد زار المبرد مأوىً للمجانين

بدير حزقل (بين واسط وبغداد) في خلافة المتوكل، أي بين سنتي (232 – 247هـ /847 – 861 م). وفي زمن سنان بن ثابت (توفي 331 هـ /942)، صدرت أوامر الوزير علي بن عيسى، آنف الذكر، للأطباء بأن يزوروا السجون يوميًا، كما كان المساجين المرضى يزودون بالأدوية والأشربة، وكان يسمح للسيدات بزيارتهم أيضًا. ومن الواضح أن زيارتهن كانت تتم بوصفهن ممرضات. وفي هذه المدة نفسها، كان الأطباء الممارسون يرسلون للمرور بقرى السواد أي العراق الأسفل، كما كانت ترسل إليها خزانة للأدوية والأشربة. ويظهر من المراسلات بين سنان والوزير بخصوص هذه الوحدة الطبية المتنقلة، أن غير المسلمين كانوا يعالجون في بيمارستانات ذلك العهد.

وكان بعض بيمارستانات بغداد على الأقل، وهي التي ذكرت آنفا، لا يزال فيما يرجح قائمًا حين أقام عضد الدولة البويهي البيمارستان العضدي الكبير عند ثنية دجلة في غربي بغداد. وقد ذكر الرازي مرارًا فيما يتعلق بهذا البيمارستان، الذي كان أشهر بيمارستانات بغداد منذ افتتاحه سنة (372هـ /982 م)، قبيل وفاة عضد الدولة. ويقال إن الرازي اختار موقع هذا البيمارستان، بأن عمد إلى تعليق قطعة من اللحم في كل قسم من المدينة، ثم اختار المكان الذي كانت قطعة اللحم فيه أقل تحللًا من القطع الأخرى، كما يقال إن عضد الدولة اختار الرازي أول رئيس للبيمارستان (ساعور) من بين مائة طبيب. لكن الرازي توفي قبل ذلك بخمسين عامًا، وتفسير هذه المفارقة قد لاحظه ابن أبي أصيبعة من قبل، وربما كان السبب فيه التشابه في الرسم بين البيمارستان العضدى والبيمارستان المعتضدى الذي أنشئ في حياة الرازي.

وعندما تأسس البيمارستان العضدى، كان فيه أربعة وعشرون طبيبًا. وقد ذكر أنه كان به عدة طوائف من المتخصصين: (طبائعيون) و(كحالون) و(جرائحيون) و(مجبرون). وكان مرتب جبرائيل بن عبيد، الذي كانت نوبته في البيمارستان

يومين وليلتين في الأسبوع، ثلاثمائة درهم في الشهر، وكانت المحاضرات تلقى في البيمارستان العضدى. ومن بين الكتب التي كانت تقرأ فيها: «الأقراباذين» لسابور بن سهل الجنديسابورى، وقد حل محله آخر الأمر كتاب آخر بالعنوان نفسه لابن التلميذ، وهو عميد متأخر من عمداء البيمارستان العضدى، ولما زار ابن جبير بغداد عام (580هـ / 1184م)، كان موقع البيمارستان شبيها بالحصن العظيم، له مورد ماء يأخذ من دجلة، وله جميع الملحقات التي تزود بها القصور الملكية.

ومن البيمارستانات الكبيرة في الإسلام، التي نشطت في القرون الوسطى، ذلك البيمارستان الذي أقدمه في دمشق نور الدين بن زنكي (541 - 569 هـ / 1146 - 1175م)، ويقال إن البيمارستان النوري قد بنى من الفدية التي أداها ملك إفرنجي لم يذكر اسمه.

ويصف الجغرافي والرحالة ابن جبير، كيف كانت هيئة المستشفى تحتفظ بقوائم بأسماء المرضى، وكمية الأدوية، والأغذية اللازمة لكل منهم. وكانت المهام قي يوم قياسي في حياة طبيب من أئمة أطباء البيمارستان النوري تشتمل على: جولات لعيادة المرضى، وكتابة وصفات من الدواء والعلاج، وزيارة المرضى التخصصيين، ثم العودة إلى البيمارستان مساءً للمحاضرة ثلاث ساعات في موضوعات طبية. وكان ثمة بيمارستان نوري في حلب أيضًا. أما مصر فلم يكن فيها بيمارستان حتى جاء أحمد بن طولون فأقام واحدًا بين سنتي (259 - 261هـ /872 - 874م)، وجرت القاعدة فيه على ألا يسمح لجندي أو عبد بدخوله للعلاج. وقد وقف على هذا البيمارستان أوقافٌ كثيرة، وزيد بتيسيرات للرجال والنساء.

وقد أقام صلاح الدين البيمارستان الناصري، ولكن العمارة الكبيرة التي أنشأها المنصور قلاوون، وتمت في أحد عشر شهرًا، سنة (683هـ /1284م)،

كانـت أفخـم بيمارسـتان في مصـر، وربمـا كانـت أوسـع مـا رآه الإسـلام في هـذا الصدد. ويقال إن المال الذي وقف عليه بلغ قرابة مليون من الدراهم في السنة، وكان يسمح بالعلاج فيه للرجال والنساء. ولم يكن يُطرد منه أحد، ولا تُحدد فيه مدة العلاج.

أما البيمارستان المنصوري الذي كان من قبل قصرًا فاطميًا، وهو مهيئ لاستيعاب ثمانية آلاف شخص، فقد كانت فيه عنابر للحميات، وأمراض الرمد، والجراحات، والدوسنطاريا إلخ ... ويعالج المرضى بها كل طائفة على حدة. كما كان مزودًا بصيدلية ومستوصف، ومخازن، وممرضين من الجنسين، وهيئة إدارية كبيرة، وترتيبات للمحاضرات، وأماكن للصلاة، ومكتبة، أو قل (خير ما كان يستطاع تدبيره في ذلك العهد من خبرة في علاج المرض). إن الوصف الذي زودنا به المؤرخ المقريزي في هذا الشأن، لفضل أسداه إلى علم المستشفيات في الإسلام، أيام القرون الوسطى.

وثمة كتب ألفت في البيمارستانات مثل: كتاب في «صفات البيمارستان» للرازي، و«البيمارستانى الأمثل»، وهو مفقود حاليًا، مثله مثل «كتاب البيمارستانات» لزاهد العلماء، الذي كان مؤسس ورئيس بيمارستان الفاروقي في الجزيرة في القرن الخامس الهجري (الحادي عشر الميلادي) [موجز دائرة المعارف الإسلامية، 1998م].

• روّاد الطـــب العربـــي الإســـلامي

كان العمل في حقل الطب في بداية الأمر، مهنة يزاولها كل من قرأ الطب على أحد أهل الصناعة المرموقين، إلا أنه بمرور الزمن تسلَّل إلى حقل الطب عدد كبير من الأدعياء. واتفق أن أخطأ أحد هؤلاء نحو عام (319هـ/931م)، أثناء علاجه أحد العامة، مما أدى إلى موت المريض، فأمر الخليفة المقتدر بالله ألا يمارس مهنة الطب إلا من يجتاز امتحانًا يشرف عليه سنان بن ثابت بن قرة. وقام سنان بعقد امتحان لنحو 900 من المتطببين، مما كشف عن كثير من هؤلاء الأدعياء، وصار هذا الأمر فيما بعد تقليدًا متبعًا في معظم أمصار المسلمين. ثم وُكِّل إلى المحتسب، فيما بعد أمر تنظيم اختبار الأطباء وفحص معلوماتهم، والتعرف على مقدراتهم وكفاياتهم ومدى حذقهم لصناعة الطب. وكان المحتسب يأخذ على الأطباء عهدًا، على غرار قسم أبقراط، يلتزم فيه كل واحد منهم: (أن تكون رغبته في معالجة المريض أقوى من رغبته في الحصول على أجر العلاج، وأن تكون رغبته في معالجة الفقير أقوى من رغبته في معالجة الغني)، كما يستحلفهم ألا يعطوا أحدًا دواءً مضرًا، وألا يذكروا للنساء الدواء الذي يؤدي إلى الإجهاض، ولا للرجال الدواء الذي يقطع النسل، وأن يغضوا أبصارهم عن المحارم عند دخولهم على المرضى، وألا يفشوا الأسرار ويهتكوا الأستار.

طبيب دجال وقع في شرّ أعماله بعد أن ركّب دواءً سامًا شربت منه ابنة الملك، فما كان من الملك إلا أن جعله يشربه، وقد كافح الحكام المسلمون أمثال هؤلاء الدجالين عبر نظام الحسبة، وعبر اختبار صارم وضع أمام طلاب الطب [مخطوطة أنوار سهيلي، رقم (In 04.5)].

اشـــتهر كثيـر مـن الأطبـاء العـرب وذاع صيتهـم في صـــدر الإســـلام، منهـم الحـارث بن كلدة (توفي نحو 13هـ/ 634م) وهـو من الطائف، وابنه النضر الذي قتله الرسـول ﷺ سـنة (2هـ/ 624م)، ورفيـدة الأسـلمية، وقيـل كعيبـة بنـت سـعد الأسـلمية الأنصارية (أول ممرضة وجراحة في الإسـلام)، وأم عطية الأنصارية أيام الرسـول ﷺ، وابـن أبـي رمثة التميمي، والحكم الدمشقي، وابـن أثال (طبيب معاوية بـن أبـي سـفيان)، و«بتـاذون» (طبيـب الحجـاج بـن يوسـف). وقيـل إن الحجـاج طلـب منـه نصيحـةً طبيـةً، فقـال لـه: «لا تتـزوج مـن النسـاء إلا شـابة، ولا تـأكل مـن اللحـم إلا فتيًـا، ولا تأكلـه حتـى ينعـم طبخـه، ولا تشـربن دواء إلا مـن علـة، ولا تـأكل عليـه شـيئًا، ولا تحبـس الغائـط والبـول، وإذا أكلـت في النهـار فنـم، وإذا أكلـت في الليـل فتمشَّ ولـو مائـة خطـوة». كمـا اشـتهرت في أواخـر عهـد بنـي أميـة زينـب طبيبـة بنـي أوْد؛ وكانـت عارفـة بالأعمـال الطبيـة، خبيـرة بالعـلاج ومـداواة آلام العـين والجراحـات.

واشتهر من الأطباء غير المسلمين في أوائل عهد الدولة العباسية، جبرائيل بن بختيشوع، وابن ربن الطبري، ويوحنا بن ماسويه، وإسحاق بن حنين، ومنكة وشاناق وكانا من الهند. ولم يختلف طب هؤلاء، من الناحية العملية، كثيرًا عما كان عليه في نهاية العصر الأموي. ولكن في أواخر عصر الترجمة، أي بعد منتصف القرن الرابع الهجري، ظهرت بشائر عهد التأليف. وكان كتاب علي بن سهل الطبري «فردوس الحكمة» طليعة عهد جديد زاهر في الطب العربي، وصل منتهاه عصر الشيخ الرئيس ابن سينا. في هذا العهد، نبغ أطباء انتقلوا بمهنة الطب نقلة نوعية، واشتهر من الأطباء المسلمين أبوبكر الرازي، وقد تتلمذ على يد الطبري، وكان قد تولى رئاسة بيمارستان الريِّ، ثم البيمارستان المقتدري في بغداد. وقد ألف في الطب نحو 56 كتابًا، ومن أعظم مؤلفاته كتاب «الحاوي في الطب» و«المنصوري في التشريح»؛ و«محنة الطبيب ومنافع الأغذية»، و« رسالة في الجدري والحصبة»، وهو أول من فرق بينهما وأشار إلى انتقالهما بالعدوى. وأول من استخدم فتيلة الجرح المسماة بالقصاب، وأمعاء الحيوانات لخياطة الجروح، وأول من استخدم الرصاص الأبيض في المراهم، وأدخل الزئبق في المسهِّل. ومن نصائحه المشهورة للأطباء والمرضى:

«مهما قدرت أن تعالج بالأغذية، فلا تعالج بالأدوية، ومهما قدرت أن تعالج بدواء مفرد فلا تعالج بدواء مركب»، وكذلك؛ «إذا كان الطبيب عالمًا والمريض مطيعًا فما أقل لبث العلة». وقال: «ينبغي للطبيب أن يوهم المريض بالصحة، ويُرَجِّيه بها، وإن كان غير واثق بذلك؛ فمزاج الجسم تابع لأخلاق النفس». ومن المعلوم أن الرازي توفي قبل أن يحرر «الحاوي»، فبقيت مسوداته عند أخته، إلى أن أظهرها ابن العميد (ت 360هـ/ 970م). وقد ترجم «الحاوي» إلى اللاتينية الطبيب اليهودي فرج بن سالم، بطلب من كارل إنجو ملك نابولي وصقلية من (665هـ/ 1266م إلى684هـ، 1285م)، وأصبح من الكتب المعتمدة في دراسة الطب في أوروبا إبان القرون الوسطى.

مقدمة كتاب «تقويم الصحة» ليعقوب بن إسحاق الكندي، حيث يقدم فيه نصائح للعناية بالصحة العامة بطريقة مبسطة [مخطوطة تقويم الصحة، رقم 960].

ومن أطباء تلك الحقبة (القرن الرابع الهجري/ العاشر الميلادي) المشهورون إخوان الصفا. فقد جمعوا في رسائلهم كثيرًا من علوم عصرهم الطبية، وقد نصحوا بالاعتدال في الباءة (النكاح)، والطعام والشراب، وتحدثوا عن أثر المناخ في الصحة. وقد برعوا في المعالجة بالتحليل النفسي، فنصحوا بأن يعطى المريض مجالاً لسرد أحواله وأسباب علته كما يشعر هو بها.

ومن الأطباء المشهورين أيضًا، علي بن عباس الأهوازي (توفي 383هـ/ 994م). وقد ألف «الكتاب الملكي»، أو «كامل الصناعة الطبية»، وهو أكثر إيجازًا وتنسيقًا من كتاب «الحاوي». وانتقد الأهوازي فيه جهابذة الأطباء اليونانيين والعرب، وتحدث فيه عن الشرايين الشعرية، وبعض الملاحظات السريرية، وحركة الرحم. وتُرجم هذا الكتاب إلى اللاتينية مرتين عام (898هـ/ 1492م) بفينيسيا، وعام (930هـ/ 1523م) بمدينة ليدن، والكتاب يحوي على 20 مقالة تناولت الأولى والثانية منها فصولاً في علم التشريح، كانت هي المرجع الرئيس لعلم التشريح في جامعة سالرنو بإيطاليا.

ومن أطباء تلك الفترة أبو القاسم خلف بن عباس الزهراوي (توفي427هـ/ 1035م)، وأشهر مؤلفاته كتابه المعروف بـ «التصريف لمن عجز عن التأليف». والزهراوي أول من نبغ في الجراحة بين العرب. وكتابه «التصريف» كان ذا أثر عظيم في النهضة الطبية في أوروبا على مدى خمسة قرون، واحتل المكانة التي كانت لكتاب بولس الإيجنطي في الجراحة. ومن المسائل التي تناولها الكتاب إلى جانب الجراحة؛ وصف الكسور، والخلع، والشلل الناشئ من كسر السلسلة الفقرية، والأمراض الباطنية، وتعليم القوابل، وإخراج الجنين الميت، وجراحة العين، وأمراض النساء، وصور الكثير من أدوات الجراحة، وأكثرها من ابتكاره. وترجم الكتاب إلى العبرية واللاتينية عام (901هـ/ 1495م)، وفي استراسبورج عام (939هـ/ 1532م)، وفي بال عام (948هـ/ 1541م).

كان ابـن سـينا (تـوفي 428هـ/ 1037م) أعظـم أطبـاء عصـره، وأطلـق عليـه لقـب الشـيخ الرئيـس، وقـد نبـغ إلـى جانـب الطـب في؛ الأدب والفلسـفة والعلـوم، ولمـا يبلـغ العشـرين بعـد. ومـن أشـهر آثـاره في الطـب «كتـاب القانـون في الطـب»، وهـو موسـوعة طبيـة ضافيـة، يمثـل القمـة العلميـة التـي وصلـت إليهـا الحضـارة العربيـة الإسـلامية في فنـون الطـب مـن حيـث التجربـة أو النقـل.

رسومات تشريحية للقلب والأذن والدماغ وأجزاء أخرى من الجسم، من طبعة القرن الرابع عشر من «القانون». كان تشريح الإنسان نادرًا في ذلك العصر، وربما اكتسب ابن سينا معرفته التشريحية من جالينوس وغيره من الأطباء القدامى [Parker, 2016].

اشتهر هذا الكتاب في أوروبا إبان العصور الوسطى، وكان الكتاب الدراسي المقرر في الطب في جامعتي مونبلييه ولوفان في منتصف القرن السابع عشر الميلادي؛ ترجمه إلى اللاتينية جيرارد الكريموني، وطبعت ترجمته 16 مرة خلال الثلاثين سنة الأخيرة من القرن الخامس عشر الميلادي، و20 مرة في القرن السادس عشر، وطبع بالعربية مرتين؛ أولاهما: في روما عام 1593م، والثانية: في بولاق بمصر عام (1294هـ/ 1877م). ومع أن لابن سينا مذهبًا خاصًا في النظر إلى الأرواح والكواكب وتأثير العالم الأعلى في العالم الأسفل، ورغم سيطرة الفلسفة على تفكيره، إلا أن شيئًا من ذلك لم يتسرب إلى مذهبه في الطب، فقد اتخذ منهجًا تجريبيًا بحتًا في الطب والعلاج.

أما ابن النفيس (توفي 687هـ/ 1288م)، فهو أعظم الأطباء في الحقبة التي تلت عصر ابن سينا. وقام بدراسة آراء جالينوس وابن سينا دراسة واعية، وأظهر آراء مخالفة لآرائهما في كتابه المسمى «شرح قانون ابن سينا»، فقد انتقد أقوالهما في وصف العروق الموصلة بين الرئة والقلب ووظائفها، ووظائف الرئتين، واعتمد التشريح المقارن أسلوبًا له في هذا العمل البحثي. ولم يتبقَّ من كتب ابن النفيس سوى «الموجز في الطب» و«كتاب شرح قانون ابن سينا»، وعند شرحه للقسم المتعلق بالتشريح في كتاب «شرح قانون ابن سينا» أولى عناية كبيرة بتشريح القلب، واتصال العروق به وبتشريح الحنجرة، لأنه كان يرى صلة بين التنفس والنبض، وانتقال الدم من الرئة إلى القلب والعكس. ويعود له شرف اكتشاف الدورة الدموية الصغرى، التي تصف مرور الدم من الشريان الرئوي إلى القلب. كما كان لابن النفيس اهتمام بطب العيون، والعلاج بالغذاء والدواء، والعلاج بالجراحة [نعمة الله ومليحة، 1991م].

الصيدلـــة عنـــد العـــرب

الصيدلـة علـم يبحـث في العقاقيـر وخصائصهـا، وتركيـب الأدويـة ومـا يتعلـق بهـا، ويتصـل اتصـالاً وثيقًـا بعلمـي النبـات والحيـوان، إذ إن معظـم الأدويـة ذات أصـل نباتـي أو حيوانـي، كمـا يرتبـط ارتباطًـا وثيقًـا بعلـم الكيميـاء، لأن الأدويـة تحتـاج إلـى معالجـة ودرايـة بالمعـادلات والقوانـين الكيميائيـة.

كانـت الصيدلـة في بـادئ الأمـر غيـر مسـتقلة عـن الطـب، في كل أنحـاء العالـم المعـروف آنـذاك. وكان الـدواء ينتقـل مـن يـدي الطبيـب إلـى فـم المريـض مباشـرة، وللطبيـب أعـوان يسـاعدونه علـى جمـع الأعشـاب، ثـم يتولـى بنفسـه صنـع الـدواء وتركيبـه، وقبـض ثمنـه مـن المريـض، وكان في ذلـك حـط لقـدر الطبيـب. وهنـا انقسـمت مهنـة الطـب إلـى قسـمين: تشـخيصي وعلاجـي، أي نظـري وعملـي، ومـن ثـم انفصلـت صناعـة الطـب عـن صناعـة العقاقيـر واسـتقل كل منهمـا بذاتـه. وكان الـرازي أول مـن دعـا باسـتقلال الصيدلـة عـن الطـب، كمـا رأى أن جهـل الطبيـب بمعرفـة العقاقيـر لا يحـول دون ممارسـته الطـب. ويبـدو ذلـك جليـاً في معـرض حديثـه عـن امتحـان الطبيـب: «أمـا امتحانـه بمعرفـة العقاقيـر فـأرى أنهـا محنـة اختبـار ضعيفـة، وذلـك أن هـذه الصناعـة هـي بالصيدلانـي أولـى منهـا بالطبيـب المعالـج، إلا أن تقصيـر معرفتـه بالكثيـر الاسـتعمال منهـا، يـدل علـى قلـة علمـه ومزاولتـه ودربتـه... ويمكـن أن يكـون طبيبًـا فاضـلاً مقصـرًا عـن كثيـر مـن خـلال العقاقيـر».

بعد أن انفصلت الصيدلة عن الطب، ارتفع مستوى العقاقير، وأنشئت حوانيت (عطارات) لبيعها وتصريفها، وأنشئت مدارس لتعليم صناعة تركيب الأدوية، ثم توسعت هذه العطارات وتحسنت، مما تمخض عن فتح أول صيدلية في التاريخ في بغداد عام (621هـ/ 1224م). وألّف العرب في هذا العلم ما أطلقوا عليه اسم الأقرباذين؛ أي الدستور المتبع في تحضير الأدوية.

ولعل من أهم مآثر المسلمين في تلك الحقبة - في مجال الصيدلة - أنهم أدخلوا نظام الحسبة ومراقبة الأدوية، ونقلوا المهنة من تجارة حرة يعمل فيها من يشاء، إلى مهنة خاضعة لمراقبة الدولة. وكان ذلك في عهد المأمون، وقد دعاه إلى ذلك أن بعضًا من مزاولي مهنة الصيدلة كانوا غير أمينين ومدلّسين، ومنهم من ادّعى أن لديه كل الأدوية، ويعطون للمرضى أدوية كيفما اتفق، نظرًا لجهل المريض بأنواع الدواء. لذا أمر المأمون بعقد امتحان أمانة الصيادلة، ثم أمر المعتصم من بعده (221هـ/ 835م) أن يمنح الصيدلاني الذي تثبت أمانته وحذقه شهادة تجيز له العمل، وبذا دخلت الصيدلة تحت النظام الشامل للحسبة. ومن العرب انتقل هذا النظام إلى أنحاء أوروبا في عهد فريدريك الثاني (607 - 648هـ/ 1210 - 1250م)، ولا تزال كلمة مُحْتَسِب مستخدمة في الإسبانية بلفظها العربي حتى الوقت الراهن.

عقب الفصل بين مهنتي الطب والصيدلة، ارتقت كلتا المهنتين، إذ تفرغ الطبيب إلى التشخيص والبحث، وتفرغ الصيدلاني إلى تجويد عمله عن طريق البحث، ووُضع للصيادلة دستورٌ يسيرون عليه ويلتزمونه، وينص هذا الدستور فيما ينص: «على التمييز بين علم الطب وعلم الصيدلة، فحظر على الصيدلي التدخل في أمور الطب، كما حظر على الطبيب امتلاك صيدلية أو أن يفيد من بيع العقاقير، وبذا لا تحق ممارسة مهنة الصيدلة إلا لحامل ترخيص رسمي، ولا يحق ذلك أيضًا إلا لمن أدرجت أسماؤهم في جدول الصيادلة».

وكان يناط بمفتش رسمي الإشراف على الصيادلة في كل مدينة، وكيفية تحضير العقاقير. يسَّر هذا الدستور للصيدلة أن ترتقي بوضوح علمًا قائمًا بذاته، مما جعل الصيادلة ينتقلون إلى مملكة النبات التي وجدوا فيها مجالاً خصبًا للعمل؛ فزرعت النباتات الطبية بشكل منتظم وفق شروط خاصة في

مـزارع خاصـة رعاهـا الحـكام، وجلبـوا لهـا البـذور اللازمـة مـن كل مـكان يطلبـه الصيادلـة، وذلـك مـا فعلـه عبـد الرحمـن الأول في قرطبـة. ووفـق تنظيـم مهنـة الصيدلـة، أصبـح في كل مدينـة كبيـرة عميـد للصيادلـة يقـوم بامتحانهـم؛ كابـن البيطـار في القاهـرة. كمـا فـرض الدسـتور الجديـد علـى الأطبـاء أن يكتبـوا مـا يصفـون مـن أدويـة للمريـض علـى ورقـة سـمّاها أهـل الشـام الدسـتور، وأهـل المغـرب النسـخة، وأهـل العـراق الوصفـة.

كان الصيادلـة يسـتوردون العقاقيـر النباتيـة مـن الهنـد، فضـلاً عـن اسـتيرادهم الأدويـة ذات الأصـل النباتـي أو الحيوانـي مـن البلـدان التـي تتوافـر فيهـا. ولكـن عقـب فصـل مهنـة الطـب عـن مهنـة الصيدلـة، توصّـل الصيادلـة المسـلمون إلـى صنـع هـذه العقاقيـر بأنفسـهم، ثـم اكتشـفوا عقاقيـر أخـرى ذات خصائـص علاجيّـة لـم تكـن معروفـة مـن قبـل. واهتـدوا إلـى طريقـة غلَّفـوا بهـا بعـض الأدويـة التـي تؤخـذ عـن طريـق الفـم، وبـذا كفـوا المرضـى معانـاة مـرارة طعمهـا، ونكهتهـا غيـر المستسـاغة. ثـم توصلـوا إلـى تحضيـر المبنـج الـذي يزيـل الآلام أو يخففهـا، كمـا حضّـروا الترياق المقـاوم للسـموم، وبالجملـة فقـد قـدّم الصيادلـة العـرب للعالـم أساسًـا متينًـا وأصيـلاً لعلـم الصيدلـة.

تُظهر الصورة ثلاثة أفراد، من الواضح أنهم في نقاش حول دواء معين. يعرض النص الموجود أعلى الصورة وأسفلها تأثيرات جرعة دواء اسمه اليوناني المعرب (أفونطون). الصورة مأخوذة من مخطوطة (لديسقوريدس)، نسخها عبد الله بن الفضل في بغداد عام 1224م [Provençal, 2007].

لقـد بـرع الأطبـاء في بـادئ الأمـر في تحضيـر الـدواء حسـب نسـب ومقاديـر محـددة. ولما اقتصـر أمـر إعـداد الـدواء وتركيبـه على الصيادلـة، حذقـوا هـذا الفـن وارتقـوا بـه كثيـرًا. فاسـتخدموا موازيـن دقيقـة لخلـط هـذه النسـب، ولـم يكـن هـذا الأمـر سـهلاً في بـادئ الأمـر خاصـة في تحضيـر الأدويـة ذات المصـدر الأجنبـي؛ إذ إن كل بلـد كانـت لـه أوزانـه ومكاييلـه. وكانـت أهـم مصـادر علـم الصيدلـة عنـد العـرب ـ قبـل أن تسـتقر عندهـم علمًـا أصيـلاً ـ كُتـب الهنـد وفـارس؛ فقـد عُـرف عـن الهنـود، حتـى وقتنـا الحاضـر، إلمامهـم العميـق بالأعشـاب، وبراعتهـم في اسـتخراج خواصهـا ومعرفـة آثارهـا في الأبـدان. ولمـا كان المبـدأ العـام في كل الأمـور الدنيويـة هـو: «الحكمـة ضالـة المؤمـن، أنّـى وجدهـا فهـو أحـق بهـا»، فقـد تلقّـف العـرب كل مـا وصـل إلـى أيديهـم مـن علـم الحشـائش والعقاقيـر. كذلـك أخـذوا عـن اليونـان مـا اسـتطاعوا، إلا أن ذلـك كان في وقـت مبكـر نسـبيًا؛ أي مـع بدايـات أخـذ الدولـة الإسـلامية بأسـباب العلـم والحضـارة. واعتنـوا مـن بـين كل الكتـب اليونانيـة بكتـاب: «المـادة الطبيـة في الحشائـش والأدويـة المفـردة»، الـذي وضعـه ديسـقوريدس (عـام 80م)، وقـد فسـر أَسـمَاء الأَدْوِيَـة المفـردة فيـه الْعـين زَرْبِـي، وأفصـح عَـن مكنونهـا وأوضـح مسـتغلق مضمونهـا، وكتابـه (المـادة الطبيـة Materia Medica) ترجـم عـدة مـرات، أشـهرها اثنتـان: ترجمـة حنيـن بـن إسـحاق في بغـداد، وترجمـة أبـي عبـدالله الصقلّـي في قرطبـة. وفي وقـت لاحـق قـام الصيادلـة المسـلمون ـ بفضـل خبرتهـم وممارسـتهم ـ بالزيـادة علـى هـذا الكتـاب، واسـتدراك مـا فـات ديسـقوريدس، ومـن ثـم بـدأ التأليـف والتصنيـف بغـزارة في الصيدلـة وعلـم النبـات، ومـن ذلـك: «معجـم النبـات» لأبـي حنيفـة الدينـوري (282هـ/ 895م)، و«الفلاحـة النبطيـة»، لابـن وحشـية (318هـ/ 930م)، و«الفلاحـة الأندلسـية»، لابـن العـوام الأشـبيلي، فقـد اسـتفاد المصنفـون في علـم الأدويـة كثيـرًا مـن هـذه الكتـب وأمثالهـا. وكان لابـد ـ تبعًـا لهـذا التطـور الـذي شـهدته صناعـة الـدواء ـ أن تطـرأ تعديـلات تؤصِّـل هـذه الصناعـة، وتمكّـن مـن الاسـتفادة مـن العقاقيـر المحليـة باسـتبدالها بمـا كان يسـتورد، وتبسـط أعمـال الصيدلـة، وتضـع معيـارًا للجـودة النوعيـة، تكتشـف

من خلاله الأدوية المغشوشة. والعمل على توحيد الأوزان والمكاييل لتتماشى مع نظام المقاييس الموجود، والاستغناء عن المقاييس المستوردة غير الموحدة.

لقد قام العرب بفصل صناعة الأدوية عن الطب، وبذلك صار بإمكان الطبيب التفرّغ لتشخيص حالة المريض وإعطائه وصفة يصرفها من عند العطار (أو الصيدلاني حاليًا) [Provençal, 2007].

وعندما نقل العرب أسماء الأدوية المفردة (النباتية) من كتب اليونان والهند وفارس، لم يستطيعوا التعرف على كثير منها، وحتى تلك التي تعرفوا عليها لم يقفوا على خصائصها، لذا لم يكن هناك بد من الاستعاضة عنها ببديل محلي. فلجأوا منذ وقت مبكر إلى التأليف فيما سموه أبدال الأدوية، ووضعوا مصنفات خاصة بتلك التي لم يشر إليها ديسقوريدس وجالينوس وغيرهما، واستفادوا في هذا الشأن من العقاقير الهندية والفارسية. إلا أن الحاجة للبديل المحلي كانت ضرورة اقتصادية وانتمائية، عبّر عنها البيروني في عتابه للصيادلة بقوله: «لو كان منهم ديسقوريدس في نواحينا لصرف جهده على التعرف على ما في جبالنا وبوادينا، ولكانت تصير حشائشها كلها أدوية...». واستجابة لمثل هذه الحميّة جرت بعض محاولات للاستفادة من الأعشاب المحلية؛ كان من بينها في بادئ الأمر تصنيف ما يشبه المعاجم على هيئة جداول تحوي على أسماء النباتات المختلفة باللغات العربية واليونانية والسريانية والفارسية والبربرية، بشرح أسماء الأدوية المفردة. ومن المحاولات التطبيقية في هذا المجال ما قام به رشيد الدين الصوري الذي كان يخرج إلى المواضع التي بها النباتات يرافقه رسام، فيشاهد النبات ويسجله، ثم يريه للرسام في المرة الأولى وهو في طور الإنبات أو لا يزال غضًا، ثم يريه إياه في المرة الثانية بعد اكتماله وظهور بذره، وفي الثالثة بعد نضجه ويبسه، ويقوم الرسام بتصويره في جميع هذه الأطوار. وغني عن القول أن الصيادلة المسلمين بعد أن ترقوا في هذه الصناعة قاموا بالاستغناء عن كثير من العقاقير التي تستخلص من أجزاء حيوانية، لاسيما المحرّمة منها أو المكروهة.

كانت الوصفات التي حصل عليها أكثر المصنفين المسلمين من البلدان المفتوحة معقدة، إما أصلاً، أو كان واصفوها يتعمدون التفنن في تعقيدها، سواء فيما يتعلق بعدد العقاقير التي تتركب منها، أو شروط جنيها أو إعدادها أو الزمن اللازم انقضاؤه قبل استخدام التركيبة الجديدة. من أجل هذا توصل

الصيادلة المسلمون إلى وضع صيغ معدلة للأدوية المعقدة الشهيرة، وبذا اختفت مع مرور الزمن الأعداد الكبيرة من الأدوية معقدة التركيب، وازداد عدد الأدوية البسيطة خاصة؛ الأشربة والأدوية الغذائية والمسهلات وأدوية تخفيض الوزن والزينة وما إليها.

لما رأى الناس الأرباح الوفيرة التي تدرها الصيدلة (العطارة) على العاملين فيها، دخلها غير المتخصصين. إلا أنه بعد أن نظمت المهنة وصار للصيادلة دستور، استُبعد المتسللون بقرار من الخليفة العباسي المقتدر. وزاد الأمر إحكامًا بتولي سنان بن ثابت الطبيب أمر الحسبة، حيث تحوّل هذا النظام إلى امتحان ومحاسبة ومراقبة دورية للأوزان والمكاييل، وتفتيش الصيدليات مرة كل أسبوع. ومن بين الطرق التي طبقوها لمعرفة الأدوية المفردة وفاعليتها؛ الإحراق بالنار أو السحق، وفحص الرائحة، واللون، والطعم. وقام بعض الأطباء باختبار مدى فاعلية العقاقير على الحيوانات قبل إعطائها الإنسان؛ ومن ذلك تجربة الزئبق على القرد التي قام بها الرازي. كما كان ابن سينا يذكر مع كل عقار خصائصه وأوصافه، ونجد ذلك جليًا في كتاب: «منهاج الدكان» لكوهين العطار، الذي جمع عمل ابن سينا في هذا الصدد في فصل سماه امتحان الأدوية المفردة والمركبة، وذكر ما يستعمل منها وما لا يستعمل، وقد أورد كوهين العطار في هذا الفصل الطرق المستعملة في ضبط معايير جودة العقاقير، بالإضافة إلى فصل عن المدة الزمنية التي لا تصلح بعدها للاستعمال. والأوصاف المميزة للأدوية وأنواعها وما تغش به، وكيفية كشف هذا الغش عن طريق الأوصاف الحسية والفيزيائية للدواء.

كانت إحدى العقبات التي واجهت الصيدلاني المسلم ـ عقب حركة النقل والترجمة ـ قضية اختلاف المقاييس التي تضبط في ضوئها أوزان المركبات الدوائية؛ فقد كان لليونان أوزانهم وكذلك الفرس والهنود، فكان من الصعب عند

تحضير الوصفات الأجنبية معرفة الأوزان والمكاييل المستخدمة فيها، وإن عُرف بعضها فقلّما يُضبط. لذا كان من الضروري توحيد العمل بمقاييس معلومة لديهم. واستطاع الصيادلة بعد تجارب ومران أن يتجاوزوا هذه العقبة بعدة أمور منها، تجاهل بعض الأوزان والمكاييل الدخيلة، وإدخال أوزان ومكاييل محلية بدلاً عنها، وتبسيط النسب الموجودة بين المكاييل والموازين المحلية. ودرجوا على استخدام البذور وبعض الحبوب التي تمثل الواحدة منها وزنًا معلومًا مثل؛ حبة الحمص الخروبة ونواة التمر، وجعلوا حبة القمح الوحدة الصغرى للأوزان. وكانت أوزانهم كما يأتي:

4 حبات قمح	= قيراط؛ نحو 40 سنتغرامًا
8 حبات قمح	= دانق؛ 6/1 درهم، 2 قيراط
48 حبة قمح	= 12 قيراطًا؛ درهم واحد
1 1/2درهم	= مثقالا؛ 18 قيراطًا
الأُستار	=4 مثاقيل؛ 6 دراهم
الأوقية	= 40 درهمًا؛ 12/1 من الرطل
الرطل	= 12 أوقية؛ 480 درهمًا
المكاييـــل الصيـــدلانيـــة	
الشامونا	= ملعقة صغيرة؛ مثقالان
7 شامونات	= صدفة صغيرة؛ 14 مثقالاً
14شامونًا	= صدفة كبيرة؛ 28 مثقالاً
= أساتير	= سكر حبة؛ 24 مثقالاً.

وكثيـرًا مـا اسـتخدم الأطبـاء والصيادلـة العـرب مصطلـح (العقّـار)، وهـي كلمـة أصلهـا سـرياني، وأطلقـت في بـادئ الأمـر علـى كل مـا يُتـداوى بـه مـن النبـات والشـجر؛ إذ كان أسـاس الأدويـة الأعشـاب. وأطلـق علـى مـن اشـتغل بصناعـة الأدويـة الشـجّارون والعشـابون والعطّـارون، إلا أن مدلـول الكلمـة اتسـع ليشـمل كل الأدويـة بمـا فيهـا الحيوانيـة والمعدنيـة. لقـد كانـت معظـم العقاقيـر التـي توصـف للمرضـى ـ خـلال الحقبـة الأولـى مـن فتـرة ازدهـار الطـب العربـي ـ ذات منشـأ غيـر عربـي، والقليـل منهـا كان ممـا توارثتـه الأجيـال مـن البيئـة المحليـة أو مـا يمكـن أن نسـميه الطـب البلـدي، ولكـن بازدهـار صناعـة الصيدلـة عقـب انفصالهـا عـن الطـب، وجـد الصيادلـة المسـلمون مجـالاً خصبًـا للإبـداع الـذي انتهـوا فيـه إلـى تركيـب عقاقيـر مـن البيئـة المحليـة، ذات أوزان معلومـة مبسـطة، وقطعـوا شـوطًا كبيـرًا عندمـا اسـتفادوا مـن علـم الكيميـاء في إيجـاد أدويـة جديـدة ذات أثـر في شـفاء بعـض الأمـراض؛ كاسـتخراج الكحـول، ومركبـات الزئبـق، وملـح النشـادر، واختـراع الأشـربة والمسـتحلبات والخلاصـات الفطريـة. بالإضافـة إلـى ذلـك قادهـم البحـث الجـاد إلـى تصنيـف الأدويـة اسـتنادًا إلـى منشـئها وقوتهـا، كمـا قادتهـم تجاربهـم إلـى أدويـة نباتيـة جديـدة لـم تكـن معروفـة مـن قبـل كالكافـور والحنظـل والحنـاء.

قـادت غـزارة التصنيـف في كتـب الصيدلـة، والبحـث الـدؤوب الـذي كشـف عـن عقاقيـر جديـدة، بالإضافـة إلـى مـا هـو موجـود أصـلاً، إلـى أهميـة تقسـيم هـذه العقاقيـر وفـق معاييـر ارتآهـا المؤلفـون أو الصيادلـة، ونجـد الأمثلـة علـى ذلـك واضحـة في كتـاب «الحـاوي» للـرازي، و«الصيدنـة في الطـب» للبيرونـي، و«كامـل الصناعـة» لعلـي بـن عبـاس الأهـوازي و«القانـون» لابـن سـينا.

• تصنيـف الـــــرازي

وضـع الـرازي أسسًـا صحيحـة لعـدة علـوم صيدلانيـة، وبـيّن أوصافهـا وطـرق تحضيرهـا، وكشـف غشـها وقواهـا وبدائلهـا والمـدة الزمنيـة التـي يمكـن أن تحفـظ فيهـا. وصنـف العقاقيـر إلـى أربعـة أقسـام:

1. مواد ترابية (معادن).
2. مواد نباتية.
3. مواد حيوانية.
4. عقاقير مولدة (مشتقات).

وذكر تحت الصِّنف الأول سبعة أنواع:

أ. أرواح (المـواد المتطايـرة والمتسـامية)؛ وهـي الزرنيـخ، والزئبـق، والنشـادر، والكبريـت.

ب. أحجار؛ وهـي: المرقشيتا (البيريت)؛ وتستخدم في صناعة حمض الكبريتيك، وصيغتـه الجزيئيـة FeS_2 والتوتيـاء (أكسـيد الخارصـين)؛ وصيغتـه الجزيئيـة ZnO، واللازورد (كربونات النحاس القاعدية)؛ وصيغته الجزيئية $Cu_3((OH)_2$ $CO_3)_2$، والدهـنج (الملاكيت)؛ وصيغته الجزيئية $Cu_2(OH)_2CO_3$، والفيـروزج (فوسـفات الألومنيـوم القاعديـة المتحـدة بالنحـاس)؛ وصيغتـه الجزيئيـة $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 5H_2O$، والـشاذنج (أكسـيد الحديديـك المتبلـر)؛ وصيغتـه الجزيئيـة Fe_2O_3، واسـتخدمه لوقـف الرّعـاف. والشـك (بيـاض الـزرنيخ)؛ وصيغتـه الجزيئيـة As_2O_3، والكحـل أي الجالينـا (كبريتيـد الرصـاص الأسـود)؛ وصيغتـه الجـزيئية PbS ، والطـلق أي التالك (سـليكـات المغنيسيوم المهدرجة)، والجبس وصيغتـه الجزيئيـة $CaSO_4.2H_2O$، والزجـاج الأسـود وهـو الزجـاج المعـروف.

ج. زاجات؛ ومنها الزاج الأحمر والأصفر والأخضر والشب.

د. بوارق؛ وتشمل بورات الصوديوم (البوراكس)، وبيكربونات الصوديوم، والنطرون، وصمغ الأكاسيا.

هـ. أملاح؛ ومنها ملح الطعام، والملح المر (كبريتات المغنسيوم؛ الملح الإنجليزي)، والقلي (مزيج من أكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم وكربونات الصوديوم، والملح الصخري (كبريتات الصوديوم المتبلرة)، والجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم).

و. أجساد؛ وهي: الذهب والفضة والنحاس والحديد والرصاص، والخارصين والأسرب (القصدير).

ز. إعناجاصات؛ وذكر الرازي منها جوهر البول (اليوريا).

وفي الصنف الثاني؛ أي المواد النباتية يذكر قوى الحبوب؛ كالحنطة والشعير والثمار، ورتب فيه الأدوية حسب حروف المعجم مبتدئًا بالأقحوان ومنتهيًا بالياسمين.

وفي الصنف الثالث؛ أي المواد الحيوانية، يذكر البيض والمخ، واللبن والشعر والقحف، والدم والمرارة، والقرون والصدف.

أما الصنف الرابع؛ وهو العقاقير المولدة (المشتقات) فقد ذكر منها:

1. المرتك؛ وهي مادة سوداء تشبه الجرافيت (أول أكسيد الرصاص)؛ وصيغته الجزيئية PbO.
2. الإسرنج (أكسيد الرصاص الأحمر)؛ وصيغته الجزيئية Pb_3O_4
3. الزنجر؛ وهو خلات النحاس القاعدية، بها بعض كربونات النحاس.
4. الزنجفر؛ (كبريتيد الزئبق)، وصيغته الجزيئية HgS.
5. زعفران الحديد؛ وهي مادة صفراء تتكون من أكسيد الحديدوز، يكون الحديد فيها ثنائي التكافؤ.

• تصنيـــف البيـــروني

اقتبس البيروني فكرة التأليف في علم الأدوية وتسميتها من الرازي، ويبدو ذلك في كتابه المشهور «الصيدنة في الطب»، ولكن لم تكن له خبرة الرازي وتجربته ولا شهرته في هذا المجال. ومن الأوجه التي أفاد فيها من الرازي إشارته إلى كتابيه «الحاوي» و«سر الأسرار»، وذكره لأغلب المواد التي ذكرت فيهما. وصنف هذه المواد تصنيفًا مشابهًا لما فعله الرازي بفارق واحد، هو أنه رتبها ترتيبًا معجميًا (ألفبائيًا)، في حين كان الرازي قد رتبها ترتيبًا أبجديًا (أبجد، هوز ...إلخ). يصنف البيروني العقاقير إلى ثلاثة أنواع: 1. أدوية 2. أغذية 3. سموم؛ ومنها ما هو مفرد ومنها ما هو مركب.

البيروني أول من أشار إلى عمليتي التبديل والحذف في العقاقير، وجعلهما شرطًا لنجاح الصيدلاني الماهر.

قال البيروني: «الصيدلاني أعظم حاجة لأمرين أحدهما الحذف والآخر التبديل. والحذف هو نقصان عقار واحد يدخل في تركيب دواء يتألف من عقاقير كثيرة؛ فإن لم يتوافر أو توافر لكن حالت أسباب دون استخدامه فعلى الصيدلاني الاستغناء عنه وإتمام التركيبة دون ذلك العقار»؛ وعلى هذا النسق استغنى الصيادلة عن عدد كبير من العقاقير الحيوانية الكريهة، نظرًا لتحريم الدين الإسلامي لها. أما التبديل فيحدث عندما تكون مكونات المركب كلها أو بعضها غير موجودة، ولكن لها بدائل أقل تأثيرًا من المكونات الأصلية، فعلى الصيدلاني في هذه الحالة أن يقْدم على صنع الدواء مما توافر لديه، مع تدني نوعية البدائل، مراعيًا في ذلك الحفاظ على مشاكلة الدواء الأصلي.

• تصنيـــف الأهـــوازي

عمل علي بن عباس الأهوازي (توفي 383هـ/ 993م) في كتابه «كامل الصناعة» على تصنيف الأدوية وفقًا لمنشئها وقواها. فصنَّفَ الأدوية المفردة بالاستناد إلى منشئها؛ فقسَّم العقاقير ذات المنشأ النباتي إلى: حشائش، وحبوب، وبذور، وأوراق، وأصول، وعصارات، وأصماغ، وأزهار، وأثمار، وأدهان. أما العقاقير ذات المنشأ المعدني فقسمها إلى: زاج، وطين، وأملاح، وأجساد، وحجارة. كما قسم العقاقير ذات المنشأ الحيواني إلى: ألبان، ودماء، وبيض، وأنفحات، ومرارات، وأبوال، وأزبال، وشحوم، ولحوم. أما من حيث قواها فقد قسمها إلى ثلاثة أقسام:

1. القُوى الأُول؛ وسماها الطبائع أو الأمزجة، وهي؛ الحرارة، والبرودة، والرطوبة، واليبوسة. وتقسم كل واحدة من هذه الأمزجة إلى درجات أربع من حيث قوة تأثيرها؛ فيصنف العقار تحت قوة الدرجة الأولى إذا لم يؤثر في البدن تأثيرًا ملموسًا، ويكون من الدرجة الثانية إذا أثر لكنه لم يضر، وإذا أضرّ

ولم يبلغ فهو في الدرجة الثالثة، ويكون من قوى الدرجة الرابعة إذا بلغ، وفي هذه الحالة يسمى الدواء سامًا.

2. القوى الثواني؛ وقد صنف تحتها أنواعًا كثيرة من بينها: القوى الملينة، والفتّاحة للسدد، والمنضجة، والمصلبة، والمخلخلة، والملطفة، والمفتحة لأفواه العروق والمضيقة لها، والجاذبة، والمسكنة للوجع.

3. القوى الثوالث؛ وصنف تحتها: المفتتة للحصى، والمدرَّة للبول، والمدرَّة للطمث، والمولِّدة للمني، والمولِّدة للّبن، والمعينة على نفث ما في الصدر. وللأهوازي تصنيف فرعي للعقاقير من حيث طعمها ويقسمها إلى حلو، ومر، وحامض، ودسم، وحريف، ومالح، وعفص (عسر) وقابض، وتفه (لا طعم له). أما الأدوية المركبة فقد صنفها إلى أنواع عدة أهمها: الترياقات، والمعاجين، والجوارشنات (الهاضمات) والمطبوخات، والنقوعات، واللعوقات، والأقراص، والأدهان، والمراهم، والأشربة، والمربيات، والأكحال، والذرورات، والغراغر، والمقيئات...إلخ.

• تصـــنيف ابن ســـينا

لم يختلف ابن سينا في تصنيفه للأدوية كثيرًا عمن سبقه فقد قسمها إلى: معدنية، ونباتية، وحيوانية. فأفضل الأدوية المعدنية عنده ما كان من الأماكن المعروفة بها؛ كالقلقند القبرصي، والزاج الكرماني، وأفضل الأدوية النباتية؛ النوع البري، لأنها أقوى تأثيرًا من البستانية، والجبلية تفوق البرية، وأفضل الأدوية الحيوانية ما يؤخذ من الحيوانات الشابة في فصل الربيع. وذكر في هذا التصنيف نحو 600 عقار، معظمها ذو أصل نباتي. كما أن له تصنيفًا آخر وهو ما يمكن أن يطلق عليه حاليًا تصنيف علم العقاقير (الفارماكولوجي)، فصنف الأدوية حسب الأعضاء التي تعمل فيها، ووضعها في لائحة تتضمن :

1. الترياقات والمعاجين.
2. الأرايج (العطريات).
3. الجوارشنات.
4. السفوفات والوجورات (ما يعطى بالفم).
5. اللعوقات.
6. الأشربة.
7. المربيات.
8. الأقراص.
9. السلافات (خلاصات) والحبوب.
10. الأدهان.
11. المراهم والضمادات. وفي دراسته للسموم صنفها إلى نوعين؛ سموم فاعلة بكيفية فيها، وسموم فاعلة بصورتها. كما صنفها إلى سموم معدنية ونباتية وحيوانية.

لقـد اسـتخدم الصيادلـة المسـلمون في عمليـات تحضيـر العقاقيـر وتركيبهـا طرقًـا مبتكـرة؛ ظـل بعضهـا معمـولاً بـه حتـى الوقـت الحاضـر مـن حيـث المبـدأ. فنجـد أن الـرازي اسـتخدم:

1. التقطير لفصل السوائل.
2. الملغمة؛ لمزج الزئبق بالمعادن الأخرى.
3. التنقية؛ لإزالة الشوائب.
4. التسـامي؛ لتحويـل المـواد الصلبـة إلـى بخـار ثـم إلـى حالـة الصلابـة ثانيـة دون المـرور بحالـة السـيولة.
5. التصعيد؛ لتكثيف المواد المتصاعدة.
6. التشوية؛ لتحضير بعض المعادن من خاماتها.
7. التشميع؛ لصهر بعض المواد بإضافة مواد أخرى إليها.
8. التكليس؛ لإزالـة مـاء التبلُّـر وتحويـل المـواد المتبلـرة إلـى مسـاحيق غيـر متبلـرة.
9. التبلر؛ لفصل بلورات المواد المذابة.
10. الترشيح؛ لفصل الشوائب والحصول على محلول نقي.

أمـا علـي بـن عبـاس الأهـوازي فقـد أبـان القوانـين التـي ينبغـي حذقهـا للوصـول إلـى الأوزان الصحيحـة للأدويـة المفـردة الداخلـة في تركيـب الأدويـة المركبـة، ووضـح أن مقاديـر هـذه الأدويـة تكـون كمـا يأتـي: يُؤخـذ منـه مقـدار كبيـر إذا كان متعـدد المنافـع. وتؤخـذ منـه كميـات أقـل إذا كان في اسـتعماله بعـض الضـرر، وكذلـك إذا دخلـت في الـدواء المركـب عـدة عقاقيـر لهـا التأثيـر نفسـه. وعلـى الصيدلانـي قبـل

سكب الدواء المفرد اتباع **الخطوات التالية**:

1. أن يحسن اختبار الدواء المفرد
2. أن يسحقه وينخله
3. أن يعالج الصموغ
4. أن ينتخب العسل ويفحصه
5. أن يقوم بحرق ما لابد من حرقه فيما يختص ببعض المركبات المعدنية والحيوانية
6. أن يأخذ مقادير العسل بمقادير متناسبة مع الأدوية المدقوقة لصنع المعاجين الدوائية، ويضيف الصموغ المحلولة ويخفقها حتى تستوي، ثم تحفظ التركيبة في إناء من الفضة أو الخزف الصيني دون أن يحكم غلقه، حتى يتمكن الدواء من التنفس
7. لعمل الأقراص، يمزج الدواء المسحوق مع الماء أو الشراب في الهون (المدق)، ويدق دقًا جيدًا حتى ينعم ويستوي، ومن ثم تقرَّص الكتلة التي عجنت ثم تجفف في الظل.

ذكر ابن سينا في تحضير الأدوية المفردة أربع طرائق:

1. الطبخ؛ ويكون على درجات: الطبخ العنيف كأصل الكبر والزروانـد والزرنبـاد، والطبخ المعتدل كالأدوية المدرة للبول، والطبخ الهادئ مثل الأفتيمون، الذي إذا زيدت درجة طبخه تحللت قوته.

2. السحق؛ وهناك من الأدوية ما يفسد السحق الشديد قوتها كالسقمونيا، وأكثر الصموغ لها هذه الخاصية، وتحليلها بالرطوبة أوفق. ومن هذه الأدوية ما ينقلب تأثيرها الدوائي أو يتغير عند الإفراط في السحق، كالدواء الكموني الذي ينقلب تأثيره من مسهل إلى مدر للبول.

3. الحرق؛ وتحضر بعض الأدوية بحرق الدواء لتحقيق واحد من خمسة أهداف: لكسر حدته؛ مثل الزاج، أو لإكسابه حدة؛ مثل النورة، أو لتخفيفه؛ مثل قرون الأيل، أو لتهيئته للسحق؛ مثل الإبريسم، أو لإبطال رداءة في جوهره؛ مثل العقرب.

4. الغسل؛ والهدف منه إما إزالة الخاصة المحرقة فيه؛ كالنورة، أو تصغير أجزائه وصقلها كالتوتياء، أو استبعاد قوة غير مرغوب فيها كالحجر الأرمني. وقد مزج ابن سينا وصيادلة آخرون الأدوية بالعسل تارة، وبالسكر والعصير تارة أخرى ليصبح طعمها مستساغًا، وكثيرًا ما جعلوها على هيئة أقراص وغلّفوها لإخفاء رائحتها. وكان ابن سينا أول من استعمل طريقة تغليف الحبوب بالذهب والفضة. كما أن الزهراوي كان أول من حضر الأقراص بالكبس في قوالب خاصة.

في بادئ الأمر اعتمد المسلمون على الأدوية المستجلبة من البلدان التي سبقتهم في هذا المجال، إلا أنه بعد أن صارت لهم خبرة في الطب والصيدلة، شرعوا في اكتشاف أو استنباط أنواع كثيرة من العقاقير، تدلنا على ذلك أسماؤها التي وضعها العرب، ولا يزال بعضها مستخدمًا في لغات أخرى بصورة أو بأخرى. فمن الأدوية النباتية التي اكتشفوها: السنامكة، والصندل، والكرنب مع السكر، والكافور، والروند، والمسك، والتمر الهندي، والقرنفل، والحنظل، وحب العروس، والعنبر، وجوز الطيب، والمر، والجوز المقيئ، والقرفة، وخانق الذئب (الألونيت)، والبلسم، والمنّ، والعسل، والصمغ العربي.

كما ركّبوا مستحضرات طبية كثيرة، ساعدهم في ذلك نبوغهم في الكيمياء، ومن هذه المستحضرات؛ المعاجين المختلفة، والمراهم، والمساحيق، واللزوق، والدهانات، والكحل والسعوط، والحقن الملينة، والأشربة، والماء المقطر. كما اخترعوا الكحول والمستحلبات وأدوية القيء، واللعوقات، والسفوفات، والذرورات والخلاصات العطرية. واستخدم الرازي الزئبق في تركيب المراهم لأول مرة، وجرب مفعوله على القردة. كما أن الأطباء المسلمين أول من وصف بذور شجرة البن دواءً للقلب، ووصفوا حبوب البن (القهوة المطحونة) علاجًا لالتهاب اللوزتين، والدوسنتاريا (الزحار) والجروح الملتهبة، ووصفوا الكافور لإنعاش القلب. كما خففوا من قوة بعض العقاقير بإضافة عصير الليمون والبرتقال، بالإضافة إلى القرفة أو القرنفل. كما توصَّلوا إلى عمل الترياقات التي يتم تركيبها من عشرات أو أحيانًا من مئات العقاقير، وحسنوا تركيب الأفيون والزئبق واستخدموا الحشيش والأفيون وغيرهما في التخدير.

قال ابن سينا في كتابه «القانون في الطب»: «إن العرب يقسمون الأدوية إلى مفردة ومركبة، ويطلقون على الأخيرة أيضا الأقراباذين. وتنقسم الأدوية المركبة أيضا تبعا لخواصها إلى: حارة وباردة ورطبة ويابسة، وهذا يطابق أقسام

الحـرارة في الجسـم الإنسـاني. وتنقسـم الأدويـة المفـردة كذلـك إلـى أولـى وثانيـة، تبعـا لمزاجهـا الطبيعـي: أهـو يتكون مـن عنصـر واحـد أو مـن عـدة عناصـر. فاللبن مثـلًا يعـد مـن الأدويـة المفـردة الثانيـة لأنـه يتكون مـن المـاء والجبن والدهـن. وتعـرف آثـار التركيـب إمـا بالمـران وإمـا بالمضاهـاة. فالـدواء الواحـد قـد يكون أثـره حـارًا، في الجسـم الإنسـاني وبـاردًا، في جسـم الأسـد والحصـان».

ويعرف الدواء من ناحية آثاره بالأسماء الآتية: 1. ملطف 2. مسخن 3. محلل 4. جالي 5. مخشن 6. مفتح 7. مرخى 8. منضج 9. هاضـم 10. كاسر الريـــاح. 11. مقطع 12. جاذب 13. لاذع 14. محمر 15. محـــكك 16. مقـــرع 17. محـــر 18. أكال 19. مفتت 20. معفن 21. كاو 22. قاشـــر 23. مبرد 24. مقـــو 25. رادع 26. مغلظ (ضد ملطف) 27. مفجج 28. مخدر 29. مرطب 30. منفخ 31. غسال 32. موسخ للقروح 33. مزاق 34. مملس (ضد مخشـــن) 35. مجفف 36. قابض 37. عاصر 38. مسدد 39. مغر 40. مدمل 41. منبت للحم 42.خاتم 43. قاتل 44. سم. 45. ترياق 46. باذ زهر 47. مشل 48. مدر 49. معرق.

وتبـين الأمثلـة الآتيـة كيـف أن هـذه المصطلحـات محـددة، تبـدأ تعريفاتهـا جميعًـا بهـذه العبـارة: (هـذا دواء خاصيتـه هـي ...)، مثـال ذلـك أنهـم يقولـون في تعريـف المنضـج (رقـم 8): (هـو دواء خاصيتـه إنضـاج الأخـلاط بالحـرارة أثنـاء الهضـم، ولـه كذلـك قـوة قابضـة تقهـر الأخـلاط وتمنعهـا بالقـوة مـن التحلل وفي هـذا فسـادها). ويقولـون في المفجـج (رقـم 27): هـو الهاضـم (رقـم 9) والمنضـج (رقـم 8)، وهـو دواء خاصيتـه أن يمنـع ببرودتـه تأثيـر الحـرارة الطبيعيـة والحـرارة الخارجيـة، ويؤثـر في الأطعمـة والأخـلاط بحيـث يمنـع هضـم الأولـى ونضـج الثانيـة. ويقولـون في تعريـف القاتـل: «إنـه دواء يغيـر المـزاج تغييـرا خبيثـا»؛ وفي السـم: «إنـه يفسـد الأخـلاط بفعلـه»؛ وفي الترياق والباذزهـر: «إنهمـا يحفظـان علـى الذهـن نشـاطه ووضوحـه». وكان العـرب في بعـض الأحيـان يضيفـون إلـى حـدود هـذه المصطلحـات أسـماء بعـض العقاقيـر؛ فمثـلا يضيفـون إلـى تعريـف الملطـف: الزوفـا والزعتـر والبابونج؛ وإلـى

تعريف المحلل: جندبادستر: وإلى تعريف المخشن: إكليل الملك؛ وإلى تعريف القاتل: الفاربيون والأفيون؛ وإلى تعريف السام: زهر الكشاتبين. وأحيانا تحل كلمة «معروف» محل التعريف كما هي الحال في لفظ مرطب. وقد ورد في كتاب «القانون» لابن سينا إثنا عشر جدولًا ذكر فيها بإيجاز الحالات التي تنجم عن فعل الأدوية؛ كالتلوين والانتفاخ والبثور والجروح والتقرح، وكالحالات التي تصاب فيها الأعضاء مثل: الرأس والعينين وجهاز التنفس والصدر والهضم والإفراز، وكالحالات التي تنجم عنها حص أو تسمم. ويختم هذا الباب بثبت أبجدي للأدوية المفردة [قنواتي، 2019م].

الدواء هو كل مادة يمكن أن تؤثر في جسم الإنسان، وكل عقار يستخدم علاجًا أو سُمًا. وقد أخذ علماء الأقراباذين المسلمون بأفكار اليونانيين، فميزوا بين الأدوية المفردة والأدوية المركبة، وصنفوا الأدوية بحسب أصولها إلى: نباتية، وحيوانية، ومعدنية

وللعرب مؤلفات قيّمة في هذا الموضوع، ابتدأت منذ أن أخذوا ينقلون كتب اليونان الطبية. فلإسحاق بن حنين المشـــهور «كتاب الأدويـــة المفـــردة»، ولثابت بن قرة الحراني كتابان في هذا الموضـــوع: كتاب في «أجنـــاس ما تنقسم إليه الأدويـــة»، وكتـــاب في «أجنـــاس ما توزن به الأدويـــة». ولابن البيطـــار (توفي عام 646هـ / 1248م) كتاب عنوانه «جامع مفردات الأدوية والأغذية»، الذي يعد أهم مصنفات العرب في هذا الموضوع، لأنه يجمع إلى العلم العملي سرد الأسماء، فهو يحوي على أكثر من ثلاثة آلاف اسم.

لقد اعتمد علم المسلمين بالصيدلة على معارف اليونانيين شأنه في ذلك شأن الطب، وثمة عنصر من مأثور الفرس يظهر في تسمية أدويته. ونجد في كثير من الأحوال أن هذه الأسماء الفارسية للنباتات والعقاقير التي لايزال بعضها مستعملًا، قد ترجع إلى أيام مدرسة جنديسابور الطبية المشهورة التي ازدهر فيها العلم اليوناني على أرض فارسية. وقد بدأ هذا العلم يحدث أثرا فعالًا في المسلمين سنة (148هـ /765م)، حين استقدم الخليفة المنصور كبير أطباء بيمارستان جنديسابور؛ جرجيس بن بختيشوع ليطببه. ونقل علم اليونان بالصيدلة عن طريق الترجمات السريانية للكتب العمدة التي ألفها ديسقوريديس، وجالينوس، وآورياسيوس، وبولس الإيكيني.

وقد كان من شأن الفكرة التي قال بها ديسقوريديس، وعبر عنها بجلاء العالم المسلم العظيم البيروني في كتابه «في الصيدلة»، (وهي أن لكل نبات من حيث النظر، قيمة طبية سواء عرفت هذه القيمة فعلا أو لم تعرف)، كان لها أن حملت المؤلفين في الصيدلة على أن يضمنوا كتبهم أوصافا للنبات لها قيمة خالصة من حيث هذا العلم، مقتبسين في ذلك من أبي حنيفة الدينوري خاصة. ولذلك لم يكن في مأثور المسلمين أية تفرقة واضحة بين المادة الطبية (أي كتب الأدوية المفردة وما إلى ذلك) وبين علم النبات.

ويقـول حنـين بـن إسـحق في رسـالته عـن فهـرس كتـب جالينـوس، أن المقـالات الخمس الأولى من كتاب الأدوية المفردة لجالينوس قد ترجمها إلى السريانية ترجمة غير مرضية يوسف الخوري، ثم ترجمها الرهاوي (نحو سنة 765 / 835م)، ثم ترجمها آخر الأمر ترجمة موجزة حنين نفسه، وأنه قد قام أيضا بترجمة عربية للمتن. أما الجزء الثاني فقد ترجمه إلى السريانية سرجيس الرشعيناوي (توفي 536هـ/ 1142م). وصحح الترجمة حنين ونقلها إلى العربية ابن أخته حبيش، وقد ترجم أيضا كتاب «الأدوية المركبة» إلى السريانية بمعرفة حنين، وترجمه إلى العربية حبيش.

أما «المختصر» وكتاب «إلى أونافيس» لأوريباسيوس، فقد نقلهما إلى العربية حنين الذي ترجم أيضا، هو وعيسى بن يحيى، إلى السريانية المقالة الأولى من الكناش الكبير Collectiones؛ وهذه الترجمات فُقدت، وإن كان الكتاب المتأخرون يستشهدون بها كثيرًا.

ويقدر الأطباء المسلمون تقديرًا عظيمًا «الكناش في الطب» لبولس الإيكيني، ويرجع هؤلاء الأطباء إلى ترجمة مختصرة لكتبه السبعة صنعها حنين. ولم يبق أي مخطوط منها بالعربية، ولكن ثمة شواهد كثيرة منها ترد في كتب المؤلفين المتأخرين.

ويقول ابن العبري في تاريخه إن أهرن القس كتب مجموعه الطبي باليونانية، وترجم كتابه هذا إلى السريانية، وله ترجمة عربية قام بها ماسرجس (ماسرجويه). ويستشهد الكتاب في الصيدلة كثيرًا بكناش أهرن القس، وكان لمؤلفه صيتٌ كبيرٌ في العلم. وماسرجس الذي هو أول من نقل الكتب الطبية إلى العربية، كان أيضًا مؤلف كتابين: واحد في الغذاء، والآخر في العقاقير، ولعلهما هما عين المقالتين اللتين أضيفتا إلى نقوله لأهرن.

ونمت الصيدلة سريعًا في البلاد الشرقية من العالم الإسلامي، بعد أيام حنين، فقد أحصى قرابةُ مائة كاتبٍ عربيٍ في المادة الطبية، في فهارس ابن النديم وابن أبي أصيبعة وابن القفطي.

ويمثل نحو ثلاثين من هؤلاء بمخطوطات في المكتبات الشرقية والغربية؛ ولم يدرس العلماء الغربيون إلا عددا قليلا من هذه الكتب. ومن المحقق أن هذه النصوص العربية سوف تثبت أهميتها فيما يختص بتاريخ المتن اليوناني لجالينوس.

وبمرور الزمن دخلت عدة مئات من أسماء الأدوية المفردة التي يجهلها اليونانيون في مادة العلم الذي نقله اليونانيون إلى تلاميذهم العرب والفرس. ولم يكن بد من أن يحدث خلطٌ شديدٌ في مصطلح الأدوية نتيجة للتدفق الكبير للأسماء العربية والفارسية واليونانية والهندية للنباتات والعقاقير التي شاع استعمالها، من حيث النظر ومن حيث العمل. وبمرور الزمن كتبت عدة كتب لتحديد المدلولات الصحيحة لهذه الأسماء وتصنيف المترادفات.

وكانت النقول عن ديسقوريدس التي تمت في بغداد، قليلة الفائدة من الناحية العملية للقراء، ذلك أن الأسماء اليونانية إنما اقتصر على رسمها في معظم الأحوال بالحروف العربية.

وقد أدخل العلماء الأندلسيون المرادفات العربية على المتن في منتصف القرن العاشر الميلادي. ونحو هذا الوقت، جاء المترجم العربي للكناشة السريانية التي صنعها يوحنا بن سرابيون بالمرادفات العربية لطائفة كبيرة من الأسماء اليونانية والسريانية للأدوية المفردة الواردة في الكناشة. ومن أهم الكتب النثرية التي ألفت باللغة الفارسية كتاب «الأبنية عن حقائق الأدوية»، لأبي منصور موفق بن عليّ الهروي، يشرح فيه أربعة وثمانين وخمسمائة دواء مفرد، مصطنعًا الترتيب الأبجدي للأسماء العربية والفارسية والسريانية.

ومـن المحقـق أن أهـم كتـاب في مترادفـات الأدويـة كتـب في المشـرق هـو كتـاب البيرونـي (تـوفي 440 هـ /1048م) «الصيدنـة في الطـب». وبصـرف النظـر عـن المخطوطـين الموجوديـن مـن الترجمـة الفارسـية لهـذا الكتـاب، فقـد انتهـى الكتـاب نفسـه إلينـا في مخطـوط وحيـد مشـوه ببروسـة، علـى هيئـة مسـودة للمؤلـف، والراجـح أنـه كتبهـا وقـد طعـن في السـن، ولـم يتمهـا هـو نفسـه قـط، وهـي تشـمل في حالتهـا الناقصـة هـذه 720 مـادة مرتبـة حسـب الترتيـب الأبجـدي العربـي المألـوف، وتتنـاول المفـردات النباتيـة والحيوانيـة والمعدنيـة، مـع ملاحظـات عـن أسـمائها باليونانيـة والسـريانية والهنديـة والفارسـية وغيرهـا مـن اللغـات، وتعليقـات لغويـة عـن مدلـولات أسـماء النبـات ومرادفاتهـا المسـتعملة في الشـعر العربـي، وشـواهد وافـرة مـن كتـب الطـب والنبـات، (وكثيـر منهـا غيـر معـروف لنـا) عـن صفـة العقـار وأصلـه، وأبدالـه ومـا إلـى ذلـك. ولا شـك أن هـذا الكتـاب يسـتحق دراسـات أخـرى.

وحسـبنا أن نذكـر أهـم الكتـب العديـدة التـي كتبـت عـن الطـب في الشـرق، واحتـوت فصـولًا عـن الصيدلـة؛ فكتـاب «فـردوس الحكمـة» لعلـيّ بـن ربـن الطبـري الـذي كتـب عـام (235هـ / 850م)، يستشـهد بترجمـات حنـين وتلاميـذه، ولـه قيمـة خاصـة مـن حيـث إنـه عمـد إلـى تقديـم الطـب الهنـدي أيضًـا. والموسـوعة الطبيـة الكبيـرة المسـماة «الحـاوي» لأبـي بكـر الـرازي (تـوفي 313هـ / 925م) حافلـة بأسـماء العقاقيـر. والفصـل المناظـر لذلـك في كتـاب ابـن سـينا الضخـم «القانـون في الطـب»، يتنـاول 800 دواء. والكتـاب العاشـر مـن «ذخيـرة خوارزمشـاهي» الـذي لـم يطبـع بعـد، موسـوعة طبيـة كتبهـا زيـن الديـن إسـماعيل الجرجانـي في القـرن السـادس الهجـري (الثانـي عشـر الميـلادي)، تحتـوي علـى مقالـة خاصـة في أسـماء العقاقيـر وفعلهـا.

وقـد كانـت أوصـاف ديسقوريدس وأبـي حنيفـة الدينـوري علـى التحقيـق غيـر كافيـة في كثيـر جـدا مـن الحـالات لتمييـز النبـات. ومـن ثـم فـإن عـدم وجـود المصطلحـات الفنيـة، وهـي حاجـة أحـس بهـا المسـلمون كمـا أحـس بهـا أهـل العلـم القدمـاء، قـد رفعـت إلـى أقصـى حـد مـن قيمـة تلـك الحيلـة التـي اهتـدت إلـى رسـم أشـكال النباتـات.

كان الأطباء والصيادلة المسلمون يقومون برسم صور النباتات
حتى يسهل على القارئ التمييز فيما بينها.

وقد استحدث هذا النهج في الأزمان القديمة العشاب قراطيواس Crateuas من أعيان القرن الأول قبل الميلاد، وقد انتقلت بعض مرادفات أعشابه وأشكالها إلى النسخة المهذبة من آثار ديسقوريدس الماثلة في المدونة المعروفة باسم Juliana Anica codex التي دونت سنة 512 م، (وقد أُدخلت فيها أيضا مرادفات عربية على أيدي أناس من المتأخرين). وقد كانت النسخة المزودة بالرسوم لآثار ديسقوريدس التي أهداها الإمبراطور البيزنطي إلى عبد الرحمن الثالث في قرطبة سنة 948م، هي التي أوحت بدرس المتن في الأندلس دراسة جديدة أتت بأطيب الثمرات. وقد أخبرنا ابن أبي أصيبعة أن أستاذه رشيد الدين المنصور بن الصوري (توفي 639هـ/ 1241م)، أعد كتابًا في الأعشاب مزودًا بأشكال مستقاة من النباتات الحية.

وقد كان سكان الأندلس المسلمون ورثة بلاد اشتهرت في الزمن القديم بثروة نباتية ومعدنية نافعة في تحضير الأدوية. على أن العلم بالأدوية في الأندلس كان في أول الأمر مجلوبًا من المشرق، وكان الطلاب المغربيون يشخصون إلى بغداد ليدرسوا الطب. وقام دافع قوي للدراسات الصيدلية في الأندلس بفضل النسخة المنقحة لديسقوريديس، ولم تنقطع الإضافات إلى العلم بالأدوية المفردة منذ نهاية القرن العاشر الميلادي.

وكان أول من كتب كتبا في الأدوية المفردة بالأندلس هو عبد الرحمن بن إسحق بن الهيثم، وسليمان بن حسان المعروف بابن جلجل، وقد انضم كلاهما إلى الراهب نقولاس وغيره من الأطباء والنباتيين الذين كانوا يدرسون متن ديسقوريديس. وقد كتب ابن جلجل كتابًا عن الأدوية المفردة التي لم يذكرها ديسقوريديس. وتضم الموسوعة الطبية الكبرى «التصريف» لأبي القاسم الزهراوي المتوفى نحو عام (400هـ /1009م) في الكتاب السابع والعشرين منها، مقالة في الأدوية المفردة ومرادفاتها وأبدالها. ونحن لا نعرف عن حياة أبي بكر حامد بن سمجون إلا أقل القليل، وكل ما نعرفه عنه أنه كان طبيبًا بارزًا في أيام الحاجب المنصور (توفي 392هـ /1002م). وقد ظهر حديثًا كتابه المشهور في أقوال الأطباء والفلاسفة القدماء والمحدثين في الأدوية المفردة.

وأشـمل الكتـب العمـدة في الأدويـة المفـردة (وعلـم النبـات) التـي أخرجـت في الأندلـس، هـو الكتـاب الـذي صنفـه الغافقـي - والراجـح أن ذلـك كان في النصـف الأول مـن (القـرن السـادس الهجـري /الثانـي عشـر الميـلادي) - والمجلـد الأول منـه موجـود في مخطوطـين مزوديـن بالأشـكال. وقـد صنـع نسـخة مختصـرة منـه أبـو الفـرج ابـن العبـري النصرانـي. والمنهـج والترتيـب اللـذان اتبعهمـا ابـن سـمجون والغافقـي في ذكـر المـواد، همـا بعينهمـا مـا فعلـه الإدريسـي (تـوفي 560هـ /1166م). ففـي كتابـه في الأدويـة المفـردة جـاء بمـادة مسـتفيضة مـن المرادفـات بعـدة لغـات. أمـا عـن الفصـل الـذي عقـده ابـن رشـد علـى الصيدلـة، فقـد وضعـه في الكتـاب الرابـع مـن «الكليـات في الطـب». وقـد جمـع ابـن البيطـار (تـوفي 646هـ /1248م) في موسـوعته المطولـة «الجامـع لمفـردات الأدويـة والأغذيـة»، كل مـا تيسـر لـه مـن المعلومـات، مستشـهدًا بنحـو مائـة وخمسـين مؤلفًـا مـن ديسـقوريديس، إلـى شـيخه هـو (أبـي العبـاس النباتـي)، الـذي ينقـل ابـن البيطـار عـن رحلتـه الشـيء الكثيـر. ولاريـب في أن ابـن البيطـار كان يعـرف معظـم هـذه الكتـب روايـة عـن مراجـع في الطبقـة الثانيـة، وفـوق هـؤلاء جميعـا الغافقـي. ويتنـاول ابـن البيطـار في 2324 مـادة، نحـو 1400 مـن العقاقيـر والنباتـات المختلفـة، منهـا أربعمائـة كانـت خافيـة علـى اليونانيـين.

ويمكـن أن نضيـف أيضًـا إلـى هـذه الكتـب (التـي كتبـت في المغـرب واشـتملت علـى أوصـاف للعقاقيـر وإرشـادات عـن اسـتعمالها)، عددًا آخـر مـن الكتـب تضـم قوائـم بمفـردات أدرجـت لشـرح معنـى الأسـماء المختلفـة للأدويـة المفـردة والعقاقيـر المذكـورة؛ مثـل «شـرح أسـماء العقـار» للطبيـب موسـى بـن ميمـون، وقـد نشـره مايرهـوف بالقاهـرة سـنة 1940م؛ وكتـاب «تحفـة الأحبـاب» لمؤلـف مجهـول، نشـره رينـو وكولان في الربـاط سـنة 1934م، وهـو كتـاب يتنـاول بخاصـة الأسـماء الشـائعة في مراكـش، والراجـح أن هـذا الكتـاب أُلـف في القـرن الثامـن عشـر [موجـز دائـرة المعـارف الإسـلامية، 1998م].

أعـــلام الصيدلـــة العـــرب

كان أبو قريش عيسى المتطبب أول من أُطْلِق عليه لقب صيدلاني في العصر العباسي، فقد كان صيدلانيًا في الحملة التي بعث بها المنصور لمحاربة سنقار. وقد نال حظوة في بلاد بني العباس. ثم بتطور مهنة الصيدلة ظهر أول طبيب غلبت عليه صفة الصيادلة وهو يوحنا بن ماسويه الخوزي، الذي كان أحد معلمي حنين بن إسحاق. ثم ظهر أول كتاب صيدلاني بالعربية اسمه «الأقرباذين الكبير» في أواخر القرن التاسع الميلادي، ألفه سابور بن سهل الكوسج (توفي 255هـ/ 869م).

على أن صناعة الصيدلة والطب قفزت قفزة نوعية، ليس في العالم الإسلامي فحسب، وإنما في كل العالم خلال القرنين التاسع والعاشر الميلاديين؛ بظهور خمس موسوعات طبية صيدلانية كتبت بالعربية، هي: «فردوس الحكمة» لعلي بن سهل الطبري، و«الحاوي» للرازي، و«كامل الصناعة» لعلي بن عباس الأهوازي، و«القانون» لابن سينا، و«التصريف لمن عجز عن التأليف» للزهراوي. وختمت هذه الطفرة في القرن الثالث عشر الميلادي بكتابي «الجامع لمفردات الأدوية والأغذية» لابن البيطار (توفي 646هـ/ 1249م)، و«منهاج الدكان ودستور الأعيان» لداود العطار (توفي بعد 658هـ/ 1260م). وقد ساهم هؤلاء العلماء وغيرهم بقسط وافر في تقدم الصناعة الطبية والصيدلانية. وفيما يلي وقفة على إسهام بعضهم.

• إســـــهامات الطـــبري

كان أبـو الحسـن علـي بـن سـهل الطبـري أسـتاذًا للـرازي الـذي أثنـى علـى إسـهاماته. وكان حقل الطب على عهد الطبري يجمع بين الطب والصيدلة؛ لذا نجـد أن كتابـه «فـردوس الحكمـة» صـورة صادقـة لمـزج الطـب بالصيدلـة. وهـذا الكتـاب أقـدم مُؤَلّـف باللغـة العربيـة جامـع لفنـون الطـب والصيدلـة. واحتـوى علـى سـبعة أبـواب، تضمّـن البـاب الواحـد 30 مقالة، مفصلة إلـى 360 فصلاً. أفرد البـاب السـادس للصيدلـة، وبـه سـت مقـالات عـن المـادة الطبيـة، تحـدث فيهـا عـن الأدويـة المفـردة والمركبـة، والصمـوغ والأشـياء المتجليـة مـن الأرض، والأصـداف والمعـادن والدخـان والرمـاد والزجـاج، وقـوى الأرض والطـين المختـوم، وتحضيـر الأدويـة وحفظهـا، والسـموم والترياقـات والأقـراص والجوارشـنات والربـوب والأشـربة والأدهـان، والمراهـم.

لقد مهّد الطبري الطريق لمن جاء بعده واقتفى أثره من أمثال الرازي والأهوازي وابن سينا.

• إســـــهامات أبو بكـــر الـــــرازي

مـن المقبـول حاليًـا بشـكل عـام، أنـه بحلـول أوائـل القـرن (الرابـع الهجـري/ العاشـر الميـلادي)، ذهـب كبـار الأطبـاء المسـلمين إلـى أبعـد مـن الإغريـق القدمـاء في دراسـة الطـب وممارسـته. إذ تمكـن الـرازي في دراسـته مـن الجمـع بـين مـا اعتبـره أفضـل تقاليـد العالـم القـديم: اليونانيـة والسـريانية والفارسـية، وقليـل مـن المصريـين القدمـاء. وعلـى عكـس معظـم أسـلافه، لـم يسـمح الـرازي لنفسـه بـأن تغمـره عظمـة تعلـم كتـب القدمـاء، فعـن طريـق تفاعلـه اليومـي مـع المرضـى، وتدويـن تفاصيـل كل حالـة، أدى بـه لاسـتخلاص اسـتنتاجات تتعـارض في كثيـر مـن الأحيـان مـع اسـتنتاجات الأسـاتذة السـابقين [Watts, 2003].

لقد عرف عن الرازي أنه طبيب وكيميائي أكثر من نسبته إلى أي علم آخر، لذلك هو نبغ في الصيدلة أيضًا. وهو أول من نادى باستقلال الصيدلة عن الطب، وكان يقول لأطباء عصره: «إن علم الصيدلة هو العلم الوحيد الذي سيكون العامل المشترك بين الطب والكيمياء»، ومن هذا المنطلق كان أول من أدخل المركبات الكيميائية في الصيدلة. ومع أن انفصال الصيدلة عن الطب حدث بعده بفترة طويلة، إلا أن الفضل يعود إليه أولاً في الإشارة إلى ذلك.

إنّ كتابه «الحاوي» يعتبر أضخم موسوعة في علم الأمراض والمداواة، كتبت بالعربية حتى عصرنا الحاضر، وقد خصص الأجزاء الأخيرة من كتابه هذا، للصيدلة؛ وفيها تناول قوى الأدوية المفردة، وأحصى فيها نحو 900 عقار. وكان عنوان الجزء قبل الأخير في هذه الموسوعة «صيدلة الطب»، وقدَّم له بقوله: «المعرفة بالأدوية وتمييزها، جيدها ورديها، خالصها ومغشوشها، وإن كان ليس بلازم للطبيب ضرورة ـ كما يحسبه جهال الناس ـ فهو أحرى وأزين به. ولذلك رأيت أن أجمع هذا الفن، وإن لم يكن جزءًا من الطب ضروريًا في كتاب يخصه». وتناول الرازي في باب صيدلة الطب الأدوية المفردة والمركبة، وطرق تحضيرها وكشف غشها، كما تناول الأوزان والمكاييل. وفي آخر أجزاء الكتاب تحدث عن قوانين استعمال الأطعمة والأشربة، وأدوية الزينة. وصنّف الرازي إلى جانب «الحاوي» كتبًا كثيرة بلغت نحو 200 كتاب، إلا أنه في كتابيه: «المنصوري» و«الجامع»، تدارك ما فاته ذكره في الطب والصيدلة. ووضع الأسس الصحيحة لعلم العقاقير وبين صفاتها وطرق تحضيرها، وكذلك علم الكيمياء الصيدلية، وهو أول من أدخل الزئبق في المراهم، وابتكر طريقة لتحضير الكحول من المواد النشوية والسكرية المتخمرة، واستخدمه في تطهير الجروح. وهناك قول بأن الفضل في اكتشاف دواء مضاد للجراثيم (مضاد حيوي) يعود للرازي، فقد أضاف عفن الخبز والعشب الفطري في أدويته التي تعالج الجروح المتعفنة. وحضر بعض الأحماض مثل حمض الكبريتيك وسمّاه الزاج الأخضر أو زيت الزاج. كما كان أول من استخدم الفحم الحيواني في قصر الألوان؛ ولا يزال هذا الفحم مستخدمًا لإزالة الألوان والروائح من المواد العضوية. وهو أول من فرّق بين كربونات الصوديوم وكربونات البوتاسيوم مع وجود تشابه كبير في خصائصهما. وكان أول من قاس الوزن النوعي لعدد من السوائل مستخدمًا ميزانًا أطلق عليه الميزان الطبيعي.

وتتشابه العلاجات الجراحية التي أوصى بها أبو بكر الرازي لأمراض الشرج والمستقيم بشكل مدهش مع الممارسات الجراحية للقولون والمستقيم اليوم، لا سيما

التركيز على تجنب قطع العضلة العاصرة الشرجية لجراحة البواسير والناسور، لتجنب سلس البول. قد يبدو وصفه لعلاج البواسير مألوفًا في الطب الحديث. كان علاجه للناسور في فتحة الشرج مشابهًا بشكل مثير للدهشة لطريقتنا، خاصة عندما يصف كحت قناة الناسور وملئه بعوامل لها خصائص مماثلة للسدادة الشرجية المستخدمة اليوم لعلاج هذه النواسير الصعبة. [AL-Humadi, & Al-Samarrai, 2009].

• إســـهامات الأهـــوازي

اشتهر علي بن عباس الأهوازي بكتابه «كامل الصناعة الطبية»، الذي بقي المرجع الوحيد في الطب والصيدلة فترة طويلة، إلى أن ظهر «كتاب القانون» لابن سينا، فانصرف إليه الناس، وتركوا «كامل الصناعة» جزئيًا. وتذكر بعض التراجم أن «كامل الصناعة في العمل» أبلغ، و«القانون» في العلم أثبت.

كان الأهوازي بارعًا في الطب، حتى أن بعض الباحثين. ممن قارن بين كتابي الأهوازي وابن سينا. اعتبر كتاب «الكامل» أفضل من كتاب «القانون».

لقد أخذ كتاب «كامل الصناعة الطبية» طريقه إلى أوروبا، عندما ترجمه قسطنطين الإفريقي (توفي 471هـ/ 1078م)، عميد مدرسة الطب في جامعة سالرنو (إيطاليا) ونسبه إلى نفسه. ولم يكتشف هذا السطو إلا بعد أن قام أسطفان الأنطاكي بترجمته ثانية عام 625هـ/ 1227م، ومن ثم أثبت عليه اسم المؤلِّف. ويحوي الكتاب على قسمين؛ نظري وعملي يتضمنان 20 مقالة. وما يختص بالصيدلة، ورد في القسم العملي في المقالتين الثانية والعاشرة، وعنواناهما الأدوية المفردة وامتحانها ومنافعها، والأدوية المركبة على التوالي. ويُورد تحت الأدوية المفردة خمسة وخمسين بابًا أهمها: امتحان الدواء (أي اختباره) وأنواعه مثل: الأدوية الملينة، والمذيبة، والمسكنة، والمفتتة للحصى، والمدرّة للبول، وأنواع العقاقير التي تؤخذ من النباتات كالأوراق، والبذور، والثمار، والصموغ، وما يؤخذ من المعادن، وما يؤخذ من الحيوان والأدوية المسهلة والمقيئة...إلخ. ويورد تحت الأدوية المركبة ثلاثين بابًا أهمها: الترياقات، والمعجونات، والمطبوخات، والمنقوعات، والسفوفات، والأضمدة، واللعوقات، والأكحال، والأدهان، والربوب، والأقراص، والجوارشنات، والذرورات، وأدوية الرعاف، والسمنة، والكلف والبهق والبرص، والجرب ونحوها. وكان مثل الرازي، ينصح المريض أولاً بالعلاج بالأغذية متى أمكن ذلك، وإلا فبالأدوية المفردة، وكان يلجأ للأدوية المركبة إذا تعذَّر العلاج بالأغذية والأدوية المفردة.

- **إســـــهامات ابن ســـــينا**

قام ابن سينا بتجميع كتاب «القانون»، والذي ادعى فيه (فيما يقدر بمليون كلمة) أنه يحوي على كل الحكمة الطبية للعالم القديم. وبذلك فإن كتاب «القانون» كان الوساطة التي من خلالها جرى نقل الميراث اليوناني، وتفسير جالينوس لهذا الميراث، إلى الغرب [Watts, 2003].

تأتي أهمية ابن سينا في حقلي الطب والصيدلة، من أنه العالم الذي حدّد النظريات والتطبيقات في عصر ازدهار الحضارة الإسلامية، التي تقابل العصور المظلمة في أوروبا. لقد تناول ابن سينا علم الصيدلة في موسوعته «القانون»، التي تتكون من خمسة كتب، يحوي كتابه الثاني على الأدوية المفردة، ذكر فيه عددًا كبيرًا من النباتات الطبية العربية المنشأ، وكذلك؛ الهندية والفارسية والصينية واليونانية. أما كتابه الخامس فقد تناول فيه الأدوية المركَّبة وطرق تحضيرها، سواءً كانت ذات مصدر حيواني أو معدني أو نباتي. وحضّر ما يربو على 800 دواء مُركَّب استخدمها المسلمون، ومن بعدهم، بفترة طويلة، أهل أوروبا.

إذا كان علي بن سهل الطبري طليعة عهد النهضة العلمية الإسلامية في الطب والصيدلة، فإن قمة هذه النهضة كانت في عهد الشيخ الرئيس ابن سينا.

والكتاب الثاني ينقسم إلى قسمين؛ يتناول القسم الأول أبحاثًا في ماهية الدواء واختياره وصفاته ومفعوله وطرق حفظه، وشرح في هذا الكتاب تأثير بعض الأعمال الصيدلانية في عمل الأدوية المفردة التي قد تفسد مفعولها أو تقلله إذا لم تُراع مواصفات كل دواء. وذكر من ذلك الطبخ العنيف والمعتدل والخفيف، والسحق الشديد والمفرط، والإحراق الذي يكسر الحدّة، أو يكسبها، أو الذي يلطِّف الحدة، أو الذي يزيل القوة غير المرغوبة. وأضاف إلى هذا الجزء جداول أطلق عليها اسم الألواح، بيّن فيها أثر كل دواء على كل عضو، وجعلها اثني عشر لوحًا، وهو تصنيف يمكن أن نطلق عليه في لغة صيادلة العصر علم تصنيف العقاقير (الفارماكولوجي). أما القسم الثاني من الكتاب الثاني؛ فيحوي على الأدوية المفردة ذاتها، وقام بترتيبها ترتيبًا ألفبائيًا، وتعّرض بالتفصيل لنحو 600 عقار، وذكر أمام كل عقار المعلومات الست التالية: 1. ما هيته 2. اختياره 3. طبعه 4. فعله 5. بديله 6. سمّيته، وقد يضيف إلى بعضها مصدره الجغرافي.

والكتاب الخامس يتناول فيه الأدوية المركبة، ويقسمها تبعًا لخواصها إلى: حارة وباردة، ورطبة، ويابسة؛ وذلك لأن نظريته في العلاج مُستمدة من أن تركيب جميع الكائنات يقوم على أربعة إسطقسات (عناصر) وأربع كيفيات متضادة، وأن بلوغ الصحة يتأتى من تعادل الأخلاط الأربعة في جسم الإنسان؛ وهي الدم والبلغم والمرة السوداء والصفراء، وأطلق عليها اسم المزاج. مع أن نظرية القوى والأمزجة والأخلاط التي عوّل عليها ابن سينا ومن سبقه من أطباء في شرح آلية تأثير الأدوية، تعد غير مقبولة علميًا في الوقت الحالي، إلا أنه ذكر وصفًا لعشرين فعلاً دوائياً أكثر مما ذكره الأهوازي في «كامل الصناعة»، ولكل منها أهميته في علم الطب الحديث. كما يورد في مقالتي الكتاب الخامس عددًا من المركبات الراتبة في الأقرباذينات، وعددًا من الأدوية المركبة المجربة، بالإضافة إلى أصول علم تركيب الأدوية، ولم يفُته ذكر الأوزان والمكاييل المستخدمة في العالم الإسلامي آنذاك، بالإضافة إلى ما عند الروم.

• إســـــهامات الزهـــــراوي

اشـتهر أبـو القاسـم خلـف بـن عبـاس الزهـراوي بأنـه أبـو الجراحـة في عصـر ازدهـار العلـم الإسـلامي ـ العصـور المظلمـة في أوروبـا . وكان خبيـرًا بالأدويـة المفـردة والمركبـة. وأشـهر مؤلفاتـه « التصريـف لمـن عجـز عـن التأليـف»، ويعـد هـذا المؤلـف دائـرة معـارف طبيـة أفـادت منـه أوروبـا علـى مـدى خمسـة قـرون، واحتل المكانـة التـي كان يحتلهـا كتـاب بولـس الإجنيطـي في الجراحـة.

يعتبر الكثير من مؤرخي الطب أن الزهراوي أبو الجراحة بلا منافس.

لقـد خـص الزهـراوي الصيدلـة في هـذا الكتـاب بنصيـب كبيـر، إذ أفـرد لهـا سـبعة وعشـرين بابًـا، مـن بـين ثلاثـين مقالـة ضمهـا الكتـاب. تنـاول الزهـراوي في هـذه الأبـواب الأشـكال الصيدلانيـة، ودراسـات عـن أدويـة تخـص معالجـة أمـراض معينـة؛ مثـل أدويـة القلـب وأدويـة السـمنة والبـاءة وأمـراض النسـاء. وأفضـل مـا كتبـه

في الكتاب عن الصيدلة المقالتين 28 و29. وقد ترجمت الأولى إلى اللاتينية، وطبعت في البندقية عام 1471م، وكانت أشهر مقالة صيدلانية، تناول فيها كيفية تحضير العقاقير المعدنية والنباتية والحيوانية وتنقيتها، وذكر أسماء العقاقير بأربع لغات إلى جانب العربية، وهي: اليونانية، والفارسية، والسريانية، والبربرية. وهو عمل يمكن أن يطلق عليه حاليًا معجم مصطلحات الصيدلة متعدد اللغات. كما أورد أسماء الأدوات والأجهزة الكيميائية والصيدلانية، وأبدال الأدوية المفردة، وذكر مصادرها - إن وجدت - وأعمار الأدوية المركبة والمفردة؛ أي تاريخ صلاحية الدواء. وكما فعل من سبقه، أتى في النهاية على ذكر الأوزان والمكاييل ورتبها ترتيبًا ألفبائيًا.

(الصورة السفلى): رسم توضيحي من النسخة التركية لكتاب «التصريف» للزهراوي، مخطوطة مكتبة الأمة، إستنبول، علي الأميري (رقم. 79، ورقة: 24 ب)، لأداة تستعمل في حالات تعفن الأنف، وقد أعاد المؤرخ فؤاد سزكين إنتاجها بشكل حديث. (الصورة العليا): أداة جراحية من بين 200 أخرى ضمها كتاب الزهراوي

وكان الزهـــراوي أول من:

1. استخدم الفحم في ترويق شراب العسل البسيط.
2. استخدم قوالب الكبس لصنع الأقراص الدوائية.
3. استخدم القطن (في الضمادات الجراحية، وفي السيطرة على النزيف وكحشوات في تجبير الكسور.
4. وصف بالتفصيل مرض الهيموفيليا غير المعتاد.
5. استخدم الكي والشمع والكحول للسيطرة على نزيف الجمجمة أثناء جراحة الجمجمة، ووصف رباط الشرايين قبل فترة طويلة من أمبروز باري.
6. علم وضعية استئصال الحصاة للعمليات المهبلية.
7. وصف عملية بضع القصبة الهوائية وأجراها كحالة طارئة لأحد خدمه.
8. كتب عن تقويم الأسنان، ووصف كيفية علاج انحرافها.
9. وصف الحمل خارج الرحم [Elgohary, 2006].

• إســـــهامات الغافقـــــي

نـال أبـو جعفـر أحمـد بـن محمـد الغافقـي (تـوفي 560هـ/ 1165م) شـهرة عظيمة بعـد أن صنـف كتابـه « الأدويـة المفـردة»، وقـد جمـع فيـه نحـوًا مـن 1000 دواء مـن الأدويـة المفـردة، ووصفهـا وصفًـا دقيقًـا، وشـرح طـرق تحضيـر بعضهـا واسـتخدامها، وأورد مـن بينهـا النباتـات الإسـبانية والإفريقيـة، ووضـع مـا يقابلهـا بالعربيـة واللاتينيـة والبربريـة. كمـا اسـتقصى في هـذا الكتـاب كل مـا ذكـره ديسـقوريدس وجالينـوس.

إلـى جانـب الأدويـة المفـردة لـه مصنـف آخـر اسـمه «كتـاب الأعشـاب»، يحـوي علـى 380 صـورة ملونـة لنباتـات وعقاقيـر رسـمت رسـمًا دقيقًـا.

كان الغافقي يرى أن على الطبيب أن يكون ملمًا إلمامًا تامًا بالدواء الذي يصفه لمرضاه، لكنه لا ينبغي أن يتدخل في صنع هذا الدواء، بل يترك ذلك للصيدلاني الذي ينبغي أن يكون مطّلعًا على استعمال الأدوية وطرق تحضيرها

• إســـــهامات ابن البيطـــار

يُعّد أبو محمد عبد الله بن أحمد بن البيطار (توفي 646هـ/ 1248م) أكثر علماء النبات المسلمين إنتاجًا، وأدقهم في فحص النباتات في مختلف البيئات والبلدان؛ فقد تجوّل في كثير من أقطار العالم المعروف آنذاك رغبة في جمع الحشائش والنباتات، وعني بدراسة كل نبات في زمانه وبيئته. وقد ألّف كتبًا كثيرة أهمها «الجامع لمفردات الأدوية والأغذية»، وكان أوسع وأهم كتاب في الصيدلة وعلم النبات طوال الحقبة الممتدة من ديسقوريدس إلى القرن السادس عشر الميلادي. وقد ذكر في هذا الكتاب نحوًا من 1500 صنف من الأدوية الحيوانية والنباتية والمعدنية، من بينها 300 صنف جديد اكتشفها بنفسه. ولعلّ أهم ما يميز هذا الكتاب منهجه العلمي.

كان ابن البيطار يرى أن المتقدمين وقعوا في الخطاء عندما اعتمد أكثرهم على الصحف والنقل، أما هو فيقول عن نفسه: «واعتمادي على التجربة والمشاهدة»

عندما وصل ابن البيطار إلى مصر عيّنه صلاح الدين الأيوبي رئيسًا للعشابين (علماء النبات وتحضير الأدوية). ولما وصل إلى دمشق عينه الملك الكامل بن العادل رئيسًا للعشابين أيضًا. ورتّب ابن البيطار مفردات كتابه ترتيبًا ألفبائيًا، وضع لكل مفردة مقابلها باللغات السائدة آنذاك، وتُرجم هذا الكتاب إلى: اللاتينية، والتركية، والألمانية، والفرنسية.

يقع هذا المؤلّف الموسوعي في أربعة أجزاء يذكر فيها: ماهيات الأدوية، وقوامها ومنافعها ومضارها، وإصلاح ضررها، والمقدار المستعمل منها، ومن عصارتها أو طبخها، وبدائلها إذا انعدمت. وذكر أسماء النباتات والحيوانات والمعادن التي يتخذ منها العقار، ويصف أجزاءه وصفًا دقيقًا، ومواطن نموه، وطريقة تحضير الدواء منه، ثم طريقة الاستعمال. وعلى الرغم من أنه ضمّن كتابه بعض معتقدات العامة، إلا أن مفرداته، بصورة عامة، يغلب عليها الطابع العلمي من حيث: الجمع والترتيب والتبويب، وسلامة العرض، وأمانة النقل.

• إســـهامات داوود العطـــار

ختم أبو المنى داوود المعروف بكوهين العطار (توفي نحو 658هـ/ 1259م) قمة حقبة المجد الصيدلاني في الدولة الإسلامية، في الفترة التي تبدأ بالقرن الثامن الميلادي وتنتهي بنهاية القرن الثالث عشر منه، واهتم بدراسة العقاقير، فألف كتابه المشهور «منهاج الدكّان ودستور الأعيان في تركيب الأدوية النافعة للأبدان»، وقد جمع هذا الكتاب كما يقول في مقدمته: «... مختارًا من عدة أقرباذينات... كالإرشاد الملكي، والمناهج وأقرباذين ابن التلميذ والدستور... ومما نقلته عن ثقات العشابين ومما امتحنته وجربته بيدي». وقد ذكر داوود العطار نحوًا من 24 شكلًا صيدلانيًا عرف في عصره، وطرق تحضيرها، بالإضافة إلى دراسة

وافيـة مفصلـة لأعمـار الأدويـة. وتنـاول الأدويـة النباتيـة المفـردة وقوتهـا، ووصـف طـرق فحـص الأدويـة المغشوشـة مـن الأصيلـة، وهـو مـا كان يسـمى آنـذاك بامتحـان الأدويـة، ومـن أهـم الأدويـة التـي ورد ذكرهـا في منهـاج الـدكان: الأشـربة وطبخهـا، والمربيـات، والمعاجـين والجوارشـنات، والسـفوفات، والأقـراص، واللعوقـات، والحبـوب، والمراهـم، والأدهـان، والأدويـة المسـهلة والقابضـة، والأكحـال.

تميـز داود العطـار عـن غيـره بالنزاهـة التـي عرفـت لابـن البيطـار والـرازي وغيرهمـا مـن علمـاء العـرب والمسـلمين؛ فقـد اعتـرف أنـه جمـع معظـم مادتـه مـن خبرتـه وتجربتـه الشـخصية، بالإضافـة إلـى أخـذه مـن عـدة مصـادر أخـرى؛ كالإرشـاد لابـن جميـع، وكامـل الصناعـة للأهـوازي، والمنهـاج لابـن جزلـة البغـدادي، وأقربـاذيـن ابـن التلميـذ، والدسـتور البيمارسـتاني للشـيخ السـديد

إنجـازات طبيـــة وصيدلانيـــة عربيـــة

أسهم العرب كثيرًا في حقلي الطب والصيدلة، ومن أهم إسهاماتهم: إدخال طرائق جديدة للتشخيص المباشر والتشخيص السريري، وعلاج أمراض القلب، واكتشاف طرق مستحدثة للعلاج النفسي، وتطوير عمليتي التخدير والإنعاش بإدخال مواد جديدة إلى هذا الحقل، واكتشاف طرق جديدة لتفتيت الحصى في المثانة للرجال، واستئصال حصى المثانة عند النساء عن طريق المهبل، وفي جراحة القضيب الهوائية، كما اكتشفوا الدورة الدموية الصغرى (الدورة الرئوية). ومن منجزاتهم أنهم أسسوا علم الطب التجريبي، كما حفظوا التراث الطبي للأمم التي سبقتهم من الضياع، وأهملوا ما يتنافى فيه مع العلم والتجربة، وصححوا الأخطاء الواردة فيه، وأضافوا معارف جديدة. ومن ذلك إقامة المدارس الطبية الملحقة بالبيمارستانات، بما في ذلك نظام الإعاشة لطلابها على غرار المدارس الداخلية في وقتنا الراهن، ويتلقى فيها الطلاب دروسهم النظرية والتطبيقية، ويتقدمون في نهاية الدراسة إلى امتحان كفاية، بعده، يُقْسِم الناجحون يمين المهنة، ويتسلمون براءة ممارستها تحت رقابة الدولة. ومن هذه المدارس: مدرسة دمشق، ومدرسة بغداد، ومدرسة قرطبة. كما أدخلوا نظام الفحص اليومي على المرضى بالمستشفيات، وتدوين خلاصة الفحص على لوحة سرير المريض، وابتكار نظام الحمّيات (الوجبات الخاصة) للمرضى، ووضع القواعد في طب العيون، وابتكار أدوات جراحية مختلفة كالمكاشط، والكلاليب والحقن المعدنية لاستخراج حصاة المثانة والمشارط. كما أجروا نظام اختبار كفاية للأطباء وهم في الخدمة، وكان مبدأ ذلك في عهد الخليفة المقتدر بإشراف الطبيب سنان بن ثابت بن قُرة.

وهم أول من اعتمد طريقة التشخيص السريري على المرضى، وكذلك العزل (الحجر) الصحي، كما ابتكروا طرقًا أخرى في التشخيص تعرفوا بها على أعراض كثير من الأمراض، وتوصلوا إلى سبل لمعالجتها. من ذلك: العقم

وأسبابه، والتخنث وحالاته وعالجوا بعض حالاته جراحيًا. ومن هذه الأمراض؛ داء الجمرة والفيلارية والأورام الخبيثة، التي عالجوا بعضها جراحياً وهي في أطوارها الأولى، والجذام وقد عزلوا المصابين به في مستشفيات خاصة، والسُّل الذي اكتشفوا أعراضه في لون أظافر المرضى. والشلل وأنواعه وعالجوه بأدوية مخالفة للأدوية التي استخدمها من قبلهم.

وأجروا عمليات جراحية مستعصية في العين، مثل قدح الماء الأزرق، كما شقّوا القصبة الهوائية والمريء والمستقيم، للتوصل إلى التغذية الاصطناعية، وربطوا الشرايين أثناء العمليات الجراحية وفي حالات النزف.

كما كان العرب أول من استخدم فتيلة الجرح وأمعاء الحيوانات في العمليات الجراحية، وأول من استخدم الرصاص الأبيض في المراهم، والزئبق في تركيب المسهلات. وكانوا أول من فرّق بين الجراحة وغيرها من الحقول الطبية، وجعلوها قائمة على أساس دراسة تشريح الأجسام. وفصلوا بين الصيدلة والطب، وأسسوا علم الصيدلة وفق أساليب علمية منظمة، كما كانوا أول من أدخل استعمال السكر في تركيب الأدوية، لتحل الأشربة الحلوة المستساغة للمرضى محل الأشربة المرّة. وصنفوا النباتات الطبية، ووصفوها واستخدموها في المجالات الطبية وصناعة العقاقير. وقد برعوا في التمييز بين الأمراض ذات الأعراض المتشابهة كالحصبة والجدري، ومرض النقرس والرثية، والالتهاب الرئوي والالتهاب البلوري، وحصى الكلية وحصى المثانة، والمغص المعوي والمغص الكلوي، والسدر والدوار، والشلل النصفي واللقوة (شلل الوجه). وميّزوا بين ما هو ناتج عن سبب موضعي، وما ينتج عن سبب مركزي في الدماغ، وألّفوا في هذا المجال بعض التصانيف منها: كتاب ابن الجزار «الفرق بين العلل التي تشتبه أسبابها وتختلف أعراضها. واكتشفوا مرض الإنكلستوما والدودة التي تسببه، واكتشفوا الطفيليات المسببة للجرب.

والعلمـاء المسـلمون هـم أول مـن اسـتفاد مـن الكيميـاء في حقـل الصيدلـة. ولما اعتمـد علمهـم علـى التجربـة والمشـاهدة والقيـاس؛ فقـد أجـروا التجـارب علـى الحيوانـات كالقـرود قبـل تجربتهـا علـى بنـي البشـر. وبيّنـوا علاقـة بعـض الأمـراض بالخمـر، كمـا وصفـوا داء الفيـل وانتشـاره في الجسـم. ولاحظـوا أن لـكل مرحلـة مـن العمـر معـدّلاً معينًـا في النبـض، وبيّنـوا أثـر العوامـل النفسـية في اضطرابـه. واسـتخدموا الأنابيـب القصديريـة المجوّفـة لتغذيـة المصابـين بعسـر البلـع. والأطبـاء المسـلمون أول مـن اسـتخدم الإسـفنجة المبنجـة (المخـدِّرة) التـي كانـت توضـع في عصيـر مـن الحشـيش والأفيـون والـزؤان وسـت الحسـن (الهيوسـيامين). وعرفـوا مـا يطلـق عليـه اليـوم التشـريح المقـارن. وعرفـوا كيفيـة خياطـة الجـروح بشـكل داخلـي لا يتـرك أثـرًا ظاهـرًا مـن الخـارج، والتدريـز في جراحـات البطـن، وكيفيـة الخياطـة بإبرتـين وخيـط واحـد مثبـت بهمـا.

لقد برع الأطباء العرب في تشريح العيون وجراحتها.

الطـــب في عصر النهضة الأوربيـــة

في الوقت الذي كانت فيه الحضارة الإسلامية في قمة تألقها وازدهارها، كانت أوربا تغط في سبات عميق في عصورها المظلمة. ولذلك وجد المثقفون الأوربيون أنفسهم أمام حالتين: إما الاستفادة من علوم المسلمين وتحسين أوضاع أمتهم، أو عدم أخذ علوم المسلمين والفناء على كافة المستويات. ويبدو أنهم اختاروا الاتجاه الأول، فراحوا يتعلمون العربية، ويترجمون العلوم العربية في كل المجالات للغة اللاتينية.

في أوائل العصور الوسطى في أوروبا (من القرن الخامس إلى القرن العاشر)، توقف التقدم في الطب والعلوم تقريبًا. بحلول القرن الثاني عشر، كانت ترجمة النصوص الطبية القديمة وتداول الأفكار الجديدة تعزز المعرفة.

ومع ظهور مناهج مختلفة للتدريب الطبي في جميع أنحاء العالم في وقت مبكر من القرن الثالث والعشرين قبل الميلاد. كان أول مرفق رسمي لتعليم الطب هو Scuola Medica Salernitana، في مدينة ساليرنو بجنوب إيطاليا، والتي تأسست في القرن التاسع للميلاد [Parker, 2016].

وقد منحتها التأثيرات العالمية من المصادر اليونانية واللاتينية والعربية والعبرية سمعة دولية، باسم مدينة أبقراط Hippocratic City، حيث جاءها الطلاب من العائلات الثرية يدرسون لمدة ثلاث سنوات من الدراسات الأولية، وخمس سنوات من الدراسات الطبية (Vecchio I, January 2013).

ثم بدأ تدريب الأطباء في جامعة بولونيا عام 1219، فجذبت المدينة الإيطالية طلابًا من جميع أنحاء أوروبا، وبنى تاديو الديروتي Taddeo Alderotti تقليدًا للتعليم الطبي، حيث أنشأ السمات المميزة للطب الإيطالي المتعلم، وتم تقليده من قبل كليات الطب في أماكن أخرى، وكان توريسانوس (توفي 1320) تلميذه [Siraisi NG, May 2009].

بواكـــير الطـب الحديـث

في إنجلترا، لم يكن هناك سوى ثلاثة مستشفيات صغيرة بعد عام 1550م. يقدر بيلنج وبستر أنه في لندن في الفترة من 1580 إلى 1600م، من بين ما يقرب من 200000 شخص، كان هناك نحو 500 ممارس طبي. الممرضات والقابلات غير مشمولات. وكان هناك نحو 50 طبيبًا و100 جراحًا مرخصًا و100 صيدليًا و250 ممارسًا إضافيًا غير مرخص. في الفئة الأخيرة نحو 25 % من النساء. [Pelling M, November 1979].

في جميع أنحاء إنجلترا، بل في جميع أنحاء العالم، اعتمدت الغالبية العظمى من الناس في المدينة أو البلدة أو الريف في الحصول على الرعاية الطبية على هواة محليين بدون تدريب مهني، ولكن يتمتعون بسمعة طيبة كمعالجين حكيمين يمكنهم تشخيص المشكلات، وتقديم النصح للمرضى بشأن ما، للقيام به، وربما جبر عظامًا مكسورة، أو خلع سنًا، أو أعطى بعض الأعشاب التقليدية أو المشروبات الكحولية، أو قام ببعض السحر لعلاج ما أصابهم.

جلب عصر النهضة تركيزًا مكثفًا على المنح الدراسية إلى أوروبا المسيحية. ظهرت جهود كبيرة لترجمة الأعمال العلمية العربية واليونانية إلى اللاتينية. أصبح الأوروبيون تدريجياً خبراء، ليس فقط في الكتابات القديمة للرومان واليونانيين، ولكن في الكتابات المعاصرة للعلماء المسلمين.

خلال القرون اللاحقة من عصر النهضة، حدثت زيادة في البحث التجريبي، لا سيما في مجال التشريح وفحص الجسم، مما أدى إلى تقدم معرفتنا في علم التشريح البشري [Siraisi, September 2012]

خلال عصر التنوير، في القرن الثامن عشر، كان العلم يحظى بتقدير كبير، وقام الأطباء بترقية مكانتهم الاجتماعية، بأن يصبحوا أكثر علمية. كان المجال

الصحـي مكتظًـا بالجراحـين الحلاقـين المدربـين ذاتيًـا، والصيادلـة، والقابـلات، وباعـة الأدويـة، والدجالـين.

اعتمـدت كليـات الطـب في جميـع أنحـاء أوروبـا بشـكل رئيـس علـى المحاضـرات والقـراءات، وكان لطالـب السـنة الأخيـرة خبـرة سـريرية محـدودة مـن خـلال تتبـع الأسـتاذ في الأجنحـة. كان العمـل المخبـري غيـر شـائع، ونـادراً مـا كان يتـم إجـراء التشـريح بسـبب القيـود القانونيـة علـى الجثـث. كانـت معظـم المـدارس صغيـرة، وفقـط إدنبـرة، اسـكتلندا، أنتجـت أعـدادًا كبيـرة مـن الخريجـين، بلـغ 11000 خريـج [Broman, 2003–2020].

في إيطاليـا، وفي ثلاثينـات القـرن التاسـع عشـر، تتبـع أجوسـتينو باسـي مـرض دودة القـز المسـكاردين Silkworm Disease Muscardine إلـى الكائنـات الحيـة الدقيقـة. في هـذه الأثنـاء، في ألمانيـا، قـاد ثيـودور شـوان بحثًـا عـن التخميـر الكحولـي بالخميـرة، مقترحًـا أن الكائنـات الحيـة الدقيقـة هـي المسـؤولة عـن ذلـك. سـخر الكيميائيـون البـارزون، مثـل يوسـتس فـون لايبـغ، الـذي كان يبحـث، فقـط، عـن تفسـيرات فيزيائيـة كيميائيـة مـن هـذا الادعـاء، وادعـوا أن شـوان كان يتراجـع إلـى مذهـب الحيويـة Vitalism.

في عـام 1847 في فيينـا، خفـض إجنـاز سـيميلويس (1818–1865) بشـكل كبيـر معـدل وفيـات الأمهـات الجـدد (بسـبب حمـى النفـاس) مـن خـلال مطالبـة الأطبـاء بتنظيـف أيديهـم قبـل الـولادة، ومـع ذلـك تم تهميـش مبادئـه ومهاجمتهـا مـن قبـل أقرانـه المحترفـين [Globalhandwashing.org, 19 March 2015].

في ذلـك الوقـت، كان معظـم النـاس لا يزالـون يعتقـدون أن العـدوى ناجمـة عـن روائـح كريهـة تسـمى مياسـماس Miasmas.

أكد العالم الفرنسي لويس باستور تجارب التخمير التي أجراها شوان في عام 1857، وبعد ذلك أيد الفرضية القائلة بأن الخميرة هي كائنات دقيقة. علاوة على ذلك، اقترح أن مثل هذه العملية قد تفسر أيضًا الأمراض المعدية. في عام 1860م، دفع تقرير باستور عن التخمير البكتيري لحمض الزبد زميله الفرنسي كاسيمير دافين إلى تحديد نوع مماثل (والذي أسماه بكتيريديا Bacteridia) باعتباره العامل الممرض لمرض الجمرة الخبيثة Anthrax القاتل. ورفض آخرون «الجراثيم» باعتبارها مجرد نتيجة ثانوية للمرض. ومع ذلك، أخذ الجراح البريطاني جوزيف ليستر هذه النتائج على محمل الجد، وقدم بعد ذلك مطهرًا لعلاج الجروح في عام 1865م.

الطـــب في العصـــر الحديـــث

قـدم اكتشـاف البنسـلين في القـرن العشـرين، مـن قبـل ألكسـندر فليمنـج خـط دفـاع حيـوي ضـد الالتهابـات البكتيريـة التـي، بدونهـا، غالبًـا مـا تسـبب للمرضـى معانـاة فتـرات طويلـة للشـفاء وزيـادة فـرص الوفـاة بشـكل كبيـر. سـمح اكتشـافه وتطبيقـه في الطـب بإجـراء علاجـات مسـتحيلة سـابقًا، بمـا في ذلـك؛ علاجـات السـرطان وزرع الأعضـاء وجراحـة القلـب المفتـوح. وعلـى مـدار القـرن العشـرين، رغـم أنّ اسـتخدامها المفـرط في وصفهـا للبشـر، وكذلـك للحيوانـات التـي تحتاجهـا بسـبب ظـروف التربيـة الحيوانيـة المكثفـة، فقـد أدى ذلـك إلى تطويـر بكتيريـا مقاومـة للمضـادات الحيويـة [Hutchings et al., October 2019].

لقـد جـرى تعريـف أوائـل القـرن الحـادي والعشـرين، الـذي تم تسـهيله مـن خـلال الروابـط العالميـة الواسـعة، والسـفر الدولـي، والتعطيـل البشـري غيـر المسـبوق للأنظمـة البيئيـة، مـن خـلال عـدد مـن الأوبئـة العالميـة المسـتمرة من القـرن العشـرين، [Spernovasilis N, et al., December 2021].

أدى ظهـور الطـب الشـخصي Personalized Medicine في القـرن الحـادي والعشـرين إلـى ظهـور إمكانيـة تطويـر التشـخيص والعـلاج، بنـاءً علـى الخصائـص الفرديـة للشـخص، وليـس مـن خـلال الممارسـات العامـة التـي حـددت الطـب في القـرن العشـرين. مجـالات مثـل تسلسـل الحمـض النـووي، ورسـم الخرائـط الجينيـة، والعـلاج الجينـي، وبروتوكـولات التصويـر، والبروتيوميـات Proteomics، وعـلاج الخلايـا الجذعيـة، وأجهـزة مراقبـة الصحـة اللاسـلكية [Goetz, Schork, June 2018].

وكلهـا ابتـكارات صاعـدة يمكـن أن تسـاعد المهنيـين الطبيـين علـى ضبـط العـلاج للفرد .

إن الطـب القائـم علـى الأدلـة هـو حركـة معاصـرة لإنشـاء أكثـر خوارزميـات الممارسـة فاعليـة (طـرق القيـام بالأشـياء) مـن خـلال اسـتخدام المراجعـات المنهجيـة والتحليـل التلـوي Meta-analysis.

يتـم تسـهيل الحركـة مـن خـلال علـم المعلومـات العالمـي الحديـث، والـذي يسـمح بجمـع أكبـر قـدر ممكـن مـن الأدلـة المتاحـة وتحليلهـا وفقًـا للبروتوكـولات القياسـية التـي يتـم نشـرها بعـد ذلـك إلـى مقدمـي الرعايـة الصحيـة. يقـود تعـاون كوكريـن Cochrane Collaboration هـذه الحركـة. كشـفت مراجعـة عـام 2001 لـ 160 مراجعـة منهجيـة لكوكريـن أنـه، وفقًـا لقـراء اثنيـن، خلصـت 21.3 % مـن المراجعـات إلـى أدلـة غيـر كافيـة، و 20 % خلصـت إلـى دليـل علـى عـدم وجـود تأثيـر، و 22.5 % خلصـت إلـى تأثيـر إيجابـي. [Ezzo J., et al., 2001]

الفصل الثاني

علم الأرض (الجيولوجيا)

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

مُقَدِّمَة

الجيولوجيا Geology هي الدراسة العلمية لأصل الأرض وتاريخها وبنيتها، وتاريخ الجيولوجيا علم يهتم بتطور علوم الأرض. وقد أسهم في تطورها الكثير من العلماء وعبر كل الحضارات.

سنتعرف في هذا الفصل على ما قدمه علماء الحضارات البشرية كلها، وسنركز على جهود العلماء العرب والمسلمين بشكل خاص، لأنه غالباً ما تُغيّب كتب تاريخ العلوم إسهاماتهم ودورهم في تطوير العلوم.

الجيولوجيا في الحضارات القديمة

في عام 540 قبل الميلاد، وصف زينوفانس Xenophanes الأسماك والأصداف الأحفورية الموجودة في الرواسب على الجبال. وقد لاحظ هيرودوت حفريات مماثلة (نحو 490 قبل الميلاد).[Time Matters, 2010]

وقد يكون الإغريق القدماء أول من كتب عن الأرض، ولكن العديد من أعمالهم كانت تحوي مزيجًا من الحقائق والخرافات والأساطير والتخمينات، ومعتقدات ذلك العصر التي ليس لها أية صلة بمفهوم العلم. ففي القرن السادس قبل الميلاد، ذكر الفيلسوفان طاليس وأناكسمندر أن أحافير السمك هي بقايا لحياة سابقة مرت على الأرض. وأدْركا أيضًا أن الماء يساعد في تشكيل مناطق اليابسة من خلال ترسيب الطين والرمل في مصبّات الأنهار. وفي القرن الخامس قبل الميلاد لاحظ المؤرخ هيرودوت كيف يشكّل الماء اليابسة، واعتقد أن الأحافير البحرية في مصر السفلى، كانت دليلاً على أن البحر قد غطى هذه

اليابسة فيما مضى. وقد اعتقد الفيلسوف أمبيدوقليس في القرن الخامس قبل الميلاد، أن باطن الأرض كان سائلاً ساخنًا، وأن جميع الأشياء أتت من الأرض أو الهواء أو النار أو الماء. واعتقد الفيلسوف أرسطو (عاش في القرن الرابع قبل الميلاد)، أن الأرض قد نمت حتى وصلت إلى حجمها الحالي مثل الشيء الحي. بالإضافة إلى ذلك، وفي القرن الرابع قبل الميلاد، قدم أرسطو ملاحظات نقدية للمعدل البطيء للتغير الجيولوجي. لقد لاحظ تكوين الأرض، وصاغ نظرية أن الأرض تتغير بمعدل بطيء، وأن هذه التغييرات لا يمكن ملاحظتها خلال حياة شخص واحد. طوّر أرسطو أيضاً واحدًا من أوائل المفاهيم القائمة على الأدلة المرتبطة بالمجال الجيولوجي، فيما يتعلق بمعدل تغير الأرض طبيعيًا [Moore, 1956].

وكان خليفته في مدرسة الليسيوم، الفيلسوف ثيوفراستوس Theophrastus، الذي حقق أكبر تقدم في العصور القديمة في عمله (حول الأحجار). وصف العديد من المعادن والخامات من المناجم المحلية، مثل تلك الموجودة في لوريوم بالقرب من أثينا وخارجها. كما ناقش بشكل طبيعي أنواع الرخام ومواد البناء مثل حجر الجير، وحاول أن يضع تصنيفًا بدائيًا لخصائص المعادن، بدراسة خصائصها الطبيعية؛ كالصلابة.

وفي عام 7 ق.م تقريبًا، كتب الجغرافي والمؤرخ سترابو «المجلد ـ 17» عن الجغرافيا، وقد أدرك أن ارتفاع الأراضي وهبوطها ينتج جزئيًا من البراكين والزلازل.

في وقت لاحق من العصر الروماني، نشر بليني الأكبر Pliny the Elder مناقشةً مستفيضةً جداً للعديد من المعادن والفلزات التي استخدمت على نطاق واسع لأغراض عملية. كان من بين أول من حدد أصل الكهرمان، وبشكل صحيح، باعتباره راتينج متحجر من الأشجار، بعد أن لاحظ الحشرات المحاصرة داخل

بعـض القطـع. كمـا أرسـا أسـس علـم البلـورات، مـن خـلال التعـرف علـى ثمانيـة وجـوه للألمـاس.

لقـد أضـاف الرومـان عـدداً مـن الكتابـات عـن الجيولوجيـا، كانـت أكثـر إقناعًـا مـن تلـك التـي كتبهـا اليونـان. مـع ذلـك فقـد تضمنـت كتابـات الرومـان كثيـرًا مـن الخُرافـات والتخمـين أيضًـا، فالعديـد مـن تلـك الكتابـات جـاء فيهـا وصـف الخامـات المعدنيـة وتجـارة المعـادن والتعديـن في الإمبراطوريـة الرومانيـة المترامية الأطـراف. ففـي عـام 60م، كتـب الفيلسـوف لوسـيوس أنايـوس سـنيكا مقالتـه «مسـائل طبيعيـة»، وقـد حـوت معلومـات تفصيليـة عـن الـزلازل والبراكـين، وكذلـك عـن الميـاه السـطحية والجوفيـة.

وشـمل «المجلـد ـ 37» مـن كتـاب «التاريـخ طبيعـي» الـذي ألّفـه بلينـي الأكبـر، كل المعرفـة الرومانيـة عـن الصخـور والمعـادن والأحافيـر. وقـد تـوفي بلينـي في عـام 79م، عندمـا كان يراقـب ثـورة بـركان فيـزوف، الـذي دمّـر مدينتـي بومبـي وهيركولانيـم. وقـدم ابـن أخيـه وابنـه بالتبنـي بلينـي الأصغـر مسـاهمات مهمـة في مجـال الجيولوجيـا. فقـد كتـب رسـائل عـن مـوت عمـه، وعـن وصـف ثـورة البـركان، والزلـزال الـذي صاحبـه.

الجيولوجيا في الحضارة الإسلامية

لقد تميزت جهود العلماء العرب والمسلمين الأوائل في شتى العلوم عامة وعلوم الأرض (الجيولوجيا) خاصة، باتساع الأفق والمعرفة، وبُنيت على المنطق والدقة في الحصول على المعلومات.

وكان تناولهم لهذا العلم في بادئ الأمر نظريًا ولغويًا بحتًا، ثم ما لبث أن قام على التجربة لاستخراج الحقائق العلمية. ولعل أول أثر مسجل لعلوم الأرض لدى العرب هو ما تحويه المعاجم وكتب اللغة التي تزخر بمفردات هذا العلم؛ «الصِّحاح» للجوهري، و«القاموس» للفيروزأبادي، و«المخصَّص» لابن سيده، وكتب الرحلات والبلدان والكتب التي درست الجواهر؛ ومنها كتاب «صفة جزيرة العرب» للهمداني (توفي 334هـ / 945 م). ثم نجد حدود هذا العلم واضحة المعالم لدى العلماء الذين تناولوه أمثال: الكندي، والرازي، والفارابي، والمسعودي، وإخوان الصّفا، والمقدسي، والبيروني، وابن سينا، والإدريسي، وياقوت الحموي، والقزويني.

لقد قدم هؤلاء العلماء نظريات عديدة؛ عن الزلازل وأسباب حدوثها، وعن المعادن والصخور، وأفاضوا في تعريف الصخور الرسوبية والتحجر فيها، والتغيرات المابعدية لها. وكتبوا عن النيازك، ووقفوا على طبيعتها وأصلها، وقسموها إلى نوعيْن: حجري وحديدي، ووصفوا هيئاتها، ومن أهمها النيازك الجاورسية (الحُبَيْبيَّة)، وتحدثوا عن ارتفاع درجة حرارة باطن الأرض، وقالوا بكروية الأرض، وبدورانها حول محورها.

كما قاس العلماء المسلمون في عهد المأمون محيط الأرض وقطرها، وكان قياسهم قريبًا لما قرره العلم الحديث. وأضاف هؤلاء العلماء إضافات قيمة إلى نظرية نشوء الزلازل لأرسطو طاليس. وكان لهم الفضل بالخروج بنظرية تكون الجبال الانكسارية والالتوائية وغيرها، وكذلك تأثير عوامل التعرية في الجبال والأنهار.

عرف العرب الألماس، وقد كانوا يطلقون عليه اسم (حجر السَّامور). في الصورة هنا تتخذ ألماسة كاشيكجي الشهيرة شكل الإجاصة، وهي أشهر قطعة في قصر طوب قابي سراي في تركيا. تزن هذه الألماسة 86 قيراطاً، وهي محاطة بصفين مكونين من 49 ماسة أصغر حجمًا [كولن، 2014م.]

لقد قدّم العلماء المسلمون دراسات قيمة عن الجيولوجيا الطبيعية والتاريخية. وقد برهنت هذه الدراسات على أن أكمل صورة من صور الماء في الطبيعة هي تلك التي وصفها العلماء المسلمون في مصنفاتهم، ونجد آراءهم في تكوّن الأنهار علمية محضة، ونجد ذلك بوضوح في؛ رسائل إخوان الصفا، وعند ابن سينا في «النجاة»، وفي «عجائب المخلوقات» للقزويني. كما أن علم البلورات عُرفت بدايته على يد البيروني في كتابه «الجماهر في معرفة الجواهر»، ونما على يد القزويني في «العجائب»، ولم يسبقهما أحد إلى ملاحظاتهما الدقيقة الواردة في كتابيهما هذين.

لقد تناول العلماء المسلمون ما يمكن أن نطلق عليه علم زيت الأرض، وهو فرع من فروع الجيولوجيا التطبيقية؛ فقد ميزوا بين نوعين من النفط واستعملوهما، وتحدثوا عن التنقيب، وقدموا نماذج للتنقيب غير المباشر.

واهتم عدد غير قليل من العلماء المسلمين الأوائل بدراسة شكل الأرض، وتوزيع اليابسة والماء، ووصف تضاريس سطح الأرض، والعوامل الخارجية التي تتسبب في تشكيلها مثل؛ الأنهار والبحار والرياح والعواصف البحرية.

ولم يغب عن بالهم دراسة العوامل المؤثرة في قشرة الأرض من داخلها؛ كالبراكين والزلازل والخسوف الأرضية. كما تناولوا تبادل الأماكن بين اليابسة والماء، والمدة الزمنية التي يستغرقها هذا التبادل، كذلك تطوّر الأنهار من الشباب إلى الهرم ثم الموت.

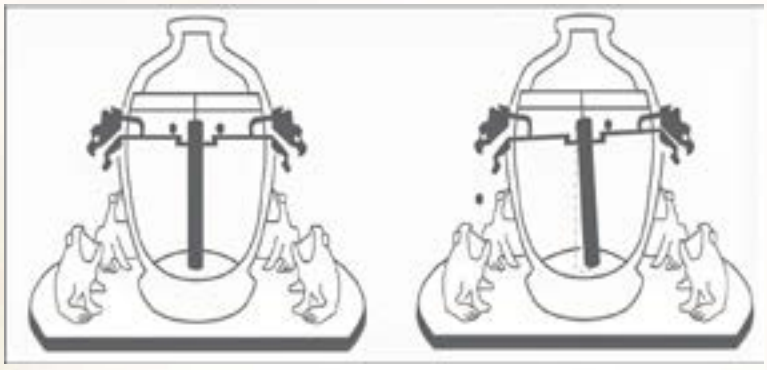
ارتبطت الجيولوجيا عند المسلمين بعلوم أخرى كثيرة ساعدت في نموها، وكان هذا دأب العلماء آنذاك؛ فلم يكن هناك التخصص الدقيق، بل كانت هناك المعرفة الموسوعية الشاملة. فقد كانت الجيولوجيا على صلة وثيقة بعلم الأرصاد الجوية (المتيورولوجيا) والجغرافيا والملاحة وعلم البحار. فعلى سبيل المثال، نجد أن ابن سينا قد تناول المعادن والأرصاد الجوية في رسالة «المعادن والآثار العلوية» في «كتاب الشفاء»، والنويري (توفي 732هـ/1332م)، قد تناول علم الأرض مع علم الأرصاد الجوية في كتابه «نهاية الأرب». في حين نجد أن للجغرافيا وتقويم البلدان علاقة حميمة بالجيولوجيا الطبيعية؛ فالمحيطات ومياه الأنهار والبحيرات والجُزُر، كلها مما يتم تناوله في الجغرافيا والجيولوجيا، ولكن باختلاف. وخير دليل على ذلك «مروج الذهب» للمسعودي، الذي يعالج قضايا جيولوجية جنبًا إلى جنب مع قضايا جغرافية.

• الـــزلازل

عنـد وقـوع الـزلازل Earthquakes الأرضيـة تركـض أمـواج التشـوه مـن مركـز الزلـزال Earthquake center عبـر القشـرة الأرضيـة، وبمـا أنّ معامـل الانزيـاح في الأجسـام الصلبـة أصغـر بمرتـين مـن معامـل المرونـة فـإن الأمـواج الطوليـة تصـل إلـى مكان الرصـد أسـرع مـن الموجـات العرضيـة، وبقيـاس الفتـرة الزمنيـة الفاصلـة بـين وصـول الأمـواج الطوليـة ووصـول الأمـواج العرضيـة يمكـن تقديـر البعـد بـين مركـز الرصـد ومركـز الزلـزال (الدرويـش وشـعار، 2002م).

أولًا: الصينيون

يدعى الجهاز الذي يسـجل مدة الزلزال وشـدته واتجاهه (المرجفة) أو (مرسـمة الـزلازل) Seismograph. ويعتقـد أن الصينيـين كانـوا أول مـن اختـرع (المرجفـة) وذلـك في النصـف الأول مـن القـرن الثانـي للميـلاد، أمـا (المرجفـة) الحديثـة فقـد اخترعهـا الجيولوجـي البريطانـي جـون ملـن (تـوفي 1913م) J. Milne عـام 1880م. ويمثـل صنـع المرجفـة مـن قبـل الصينيـين دليـلًا مهمًـا علـى بدايـة عقلنتهـم للظواهـر الطبيعيـة ورمـي كل التفاسـير الخرافيـة المتعلقـة بالـزلازل وراء ظهورهـم.



(الصورة في الأعلى) شكل تخطيطي يبين البنية الداخلية لجهاز هينغ لقياس الزلازل المصنوع من البرونز (الصورة اليمنى في الأسفل)، ونلاحظ توضّع الرقاص في الوسط ككتلة كبيرة ترتبط بثمانية أذرع. يتحرك الرقاص إلى اليمين أو اليسار عند حدوث الهزة فيترك أحد التنانين الكرة من فمه ليتلقفها أحد الضفادع بفمه المفتوح دوماً وبذلك يتحدد اتجاه الاهتزاز، (الصورة اليسرى في الأسفل) هينغ أمام مقياسه بشكله الكامل حيث استقى تصميمه من الثقافة الصينية. (Britannica Illustrated Science Library, 2008)

ثانيًا: اليونانيون

حـاول اليونانيـون الوصـول للتفسـير المنطقـي والعقلانـي لظاهـرة الـزلازل، وسـبب الأصـوات الناجمـة عنهـا، وقـد كانـوا يراقبـون الـزلازل حـول البحـر الأبيـض المتوسـط، وحاولـوا أن يحـددوا أماكـن انتشـار هـذه الـزلازل واقترحـوا تفسـيرات فيزيائيـةٍ وميكانيكيـةٍ لهـذه الظاهـرة، وقالـوا إنّ الـزلازل في الغالـب تحـدث علـى طـول الشـواطئ كمـا في الداخـل.

ربما كان برمانيدس الإيلي (نحو 540؟ ق.م) Parmenides of Elea وديموقريطس من أوائل الذين ناقشوا موضوع حدوث الزلازل حيث إنّ «برمانيدس وديموقريطس يريان أنّ الأرض لما كان بعدها من الجهات كلها مستوياً ولم تكن لها علة تدعوها إلى أن تميل إلى جهة من الجهات، لذلك صارت تتموج فقط، ولا تتحرك. ومنهم من قال إن الأرض تتحرك على الماء كما تتحرك الألواح والخشب في الأنهار». (فلوطرخس، 1980م)

وهما كما نلاحظ يقرّان بنظرية الأرض المسطحة ليست الكروية، لذلك فإنها تتموج عندما يحدث الزلزال كما يتموج لوح الخشب الطافي على سطح النهر الجاري.

أما «الرواقيون فإنهم يرون أنّ الزلزلة تكون إذا استحالت الرطوبة التي في الأرض إلى الهواء وطلبت الخروج» (فلوطرخس، 1980م). وهو على ما يبدو بداية البحث عن تفسير أكثر منطقية، اعتماداً على نظرية الأبخرة.

يعرض لنا المفيدروس في المقالة التي يشرح فيها كتاب أرسطو (في الآثار العلوية) وتتناول الحديث عن الأصوات الأرضية، أو الناجمة عن الهزات الأرضية والزلازل. وبحسب « رأي أناكسمانس: وهو القائل إنّ رؤوس الجبال إذا تساقطت من على الأرض حدثت لها زلزلة عظيمة..» (بدوي، 1971م). ويبدو أن لأنكسمانس

رأي آخر يورده لنا فلوطرخوس بقوله إنّ : «أنكسمانس يرى أنّ علة الزلازل هي سير الأرض وتخلخلها، وأحد هذين المعنيين يتولد عن التيبس، والمعنى الآخر يتولد عن الأمطار» (فلوطرخس، 1980م). وهو يبتعد كما نلاحظ في تفسيره عن نظرية الأبخرة التي طرحها الرواقيون، ويقدم فكرة حركة الأرض وانخفاض كثافتها إما بسبب جفاف عناصرها، أو بسبب رطوبة مياه الأمطار.

أما رأي أنكساغورس تلميذ أناكسمانس فهو أنّ «الهواء يحمل الأرض بالطبع بسبب عرضها، بمنزلة حمل الماء للورق وصفائح الذهب، وزعم أنّ الجزء الداخل من الأرض سخيف متخلخل، والجزء الخارج متكاثف متلبّد، ولهذه العلة إذا دخل الهواء إلى المواضع السخيفة المتخلخلة منها ولم يمكنه الخروج بسبب التكاثف والتلبد العارضين لظاهر الأرض من الأمطار التي تسقط عليها، حرك الأرض وزلزلها إذا تحرك طلباً للخروج...» (بدوي، 1971م).

يؤكد فلوطرخوس رأي أنكساغورس لكن مع تحديده أنّ الصوت المرافق للزلزلة ناتجٌ عن الضغط الكبير للهواء المحتبس: «الزلازل تكون إذا غار الهواء ولم يقدر «أن» ينفذ من بسيط الأرض لكثافته وتلبده، فيتراجع ويتلاقى، فيحدث عن ذلك فيه مثل الرعد» (فلوطرخس، 1980م).

عبّر ديموقريطس عن رأيه في تشكل الزلازل بقوله: «إنّ في الأرض غابات مملؤة؛ ولهذه العلّة إذا دخل الغابات من العيون في أوقات الأمطار مياه أخر كثيرة بأكثر مما ينبغي كرت تلك المياه وتضاغطت تضاغطاً يزلزل الأرض... وأما في أوقات عدم المطر فتحدث الزلازل لأن الأرض إذا جفت جذبت إليها الرطوبة بالتشوق الغريزي الذي فيها، كذلك فإذا سقط ما تجتذبه من القنايات التي فيها حركتها لقربه منها وأحدثت الزلازل». (بدوي، 1971م). وكما نلاحظ أنّه رأي متفق مع رأي بارمنيدس لكن فلوطرخوس يورد أنه يتفق مع رأي تاليس أيضاً: «تاليس وديموقريطس فإنهما يريان وينسبان علة الزلازل إلى الماء» (فلوطرخس، 1980م).

يـرى أنّ «كل حركـة لهـا سـتةُ أبعـادٍ: فـوق، تحـت، يمـين، شـمال، قـدام، خلـف. وغيـر ممكـن أن تتحـرك الأرض في بعـدٍ مـن هـذه الأبعـاد إذا كان وضعهـا يوجـب أنْ ليـس لهـا أن تميـل وتخـص بالميـل جهـة مـن الجهـات، إلا أنّ مواضـع منهـا تتحـرك بسـبب التخلخـل» (فلوطرخس، 1980م). فهـو ينسـب الزلزلـة إلـى حـدوث خلـل في حركـة الأرض في إحـدى الجهـات.

أكثـر النصـوص اليونانيـة التـي وصلتنـا فلسـفةً لظاهـرة الـزلازل تلـك التـي عثرنـا عليهـا عنـد أرسـطو، وهـو لا شـك متأثـرٌ بنظريـة البخـارات المتولـدة داخـل الأرض، لكنـه يعتقـد أنّ توجـه البخـار المضغـوط نحـو أعمـاق الأرض هـو الـذي يحـدث الزلـزال وليـس الخـارج نحـو الأعلـى: «إنّ الأرض قائمـةٌ بذاتهـا يابسـةٌ، فـإذا ترطّبـت مـن الأمطـار ينبـع منهـا مـا يحـدث بخـاراً كثيـراً، ويشـبه هـذا البخـار في ميلـه إلـى الناحيـة التـي يميـل إليهـا، بخـار السـراج الـذي يطفـأ وهنـاً فإنـه كمـا أنّ ذلـك البخـار إلـى جانـب يميـل منـذ أول الأمـر يصيـر جميعـه، كذلـك أيضـاً هـذا البخـار. والأعـراض التـي يحدثهـا تكـون بحسـب ميلانـه، لأنّـه إن مـال إلـى فـوق حدثـت منـه الأعـراض التـي تكـون علـى وجـه الأرض؛ وإن كان ميلانـه إلـى عمـق الأرض فإنّـه إذا اجتمـع هنـاك تضاغـط حدثـت عنـه الـزلازل» (بـدوي، 1971م).

وقـد ذكـر فلوطرخـوس أن أرسـطو قـال إنّ سـبب ذلـك هـو لشـمول البـرودة علـى الأرض مـن كل الجهـات مـن فـوق ومـن أسـفل، وعنـد ذلـك يبـادر الحـار إلـى فـوق الأرض إذا كان خفيفـاً، ولذلـك إذا تكاثـف البخـار اليابـس تلجلـج وتنجـى (أي التمـس البخـار اليابـس الخـلاص والنجـاة والفـرار) فتحـدث عنـه الزلزلـة في الأرض» (فلوطرخـس، 1980م).

وقـد كان يعتقـد بحـدوث الـزلازل في الليـل أكثـر منـه في النهـار بسـبب احتبـاس البخـار في باطـن الأرض أكثـر: «إنّ الأوقـات الجزئيـة التـي تعـرض فيهـا زلزلـة الأرض هـي التـي تعـدم فيهـا الريـح خاصـة، وذلـك أنّ الـزلازل بالليـل أكثـر منهـا

بالنهـار، وبالغـدوات في أنصـاف النهـار أكثـر منهـا في سـائر الأوقـات؛ والسـبب في ذلـك أن بخـار الأرض الـذي في ظاهرهـا يفسـد بالليـل ويحبـس الريـح في باطنهـا. وأمـا بالغـداوات فـإن الشـمس تحـل البخـار وتحركـه ولا تقـدر علـى أن تفشّـه» (بـدوي، 1971م).

وتحـدث الـزلازل حسـب أرسـطو «في أكثـر الأمـر إذا انكشـف الغيـم، وذلـك أنّ الهـواء إذا عـدم ضـوء القمـر بـرد، وكثفـت تجاويـف الأرض وحصـر في باطنهـا البخـار الدخانـي» (بـدوي، 1971م).

«إنّ الزلزلـة تكـون في الموضـع الـذي هـي متخلخلـة رابيـة ومياه البحـر تجـري علـى ظاهرهـا وسـطحها فتتكاثـف، وذلـك أنّ الأرض إذا كانـت بهـذه الحـال فبسـبب تخلخلهـا تجتمـع فيهـا الريـح وتجرفهـا بكثرتهـا وسـرعتها، وبسـبب غلبـة التـراب عليهـا تجـد الريـح موضعـاً واسـعاً عظيمـاً يمكنهـا أن تجتمـع فيـه، وبسـبب الميـاه الجاريـة علـى ظهرهـا تحتفـر البحـار في عمـق الأرض وتزلزلهـا؛ وذلـك أن هـذه الميـاه غليظـة جاريـة. ولهـذه العلـة لا يمكـن البخـار - بسـبب غلظتهـا وثقلهـا- إلا أن يخرقهـا ويصعـد، ولأنهـا ميـاه جاريـة تعـدم جريتهـا انحرافهـا، وبسـبب كثافـة سـطح الأرض لا يمكـن البخـار الدخانـي أن يخـرج. فلجميـع هـذه الأسـباب أحـدث الزلزلـة» (بـدوي، 1971م).

أمـا عـن ارتبـاط الـزلازل بالفصـول فـإن «الزلزلـة مـن الأزمـان كلهـا تكـون في الخريـف والربيـع أكثـر منهـا في الصيـف والشـتاء؛ والسـبب في ذلـك أنّ الشـتاء- لشـدة بـرده- يجمـد البخـار، والصيـف يحلـه ويفشّـه» (بـدوي، 1971م).

ثم يبـين لنـا أرسـطو الأسـباب الكامنـة وراء حـدوث الأصـوات المرافقـة للـزلازل: فهـي إمـا أن تتزامـن مـع الزلزلـة بأشـكالٍ مختلفـةٍ، أو أن تسـبق الزلزلـة:

1. «**في السبب الذي له يختلف الصوت المسموع من الزلزلة:** حدوث الأصوات التي تكون مع زلزلة الأرض السبب فيها نفوذ الريح في التجويفات التي تنفذ فيها. وأما اختلافها، حتى تسمع مرة بمنزلة البروق، وبمنزلة عجيج البقرة، ومرةً بحالٍ أخرى، من الأشياء أو قرعه شيءٌ سمع له صوتٌ، إلا أنه متى قرع سمع له، إذا كان قرعه بسوط خلاف الصوت الذي يسمع له إذا كان قارعه الريح، أي الأنبوب.

2. **في السبب الذي له يتقدم الصوت الزلزلة:** زلزلة الأرض والصوت المسموع معها حدوثهما جميعاً معاً، إلا أنا نحن نحسُّ أولاً بالصوت، لأنّ حاسته ألطف من حاسة المجسّة، من ذلك أن البرق والرعد أيضاً حدوثهما معاً وإحساسنا بالبرق أولاً، لأن حاسة البصر ألطف من حاسة السمع.

وأما إحساسنا بالزلزلة بعد الصوت فلأن حاسة الحسّ، وهي التي يخصها هذا الإحساس، أغلظ وذلك أنه إن كانت الزلزلة قد تحس بالبصر، فإن كل واحد من الحواس إحساسه بالمحسوسات التي تخصه أسرع وأسهل، وأما المحسوسات التي تعمّه وسائر الحيوان فإحساسه إياها يكون أبطأ» (بدوي، 1971م).

ثم يناقش أرسطو الأسباب التي تجعل مدة الزلزال طويلة أو قصيرة، اعتماداً على نظرية الأبخرة:

«كثرة زلزلة الأرض وقلتها يكون إما بسبب مقدار الريح الفاعلة لها، وإما بسبب التجويفات التي تتقدمها، وذلك أنّ الريح الفاعلة للزلزلة إذا كانت يسيرة حدث ذلك في أكثر الأمر، وتكون الزلزلة قليلة المدة سريعة. وإن كانت كثيرة وجب فيها أن تلبث، وحدث ذلك في الفرط، وتكون الزلزلة متصلة دائمة مدة طويلة، وكذلك أيضاً تجويفات الأرض التي تنفذ فيها، فإنها إن كانت مستقيمة كان لُبْثُ الزلزلة مدة يسيرة؛ وإن كانت معوجة كان لبثها زماناً طويلاً» (بدوي، 1971م).

ولا يعتقد أرسطو على ما يبدو أنّ السبب المباشر لحدوث فوران الينابيع هو الزلزال ذاته وإنما الريح المحتبسة داخل الأرض: «المياه التي تتبع مع زلزلة الأرض لا يمكن فيها أن تكون بسبب الزلزلة، لأنّ من شأن الماء بالطبع أن يرسب إلى أسفل، والأرض إذا تزلزلت تشال إلى فوق، وأما تصاعد المياه في وقت الزلزلة إلى فوق فتكون إذا دفعتها الريح قسراً؛ ولذلك لا يمكن فيها أن تكون بسبب الزلزلة. وأما أن تتحرك قسراً وأن تندفع إلى فوق فيمكن ذلك فيها» (بدوي، 1971م). ويوجد حسب رأيه ثلاثة أنواع للزلازل:

1. **عرضي**: وتسمى المرتعشية، وهي كثيرة الحدوث.
2. **عميقة**: وتسمى الإنتفاخية، وهي التي تتجاوز الحدود.
3. **عرضية - عميقة**: وتسمى سلمية، وهي مزيج من النوعين السابقين.

«بعض زلازل الأرض يكون عرضاً، و«بعضها» يكون في العمق، وبعضها في العرض والعمق جميعاً. والتي تكون منها في العرض تسمى الإختلافية والمرتعشية، وتحدث كثيراً. وأما التي تكون في العمق فتسمى باسم مشتق من اسم القرعة والإنتفاخ؛ وحدوثها يكون في الفرط، إلا أنها إذا حدثت ارتفع مع الريح التي تخرج-حجارة. وأما التي تكون في العرض «والعمق معاً» فتسمى باسم مشتق من اسم السلم، بسبب انتصابه، ولأن حركتها عليه تكون في العمق. ولا انتصابه ليس هو استقامة، لكنه منحنٍ قليلاً، والحركة تكون عليه في العرض» (بدوي، 1971م).

«كان يقول: كيف يمكن أن يتحرك جسم في مكانه إن لم يدفعه دافع ويجذبه جاذب؟ ولذلك يرى أن الأرض لما كان ليس لها في طبيعتها أن تتحرك لكن تثبت

في مكانها، فإنها لا تتحرك لكن مواضع منها توهم ذلك» (فلوطرخس، 1980م). فهو لم يقتنع بفكرة إمكانية حركة الأرض أو تحريكها، اللهم إلا ببعض أجزائها.

يشرح لنا أبيقور الكيفية التي يدخل فيها الهواء إلى باطن الأرض وينحبس حيث (يمكن أن يصفقها «أي يضربها للأرض ضرباً يسمع له صوت) هواءٌ غليظٌ وما تحت الهواء؛ فبذلك الصفق والصدم يمكن أن تتحرك، وقد يمكن أن تتحرك بما في أجزائها السفلية من الطبيعة السياسية (المحكمة) فيكون ذلك بالهواء المحبّش (المنتشر المنحصر في داخلها) فيها، ولاسيما في المواضع المقعرة التي تقوم مقام الكهوف والمغاور) (فلوطرخس، 1980م).

أي أنّه يعتقد أنّ الهواء الكثيف يضربها للأرض ضرباً يسمع له صوت، ويسبب ذلك حركة أجزائها السفلية مع أنها محكمة الترابط والتماسك فيما بينها، وهكذا ينحصر الهواء في داخلها خصوصاً في المغاور والكهوف.

لم يكن سترابون الأماسي (القرن 1 ق.م) Strabon عالماً طبيعياً، حيث إنّ جغرافيته تصف كثيراً من الحقائق الطبيعية المهمة التي يتناولها بروح ناقدة. مثال ذلك: تفسيره لتكوين الجبال بفعل حركات الضغط الداخلية، وأنّ وادي تمبي في إقليم تساليا ببلاد اليونان نتج عن زلزال، وقد أرجع سترابون ظهور جزر البحر الأبيض المتوسط إلى انفصال عن جسم الأرض بوساطة الزلازل أو بفعل البراكين، وقصد بذلك جزر الليباري، شمال شرق صقلية (سارتون، 1976م).

ثالثًا: العلماء العرب والمسلمون

درس العلمـاء العـرب والمسـلمون الـزلازل، وتسـجيل تواريـخ حدوثهـا وأماكنهـا وأنواعهـا، ومـا تخلّفـه مـن دمـار، ودرجـات قوتهـا، وحركـة الصخـور الناتجـة عنهـا، وأضرارهـا ومنافعهـا. وحـاول بعضهـم التخفيـف مـن أخطارهـا. وتنـاول ذلـك كل مـن ابـن سـينا في «الشـفاء»، وإخـوان الصفـا في «الرسـائل»، والقزوينـي الـذي تأثـر بإخـوان الصفـا في «عجائـب المخلوقـات وغرائـب الموجـودات»، وكان لـكل منهـم رأيـه الواضـح في هـذا الصـدد.

وقـد أدلـى ابـن سـينا برأيـه في الـزلازل في الجـزء الخـاص بالمعادن والآثـار العلوية في موسـوعته «الشـفاء»، وفي رأيـه أنهـا تحـدث لأسـباب داخليـة نتيجـة لاضطـراب جـزء مـن باطـن الأرض، فيحـرك مـا عـلاه وهكـذا دواليـك، ويتحـدث عمـا يصاحـب الـزلازل مـن نتائـج لاحقـة. ويقسـم هـذه الـزلازل إلـى أنـواع منهـا؛ المسـتقيم والمائـل والعرضـي. فالزلزلـة عنـده: «حركـة تعـرض لجـزء مـن أجـزاء الأرض بسـبب مـا تحتـه، ولا محالـة أن ذلـك السـبب يعـرض لـه أن يتحـرك، ثـم يحـرك مـا فوقـه. والجسـم الـذي يمكـن أن يتحـرك تحـت الأرض، ويحـرك الأرض إمـا جسـم بُخـاري دخانـي قـوي الانـدفـاع كالريـح (الغـازات)، وإمـا جسـم مائـي سـيّال (سـائل) وإمـا جسـم نـاري، وإمـا جسـم أرضـي. والجسـم النـاري لا يحـدث تحـت الأرض؛ وهـو نـار صرفـة، بـل يكـون لا محالـة في حكـم الدخـان القـوي، وفي حكـم الريـح المشـتعلة. والجسـم الأرضـي لا تعـرض لـه الحركـة أيضًـا إلا لسـبب، مثـل السـبب الـذي عـرض لهـذا الجسـم الأرضـي، فيكـون السـبب الأول الفاعـل للزلزلـة ذلـك. فأمـا الجسـم الريحـي، ناريًـا كان أو غيـر نـاري، فإنـه يجـب أن يكـون هـو المنبعـث تحـت الأرض، الموجـب لتمويـج الأرض في أكثـر الأمـر... فـإذا كان سـبب الزلزلـة قويًـا جـدًا خسـف الأرض باندفاعـه وخروجـه. وربمـا خلـف نـارًا محرقـة، وربمـا حدثـت أصـوات هائلـة، ودوي يـدل علـى شـدة الريـح. فـإن وجـدت هـذه الريـح المصوتـة منفـذًا واسـعًا بعـد

المنفذ الذي تصوت فيه حدث عن اندفاعها صوت ولم تزلزل... إن أكثر أسباب الزلزلة هي الرياح المحتقنة، وإن البلاد التي تكثر فيها الزلزلة إذا حفرت فيها آبار وقنوات كثيرة حتى كثرت مخالص الريح والأبخرة قلّت بها الزلازل، وأكثر ما تكون الزلازل إنما تكون عند فقدان الرياح؛ لأن مواد الرياح يعرض لها الاحتباس... وأكثر ما تكون الزلزلة في بلاد متخلخلة غور الأرض، متكاتفة وجهها، أو مغمورة الوجه بالماء. ومن أهم منافع الزلازل تفتيح مسام الأرض للعيون...، ومنها ما يكون على الاستقامة إلى فوق، ومنها ما يكون مع ميل إلى جهة. لم تكن جهات الزلزلة متفقة؛ بل كان من الزلازل رجفية (رأسية)، ما يتخيل معها أن الأرض تقذف إلى فوق، ومنها ما تكون اختلاجية (أفقية) عرضية رعشية، ومنها ما تكون مائلة إلى القطرين كليهما ويسمى القطقط، وما كان منه مع ذهابه في العرض يذهب في الارتفاع أيضًا يسمى سلميًا».

إن معظم ما ورد في هذا النص من آراء لابن سينا يتماشى والعلم الحديث، وقليل منه لم يوافق ما جاءت به النظريات الحديثة. فالعلم الحديث يؤكد على أن خسف الأرض الملازم أحيانًا للهزات الأرضية، ويسمى الهبوط، ويكون بسبب خروج الحمم البركانية، أو لوجود تخلخلات تحت قشرة الأرض في المناطق التي تكثر فيها الترسبات الكلسية. وعقب الهزة الأرضية يهبط مستوى سطح الأرض، أو يحدث انجراف أرضي أثناء حدوث الزلازل. وتكون الأصوات الهائلة التي أشار إليها نتيجة لحركة الصخور والانجرافات الأرضية، وتحرك الغازات والأبخرة في باطن الأرض. لكن العلم الحديث لا يوافق رأي ابن سينا فيما يختص بانخفاض عدد الزلازل في المناطق التي تحفر فيها الآبار وتشق فيها القنوات؛ فغالبًا ما يكون مركز انطلاق هذه الزلازل بعيدًا جدًا. فهي تحدث في باطن الأرض في أعماق تتراوح بين 40 و350 ميلاً. وأما ما ذكره من تفتح عيون الماء عقب وقوع الزلازل فأمر يثبته العلم والتجربة.

ويعزو إخوان الصفا الزلازل إلى الغازات التي تحدث من جراء ارتفاع درجة حرارة باطن الأرض، فتخرج من المنافذ إذا كانت الأرض في تلك البقعة متخلخلة، وإذا انصدعت الأرض تخرج هذه الغازات وينخسف مكانها، ويسمع لها دوي وزلزلة، ومن هذا القبيل يجري رأيهم في أن: «الكهوف والمغارات والأهوية التي في جوف الأرض والجبال إذا لم يكن لها منافذ تخرج منها المياه، بقيت تلك المياه هناك محبوسةً زمانًا، وإذا حمي باطن الأرض وجوف تلك الجبال سخنت تلك المياه ولطفت وتحللت وصارت بخارًا، وارتفعت وطلبت مكانًا أوسع. فإذا كانت الأرض كثيرة التخلخل تحللت وخرجت تلك الأبخرة من تلك المنافذ، وإن كان ظاهر الأرض شديد التكاتف حصينًا، منعها من الخروج، وبقيت محتبسة تتموج في تلك الأهوية لطلب الخروج. وربما انشقت الأرض في موضع منها، وخرجت تلك الرياح مفاجأة، وانخسف مكانها، ويُسمع لها دوي وهدّة وزلزلة. وإن لم تجد لها مخرجًا بقيت هناك محتبسة، وتدوم تلك الزلزلة إلى أن يبرد جو تلك المغارات والأهوية ويغلظ».

ويرى القزويني في كتابه «عجائب المخلوقات» أن الزلازل تحدث من جراء خروج المواد المنصهرة من جوف الأرض؛ وهذا نوع من الزلازل يحدث غالبًا قبل الانفجارات البركانية. والقزويني في ذلك متأثر بمن سبقوه كإخوان الصفا. فعنده: «أن الأدخنة والأبخرة الكثيرة إذا اجتمعت تحت الأرض ولا يقاومها برودة حتى تصير ماء، وتكون مادتها كثيرة لا تقبل التحليل بأدنى حرارة، ويكون وجه الأرض صلبًا، ولا يكون فيها منافذ ومسام؛ فالبخارات إذا قصدت الصعود ولا تجد المسام والمنافذ تهتز منها بقاع الأرض وتضطرب إلى أن تخرج تلك المواد؛ فإذا أخرجت يسكن. وهذه حركات بقاع الأرض بالزلازل؛ فربما يشق ظاهر الأرض، وتخرج من الشق تلك المواد المحتبسة دفعة واحدة». بل إن القزويني يعزو ارتفاع بعض الجبال إلى حدوث الزلازل التي تعمل على انخفاض بعض المناطق وارتفاع بعضها. فيقول: «إن سبب ارتفاع الجبال يمكن أن يكون زلزلة

فيها خسف فينخفض بعض الأرض ويرتفع بعضها، ثم المرتفع يصير حجرًا، وجاز أن يكون بسبب الرياح التي تنقل التراب فتحدث التلال والوهاد».

نشير هنا إلى مرجع مهم، هو كتاب «سجل الزلازل العربي: أحداث الزلازل وآثارها في المصادر العربية»، لمؤلفه الأستاذ الدكتور يوسف عبد الله الغنيم، حيث أحصى فيه الزلازل من السنة الخامسة للهجرة، ابتدأها بزلزال المدينة المنورة على عهد رسول الله ﷺ، مرورًا بالعديد من الزلازل التي عصفت بالعالم العربي والإسلامي، من المشرق إلى المغرب.

وفيما يأتي عشر رسائل أفردت في الزلازل موجودة ومكتوبة باللغة العربية:

1. «علم حدوث الرياح في باطن الأرض، المحدثة كثير الزلازل»، للكندي المتوفى 204هـ، ذكرها ابن النديم في «الفهرست».
2. «الأخبار بالدلائل على الإنذار بحدوث الزلازل» لعلي بن حسن المعروف بابن عساكر (571 هـ)، توجد منه نسخة خطية في المكتبة الوطنية بتونس، برقم (19360).
3. «رسالة في الزلزلة»، لابن الوردي، تقع في الظاهرية برقم (8317) في ثلاث ورقات.
4. «كشف الصلصلة عن وصف الزلزلة»، للسيوطي (توفي 911 هـ)، ويوجد لها عدة نسخ خطية، منها نسخ الأزهرية (42108، 2491، 7341، 28937، 83340، 92503).
5. «تحصين المنازل من هول الزلازل»، لنور الدين أبي الحسن علي بن محمد الجزار، ذكرها حاجي خليفة في «كشف الظنون» (1/ 360)، وقال: «ألفها حين زلزلة وقعت بمصر، في عام أربع وثمانين وتسعمائة»، ولها نسخة في التيمورية (119/ 6)، ونشرت الرسالة في القاهرة عام 1974 م بمجلة حوليات إسلامية، ينظر «معجم تاريخ التراث» (3 / 2123).

6. «رسالة في خسوف القمر، وكسوف الشمس والرعد والزلزلة...» لعبد المعطي بن سالم، المعروف بالسملاوي (توفي1127هـ)، في التيمورية (133) تقع في 19 صفحة، نسخت عام ١٢٠٠هـ، ينظر «معجم تاريخ التراث» (3 / 1882).

7. «تحريك السلسلة فيما يتعلق بالزلزلة»، لأبي الفداء إسماعيل بن محمد العجلوني (1162هـ)، في مكتبة برنستون (1342) نسخت عام (1193) وتقع في (30) لوحة.

8. «الحوقلة في الزلزلة»، تأليف حامد بن علي العمادي (توفي 1171هـ)، في مكتبة برنستون (509) في ثلاث ورقات. والمحمودية بالمدينة المنورة (2670/ 2).

9. «دعوة الزلزلة» لابن وحشية، المكتبة الأزهرية، (13897).

10. «رسالة فيما يستحب عند الزلزلة من الوعظ» لمؤلف مجهول، المكتبة الأزهرية (43193) تقع في أربع ورقات.

يرى جابر بن حيان (توفي 200هـ/ 815م) أنّ «الزلازل إنما تحدث من استبطان رياح في بطون الأرض إما لكونها من باطن الأرض وانحصارها وقلة وجود المنافذ لخروجها، فإذا ترادفت وكثرت طلبت المخرج فزحم بعضها بعضاً فانزعج لها ذلك المكان، وبكثرة حركتها وبكثرة مادتها وتواصلها تكون زيادتها وعظم حركتها ودوامها... وربما كانت من خارج، واختفاؤها وامتناع رجوعها لكثرة ترادفها في المدخل فيكون ذلك عنها، وهو قليلٌ جداً» (جابر بن حيان، 1935م).

يعرض لنا حنين بن إسحق (توفي 260هـ/ 873م) في كتابه (جوامع حنين بن إسحق في الآثار العلوية لأرسطو) بعض المعلومات التي استقاها من مصنفات سابقيه، حرفياً أحياناً وبتصرفٍ أحياناً أخرى، وقد رتبها ككتاب منطقي التسلسل، حَسنُ العبارة جزيل الفائدة، لكنها تعبر في النهاية عن خلاصة أفكار أرسطو ليس أكثر: « وأكثر ما يكون الزلزلة في أيام الربيع والخريف، في الأوقات الكثيرة الأمطار المفرطة وفي الأوقات اليابسة؛ لأنّ هبوب الريح في هذه الأوقات أكثر، فهي في الزمان اليابس

أكثر منها في الزمان الرطب؛ لأنّ البخار اليابس الذي هو مادة الريح اليابس أكثر منها في الزمان الرطب، لأنّ البخار اليابس الذي هو مادة الريح اليابس أكثر. فأمّا في الصيف والشتاء فقلّ ما يكون الزلزلة لقلة هيج الريح فيها، فأما الزلزلة التي في زمان الرطوبة، فإن ذلك لأن الرطوبات توثق ثقوب الأرض وشقوقها، فتحتصر البخارات هناك فتضرب، وربما تتصدع الأرض من الزلزلة، فيخرج منها ريحٌ لها صوتٌ شديدٌ يسمعه الناس، وربما سُمِعَ للريح وجوف الأرض بعد، وذلك لشدة اضطرابها...» (ابن إسحق، 1976م).

حاول إخوان الصفا في رسائلهم تفسير سبب الزلازل وفق نظرية الأبخرة المحتبسة فقالوا: «وأما الكهوف والمغارات والأهوية التي في جوف الأرض والجبال، إذا لم يكن لها منافذ تخرج منها المياه، بقيت تلك المياه هناك محبوسة زماناً، وإذا حمي باطن الأرض وجوف تلك الجبال، سخنت تلك المياه ولطفت وتحلّلت وصارت بخاراً، وارتفعت وطلبت مكاناً أوسع، فإن كانت الأرض كثيرة التخلخل، تحلّلت وخرجت تلك البخارات من تلك المنافذ، وإن كان ظاهر الأرض شديد التكاثف حصيفاً منعها من الخروج، وبقيت محتبسة تتموّج في تلك الأهوية لطلب الخروج، وربما انشقّت الأرض في موضع منها، وخرجت تلك الرياح مفاجأة، وانخسف مكانها، ويسمع لها دويّ وهدة وزلزلة. وإن لم تجد لها مخرجاً، بقيت هناك محتبسةً، وتدوم تلك الزّلزلة إلى أن يبرد جوّ تلك المغارات والأهوية، ويغلظ. ومتى تكاثفت تلك البخارات واجتمعت أجزاؤها وصارت ماء، خرّت راجعةً إلى قرار تلك الكهوف والمغارات والأهوية، ومكثت زماناً، وكلما طال وقوفها ازدادت صفاءً وغلظاً، حتى تصير زئبقاً رجراجاً، وتختلط بتربة تلك المعادن، وتتّحد بحرارة المعدن دائماً في إنضاجها وطبخها، فتكون منها ضروب من الجواهر المعدنية المختلفة الطبائع كما سنبيّن. وأما علّة اختلاف مياه العيون والينابيع التي في جوف الأرض وكهوف الجبال، من العذوبة والملوحة والحموضة

والعفوصة الكبريتية منها، والنّفطيّة، والدّهنيّة، وعلة حرارتها في الشتاء، وبردها في الصيف، وما كان على حالة واحدة في جميع الأوقات، فهي بحسب اختلاف ترب بقاعها، وتغييرات أهويّة مكانها والعوارض التي تعرض لها». (رسائل إخوان الصفاء وخلان الوفاء، ج 2، إخوان الصفاء)

ذكر أبو بكر محمد بن الحسن الكرخي (توفي نحو 410 هـ/ 1020م) في كتابه (إنباط المياه الخفية) حدوث فوران للعيون المائية عند حدوث الزلازل: «عند الزلزلة تفور عيون، وتظهر عيون في بعض أوقاته، وتنتقل عيون من مكانٍ إلى مكان؛ والسبب في ذلك أنه يكون في بطن الأرض عروق تجري فيها الماء إلى عيونٍ ظاهرة فوق الأرض وما يكون حول العرق من تربة الأرض يكون صلباً، وإذا كانت الزلزلة التي سببها خروج البخار المجتمع في بطن الأرض، فإذا أصاب مجرى الماء خلل تربته فوجد الماء منافذ أُخَرَ أقرب إلى المركز فخرج في واحد منها وانقطع عن المجرى الأول وربما كان ماءً محتبساً في بطنها؛ فيخرق البخار محبسه ويجعل له طريقاً إلى وجه الأرض فينبع منه. أمّا في الأرض التي رخاوتها أو صلابتها على صفة واحدة، فإنه يقل غور مياه عيونها وقنيها وقد يزيد ماء القناة وينقص عند الزلزلة، كذلك أنّ في بطن الأرض ماء جار ومتحير، كذلك يكون فيه هواء ساكن وهواء مخترق، ومتى كثف هذا الهواء خرق الأرض وخرج منها فذلك سبب الرجفة والزلزلة» (الكرخي، 1892م).

تكلم ابن سينا (توفي 428هـ/ 1036م) عن أسباب حدوث الزلازل، فأوضح أن الزلزلة هي «حركة تعرض لجزء من أجزاء الأرض بسبب ما تحته ولا محالة أن ذلك السبب يعرض له أن يتحرك ثم يحرّك ما فوقه، والجسم الذي يمكن أن يتحرك تحت الأرض ويحرك الأرض، إما جسم بخاري دخاني قوي الاندفاع كالريح... وإما جسم مائي سيال، وإما جسم هوائي، وإما جسم ناري، وإما جسم أرضي. والجسم الناري لا يحدث تحت الأرض، وهو نار صرفة، بل يكون لامحالة في حكم الدخان القوي، وفي حكم الريح المشتعلة، والجسم الأرضي لا تعرض له الحركة أيضاً إلا لسببٍ مثل السبب الذي عرض لهذا الجسم الأرضي، فيكون السبب الأول الفاعل للزلزلة ذلك،

فأما الجسم الريحي، نارياً كان أو غير ناري، فإنه يجب أن يكون هو المنبعث تحت الأرض، الموجب لتمويج الأرض في أكثر الأمر» (ابن سينا، 1980م).

ثم يبين لنا ابن سينا ما يرافق الزلازل القوية مثل « خسف الأرض باندفاعه وخروجه، وربما خلص ناراً محرقة، وربما حدثت أصوات هائلة ودويّ يدلّ على شدة الريح، فإن وجدت هذه الريح المصونة منفذاً واسعاً بعد المنفذ الذي تصوت فيه، حدث عن اندفاعها صوت ولم تزلزل» (ابن سينا، 1980م).

يعد بعض الباحثين أن ابن سينا أول من كشف أن الزلازل تفتح عيون الماء (أبو خليل والآخرون، 2003م). وهي أولوية غير دقيقة فالمفيدوروس اليوناني وأرسطو والكرخي قد تناولوا هذا الموضوع قبله، كما وجدنا ذلك سابقاً.

يعرّف لنا ابن ملكا البغدادي (توفي 560هـ/ 1165م) الزلزلة بأنها « اختلاج الأرض عن حركة هواءٍ محتبسٍ في غورٍ عظيمٍ من أغوارها. إما لسخونةٍ عرضت له أو لقوّةٍ ريحيةٍ حركته. وإذا كانت الأرض مستحصفة الظاهر صخريةً كالجبال أو ما يقاربها كثرت وقويت حركة الهواء فيما يوجد من أغوارها، وقد يكون لانهدام جبالٍ في أغوار من الأرض فتزلزلها ويكون ذلك في زلزلة على أثر زلزلة على الأكثر، وقد يسمع دوي الريح في خروجها من الأرض بانشقاقها ويكون له صوتٌ شديدٌ جداً، فإن لم يكن في البلاد الجبلية أغوارٌ عظيمةٌ لم توجد فيها الزلازل، وإن وُجِدَت الأغوار في غير الجبلية ربما كانت فيها الزلازل أقل على الأقل، وإذا كانت الأغوار العظيمة في الأراضي المستحصفة كانت فيها الزلازل أعظم فأكثر على الأكثر، فقد تتزلزل أراضٍ فتنخسف فيها خسفات وتظهر فيها مياه في أغوار الخسوف» (ابن ملكا البغدادي، 1939م).

ذكر ابن رشد (توفي 595هـ/ 1198م) أنّ سبب الزلازل هي الأبخرة المحتبسة «... فقد تبين أنّ البخار المتولد في الأرض صنفان: أحدهما الرطب، والآخر اليابس الدخاني. أم الرطب فيكون منه إذا علا فوق الأرض الأمطار وسائر ما

عددنا، وأما الدخاني فإنّه أيضاً إذا علا فوق الأرض كانت الرياح وسائر الآثار التي عددنا. وأما إذا بطن مثل هذا البخار الذي يكون عند الرياح في جوف الأرض وتحرك هناك فباضطرار ألا يكون سبب الزلزلة شيء سواه، كما أنه ليس سبب اختلاج أبدان الحيوان شيء غير البخار المتحرك فيها، ويشبه أن يكون من المعلومات الأول ضرورة نسبة هذا السبب إلى هذا الوجود في هذا وفي كثير من هذه الآثار. وقد يمكن أن يوقف على ذلك بدائل: منها أن مثل هذه الحركة الشديدة المزعزعة إنما توجد للريح، إذا كانت هي التي يصير بكل واحد من الأسطقسات إلى الحركة السريعة كالغليان والالتهاب في النار والتموج في الماء وفي قياس هذه الأرض. ومنها أنّها توجد على الأكثر في الأوقات التي تتولد منها الرياح، وذلك في زمان الخريف والربيع وتعدم في الأوقات التي تعدم فيها الرياح، وذلك في زمان الحر الشديد والبرد الشديد. وهذا كله يدل على أنّ السبب الفاعل لها وللرياح واحد، ومنها أيضاً أنّ الدوي يسمع كثيراً ما يتقدم الزلزلة» (ابن رشد، 1994م).

كما ذكر ابن رشد أنّ «الأراضي تختلف في كثرة الزلازل فيها وقلتها بحسب استعدادها لأن يتولد فيها مثل هذا البخار وبحسب انسداد مسامها أيضاً، ولذلك أي أرضٍ اجتمع لها الأمران جميعاً كانت في تزلزل دائم كالجزائر التي يتفق لها مع استعدادها لتولد هذا البخار الريحي أن يكون بقرب البحر حتى يمنع ماء البحر تلك الرياح من الخروج، كما يقال إنه يعرض في الموضع الذي بالأندلس المعروف بكنيسة الغراب، فإنه يسمع فيها دائماً شبه الدوي الذي يتقدم الزلزلة على ما ذكر» (ابن رشد، 1994م).

حتى عصر المفضل بن عمر بن المفضل الأبهريّ (توفي 633هـ /1235م) كانت لا تزال نظرية الأبخرة في تفسير حدوث الزلازل هي السائدة: «وأما الزلزلة

وانفجـار العيـون، فاعلـم أن البخـار إذا احتبـس في الأرض يميـل إلـى جهـة ويتبـرّد بهـا، فينقلـب مياهـا مختلطـة بأجـزاء بخاريـة إذا قـل، فـإذا كثـر بحيـث لا يسـعه الأرض أوجـب انشـقاق الأرض وانفجـر منهـا العيـون، وإذا غلـظ البخـار بحيـث لا ينفـذ في مجـاري الأرض اجتمـع ولـم يمكنـه النفـوذ فزلزلـت الأرض» (الأبهـري، هدايـة الحكمـة، 2019م).

ذكـر زكريـا القزوينـي (تـوفي 681هـ/ 1283م) أن بعـض النـاس « زعمـوا أن الأبخـرة والأدخنـة الكثيـرة إذا اجتمعـت تحـت الأرض لا تقاومهـا بـرودة حتـى تصيـر مـاء وتكـون مادتهـا كثيـرة لا تقبـل التحليـل بأدنـى حـرارة ويكـون وجـه الأرض صلبـاً لا يكـون فيـه منفـذ ومسـام فالبخـارات إذا قصـدت الصعـود لاتجـد المسـام والمنافـذ فتهتـز منهـا بقـاع الأرض وتضطـرب كمـا يرتعـد بـدن المحمـوم عنـد شـدة الحمـى بسـبب رطوبـات عفنـة احتبسـت في خلـل أجـزاء البـدن فتشـتعل فيهـا الحـرارة الغريزيـة فتذيبهـا وتحللهـا وتصيّرهـا بخـاراً ودخانـاً فيخـرج مـن مسـام جلـد البـدن فيهتـز مـن ذلـك البـدن ويرتعـد ولايـزال كذلـك إلـى أن تخـرج تلـك المـواد فـإذا خرجـت تسـكن وهكـذا حـركات بقـاع الأرض بالـزلازل...» (القزوينـي، عجائـب المخلوقـات، 1848م).

يـرى شـيخ الربـوة (تـوفي 727هـ/ 1349م) أن « أصحـاب الـكلام في الطبائـع والمولـدات يجعلـون المـاء أصـل الزيبـق والكبريـت كمـا تقـدم القـول بـه ويزعمـون في علـة تكويـن هذيـن المعدنـين أن الأرض بجملتهـا كثيـرة التخلخـل والأهويـة والمغـارات والكهـوف فـكل هـذه مملـؤة مـن البخـارات الكائنـة عـن تأثيـر الشـمس في أعمـاق الأرض كتأثيـر القمـر علـى مـد البحـر وجـزره وتحليلهـا لأجـزاء رطوبتهـا، فـإن كان البخـار متغلغـلاً في أعماقهـا وكان كثيـر التمـوج يزعزعهـا بـه لتحاملهـا عليـه وضغطهـا إيـاه فربمـا سـمع لـه دويّ وصـوتٌ هائـلٌ وعـن هـذا التمـوج يكـون الرجـف والزلزلـة» (شـيخ الربـوة، 1865م).

• البراكـــين

الإضافة الجديدة التي قدمها العلماء العرب في مجال علم البراكين هي وضعهم لمصطلحات جديدة لكل نوعٍ من أنواع النشاط البركاني، إضافة لتوثيقهم لسنوات الثورات البركانية. فقد أطلق علي بن الحسين بن علي المسعودي (توفي 346هـ / 957م) على البركان اسم (آطام النيران)، وقد ميّز بينها وبين (عيون النار) التي يكون منشؤها النفط. كما تحدّث المسعودي عن وجود البراكين البحرية في البحر الأسود.

أما بالنسبة لمصطلح الحرّة عند العرب، فقد أطلق على الأراضي الواسعة الواقعة غرب الجزيرة العربية، والمكوّنة من صخور بازلتية سوداء، ناجمة عن تصلّب الصهارة المتدفقة من باطن الأرض، سواء عبر فوهات البراكين أو من خلال مناطق الضعف القشري. وبعد أن تتصلّب الصهارة تتشقق بسبب العوامل الجوية، فتظهر الحرّة بشكل صخور متناثرة هنا وهناك على سطح الأرض. كما أنّ العرب استخدموا مصطلحين هما (الوَحْفَاء) و (الحُمَّة) والتي يقابلهما المصطلح الحديث (الرصيف الصحراوي Desert Pavement) أو (الدرع الصحراوي Desert Armour). كما ذكروا مصطلح (الثَّبْرة)، الذي يشير إلى الأرض التي تشبه حجارتها حجارة الحرّة لكنها بيضاء، وهي تتشكل نتيجة تغيرات كيميائية تصيب الطبقة السطحية من صخور الحرّة [الغنيم، 1988م].

أولاً: أنـواع الحـــرات

لقد عرف العرب أشكالاً عديدةً للحرات وصنّفوها تحت ثلاثة أنواعٍ هي: العَنَاق والصُّحْرة والصَّخْرة، والتي سنتكلم عنها بالتفصيل كما يأتي:

1. العَنَـــاق

هـي مـا يمكـن أن يطلـق عليـه اليـوم اسـم القصبـات البركانيـة Volcanic Diatreme (الغنيـم، 1988م). وهـي عبـارةٌ عـن أنابيـب بريشـيا علـى شـكل قمـع يصـل عمقهـا إلـى 2500 متـر. يُعتقـد أنّ القصبـات البركانيـة تتشـكل عـن طريـقٍ التفتـت البركانـي المائـي وانهيـار صخـور الجـدار، وقـد تكمـن القصبـات في العمـق في الخنـادق (Sigurdsson, 2000).

2. الصُّحـــرْة

تعـرّف الصُّحْـرة علـى أنهـا جَوْبـةٌ، أي حفـرةٌ أو جفـرة متسـعةٌ، تظهـر وسـط الحـرّة. ويشـبه الصُّحْـرة (الفـوء) وجمعهـا (فقـآن)؛ ولعـل أقـرب مصطلـح علمـي لهـذا المصطلـح العربـي هـي الفوهـات الخامـدة المنتشـرة وسـط الحـرار، والتـي يتغيـر اتسـاعها وعمقهـا مـن فوهـة أو حفـرة صغيـرة Crater لا يزيـد قطرهـا عـن عـدة أمتـار إلـى فوهـات كبيـرة العمـق والاتسـاع تسـمى Caldera ويصـل قطرهـا إلـى 2 كيلومتـر (الغنيـم، 1988م).

3. الصَّخْـــرة

وهـي التـــي تســـمى وفـق المصطلـح العلمـي الحديـث باسـم القبـاب اللابيـة Lava Domes، وهـي تـلال مـن الصخـور البركانيـة التـي تتشـكل عندمـا تتدفـق الحمـم البركانيـة علـى السـطح وتتراكـم فـوق الفتحـة، وتتشـكل القبـاب اللابيـة عندمـا تبـرد الصهـارة اللزجـة بسـرعةٍ نسـبياً بعـد ظهورهـا علـى سـطح الأرض، مـع أنّ تركيبـات القبـة قـد تغطـي الطيـف الكامـل لمحتويـات السـيليكا، إلا أنّ الغالبيـة تحـوي علـى كميـاتٍ مرتفعـةٍ نسـبياً مـن السـيليكا. تختلـف أقطـار القبـة مـن بضعـة أمتـارٍ إلـى عـدة كيلومتـراتٍ، ويتـراوح ارتفاعهـا مـن بضعـة أمتـار إلـى أكثـر مـن كيلومتـرٍ واحـد (Sigurdsson, 2000).

وقد قسّم العرب هذه التلال إلى أربعة أنواع مختلفة عن بعضها وأطلقوا عليها أسماء مختلفةٍ وهي بالترتيب: النَّعْل والخُفُّ والكُراع والضِّلع. فالنعل شبيه بالنعل يكون فيه صلابة وارتفاع، والخف أطول من النعل، والكراع أطول من الخف، والضلع أطول من الكراع وهي ملتويةٌ مثل الضلع (الغنيم، 1988م).

ثانياً: انتشار الحرات

تنتشر الطفوح البركانية في شبه الجزيرة العربية من جبال اليمن جنوباً، ثم تمر عبر نطاق الدرع العربي إلى أن تصل إلى هضبة حوران وجبل الدروز في جنوب سوريا، وهذا يعني أنها تنتشر على طول الجناح الغربي لشبه الجزيرة العربية. ويتراوح زمن نشأة تلك الطفوح البركانية على طول الدرع العربي بين الزمن الأركي والعصور التاريخية، وقد حدث أشد وأعنف تلك الانبثاقات اللابية في الزمن الثالث، تحديداً بين زمني الميوسين والأوليغوسين، حيث تشكل عندها البحر الأحمر وانفصلت الكتلة العربية الإفريقية عن بعضها (الغنيم، 1988م).

وتوجد أهم الحرات في المملكة العربية السعودية في القسم الغربي منها، وذلك على الامتداد الطولي من الجنوب إلى الشمال على مرتفعات جبال الحجاز، ثم تمتد شمالاً عبر منطقة الجوف ومنطقة الحدود الشمالية حتى تتقاطع مع حدود الأردن، كما أنها توجد في السهل الساحلي الغربي (الرشيد، 2013م).

ثالثًا: السجل الزمني للنشاطات البركانية في المناطق العربية

دوّن لنا المؤرخون العرب في كتب الحوليات ما حدث في أيامهم من أحداث ووقائع، ومن بين هذه الأحداث النشاطات البركانية، وسنسرد فيما يأتي كل ما وصلنا من أرصاد عن هذه النشاطات:

1. ســـــنة (79م)

سُـجّل انفجـار بـركان فيـزوف في كتـب الحوليـات العربيـة، ويعـود أقـدم توثيـق لثـوران هـذا البـركان مـا ذكـره ابـن العبـري (تـوفي 685هـ / 1286م) أنّـه في السـنة الثانيـة لملـك القيصـر طيطـوس (أو تيتـوس فيسباسـيانوس (تـوفي 89م) Titus Flavius Vespasianus) – الإمبراطـور الرومانـي العاشـر الـذي حكـم رومـا لسـنتين بـين (79–81م) – «انشـق جبـل بالـروم وخـرج منـه شـهب نـار أحرقـت مدنـا كثيـرة» (ابـن العبـري، 1992م). وطيطـوس هـذا هـو ابـن فيسباسـيانوس الـذي حكـم رومـا لمـدة عشـر سـنوات بعـد نيـرون (تـوفي 68م) Nero ، إذاً المقصـود بانشـقاق جبـل الـروم هـو انفجـار بـركان فيـزوف عـام 79 للميـلاد.

2. ســـــنة (19هـ/ 640م)

ذكـر ابـن كثيـر (تـوفي 774هـ / 1373م) أنـه في هـذه السـنة «ظهـرت نـارٌ مـن حـرّة ليلـى، فـأراد عمـر أن يخـرج بالرجـال إليهـا، ثـم أمـر المسـلمين بالصدقـة فطفئـت، ولله الحمـد» (ابـن كثيـر، 1997م). وقـد قـدّم لنـا المـؤرخ أسـلم بـن سـهل بَحْشَـل (تـوفي 292هـ / 905م) تفاصيـل أكثـر عـن هـذا النشـاط البركاني فقـال:" حدثنـا أسـلم، قـال: حدثنـا عبـد الرحيـم، قـال: حدثنـا بشـر بـن مبشـر، قـال: حدثنـا حمـاد بـن سـلمة عـن الحريـري عـن أبـي العـلاء عـن معاويـة بـن حرمـل، قـال: [أتيـت عمـر بـن الخطـاب ﷺ. فقـال: مـن أنـت؟ قلـت: أنـا معاويـة بـن حرمـل: قـال]: اذهـب فانـزل علـى خيـر أهـل المدينـة، وكان بالمدينـة رجـل إذا صلـى المغـرب ضـرب بيديـه إلـى مـن عـن يمينـه ومـن عـن شـماله، فذهـب بهمـا إلـى منزلـه، فصليـت إلـى جنبـه، فإذا هـو تميـم أبـو رقيـة الـداري، فلمـا انصـرف مـن الصـلاة ضـرب بيـده إليَّ وإلـى آخـر ممـا يليـه مـن الجانـب الآخـر. فانطلـق بنـا إلـى منزلـه فوضعـت المائـدة وجـيء بالطعـام، فـأكل وأكلـت ولـم يكـن لـي عهـد بالطعـام قبـل ذلـك بثـلاث. فأكلـت أكلاً

شديداً. فبينما نحن نتحدث إذ خرجت نار بالحرّة، فجاء عمر بن الخطاب ﷺ، فقال: يا تميم! اخرج فأنت لها، قال: وما أنا يا أمير المؤمنين وما عسى أن يبلغ من أمري وصغر نفسي؟ فقال عمر: عزمت لتقومن، فقام وتبعتهما. فجعل تميم يجوس النار حتى دخلت الغار الذي خرجت منه، واقتحم تميم في أثرها ثم خرج ولم تضره النار شيئاً. فقال عمر ﷺ: ما من رأى مثل من لم ير. وما من شهد مثل من لم يشهد» (بَحْشَل، 1986م).

3. سـنة (652هـ/ 1254م)

قال ابن دُقْماق (توفي 809هـ / 1407م): «وفيها ظهرت نار بأرض عدن في بعض جبالها، بحيث يطير بها شرار إلى البحر في الليل، ويصعد منها دخانٌ بالنهار، فما شكوا أنّها النار التي ذكرها النبي ﷺ، أنها تظهر في آخر الزمان، فتاب الناس وأقلعوا [عما كانوا عليه من المظالم والفساد] وردت بذلك الأخبار من مكة» (ابن دُقْماق، 1999م).

وفيما اتفق كلٌّ من ابن دُقْماق وابن العماد الحنبلي (توفي 1089هـ / 1679م) على أنّ هذا النشاط البركاني قد حدث سنة (652هـ/ 1254م)؛ فإن ابن الدَّوَاداري (توفي بعد 736هـ / بعد 1432م) (ابن الدَّوَاداري، 1960–1994م) وقال إنّه حدث سنة (651هـ/ 1253م).

4. سنة (654هـ/ 1256م)

لقد أرّخ لهذا الحدث البركاني المهيب مجد الدين الفيروزآبادي (توفي 817هـ /1415م) الذي نال شهرته التاريخية الواسعة من ارتباطه بأمرين:

- الأول وقوعه على مقربة من المدينة المنوّرة.
- الثاني وجود حديث نبوي شريف قاله رسول الله ﷺ.

قـال الفيروزآبـادي: «ومـن الحـوادث العظيمـة التـي [حدثـت، أنـه في يـوم] الأربعـاء ثالـث شـهر جمـادى الآخـرة مـن سـنة أربـع وخمسـين وسـتمائة حـدث بالمدينـة الشـريفة في الثلـث الأخيـر مـن الليـل زلزلـة عظيمـةٌ، ورجفـةٌ قويـةٌ، أشـفق النـاس منهـا، ووجلـت القلـوب مـن صدمتهـا، وانزعجـت الخلائـق لهيبتهـا، وبقيـت إلـى الليـل، واسـتمرت إلـى يـوم الجمعـة، ولهـا دويٌّ مثـل دويّ الرعـد القاصـف، ثـم ظهـرت نـار عظيمـة مثـل المدينـة العظيمـة مـن واد، يقـال لـه: وادي الأحيليـين، بضـم الهمـزة، وفتـح الحـاء المهملـة، وسـكون اليـاء، وكسـر الـلام، وفتـح اليـاء، وسـكون يـاء ثالثـة وآخـره نـون، في الحـرة الشـرقية.

وسـارت هـذه النـار مـن مظهرهـا إلـى جهـة الشـمال، فخـاف أهـل المدينـة، واسـتولى عليهـم الوجـل، وأيقنـوا أنّ العـذاب قـد أحـاط بهـم، فرجـع أميرهـم إلـى اللّه تعالـى بالتوبـة والإنابـة، وأعتـق جميـع مماليكـه، وشـرع في ردّ المظالـم إلـى أربابهـا، وهبـط مـن القلعـة مـع القاضـي وأعيـان البلـد، والتجـأوا إلـى الحجـرة المقدسـة، وباتـوا بالمسـجد الشـريف جميعهـم رجالهـم ونسـاؤهم وأولادهـم، بحيـث لـم يبـق أحـدٌ لا في النخيـل ولا في داخـل المدينـة إلا قـد حضـر عنـد النبـي ﷺ. وأبصـر هـذه النـار أهـل مكـة، وأهـل الفلـوات في بواديهـم، ثـم سـال منهـا نهيـر مـن نـار، وأخـذ في وادي أحيليـين المتقـدم ذكـره، وأهـل المدينـة يبصرونهـا مـن دورهـم كأنهـا عندهـم، وبيـن أيديهـم، وأهـل ينبـع يبصرونهـا مـن بلدهـم، وهـي ترمـي بأمثـال الجبـال حجـارةً مـن نـار، تذكرهـم قـول اللّه تعالـى: ﴿إِنَّهَا تَرْمِي بِشَرَرٍ كَالْقَصْرِ ﴿٣٢﴾ كَأَنَّهُ جِمَالَتٌ صُفْرٌ ﴿٣٣﴾﴾ [سـورة المرسـلات:32 - 33]، وبقيـت مـدة ثلاثـة أشـهر تـدب في الـوادي دبيـب النمـل، تـأكل كل مـا مـرت عليـه مـن جبـل أو حجـر، ولا تـأكل الحشـيش ولا الشـجر، والشـمس والقمـر في المـدة التـي ظهـرت فيهـا هـذه النـار مـا يطلعـان إلا كاسـفين.

واستمرت هذه النار تأكل الأحجار والجبال، وتسيل سيلاً ذريعاً في وادٍ يكون طول مقداره أربعة فراسخ، وعرضه أربعة أميال، وعمقه قامة ونصف، وهي تجري على وجه الأرض، والصخر يذوب حتى يبقى مثل الآنك، فإذا جمد صار أسود، وقبل الجمود لونه أحمر.

ولم يزل يجتمع من هذه الحجارة المذابة في آخر الوادي عند منتهى الحرة حتى قطعت في وسط وادي الشظاة إلى جهة جبل وعيرة، فسدت الوادي المذكور بسدٍّ عظيم من الحجر المسبوك بالنار، ولا كسد ذي القرنين، يعجز عن وصفه بيان الواصف، ويرجع القلم وله من شرحه في كل قدم قاصفٍ، فانقطع وادي الشظاة بسببه، وصار السيل إذا سال ينحبس خلف السد المذكور، وهو وادٍ عظيمٌ، فيكثر، وتعظم المياه المجتمعة حتى تصير بحراً مد البصر طولاً وعرضاً، كأنه أرض مصر عند زيادة النيل، فانخرق هذا السد من تحته في سنة تسعين وستمائة لتكاثر الماء من خلفه، فجرى في الوادي المذكور سنتين كاملتين» (الفيروزآبادي، 2009م).

كما تناول هذا الحدث نور الدين السمهودي (توفي 911هـ / 1506م) وأورد كل الأحاديث النبوية التي تكلمت عن هذه النار مع ذكره المستفيض لما رافقها من زلازل (السمهودي، 1998م)، وقد أوجز ابن العماد الحنبلي الحدث (الحنبلي، 1986م).

وذكر المؤرخ حسين بن محمد بن الحسن الدِّيار بَكْري (توفي 966هـ /1559م) أنّ بركان المدينة عاد للنشاط مرةً أخرى عام (655هـ/ 1257م)، لكنه يبدو أنه قد أخطأ في التاريخ لأنه قال في نهاية حديثه «وقد سبق ذكرها» (الدِّيار بَكْري، (د.ت))، ويقصد بهذا بركان عام (654هـ/ 1256م).

وقد ورد في تاريخ ظهير الدين الكازروني (توفي 697هـ/ 1298م) عاد وظهر مرةً ثالثةً سنة (692هـ / 1293م)، أي بعد 37 سنة من الثوارن الأول فقال: «ظهرت نارٌ بأرض المدينة النبويـــة في هذه السنة، نظير ما كان في سنة أربع وخمســـين على صفتها، إلا أن هذه النار كان يعلو لهيبها كثيراً، وكانت تحرق الصخر، ولا تحرق الســـعف، واســـتمرت ثلاثـــة أيام» (ابن كثير، 1997م)، وقد أكد على ذلك أيضاً المؤرخ بدر الدين العيني (توفي 855هـ / 1451م) (العيني، 1987م).

5. سنة (882هـ/ 1477م)

ذكر علي بن الحسن بن أبي بكر بن الحسن بن وهاس الخزرجي (توفي 812هـ/ 1410م) أن «الفقيه علي بن محمد الناشري قال: أخبرني بعض المسافرين في البحر إنّه وقع في بلاد السودان زلزلةٌ عظيمةٌ أقامت أياماً متوالية دون العشر انهدمت فيها عدة مواضع وجبال كثيرة ثم حصل في ناحية منها نارٌ عظيمةٌ لها دخانٌ عظيمٌ وهربت الناس من ذلك الموضع وأقامت النار أياماً والدخان متراكمٌ ثم تجسم ذلك الدخان وصار خيالاً في ذلك الموضع ولم يعهد قبل ذلك هنالك شيء من الخيال وكان هذا كله في أثناء النصف الأخير من السنة المذكورة والله أعلم» (الزبيدي، 1983م).

وهذا البركان ترافق معه حدوث زلزال كما نلاحظ من النص.

6. سنة (991هـ/ 1583م)

ذكر المؤرخ ياسين بن خير الله العمري (توفي 1235هـ / 1820م) أنه في هذه السنة «زلزل جبل في اليمن ثلاثة أيام، كل يوم عشرين مرة، وفي اليوم الرابع تقطّع الجبل أربع قطع وخرج منه دخانٌ عظيمٌ» (ياسين العمري، 1974م).

7. سنة (1090هـ/ 1679م)

قال عبد الله الوَزِير (توفي 1147هـ / 1735م): «وفي النصف الآخر من شعبان ظهرت نارٌ عظيمةٌ في الجبل المقابل للمخا «في اليمن» المسمى سقار بالسين المهملة المضمومة والقاف المعجمة تلتهب بالجمر وترمي بشررها إلى البحر وتصعد في السماء كالمنارة العظيمة ويراها من في الجبال البعيدة كأجبالٍ وصابٍ وفي النهار يرى دخانها كالسحاب وتعقب ذلك زلازل بالمخا وأحرق قدر نصفه» (الوزير، 1985م).

8. سنة (1225هـ/ 1810م)

ويحدثنا المؤرخ عبد الرحمن الجبرتي (توفي 1237هـ / 1822م) عن نشاط بركاني وقع في مصر، لكن لم يتشكل عنه جبلٌ أو ثورانٌ فقال: " من الحوادث الغريبة أنّه ظهر بالتلّ الكائن خارج رأس الصوة المعروفة الآن بالحطابة قبالة الباب المعروف بباب الوزير في وهدة بين التلول نار كامنة بداخل الأتربة واشتهر أمرها وشاع ذكرها وزاد ظهورها في أواخر هذه السنة فيظهر من خلال التراب ثقب ويخرج منها الدخان بروائح مختلفة كرائحة الخرق البالية وغير ذلك وكثر تردد الناس للاطلاع عليها أفواجاً أفواجاً نساء ورجالاً وأطفالاً فيمشون عليها ويجدون حرارتها تحت ارجلهم فيحفرون قليلا فتظهر النار مثل نار الدمس فيقربون منها وإنْ غوّصوا فيها خشبة أو قصبة احترقت ولما شاع ذلك وأخبروا بها كتخدا بك فنزل إليها بجمع من أكابره واتباعه وغيرهم وشاهد ذلك فأمر والي الشرطة بصب الماء عليها وًاهالة الاتربة من اعالي التل فوقها ففعلوا ذلك وأحضروا السقائين وصبوا عليها بالقرب ماء كثيرا واهالوا عليها الاتربة وبعد يومين صارت الناس المتجمعة والأطفال يحفرون تحت ذلك الماء المصبوب قليلا فتظهر النار ويظهر دخانها فيقربون منها الخرق والحلفاء واليدكات فتورى وتدخن واستمر الناس يغدون ويروحون للفرجة عليها نحو شهرين وشاهدت ذلك في جملتهم ثم بطل ذلك» (الجبرتي، 1978م).

المعـــــادن والصخـــــور

عـرف العـرب المعـادن والأحجـار الكريمـة، وكانـت كلمـة المعـدن في أول الأمـر تعنـي المنجـم. وأول مـن اسـتخدم الكلمـة لتـدل علـى المعنيـين هـو القزوينـي في «عجائـب المخلوقـات». وتنـاول العلمـاء المسـلمون أيضًـا تكويـن الصخـور الرسـوبية، وتكويـن أسـطحها، ورواسـب الأوديـة، وعلاقـة البحـر بـالأرض والأرض بالبحـر، ومـا ينشـأ عـن هـذه العلاقـة مـن تكوينـات صخريـة أو عوامـل تعريـة.

أ. الأحجـــــار الكريمـــة

تحدّث العلماء المسلمون عن الأحجار، وعرفوا خواصها الطبيعية والكيميائية، وصنفوهـا، ووصفوهـا وصفًـا علميًـا دقيقًـا، كمـا عرفـوا أماكـن وجـود كل منهـا. واهتمـوا بالتمييـز بـين الجيّـد والـرديء. ولعـل عطـارد بـن محمـد الحاسـب (تـوفي 206هـ/ 821م)، كان أول مـن ألّـف كتابًـا في الأحجـار باللغـة العربيـة. وهـذا الكتـاب هـو كتـاب «منافـع الأحجـار»، وفيـه ذَكـر أنـواع الجواهـر والأحجـار الكريمـة ودَرس خـواص كل منهـا. وقـد ذكـر الـرازي هـذا المؤلَّـف في كتابـه «الحـاوي». وهنـاك مـن العلمـاء مـن يعـزو كتـاب «الأحجـار» المنسـوب لأرسـطو إلـى مؤلـف سـوري أو فارسـي، حيـث كتبـت النسـخة بالعربيـة منـه في أخريـات القـرن الثانـي الهجـري، ومـع قلـة المـادة العلميـة فيـه، إلا أنهـا تعكـس آراء المسـلمين عـن المعـادن في ذلـك الوقـت.

لعلَّ أقدم نص احتوى على أسماء الجواهـر التـي تُمعدن من الأرض، هـو مـا جـاء في أمالـي الإمـام جعفـر بـن محمـد، المسـماة (التوحيـد)، نذكـر منهـا: الجـص (أكسـيد الكالسـيوم)، والكلس (كربونـات الكالسـيوم)، والمرتك (أكسـيد الرصـاص)، والذهـب، والفضـة، والياقـوت، والزمـرد، والقـار، والكبريـت، والنفـط. ثـم جـاء جابـر بـن حيـان تلميـذ جعفـر الصـادق ليضيـف بعـض الجواهـر والمعـادن مثـل؛ الأسـرب (نـوع مـن الرصـاص)، والمرقيشـيا (البيريـت)، والياقـوت الأحمـر. وأضـاف

إخوان الصفا 31 حجراً جديدًا منها: الطاليقوني، والإسرنج، والزاجات Vitriols، والشبوب، وبواسق الخبز، والعقيق، والجزع. ثم أضاف البيروني إليها؛ الزفت واليشم والخارصين.

إذًا، فقد عرف العلماء العرب من المعادن حتى عصر البيروني نحوًا من 88 حجرًا مختلفًا مما يستخرج من الأرض.

يعد فيلسوف العرب الكندي من رواد علوم الأرض، واهتم بالمعادن والأحجار. ومع أن له آثارًا مكتوبةً إلا أنه لم يصلنا منها الكثير، وما وصل منها نقل من خلال ما كتب البيروني في «الجماهر في الجواهر»، والتيفاشي في كتابه «أزهار الأفكار في جواهر الأحجار»، وابن الأكفاني في كتابه «تحف الذخائر في أحوال الجواهر». فقد نقل هؤلاء وغيرهم عن الكندي كثيرًا، وأشاروا إلى آرائه في المعادن والجواهر في مصنفاتهم المذكورة. ومن أمثلة ما نقله البيروني قوله: «ولم يقع إليّ من فن المستعدنات غير كتاب أبي يوسف يعقوب بن إسحاق الكندي في الجواهر والأشباه؛ قد أفرغ فيها عذرته وظهر ذروته، كاختراع البدائع في كل ما وصلت إليه يده من سائر الفنون فهو إمام المجتهدين وأسوة الباقين».

أما ابن سينا فقد ذكر في كتابه «الشفاء»: «أن الأحجار يعود تكونها إلى أسباب ثلاثة؛ فهي إما أن تتكون من الطين بالجفاف أو من الماء بالبخار أو الترسيب»، وقسَّم المواد المعدنية إلى أحجار، وكباريت، وأملاح، وذائبات. ويعد بعض مؤرخي العلوم ابن سينا على أنه مؤسس علم الأرض عند العرب. كما تناول ابن سينا الفلزات وطريقة تكوينها، وذكر كمّاً كبيرًا من المعادن، وميزات كل منها واحتفاظها بخصائصها الطبيعية، وأن لكل منها تركيبًا خاصاً لا يمكن أن يتغير بطرائق التحويل المعروفة، وإنما المستطاع هو تغيير ظاهري في شكل الفلز وصورته. وكان الجزء الخاص بالمعادن والآثار العلوية في كتاب «الشفاء» مُنْطَلقًا لعلوم الأرض حتى في أوروبا. فقد ترجم ألفرد سيريشل المادة

الخاصة بالمعادن في هذا الجزء عام 1200م ونسبه إلى أرسطو، إلا أن هوليارد وماندرفيل اكتشـــفا خطـــأه عام 1927م، بعد أن قدّما البراهين على ذلك. واعترف ليوناردو دافينشي أنه استقى معلوماته عن الأحجار والأحافير من الكتب المشهورة لابن سينا.

تحدث العلماء العرب والمسلمون عن الأشكال الطبيعية للأحجار كما توجد في الطبيعة، كما تحدثوا عما يطرأ على خصائصها من تغير فيزيائي لعوامل خارجية. فقد ذكروا أن بعض الأحجار تتخذ أشكالاً هندسية طبيعية خاصة بها، ولا يد للإنسان في تشكيلها، ولربما كان ذلك إرهاصًا لما نسميه اليوم بعلم البلورات. فقد وصف البيروني بعضها متناولاً تناسق أسطحها وهندسية أشكالها. ويقول معبرًا عن ذلك بأن أشكال الماس ذاتية، مخروطية مضلّعة، ومنها ما يتكون من مثلثات مركبة كالأشكال المعروفة بالنارية متلاصقة القواعد، ومنها ما يكون على هيئة الشكل الهرمي المزدوج. ويبدو أن دراسة البلورات قد اتسعت رويدًا رويدًا بمرور الزمن، بحيث نجد أن القزويني بعد مضي نحوًا من 240 سنة، يصف بلورات الألماس المثلثة وصفًا فيه الكثير من الدقة؛ فيصفها بأن جميع أقطاعها مثلثة، وأن حجر السون أملس مخمس إذا كسر قطعًا تكون جميع أقطاعه مخمسة. وابن الأكفاني (توفي 749هـ/ 1348م)، يصف الزمرد بأن أكثر ما يظهر منه خرز مستطيل ذو خمسة أسطح تسمى الأقصاب. ووصفوا الأحجار بظلال الألوان، فقسموا الياقوت إلى؛ أبيض، وأصفر، وأحمر، وأكهب (أزرق). ويتفرع الأكهب إلى؛ طاووسي، وإسمانجوني، ونيلي، وأحور، وكحلي، ونفطي. أما الأحمر؛ فرماني، وبهرماني، وأرجواني، ولحمي، وجلناري، ووردي. كما عرفوا البريق واللمعان وانعكاس الضوء في خصائص بعض الأحجار، وحددوا الصلابة؛ فالياقوت عند البيروني يغلب بصلابته ما دونه من الأحجار، لكن الألماس يغلبه.

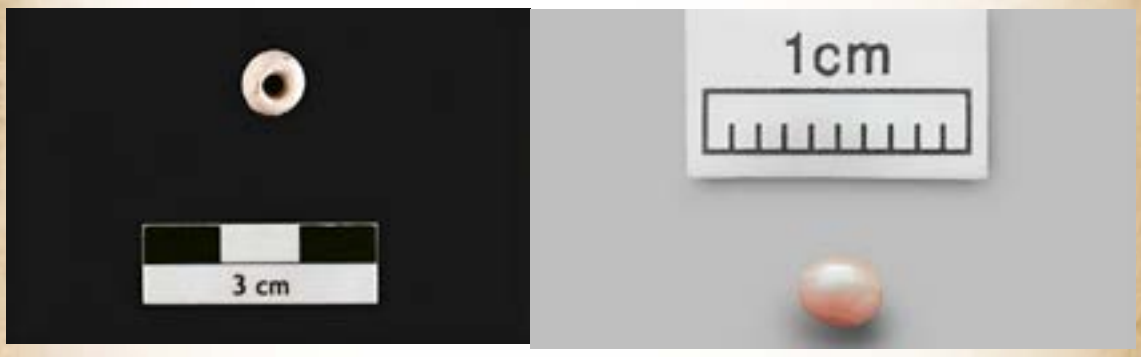
كما عرف العرب التشقق، وسَمُّوا الشقوق الرفيعة في الأحجار الشعيرات، وعرفوا الثقل النوعي، وأجروا الاختبارات الكيميائية على المعادن والجواهر، وعالجوا بعضًا منها بالأحماض.

خنجر مرصع بالزمرد الأخضر موجود في قصر طوب قابي سراي، وهو يعود لعام 1741م [كولن، 2014م]

اهتم العرب والمسلمون بتطبيقات الأحجار الكريمة بالقدر الذي أولوه لدراستها. وتكلم المؤلفون عن المناجم والمحاجر التي يستخرج منها الذهب والزمرد وغيرهما. كما عرفوا بعض أماكن توافر النفط واستغلوه في أعمالهم. وقد كانت لصياغة الحُلي والأحجار الكريمة في عهد العباسيين منزلة كبيرة، فكان الذهب والفضة والزمرد وأنواع الياقوت واللازورد والآزوريت واللؤلؤ يُجلب من خراسان وإيران والبحرين ونيسابور وصنعاء ولبنان والهند وسيلان والسودان. ومن الأسماء التي اشتهرت بالخبرة في التعدين في أواخر الدولة الأموية والدولة العباسية؛ عون العبادي، وأيوب البصري، وبشر بن شاذان، وصباح جدّ يعقوب بن إسحاق الكندي، وأبو عبد الله بن الجصاص، وابن البهلول وغيرهم كثيرون.

عرف العرب نوعين من النفط؛ النفط الأسود، والنفط الأبيض؛ فالنفط كما يقول القزويني: «يطفو على الماء في منابع المياه، منه أسود ومنه أبيض، وقد يصّاعد الأسود بالقَرْع والأنبيق فيصير أبيض، وينفع من الأوجاع». وقد وجد ابن جبير في العراق في رحلته الأولى بقعة من الأرض سوداء، كأنها سحابة

مليئة بالعيون الكبيرة والصغيرة التي تنبع بالقار، وربما يقذف بعضها بحباب منه كأنها الغليان، وتصنع لها أحواض ليجتمع فيها، فتراه يشبه الصلصال أسود أملس صقيلاً، واستخدمه أهل بغداد في طلاء جدران الحمامات.



(إلى اليمين) أقدم لؤلؤة طبيعية في العالم عثر عليها عام 2019م، ضمن تنقيبات أبو ظبي بالقرب من جزيرة مروح. يبلغ عمر هذه اللؤلؤة 8000 سنة، وهي دليل على أن الإمارات عرفت تجارة اللؤلؤ منذ العصر الحجري الحديث مع بلاد الرافدين. (إلى اليسار) أقدم حبة لؤلؤ طبيعية معروفة في قطر، وهي تعود إلى عام 4600 قبل الميلاد.

ب. الصـــخور

كانت للعلماء المسلمين نظريات عديدة عن أصل الصخور، وكيفية تكونها، وخصّوا بالذكر الصخور الرسوبية وتعاقب الطبقات بعضها فوق بعض، وتحدثوا عن النيازك، واقترحوا لها تسميات فئوية.

تتكون الصخور في رأي ابن سينا من الطين أو الماء أو النار؛ «لأن كثيرًا من الأحجار يتكون من الجوهر الغالب فيه الأرضية، وكثير منها يتكون من الجوهر الذي تغلب عليه المائية؛ فكثير من الطين يجف ويستحيل أولًا شيئًا بين الحجر والطين، وهو حجر رخو، ثم يستحيل حجرًا، وأولى الطينيات ما كان لزجًا، فإن لم يكن لزجًا فإنه يتفتت في أكثر الأمر قبل أن يتحجر... ويجوز أن ينكشف البر

عـن البحـر، وكل بعـد طبقـة. وقـد يـرى بعـض الجبـال كأنـه منضـود (متـراص) سـافًا فسـافًا (صفًـا صفًـا)؛ فيشـبه أن يكـون ذلـك قـد كانـت طينتهـا في وقـت مـا كذلـك سـافًا فسـافًا، بـأن كان سـافًا ارتكم أولاً، ثم حـدث بعـده في مـدة أخـرى سـاف آخـر فارتكـم. وكان قـد سـال علـى كل سـاف جسـم مـن خـلاف جوهـره، فصـار حائـلاً بينـه وبـين السـاف الآخـر. فلمـا تحجـرت المـادة عـرض للحائـل أن انشـق وانتشـر عمـا بـين السـافين. وأن حائـلاً مـن أرض البحـر قـد تكـون طينتـه رسـوبية، وقـد تكـون طينتـه قديمـة ليسـت رسـوبية، ويشـبه أن يكـون مـا يعـرض لـه انفصـال الأرهـاص (الصخـور) مـن الجبـال رسـوبيّاً».

يتبـين لنـا مـن آراء ابـن سـينا أن لهـا مـا يماثلهـا في علـم الأرض الحديـث. فقولـه إن نوعًـا مـن الصخـور يتكـون مـن جـراء الطـين الـذي يسـتحيل في مرحلـة مـن المراحـل إلـى صخـر أمـر يثبتـه العلـم الحديـث؛ فبعـض الصخـور الرسـوبية تتكـون مـن الطـين الـذي يتصلـب فينتـج عنـه مـا يطلـق عليـه الطفـال. أمـا نظريتـه في أن الترسـيب قـد يسـتغرق مـدّة زمنيـة طويلـة، يحـدث بعدهـا سـاف آخـر يتراكـم علـى الأول وهكـذا دواليـك، تجعلنـا نقـول مطمئنـين إنـه كان أول مـن أشـار إلـى قانـون تعاقـب الطبقـات. ولـم يفـت ابـن سـينا أن يتحـدث عـن رواسـب الأوديـة التـي تحـدث مـن جـرّاء السـيول. وتكـوُّن الصخـور مـن المـاء ومـن النـار إذا طفئـت. وقـد أثبـت العلـم الحديـث أن هنـاك صخـورًا رسـوبية تتكـون نتيجـة لتفاعـلات كيميائيـة تتـم داخـل الميـاه، أو نتيجـة للتبخـر العالـي الـذي يـؤدي إلـى تكـوّن رواسـب التبخـر، أمـا تكوّنهـا مـن النـار فيكـون فيمـا يُسـمى الصخـور الناريـة التـي تتكـون مـن آثـار الحمـم البركانيـة، التـي إذا خمـدت وبـردت أصبحـت نوعًـا مـن الصخـور البركانيـة. ويقسـم ابـن سـينا النيـازك إلـى نوعـين: حجـري وحديـدي، وهـو التقسـيم نفسـه المتبـع في الوقـت الحالـي.

كما وردت إشارات كثيرة في وصف أنواع من الصخور في كتابات جابر بن حيان والبيروني والتيفاشي وغيرهم. وبعض الأحجار التي تكلموا عنها ما هي إلا الصخور في لغة علم الجيولوجيا الحديث؛ فجابر بن حيّان يقسم الصخور إلى ثلاثة أقسام: «قسم أوّل كالخلق الأول من الحجارة... وقسم ثان منفصل من الحجر الأول... وقسم ثالث هو الحجر المكوّن لنا بقصد ...». ولعل هذا أول تلميح للتقسيم الحالي لما يُسمى؛ الصخور النارية والصخور الرسوبية والصخور المتحولة.

ومع أن الجاحظ لم يكن ذا باع في علم الأرض، إلا أنه أشار إلى تكون الصخور الرسوبية في «كتاب التربيع والتدوير»؛ فيقول: «ومنذ كم ظهرت الجبال ونضب الماء، وأين تراب هذه الأودية؟ وأين طين ما بين سفوح الجبال إلى أعاليها؟ في أي بحر كُبست؟ وأي هبطة أشحنت؟ وكم نشأ لذلك من أرض...؟».

أما البيروني فيقول في الجماهر: «وأظن أن حبات الرمل جواهر (معادن) شتى إذا تؤملت رؤي فيها؛ الأسود والأحمر والأبيض والمشف البلوري»؛ وبالطبع فرمال البحار وما شاكلها تتكون من الكوارتز (المرو) في معظمها، وتختلط بها نسب متفاوتة من المعادن الأخرى ذات الألوان المختلفة. وتحدث البيروني في كتابه «تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن» عن التغيرات الجيولوجية التي ينتج عنها انتقال العمران من موضع إلى آخر، ومنها انحسار البحار عن مواضع وظهور اليابسة مكانها، وطغيانها على مواضع مأهولة فتتحول إلى بحار. ويدلل على رأيه بوجود آثار البحار في المناطق اليابسة وذلك عند حفر الآبار والحياض؛ فإن حجارتها تشتمل على أصداف وقواقع على حالها أو بالية تشَكّل باطن الحجر بشكلها.

ج . تأسيس علم المعادن الإسلامي

في نهاية العصر الكلاسيكي، كانت مدينة الإسكندرية، مركز النشاط العلمي. ومع ذلك، فإن هذه الهيمنة ستدمر قريبًا بظهور طائفة جديدة ومضطهدة من المسيحيين في البداية!

في عام 389 للميلاد، احترق متحف الإسكندرية، ودُمرت مكتبتها أو تبددت، بموجب مرسوم يدعو إلى تدمير جميع المعابد الوثنية داخل الإمبراطورية، وهو أمر جرى إدارته بحماس كبير ووحشية شديدة. في العام نفسه، تم إغلاق المدارس المهمة في إديسا، مع لجوء المعلمين المنفيين إلى آسيا الصغرى.

حافظ متحف الإسكندرية، وكان جامعة في الواقع، على وجود غير مؤكد حتى عام 415م، عندما حُرّض المسيحيون على أعمال شغب تسببت في اجتياح آخر بقايا مدارس الإسكندرية للفلسفة والعلوم من أوروبا، مما ألقى بالمنطقة في شحوب فكري. ومع قمع المدارس وتشتت أساتذة العلوم القديمة، ركد الإنجاز العلمي في البلاد المسيحية لعدة قرون ودخل عصر الظلام.

أصبح الفكر اليوناني القديم بأساسه المنطقي أكثر نسيانًا. إن التكهنات التي كانت تدور حول الطبيعة تركزت على مواءمة الملاحظات المباشرة مع الكتاب المقدس أو مع عقيدة الكنيسة السائدة. وهكذا، فقد كانت القرون الأولى لأوروبا المسيحية خالية من أي إنجاز علمي، ومن المحتمل أن العلم الذي طوره القدماء، باستثناء القليل من تطبيقاته العملية، كان سيُفقد في أيدي الحضارة الغربية لو لم يعاد إحياؤه في الشرق الأدنى والأوسط.

على عكس أوروبا التي اقتصر النشاط الفكري فيها على الأديرة، وبعد الفتوحات الإسلامية للشرق الأوسط وشمال إفريقيا وإسبانيا، تأسست المدارس

العربيـة في؛ بغداد ودمشق والإسكندرية وقرطبة وإشبيلية، فقدمت ضوءًا علميًا حقيقيًا خلال هذه الفترة المظلمة في أوروبا.

في هذه المؤسسات، جرى الحفاظ على تقاليد المدارس الوثنية القديمة وأدبها، وزراعتها بشكل خاص من قبل العلماء السوريين، الذين لجأوا إلى بلاد فارس بعد إغلاق مدارس الإسكندرية. ومن خلال هؤلاء العلماء، حُفظت الأعمال الكلاسيكية لأفلاطون وأرسطو وثيوفراسطوس وجالينوس وديوسقوريدس وآخرين، وترجمت إلى اللغة السريانية.

وبما أن هؤلاء الأفراد احتلوا أيضًا مناصب مؤثّرة، بصفتهم علماء فلك ورياضيين وأطباء ومهندسين داخل الحكومة، فقد جرت ترجمة نصوص المؤلفين اليونانيين والإسكندريين إلى اللغتين العربية والفارسية. وهكذا صار العرب والفرس في العصور الوسطى أفضل العلماء المدربين في العلوم والطب.

مع انتشار الفتوحات الإسلامية غربًا على طول الساحل الأفريقي من مصر إلى إسبانيا، تبع ذلك الكتب القديمة لأرسطو، وثيوفراسطوس، وديوسقوريدس، وجالينوس، وبليني، وإبيفانيوس، وهوميروس، وفيثاغورس، إلخ. أمكن تعزيز هذه الحكمة المحفوظة بشكل كبير من خلال البحث العربي الأصلي. وهكذا، حتى عصر النهضة الأوروبية الوشيكة، صارت مجموعة كبيرة من المؤلفات العلمية الجديدة متاحة بسهولة.

في الواقع، اختفت تمامًا الكتابات القديمة الأصيلة من أوروبا في العصور الوسطى، لدرجة أنه كان يُعتقد في البداية أن جميع هذه الأعمال كانت نصوصًا عربية أصيلة، وليست كتابات يونانية قديمة جرى نقلها عن طريق الترجمة عبر القرون.

لذلك، بالنسبة لتاريخ علم المعادن والكيمياء في أوروبا، كان للتأثير العربي أهمية كبيرة لأنه من خلال هذه القناة أعيد تقديم النصوص القديمة إلى أوروبا اللاتينية.

لقد جرى توثيق تاريخ علم المعادن في الإسلام من قبل عدد من الباحثين، ومن خلال مقالاتهم تعرّف العالم الغربي على تأثير الشرق الأوسط على علم المعادن الغربي. العديد من تلك الكتابات الإسلامية لم تُترجم أبدًا إلى اللغات الغربية، ولكن نظرًا لأن مؤلفيها اقتبسوا من بعضهم بعضاً بشكل متكرر، فإن تلك الأعمال المخصصة للمعادن والتي شقت طريقها إلى أوروبا، كانت لها جذور أفكار العديد من الباحثين العرب.

كانت الخصائص البلورية غير معروفة في الدراسات المعدنية للعصر الأوسط الإسلامي. بدلاً من ذلك، جرى استخدام الخصائص الفيزيائية الشائعة لتمييز الأحجار. ولقد تضمنت هذه الصفات؛ اللون، والرائحة، والتذوق، والملمس، وقابلية الكسر، وقابلية التفتت، وقابلية التطويع، وقابلية الذوبان في الماء،...إلخ، في بعض الأحيان، ولكن بشكل خاص في الكتابات الكيميائية جرت الإشارة إلى سلوك الحجر في الحمض أو النار.

وفيما يتعلق بالتطبيقات الطبية للأحجار، كانت الصفات الأرسطية الأولية؛ الحارة والباردة والرطبة والجافة مهمة بشكل خاص. وكعلاجات، توضع الحجارة على المريض، أو تُسحق ويُخلط المسحوق بالماء أو الحليب أو الزيت، والمزيج الناتج إما أن يبتلعه المريض أو يستخدم كمرهم يوضع على جروح أو حروق. جرى أيضًا تسجيل حالات لمساحيق المعادن المستخدمة على هيئة مكياج أو سموم.

تماشيًا مع الفلسفة الأرسطية، اعتقد المؤلفون الإسلاميون أن الماء والهواء والأرض مكونات لجميع المعادن، وأن النار هي المنظم لثلاثتها. كان يُعتقد أيضًا أن النباتات والحيوانات تحوي هذه المكونات نفسها، بقدر ما يتعلق الأمر بتكوينها المادي.

كل معدن يحوي على عنصر؛ الأرض كالجسد، والماء كالروح، والهواء كالروح، وكلها مجتمعة ومتوازنة بالنار. باستخدام هذه المبادئ أمكن تقسيم المعادن إلى سبع فئات:

1. معدنية؛ لكنها قابلة للانصهار وتتصلب عند التبريد. تشمل: الذهب، الفضة، النحاس، الحديد، القصدير، الرصاص، الزجاج، ...إلخ.
2. حجرية؛ ولكن غير قابلة للانصهار، وتشمل: الألماس، والصفير، إلخ.
3. ترابية؛ طرية، غير قابلة للانصهار، لكنها هشة يسهل فصلها. مثل: الأملاح المختلفة، والطلق، والزجاج، وما إلى ذلك.
4. مائية؛ وتتبخر في النار، محددة بالزئبق.
5. زيتية؛ تستهلكها النيران، تشمل: الكبريت، والزرنيخ، إلخ.
6. نباتية؛ تشبه النبات، وتشتمل على المرجان وما إلى ذلك.
7. مشتقة من الحيوانات؛ كاللآلئ.

قطعة مركزية مصنوعة من الذهب، تعود للقرن السابع إلى التاسع الميلادي، مرصعة بالياقوت والزمرد واللؤلؤ والماس والياقوت عديم اللون؛ تعلق في الأصل بسلسلة أو سلك [Jenkins & Keene, 1983]

كان يُنظر إلى المعادن الشائعة مثل: الذهب والفضة والنحاس والرصاص والقصدير والحديد، على أنها معادن من نوع خاص. وهي مكونة من العناصر الأربعة الأساسية نفسها، ولكنها تضمنت أيضًا الزئبق والكبريت في تكوينها.

كان يعتقد أن الاختلافات بين المعادن تنشأ من نسب ونقاوة مختلفة من الزئبق والكبريت في المعدن، بسبب قابليتها للانصهار، وقدرتها على التبريد لاستعادة الحالة الصلبة، وحقيقة أنه يمكن صهرها معًا لتشكيل سبائك أخرى، وقابليتها للتكيف، وقدرتها على التكيف مع العديد من الاستخدامات مثل؛ المجوهرات، والعملات المعدنية، والتماثيل، والأدوات. كان يُعتقد أن المعادن تمتلك تركيبة أكثر تشابهًا مع بعضها البعض، مما كانت عليه الحال مع المعادن بشكل عام.

ومـع ذلـك، لـم يكـن هنـاك تمييـز فلسـفي بـين المعـادن والفلـزات. علـى سـبيل المثـال، ينصهـر الزجـاج ويعـود كتلـة صلبـة، وعنـد تسـخينه يكـون مرنًـا. أدى ذلـك إلـى ظهـور فكـرة أن الزجـاج كان نوعًـا آخـر مـن المعـادن، وهـذا هـو سـبب إدراجـه أحيانًـا مـن قبـل بعـض الكتـاب في العصـور الوسـطى.

كثيـرًا مـا توصـف الإلكتـروم Electrum (وهـي سـبيكة طبيعيـة المنشـأ من الذهب والفضـة)، والبرونـز أو النحـاس الأصفـر علـى أنهـا معـادن منفصلـة، حتـى مـن قبـل المؤلفـين الذيـن يعرفـون أنهـا سـبائك مـن معـادن أخـرى. مـن ناحيـة أخـرى، لا يجـري إدراج الزئبـق عـادةً مـع المعـادن، مـع أنـه مـن المعـروف أنـه معـدن سـائل ويمكنـه أن يندمـج مـع معـادن أخـرى.

• البحـــار والأنهـــار

تنـاول العلمـاء العـرب والمسـلمون البحـار والأنهـار، جيولوجيًـا، في مؤلفاتهـم الجغرافيـة أكثـر مـن غيرهـا. فقـد أفـردوا أبوابًـا في مصنفاتهـم الجغرافيـة، تناولـوا فيهـا أسـماء البحـار ومواقعهـا والبلـدان التـي تطـل عليهـا، وتحدثـوا عـن أماكـن مـن اليابسـة، سـواء كانـت بحـارًا وأنهـارًا، وأماكـن تغطيهـا البحـار كانـت معمـورة بالسـكان فيمـا مضـى، كمـا تركـوا لنـا عـددًا مـن المؤلفـات في علـم الملاحـة. إضافـةً لظاهـرة المـد والجـزر التـي كان يعتمـد عليهـا ربابنـة السـفن في رحلاتهـم البحريـة والنهريـة. ومـن بـين العلمـاء الذيـن كانـت لهـم آراء متفـردة في هـذا الشـأن؛ الكنـدي والمسـعودي والبيرونـي والإدريسـي والدمشـقي وغيرهـم.

وفي الواقـع لا يـكاد يخلـو كتـاب مـن الكتـب التـي تناولـت ذكـر البلـدان أو الأقاليـم مـن ذكـر البحـار والأنهـار؛ فالمسـعودي في كتابـه «أخبـار الزمـان» يتحـدث بإسـهاب عـن تكـون البحـار وعللهـا، وآراء مـن سـبقه فيهـا. كمـا أورد في كتابـه الآخـر «مـروج

الذهـب» مجموعـة مـن المناقشـات الجيولوجيـة ضمَّنهـا الحديـث عـن البحـار، والأنهـار، والمـد والجـزْر. كمـا أورد فصـلاً كامـلاً عـن البحـار سّـماه «ذكـر الأخبـار عـن انتقـال البحـار»، وقـد سـموا البحـار بأسـماء أقـرب البلـدان لهـا. مـن ذلـك أن أبـا جعفـر الخوارزمـي قسـم البحـار في كتابـه «صـورة الأرض»، وفـق البـلاد التـي تجاورهـا أو تطـل عليهـا، ومـن أمثلـة ذلـك؛ البحـر المغربـي، والبحـر المصـري، وبحـر الشـام، وبحـر الهنـد، وبحـر الصـين. أمـا ابـن رسـتة فيقسـمها في كتابـه «الأعـلاق النفيسـة» أيضًـا إلـى؛ بحـر الهنـد، وفـارس، والصـين (المحيـط الهنـدي)، وبحـر الـروم، وإفريقيـا الشـمالية (البحـر الأبيـض المتوسـط)، وبحـر طبرسـتان وجرجـان (قزويـن). ويذكـر المقدسـي أبعـاد هـذه البحـار وأهـم مـا فيهـا مـن جـزر، ومواضـع الخطـر فيهـا، كمـا يتنـاول ظاهـرة المـد والجـزر ويحـاول تفسـيرها.

لقـد فهـم العلمـاء العـرب مـدى اتسـاع المسـطحات المائيـة وعظـم حجمهـا إذا قورنـت باليابسـة، كمـا عرفـوا أن التشـكيلات التضريسـية المتنوعـة تمنـع المـاء مـن أن يغمـر وجـه الأرض؛ فيقـول ياقـوت الحمـوي في هـذا الصـدد: «لـولا هـذا التضريـس لأحـاط بهـا (الأرض) المـاء مـن جميـع الجوانـب، وغمرهـا حتـى لـم يكـن يظهـر منهـا شـيء». أمـا نسـبة توزيـع اليابسـة إلـى المـاء فقـد جـاءت واضحـة عنـد أبـي الفـداء في «تقـويم البلـدان»، بـأن النسـبة التـي تغطيهـا الميـاه مـن سـطح الكـرة الأرضيـة تبلـغ 75 % منهـا، «فالقـدر المكشـوف مـن الأرض هـو بالتقريـب ربعهـا، أمـا ثلاثـة أربـاع الأرض الباقيـة فمغمـور بالبحـار».

بحـث العلمـاء المسـلمون في خصائـص ميـاه البحـار، وعـزوا السـبب في ملوحـة مياههـا إلـى كثـرة البخـر، وإذابـة الأمـلاح مـن الأرض، وهـذا مـن شـأنه ارتفـاع درجـة كثافـة المـاء. وعـزوا الحكمـة في كـون مـاء البحـر ملحًـا؛ حتـى لا ينـتن فتتعفـن الكائنـات التـي تسـكنه. فابـن الـوردي يقـول في كتابـه «خريـدة العجائـب وفريـدة

الغرائب»: «والحكمة في كون ماء البحر ملحًا أجاجًا لا يذاق ولا يساغ لئلا ينتن (يتعفَّن) من تقادم الدهور والأزمان. واختلفوا في ملوحة البحر، فزعم قوم أنه لما طال مكثه وألحّت الشمس عليه بالإحراق صار مُرًا، واجتذب الهواء ما لطف من أجزائه فهو بقية ما صنعته الأرض من الرطوبة فغلظ لذلك». وذهب شيخ الربوة إلى رأي قريب من رأي أبي الفداء في كتابه «نخبة الدهر في عجائب البر والبحر»، فقال: «زعم قوم أن أصل الماء العذوبة واللطافة، وإنما لطول مكثه جذبت الأرض ما فيه من العذوبة لملوحتها، وجذبت الشمس ما فيه من اللطافة بحرارتها، فاستحال إلى الغلظ والملوحة».

ولم يفت العلماء العرب دراسة ظاهرة المد والجزر في البحار والأنهار، وأفضل مواسم الملاحة. ومن المعروف حالياً أن المد والجزر ظاهرة جغرافية-فلكية طبيعية تنشأ من عدم تساوي جاذبية كل من القمر والشمس للأرض في أجزائها المختلفة وأنّ النصف المواجه للقمر ينجذب ماؤه أكثر من النصف الآخر وذلك لأن القمر أقرب إلى الأرض من الشمس البعيدة، ويتأرجح المد والجزر وفقاً لتغير مواقع الشمس والقمر من الأرض بالتباعد أو التلاقي أو الانحراف على مدار الشهر. وعند تلاقي القمر والشمس على مستوٍ واحد من الأرض - كما يحدث في أول الشهر ومنتصفه - يحدث المدّ الأعظم.

توجد نظرية حديثة تحاول تفسير المد والجزر تقول بتكوين موجة مديّة كبرى في المسطّح المائي في المحيطات الهادئ والأطلسي والهندي. وهذه الموجة تندفع من الجنوب إلى الشمال متفرعة إلى ثلاث شعب في المحيطات المذكورة، وتتفرع الموجة التي تدخل المحيط الأطلسي في شماله إلى فرعين: أحدهما يدخل بحر الشمال، والآخر يواصل سيره إلى غرينلاند، وعندما تصطدم الموجة المدية القادمة من الجنوب بسواحل فرنسا الشمالية ترتد ثانية إلى

الشـاطئ الإنكليـزي، فتحـدث علـى الشـاطئ الجنوبـي لإنكلتـرا موجتـي مـد عـال مزدوجتـين يفصـل بينهمـا زمـن قـدره سـاعتان وهـذه حالـة خاصـة تعـرف بالمـد المـزدوج (محمديـن والفـراء، المدخـل إلـى علـم الجغرافيـا والبيئـة، 2002م).

كمـا أنـه توجـد عوامـل طبيعيـة أخـرى –إضافـةً لجاذبيـة الشـمس والقمـر– تؤثـر علـى ظاهـرة المـدّ والجـزر كالريـاح واتجاهها. إذْ عندمـا تهـبّ الريـاح نحـو الشـاطئ فإنهـا تسـرّع مـن دخـول التيـارات المتولـدة عنهـا إلـى الخلجـان، وبذلـك يزيـد ارتفـاع المـد أكثـر مـن المقـدار المحسـوب لـه، وقـد يحـدث قبـل وقتـه، وقـد تجعلـه الريـاح يسـتمر في ارتفاعـه مـدة طويلـة. وإذا كان اتجـاه الريـاح نحـو البحـر، فتؤخـر مـن حـدوث المـد وتقلـل مـن ارتفاعـه. أيضـاً يؤثـر الضغـط الجـوي علـى ارتفـاع المـاء، فـإذا ارتفـع الضغـط انخفـض المـاء، وإذا انخفـض الضغـط ارتفـع المـاء (أبـو حجـر، 2009م).

ويبـدو مـن خـلال أشـعار عـرب الجاهليـة أنهـم عرفـوا ظاهـرة المـد والجـزر، كمـا سـجلوا لنـا ذلـك؛ فقـد قـال الشـاعر المخضـرم سـهم بـن حنظلـة الغنـوي (تـوفي نحـو 70هـ /نحـو 690م):

مَدَّ الخليجُ ترى في مدّه تأقاً وفي الغوارب من أذيّهِ حدبا

ويقصـد بالتـأق شـدة الامتـلاء، أمـا قولـه « وفي الغـوارب ...» أي تسـمح سـعة الخليـج بتكويـن الأمـواج العاليـة (جبـر، 1994م). كمـا ذكـرت الظاهـرة في أشـعار اللاحقـين مـن بابـا الاسـتعارة، وهـو مـا نجـده في قـول ســبط ابـن التعاويـذي (تـوفي 583هـ / 1187م):

تختلفُ الأيام في أهلها ... مثلَ اختلاف المدّ والجزرِ

وما لإنسانيتي شاهد ... عندي سوى أني في خسر

(ابن فضل الله العمري، 2002م)

وقد قدم لنا اللغوي البارز أبو الحسن علي بن إسماعيل بن سيده المرسي (توفي 458هـ / 1066م) كل ما وصله من أوصاف العرب اللغوية لعملية جزر البحر واسم ما يجزر عنه، حيث قال:» جَزَرَ البحر يجزر جزراً وانجزر، والجزيرة ما جزر عنه. ابن دريد سميت جزيرة لانقطاعها عن معظم الأرض، وقال ثبر البحر - جزر والدبر - قطعة تغلظ في البحر كالجزيرة يعلوها الماء وينضب عنها» (ابن سيده، 1996م).

انقسم العلماء العرب الذين فسّروا ظاهرة المد والجزر في البحار من الناحية الفيزيائية والفلكية إلى ثلاثة فرق:

1. فريق اعتمد نظرية جاذبية القمر والشمس.
2. فريق اعتمد نظرية تمدد الهواء بتأثير الحرارة.
3. فريق اعتمد نظرية الرياح.

والواقع أنهم كلهم كانوا على حق؛ إذْ أنها عوامل وجدها العلماء العرب في أثناء دراستهم للظاهرة، لكن بعضهم اعتقد بتأثير أحد هذه العوامل أكثر من غيره.

وقد وصف لنا العلماء العرب المد والجزر نصف النهاري والمدّ الفيضي أو العالي أو المرتفع الذي يحدث في أوائل الشهر العربي ومنتصفه، وقاسوا الاهتزاز المدي وربطوا بين المد والجزر وأطوار القمر (عبد العليم، 1983م).

مـن الناحيـة الاصطلاحيـة: أطلـق العـرب في العصـور الوسـطى لفظـي المـد والجـزر علـى مفهومـين مختلفـين (عبـد العليـم، 1979م):

1. علـى الحركـة الرأسـية للميـاه، المقصـود بهـا ارتفـاع مسـتوى سـطح البحـر وانخفاضـه في اليـوم والليلـة مرتـين.
2. وعلـى الحركـة الأفقيـة للميـاه بمعناهـا الواسـع ويقصـد بهـا التيـارات البحريـة بشـكل عـامّ.

ومـن الناحيـة العمليـة: كانـوا يجـدون أنّـه يتوجـب علـى المـلاح أن يعـرف حـركات المـد والجـزر الخاصـة بـكل منطقـةٍ سـيبحر إليهـا؛ إذ بـدون معرفتهمـا تتعـرض سـفينتهم لأخطـار الارتطـام بالصخـور كمـا لا يسـتطيع تعيـين وقـت دخولـه المرافـئ.

نشـير أخيـراً إلـى أنـه في حـين جـرى وضـع جـداول (أزيـاج) فلكيـةٍ خاصـةٍ بحـركات الكواكـب والأجـرام السـماوية، وإقـرار معظـم الفلكيـين والبحّـارة العـرب بوجـود تأثيـر متبـادل بـين المدّ والجـزر وظهـور القمـر؛ إلا أننـا لـم نجدهـم قـد قامـوا بوضـع جـداول بمواعيـد حـدوث المـد والجـزر علـى مـدار الشـهر العربـي، حتـى في الرسـائل والكتـب المخصصـة لدراسـة هـذه الظاهـرة، لكنّ أبـو معشـر البلخـي وضـع طريقـة فلكيـة عامـة يمكـن مـن خلالهـا معرفـة مواقيـت المـد والجـزر.

ربمـا لـم تظهـر مثـل هـذه الجـداول لأنّ السـبب يعـود إلـى عـدم عموميـة الظاهـرة وكـون معظـم البـلاد العربيـة والإسـلامية لا تتأثـر بهـذه الظاهـرة، كمـا أنّهـا لا تؤثـر كثيـراً علـى الواجبـات الدينيـة، اللهـم فقـط بالنسـبة للبلـدان التـي يرغـب أهلهـا بالحـج عـن طريـق البحـر.

إذْ يتميز المدّ في البحر المتوسط والبحر الأحمر بتغيرات ضعيفة في مستوى سطح البحر، لكن تيارات المد والجزر القوية تظهر في مضيق جبل طارق (مجمع البحرين) حيث تصل تيارات المد والجزر إلى 2 متر / ثانية. ونظراً لكون ارتفاع سطح البحر المد والجزر ضعيف على طول الساحل، فقد بقيت ظاهرة المد والجزر غير مكتشفة على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط لفترة طويلة (Schrum, 2006).

في حين أننا سنجد ظهور هذا النوع من الجداول في دولة مثل بريطانيا كونها محاطة بالمحيط الأطلسي وبحر الشمال والقنال الإنكليزي وما يسمى بالبحر الأيرلندي؛ إذْ هناك حاجةٌ ماسةٌ وكبيرةٌ لوضع جداول للمدّ والجزر تساعد في حركة الملاحة البحرية النشطة جداً.

• الجيومــورفولوجيــا

تناول العلماء المسلمون والعرب الجيومورفولوجيا بشقيها النظري والعملي، وقد توصلوا في ذلك إلى حقائق تتفق مع العلم الحديث. من ذلك أثر العامل الزمني في العمليات الجيومورفولوجية، وأثر الدورتيْن الصخرية والفلكية في تبادل اليابسة والماء، وكذلك أثر كل من المياه والرياح والمناخ عامة في التعرية. ويعد البيروني أفضل من تناول هذا الجانب، ويتبين لنا ذلك من خلال تفسيره لكيفية تكوّن أحد السهول في الهند، «فقد كان في مكان هذا السهل حوض بحري طمرته الترسبات حتى سوت منه سهلاً»، كما لاحظ الترسبات النهرية خاصة كلما قرب النهر من المصب، فإن التكوينات تكون ذات حجم كبير عند المنبع عند أول النهر، وتأخذ في الدقة والنعومة كلما قرب من المصب؛ «فالحجارة عظيمة بالقرب من الجبال وشدة جريان مياه الأنهار، وأصغر عند التباعد وفتور الجري، ورمالاً عند الركود والاقتراب من المغايض والبحر... (فما كانت) أرضهم إلا بحرًا في القديم قد انكبس بحمولات السيول».

كما شرح المسعودي أيضًا، دورة التبادل بين اليابسة والماء؛ بأن المواضع الرطبة من الأرض لا تكون رطبة دائمًا إلى الأبد، ولا تكون اليابسة يابسة دائمًا، إذ يتغير هذا الوضع بانغمار اليابسة بالماء من الأنهار والبحار، أو العكس بأن تنحسر المياه أو تنقطع الأنهار عن اليابسة؛ «لذا فإنه ليس موضع البر أبدًا برًا، ولا موضع البحر أبدًا بحرًا؛ بل قد يكون براً حيث كان مرةً بحرًا، ويكون بحرًا حيث كان مرةً برًا، وعلة ذلك الأنهار وبدؤها وجريها، فإن لمواضع الأنهار شبابًا وهرمًا، وحياةً وموتًا، ونشأةً ونشورًا، كما يكون ذلك في الحيوان والنبات».

أما إخوان الصفا فقد تكلموا في مجال الجيومورفولوجيا؛ فأشاروا إلى تأثير عوامل التعرية والنحت في التضاريس. كما أكدوا حدوث عملية التبادل بين اليابسة والماء على مر العصور الجيولوجية، وتكوّن السهول الرسوبية البحرية،

والجبال الالتوائية. «فالجبال تعمل فيها عوامل التعرية من؛ شمس وقمر ورياح وصواعق فتتصدع، وتتحول إلى حجارة وحصى وصخور ورمال. وتجرف المياه هذه الحجارة والحصى وخلافها إلى الأودية والبحار فتراكمها أمواج البحار صفاً صفاً، ويتلبّد بعضها فوق بعض، ويتماسك شيئًا فشيئًا، فتأخذ هيئة التلال والجبال تمامًا كما يحدث للرمال والحصى في البراري والقفار. وكلما تراكمت هذه التلال والجبال زاد حجمها مما يؤدي إلى أن تأخذ حيزًا أكبر في الماء، فيرتفع الماء ويغمر مساحات من ساحل البحر أكبر. فلا يزال ذلك دأبه على مر الدهور حتى تصير مواضع البراري بحارًا، ومواضع البحار يبسًا وقفارًا. ثم تبدأ دورة أخرى بأن تتفتت هذه الجبال والتلال فتصير حجارة وحصى ورمالاً تحطها السيول والأمطار وتحملها إلى الأودية والأنهار والبحار، فتتراكم مرة أخرى عبر السنين وتنخفض الجبال الشامخة وتقصر حتى تستوي مع وجه الأرض. أما الطين والرمال التي جرفت من الجبال في اليابسة فتنبسط في قاع البحار وتتماسك فتكوّن على مر الزمن تلالاً وروابي وجبالاً. وينحسر الماء عنها رويدًا رويدًا حتى تتكشف فتصير جزائر وبراري، ويصير ما يبقى من الماء بين هذه التلال والجبال بحيرات وآجامًا وغدرانًا، وبطول الزمن تنبت الأعشاب والأشجار وتصير صالحةً لسكنى الحيوان والبشر».

لقد اقتربت آراء ابن سينا في الجيومورفولوجيا من النظريات الحديثة في هذا المجال. فهو على سبيل المثال يعزو تكوّن بعض الجبال إلى سببين: ذاتي (مباشر) وعرضي (غير مباشر)؛ فالذاتي يحدث عندما تدفع الزلازل القوية مساحات من الأرض وتحدث رابية من الروابي مباشرة. أما السبب العرضي فيحدث عندما تعمل الرياح النسافة أو المياه الحفّارة على تعرية أجزاء من الأرض دون أجزاء أخرى مجاورة لها؛ فتنخفض، بسبب عوامل التعرية، تلك الأجزاء وتبقى المناطق المجاورة لها مرتفعة، ثم تعمل السيول على تعميق مجاريها إلى أن تغور غورًا شديدًا، وتبقى المناطق المجاورة شاهقة. وهذا ما نلاحظه تمامًا

في بعض الجبال وما بينها من مجاري السيول والمسالك. أو قد يتكوّن بعضها خلال الفيضانات خاصة إذا كانت أجزاء من الأرض ترابية منخفضة، ويكون بعضها لينًا وبعضها حجرياً؛ فتنحفر الأجزاء الترابية اللينة وتبقى الحجرية مرتفعة، ثم يظل هذا المجرى ينحفر على مر الزمن ويتسع ويبقى النتوء ليرتفع قليلاً بانخفاض ما حوله. وإذا تأمل الشخص في أكثر الجبال التي تتكون بهذه الطريقة سيرى «الانحفار الفاصل فيما بينها متولدًا من السيول، ولكن ذلك أمر إنما تم وكان في مدد كثيرة، فلم يبق لكل سيل أثره، بل يُرى الأقرب منها عهدًا. وأكثر الجبال إنما هي في طور الانرضاض والتفتت؛ وذلك لأن عهد نشوئها وتكوّنها إنما كان مع انكشاف المياه عنها يسيرًا يسيرًا. والآن فإنها في سلطان التفتت؛ إلا ما شاء الله من جبال إن كانت تتزايد بسبب مياه تتحجر فيها أو سيول تؤدي إليها طينًا كثيرًا فيتحجر فيها».

ومن الواضح هنا أن ابن سينا قد سبق المحدثين بالإشارة إلى سببين من أسباب تكون الجبال؛ وهي الحركات الأرضية الرافعة، وعوامل التعرية. كما لفت الأنظار إلى التراكمات الجيولوجية البطيئة التي تحدث بمضي الوقت وتعاقب السنين، وآثارها طويلة الأمد.

• علـــم الأرصـــاد الجويـــة

عرف العلماء العرب أمورًا مهمة من هذا العلم الذي أطلقوا عليه اسم (علم الآثار العلوية)، لأن الظواهر التي تحدث فيه تكون في أعلى السماء. يتناول هذا العلم الجو وظواهره ودرجات الحرارة والكثافة والرياح والسحب، وهو ما يسمى حاليًا بالأرصاد الجوية، وقد سبق اللغويون العلماءَ في ذكر الكثير من المصطلحات في هذا العلم من قبل، ذلك أنهم قسّموا درجات الحرارة المنخفضة إلى؛ برد، وقر، وزمهرير، وصقعة (من الصقيع)، وصر، وأريز (البرد الشديد). وقسموا درجات الحرارة المرتفعة إلى؛ حر، وحرور، وقيظ، وهاجرة، وفيّح.

أما الرياح فقد قسموها وفق الاتجاهات التي تهب منها أو وفق صفاتها؛ فهناك الشمأل والشّمال والشامية؛ وهي التي تهب من الشمال، وهناك الجنوب أو التيمن؛ وتهب من جهة الجنوب، وريح الصَّبا؛ التي تهب من الشرق، والدبور؛ التي تهب من خلف الكعبة. والرياح الشمالية الشرقية؛ الصبابية، والجنوبية الشرقية؛ الأزيّب، والجنوبية الغربية؛ الداجن، والشمالية الغربية؛ الجرّيباء. وما كان حاراً منها سموه رياح السموم، والباردة؛ رياح الصرصر، والرياح الممطرة؛ المعصرة، وغير الممطرة؛ العقيم.

كما أطلقوا على السحاب أسماء تدل على أجزائه ومراحل تكوينه؛ من ذلك: الغمام والمزن؛ وهو الأبيض الممطر، والسحاب، والعارض، والديمة، والرباب. ومن أجزاء السحابة؛ الهيدب وهو أسفلها، ويعلوه الكفاف، فالرحا؛ وهو ما دار حول الوسط، والخنذيذ؛ وهو الطرف البعيد للسحابة، وأعلى السحاب سموه البواسق. وللماء الذي يهطل من السماء أو يتجمع بفعل تدني درجات الحرارة أسماء منها: القطر والندى والسَّدَى (ندى الليل) والضباب والطل والغيث والرذاذ والوابل والهاطل والهتون.

وقد تناول ابن سينا الكثير من الظواهر الجوية في موسوعته «الشفاء» في الجزء الخاص بالمعادن والآثار العلوية. فقد تكلم عن السحب والثلوج والطل والضباب والهالة وقوس قزح والنيازك والرياح وغير ذلك. وعرّف السحاب بأنه: «جوهر بخاري متكاثف طافٍ في الهواء... وهذا الجوهر البخاري كأنه متوسط بوجه ما بين الماء والهواء، فلا يخلو إما أن يكون ماء قد تحلل وتصعّد، أو يكون هواء قد تقبض واجتمع...». أما الطل فيتكون من «البخار اليومي المتباطئ الصعود القليل المادة إذا أصابه برد الليل وكثفه وعقد ماء ينزل نزولاً ثقيلاً في أجزاء صغار جدًا لا تحس بنزولها إلا عند اجتماع شيء يعتد به، فإن جمد كان صقيعًا». أما الثلج والصقيع والبَرَد فيتكوّن لأن السحاب عندما يتكثف «يجتمع فيه حب القطر يجمد ولم تتخلق الحبات بحيث تحبس فينزل جامدًا، فيكون ذلك هو الثلج، ونظيره من البخار الفاعل للطل هو الصقيع، وأما إذا جمد بعدما صار ماء وصار حبًا كبارًا فهو البرد. والضباب من جوهر الغمام إلا أنه ليس له قوام السحاب، فما كان منه منحدرًا من العلو وخصوصًا عقيب الأمطار فإنه ينذر بالصحو، وما كان منه مبتدئًا من الأسفل متصعدًا إلى فوق ولا يتحلل فهو ينذر بالمطر».

ذكر ابن سينا أيضًا الهالة التي تُرى حول القمر أو الشمس، وقال: «إنها تنشأ من جراء وجود بخار الماء في الجو (سحاب لطيف)، فإذا وقع عليه الشعاع تكونت الهالة».

أما عن الرياح فيقول ابن سينا: «بوجود علاقة بينها وبين المطر، وأن العام الذي تكثر فيه الرياح يقل فيه المطر والعكس صحيح ... وما يدل على أن مادة المطر الذي هو البخار الرطب، هو أنهما في أكثر الأمر يتمانعان، والسنة التي تكثر فيها الرياح تكون سنة جدب وقلة مطر، لكنه كثيرًا ما يتفق أن

يعين المطر على حدوث الرياح تارة بأن يبل الأرض، فيعدّها لأن يتصعّد منها دخان، فإن الرطوبة تعين على تحلل اليابس وتصعده، وتارة بما يبرد البخار الدخاني فيعطفه، كما أنه قد يسكنه بمنع حدوث البخار الدخاني وقهره. والريح أيضًا كثيرًا ما تعين على تولد المطر بأن تجمع السحاب، أو بأن تقبض برودة السحاب...». أما البرق عنده؛ «فيرى، والرعد يسمع. فإذا كان حدوثهما معًا رؤي البرق في الآن وتأخر سماع الرعد؛ لأن مدى البصر أبعد من مدى السمع». وهذا ما يؤيده علم الفيزياء حالياً من أن سرعة الضوء أكبر من سرعة الصوت.

أيضًا نجد أن إخوان الصفا تناولوا جوانب متعددة من علم الأرصاد الجوية؛ تحدثوا فيها عن؛ الأمطار، والندى، والصقيع، والطل، والتكثف، وطبقات الجو العليا وأقسامها، وجوانب أخرى يتقاسمها علم الجغرافيا مع الأرصاد الجوية، خاصة ما يتعلق منها بالمناخ. فالأمطار تحدث حسب رأيهم، وفقًا لمراحل التصعيد والتكثف والتبريد، وهي تتفق تمامًا مع العلم المعاصر، حيث إنّه: «إذا ارتفعت البخارات في الهواء ودافع الهواء إلى الجهات، ويكون تدافعه إلى جهة أكثر من جهة. ويكون من قدام له جبال شامخة مانعة، ومن فوق له برد الزمهرير له مانع. ومن أسفل مادة البخارين متصلة، فلا يزال البخاران يكثران ويغلظان في الهواء وتتداخل أجزاء البخارين بعضها في بعض حتى يسخن ويكون منها سحاب مؤلف متراكم. وكلما ارتفع السحاب بردت أجزاء البخارين، وانضمت أجزاء البخار الرطب بعضها إلى بعض، وصار ما كان دخانًا يابسًا ماء وأنداء، ثم تلتئم تلك الأجزاء المائية بعضها إلى بعض وتصير قَطْرًا بردًا، وتثقل فتهوي راجعة من العلو إلى السفل فتسمى حينئذ مطرًا. فإن كان صعود ذلك البخار الرطب بالليل والهواء شديد البرد، منع أن تصعد البخارات في الهواء، بل جمدها أولا بأول، وقربها من وجه الأرض فيصير من ذلك ندى وصقيع وطل.

وإن ارتفعت تلك البخارات في الهواء قليلاً وعرض لها البرد صارت سحابًا رقيقًا. وإن كان البرد مفرطًا جمد القَطر الصغار في حلل الغيم، فكان من ذلك الجليد أو الثلج».

كما قسم إخوان الصفا طبقات الهواء إلى ثلاث: الأثير؛ وهو أعلى طبقة وهو في غاية الحرارة، والزمهرير؛ طبقة باردة في غاية البرودة، والنسيم؛ وهي الطبقة الهوائية التي تلي سطح الأرض، وهي مختلفة في اعتدال حرارتها. وعلى الرغم من تمييزهم لكل طبقة من تلك الطبقات، إلا أنهم قالوا إن هذه الطبقات قد يتداخل بعضها في بعض. وأكدوا على أن الهواء المحيـــط بالكرة الأرضية لا تأتيه الحرارة من الشمس مباشرة، بل يكتسبها من الأشعة التي تنعكس عليه من سطح الأرض والمياه.

• كـــرويـــــة الأرض

يعدّ لفظ «الأرض» عند أصحاب اللغة العربية مؤنث يدلّ على جنسٍ، وهي تُجمع على أرضين وآراضٍ وأروض وأرضونَ وأرضاتٍ وأراضي (ابن منظور، 1993م)، ومن خلال مطالعتنا ومسحنا لكل ما وصلنا من نصوصٍ تراثيةٍ تتعلق بكروية الأرض وجدنا أنّ العرب قد رسموا لفظ (كروية) بشكلين:

- أهل المشرق كتبوها هكذا (كَرِيّة).
- أهل الأندلس والمغرب كتبوها هكذا (كورية).

وقد قمنا بتوحيد رسمها في كل النصوص على النحو (كروية) منعاً لالتباسها مع ألفاظٍ أخرى. فلفظ (كَرِيّة) قد يلتبس مع لفظ (كُرِيّة) الذي هو تصغير كرة. ولفظ (كُورِيّة) قد يلتبس مع لفظ (كُورَيَة) الذي هو اسم دولة معروفة.

إشارةٌ أخرى نودّ أن نشير إليها، وهي أن مصطلح (كوكب الأرض) لم يكن يُطلق عند العرب على كوكبنا الأرضي الذي نعيش عليه ويسبح في فلكه حول الشمس؛ وإنما كان يطلق على اسم مادتين هما (الطَّلق) و(طين شاموس)، ربما لأنهما كان يستخرجان من الأرض، ولفظ (كوكب) كان يقابل لفظ (النجم) عندهم أيضاً، فربما لكونهما يتمتعان بلونٍ أبيض فأصبحا بذلك كأنهما نجمان يلمعان في الأرض، كما كان يطلق أيضاً مصطلح (كوكب الأرض) على ما يضيء ليلاً كسراج القطرب (وهو اسم نبات) (الأنطاكي، (د.ت))، أما القطرب فهو اسمٌ للحشرة التي تضيء بالليل المعروفة باسم ذبابة النار حالياً، وقد وجدنا أنهم كان يستخدمون – في معظم المخطوطات العلمية – مصطلح (الأرض) أو (كرة الأرض) للإشارة إلى كوكب الأرض كما نعرفه حالياً.

وبخصوص كروية الأرض أو تسطيحها، فإنني لم أتوصل لوثيقة أو نص (شعري أو نثري) يدلّنا على معرفة أو مناقشة العرب قبل الإسلام لهذا الموضوع، ويبدو أنّه لم يكن هذا الأمر يعنيهم كثيراً، وإنما كان يهمهم البحث عن أماكن يتوفر المطر فيها ومياه الشرب والمرعى الذي يؤمن لهم سبل الحياة بأبسط أشكالها، في حين أننا سنجد أن الحال قد تغيّر بعد الإسلام مع المسلمين الأوائل الذين أدركوا أهمية شكل الأرض بالنسبة لهم كونه يؤثر على إقامة شعائر الإسلام من صلاة وحج وصيام. لذلك ومنذ السنوات الأولى لنزول القرآن الكريم فهم المسلمون من قوله تعالى ﴿يُكَوِّرُ ٱلَّيۡلَ عَلَى ٱلنَّهَارِ وَيُكَوِّرُ ٱلنَّهَارَ﴾ [سورة الزمر، الآية 5]، أنّ اتخاذ الليل أو النهار شكلهما الكروي دلالةً على أنهما يسقطان على سطح كروي وليس على أي مجسم فراغي آخر، وقد جاء في (المنتخب من التفسير) الذي أصدره المجلس الأعلى للشؤون الإسلامية بالقاهرة: «تشير هذه الآية الكريمة إلى أن الأرض كروية وتدور حول نفسها، لأن مادة التكوير معناها لفّ الشيء على سبيل التتابع، ولو كانت الأرض غير كروية –مسطّحة مثلاً– لخيّم الليل أو النهار على جميع أجزائها دفعةً واحدةً». وقد كانت العرب تقول «كوَّرَ فلانٌ عمامتهُ على رأسهِ» أي أنّ الرأس شكله كروي، واستمدت العمامة كرويتها من الرأس (الراجحي، 1981م)، كما ورد في القرآن الكريم لفظُ «دَحَاهَا» وهو أبلغ لفظٍ لوصف حالة الفلطحة أو الشكل الإهليلجي الحقيقي الذي هو عليه شكل الأرض، مع أن قواميس اللغة تفسّر كلمة «دحاها» بمعنيين الأول: سطّحها، والثاني: كوّرها؛ لكن المعنى الذي يعبّر عن حقيقتها الفعلية هو أنها كُمّثرية الشكل (على شكل إجاصة)، أو لها شكل إجاصةٍ مفلطحةٍ، وليست كرويةً تماماً. وبالتالي فإننا لا نتفق مع الباحث شاكر خصباك الذي قرّر بأنّ «الفكرة السائدة عن الأرض لدى العرب في البداية أنها مسطحة، غير أنّ الجغرافيين والفلكيين العرب سرعان ما نبذوا تلك الفكرة منذ أن شاعت بينهم آراء بطلميوس وآمنوا جميعاً بكروية الأرض» (خصباك، 1995م). فالعرب

أدركوا منذ نزول القرآن الكريم عليهم كروية الأرض، أي قبل عصر الترجمة بمائة سنة على الأقل، كما أننا سنجد أنّ بعضهم بقي متمسكاً بفكرة الأرض المسطحة الوافدة من اليونانية ولم يتخلَّ عنها حتى بعد نقل أدلة كروية الأرض عن فيثاغورس وأرسطو وبطلميوس وشيوعها.

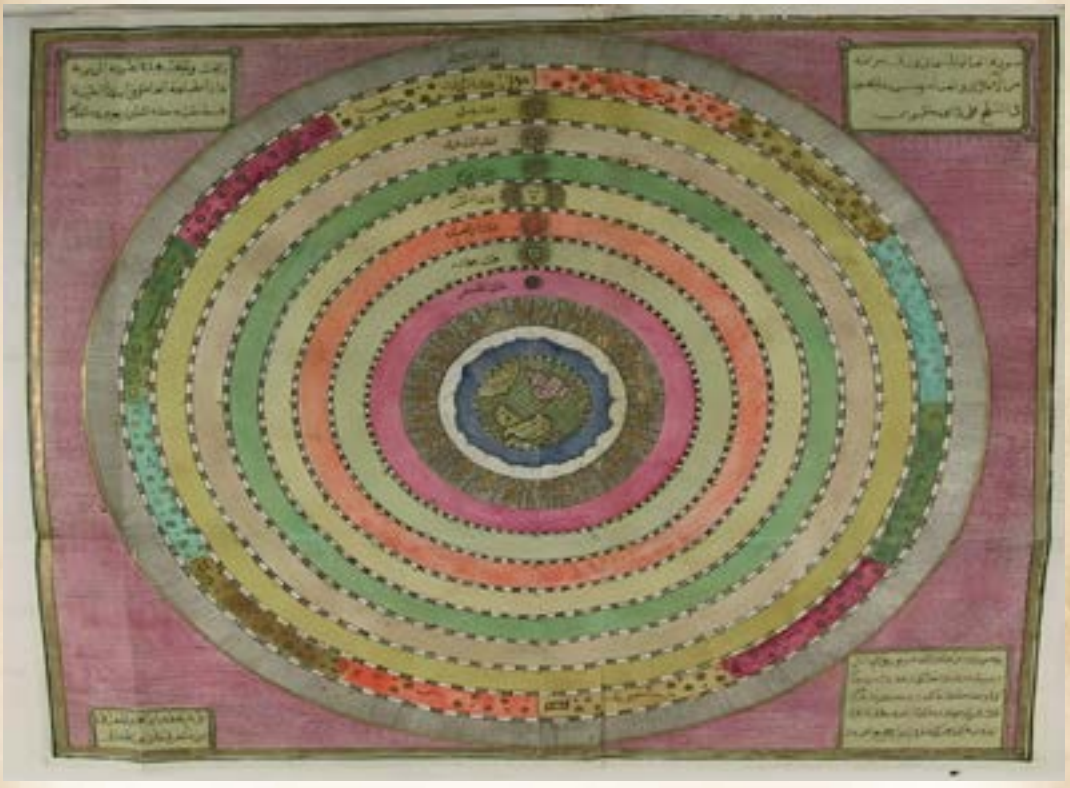
في الواقع، وبعد مسحنا التراث العلمي العربي المتعلق بكروية الأرض (بين القرنين 8-17م) وجدنا أنه ظهر اتجاهان لدى العلماء العرب المسلمين الأول: هو قولهم بالأرض المسطحة، وهو ما نجده عند قلّةٍ قليلةٍ من علماء الكلام أمثال أبو علي الجبائي وتلميذه أبو رشيد النيسابوري، وقد لاحظنا أن هذا الاتجاه قد أفل نجمه لأكثر من 700 سنة، ثم عاد للظهور مع نشر كتاب جلال الدين السيوطي (الهيئة السَّنِية في الهيئة السُّنِّية) وشروحات أتباعه عليه، أمثال مرعي بن يوسف الكرمي المقدسي (توفي 1033هـ/ 1623م) في كتابه (بهجة الناظرين وآيات المستدلين)، وإبراهيم القرماني الآمدي (كان حياً عام 1046هـ/ 1654م) في كتابه (علم الهيئة على اعتقاد أهل السنة والجماعة دون الفلاسفة)، إذْ كان حينها الإنتاج العلمي العربي في علم الفلك النظري والرصدي قد تراجع بشكلٍ جادّ، ليحلّ البديل النقلي عنه، بحيث يمكن للأجيال الجديدة فهم الكون وأسراره من خلاله.

أما الاتجاه الثاني: فهو الذي اعتمد كروية الأرض وساق كل الأدلة العلمية والواقعية الممكنة على حقيقتها، وهو الاتجاه الذي تبناه السواد الأعظم من علماء الفلك والجغرافيا والطبيعة وحتى علماء الدين الذين لم يقتنعوا بتوجهات علماء الكلام أو السيوطي وأتباعه، وذلك بدءاً من القرن 8م وحتى أواخر القرن 19م.

من أقدم النصوص التي وصلتنا كانت تلك التي كتبها يعقوب الرهاوي (توفي 89هـ/ 708م)، حيث إنه خصّص الرسالة السابعة من كتابه (الأيام الستة) في

علم الفلك، ولم نعلم مما جاء فيه من معلومات فلكية إلا ما نشره الباحث م. مارتن M. Martin وترجم بعضه، ويبدو من هذا الجزء المنشور أنّ يعقوب كان يعتقد بكروية الأرض (سزكين، علم الفلك، 2008م)، كما يبدو أنه اقتنع بالأدلة التي أوردها بطلميوس في كتابه (المجسطي)، فهذا الكتاب كان مرجعه في عمله (الأيام الستة) (برصوم، 1943م).

وذكر لنا ابن هبنتى (توفي 214هـ/ 829م) أنّ ليعقوب بن طارق (توفي 179هـ /796م) كتاب عنوانه (تركيب الأفلاك)، وقد ذكر في هذا الكتاب أنّ الله جعل الأرض مدوّرة كتدوير الكرة وهي في وسط الفلك، كالمحة في البيضة، وهي معلقةٌ في الهواء (سزكين، علم الفلك، 2008م).



لقد بقيت فكرة مركزية الأرض في الكون شائعة في الأدبيات العلمية العربية حتى القرن الثامن عشر، لكنه كان مؤكدًا عند العلماء العرب أنها كروية.

وأشـار جابـر بـن حيـان (تـوفي 200هـ/ 815م) إلـى كرويـة الأرض لـدى حديثـه عـن الأبـراج. فقـد أورد في رسـالته (إخـراج مـا في القـوة إلـى الفعـل) قولـه:» وهـو يسـير مـن المغـرب إلـى المشـرق علـى كـرة الأرض بحركـةٍ خفيفـة» (كـراوس، 1935م).

اختـصّ محمـد بـن علـي المكـي (كان حيـاً حوالـي 230هـ/ 845م) بالفلـك والتنجيـم، وقـد ذكـر لـه البيرونـي كتابـاً بعنـوان (كتـاب في الحجـة علـى اسـتدارة السـماء والأرض) يثبـت فيـه كرويـة الأرض (سـزكين، علـم الفلـك، 2008م)؛ لكننـا لـم نتمكـن مـن العثـور علـى هـذا الكتـاب لمعرفـة وتقييـم محتـواه، إلا أننـا نتوقـع مـن العنـوان سـرده لأدلـة كرويـة الأرض مقابـل تسـطيحها.

كان محمـد بـن موسـى الخوارزمـي (تـوفي 232هـ/ 846م) يقـرّ بكرويـة الأرض، وإن لـم أعثـر علـى نـص صريـح لـه بذلـك، لكننـا اسـتنتجناه مـن كتابـه (صـورة الأرض) (الخوارزمـي، 2009م) الـذي اعتمـد فيـه علـى جغرافيـة بطلميـوس؛ إذْ كثيـراً مـا يكـرر عبـارة (كـرة الأرض) في عناويـن الكتـاب.

أورد أحمـد بـن محمـد بـن كثيـر الفرغانـي (تـوفي بعـد 237هـ /851م) عـدداً مـن الأدلـة التـي أثبـت فيهـا كرويـة الأرض. وهـي أدلـة ورد بعضهـا عنـد فيثاغـورس وأرسـطو وبطلميـوس، لكـن الدليـل الجديـد الـذي أضافـه الفرغانـي ذلـك المتعلـق بالشـهب. حيـث إنـه وجـد أن رصـده يختلـف بـين الراصـد الـذي يكـون في المشـرق والآخـر الـذي يكـون في المغـرب (الفرغانـي، 1669م، وفـردي، 2009م).

ناقـش أبـو إسـحق الكنـدي (تـوفي 252هـ/ 866م) موضـوع كرويـة الأرض في ثـلاث رسـائل الأولـى: (كتـاب الكنـدي في الصناعـة العظمـى)، والثانيـة: هـي (رسـالة الكنـدي إلـى أحمـد بـن المعتصـم في أنّ العناصـر والجـرم الأقصـى كرويـة الشـكل)، والثالثـة: هـي (رسـالة في أن سـطح مـاء البحـر كـروي) (ابـن النـديم، 1997م). ماعـدا الرسـائل الثمانيـة التـي قـدم لنـا فيهـا تطبيقـات في حسـاب أبعـاد الأشـياء عـن مركـز

الأرض وسطحها، وقد حاول الكندي أنْ يثبت في كل رسائله أن الأرض كروية، وذلك من خلال الأدلة الواقعية والبراهين الهندسية.

ففي الرسالة الأولى قدَّم أدلّة شروق الشمس على أهل المشرق قبل أهل المغرب، ودليل اختلاف منظر الخسوفات القمرية المرصودة في وقتٍ واحدٍ من قبل شخصين؛ ثم قدّم الأدلة التي تنفي أنْ تكون الأرض مسطحةً أو أسطوانيةً.

أما في الرسالة الثانية فقد حاول أنْ يبرهن أنّ الجرم الأقصى يدور حول مركزه وهو ما يعبر عنه الكندي بأنه يتحرك على الوسط، وأنه لا يمكن أنْ يوجد جِرمٌ لا نهاية له، وأنه لا يوجد خارج العالم لا خلاء ولا ملاء؛ ثم يثبت الكندي أنّ الجسم المضلع الذي له قواعد وزوايا لا يمكن أن يدور حول مركزه، أي أنْ يكون متحركاً على الوسط مثل الجسم الكروي، وبما أنّ الجرم الذي يدور حول مركزه لا بدّ أن يكون كروي الشكل فالجرم الأقصى كروي الشكل أيضاً، ويستعين الكندي باستعمال الرسم الهندسي ليبرهن أن نهاية الجرم الأقصى لابد أنْ تكون كرويةً. ثم تنتهي الرسالة بإثبات أنّ الأرض في داخل الفلك كروية الشكل وتقع في مركز الكل وكذلك الماء حول الأرض.

أما الرسالة الثالثة للأسف لم تصلنا، لكنْ واضح من عنوانها أنّ الكندي حاول أنْ يُثبت من خلالها كروية تضاريس الأرض من خلال تحدب مياه البحار، كما فعل في الرسالتين السابقتين، إضافة إلى أنّها توحي بمعرفته بمفهوم الجاذبية الأرضية.

قرّر أبو القاسم عبيد الله بن أحمد بن خرداذبة (توفي نحو 280 هـ /نحو 893م) أنّ « صفة الارض أنّها مدوّرة كتدوير الكرة، موضوعةٌ في جوف الفلك كالمحّة في جوف البيضة والنسيم حول الأرض وهو جاذب لها من جميع جوانبها إلى الفلك» (ابن خرداذبة، 1889م، وابن الفقيه، 1996م)؛ لكنه لم يورد في كتابه أي دليل على كروية الأرض.

وثّق لنا الإمام فخر الدين الرازي (توفي 606هـ / 1210م) مناقشةً علميةً دقيقةً منسوبةً لثابت بن قرّة (توفي 288هـ / 901م) تتعلق بكروية الأرض. إذْ مضى ثابت بشكل أعمق من الآخرين، سواءٌ السابقين منهم أو اللاحقين، حول منشأ كروية الأرض أصلاً، وليس البحث في أدلة كرويتها. وقد توصّل بعد تفكير منطقي أن الجاذبية هي المسؤول الأول عن تكوّرها. وهذا تقدمٌ قويٌّ في نظرية كروية الأرض؛ إذْ لم يسبق لأحد أن أشار بشكل مباشر إلى دور قوة الجاذبية في تكوّر الأرض، وهو الدور الذي سيعود له نيوتن لاحقاً ليبرزه مرةً أخرى في القرن 18م.

قال الإمام: «اتفق الحكماء على ذلك (في أنّ لكل جسم حيزاً طبيعياً) إلا أنّي رأيت في فصول منسوبة إلى ثابت بن قرة مذهباً عجيباً اختاره لنفسه وأنا أنقل ذلك المذهب أولاً ثم أذكر الحجة المصححة لمذهب الحكماء ثانياً. قال ثابت بن قرة: «إنّ» الذي يظنّ من أنّ الأرض طالبةً للمكان الذي هي فيه باطلٌ، لأنه ليس يتوهّم في شيءٍ من الأمكنة حال يخصّ ذلك المكان دون غيره، بل لو توهّمت الأماكن كلها خاليةً ثم حصلت الأرض بأسرها في أيّها اتّفق وجب أن تقف فيه ولا تنتقل إلى غيره لأنه وجميع الأماكن على السواء، وأما السبب في أنّا إذا رمينا المدرة إلى جانب عادت إلى جانب الأرض فهو أن جزء كل عنصر يطلب سائر الأجزاء من ذلك العنصر لذاته طلب الشيء لشبيهه، فإنك لو توهّمت الأماكن على ما ذكرنا من الخلاء ثم جعل بعض أجزاء الأرض في موضع من ذلك الخلاء وباقيها في موضع آخر منه وجب أنْ يجذب الكبير منها الصغير، فلو صارت الأرض نصفين ووقع كل واحد من النصفين في جانب آخر كان طلب كل واحد من القسمين مساوياً لطلب صاحبه حتى يلتقيا في الوسط، بل لو توهّم أن الأرض كلها قد رفعت إلى فلك الشمس ثم أطلق من الموضع الذي هي فيه الآن حجر لكان يرتفع ذلك الحجر إليها لطلبه للشيء العظيم الذي هو شبيهه، وكذلك لو توهم أنّها قد تقطّعت وتفرّقت في جوانب

العالم ثم أطلقت لكان يتوجه بعضها إلى البعض ويقف حيث يتهيّأ التقاء جملة أجزائها فيه ولا تفارق ذلك الموضع لأنه لا فرق بين موضعها حينئذ وموضعها الآن وكانت أجزاؤها إذا بعدت من ذلك الموضع طلبته على حسب ما عليه الأمر في هذا الوقت. قال ثابت: ولأنّ كلَّ جزءٍ يطلب جميع الأجزاء منها طلباً واحداً، ولما استحال أنْ يلقى الجزء الواحد جميع الأجزاء لا جرم طلب أن يكون قربه من جميع الأجزاء قرباً واحداً متساوياً وهذا هو طلب الوسط ثم إنّ جميع الأجزاء هذا شأنها فيلزم من ذلك استدارة الأرض وكرويتها وأن يكون كل جزء منها يطلب المركز حتى يستوي قربه من الجملة» (الرازي، 1990م).

يتفق النص السابق مع وجهة نظر ثابت بن قرة حول كروية الأرض، والذي نجده واضحاً جلياً في رسالة له بعنوان (في ذكر الأفلاك وخلقها وعدد حركاتها ومقدار مسيرها)؛ حيث قال في مطلعها: «الأرض في وسط العالم، وهي مستديرة كالكرة، ومركزها مركز فلك البروج، وهي بمنزلة النقطة لا قدر لها بقياسها إلى كرة الكواكب الثابتة، فأمّا بقياسها إلى كرة القمر فإن لها عنده قدر معدود وهو أنّ قطرها جزء من ثلاثة وثلاثين من قطر كرة القمر» (ابن قرة، مخطوط، مكتبة آيا صوفيا، رقم (4832)، ص 50و).

للأسف لم يروّج لنظرية ثابت بن قرة عن دور الجاذبية في تكوّر الأرض بين العلماء العرب، بل إننا نجد معظمهم اعتمد الأدلة الحسّية الشائعة التي تدلّ على كرويتها، أكثر من اعتمادهم البحث عن تفسيرٍ لسبب كرويتها.

تكلم قسطا بن لوقا (توفي مطلع القرن 4هـ/ 10م) في كتابه (كتاب المدخل إلى علم النجوم) عن حجم الأرض وشكلها الكروي، وهو يمثّل بمجمله عرضٌ قصيرٌ مبسّط لعلم الفلك البطلميوسي، ويشبه كتاب الفرغاني كثيراً (سزكين، علم الفلك، 2008م).

يبدو أنّ أبا عمر أحمد بن محمد بن عبد ربه (توفي 328هـ/ 940م) لم يكن مقتنعاً بكروية الأرض، لذلك قام بهجاء مسلم بن أحمد أبي عبيدة صاحب القبلة (توفي 295هـ/ 908م) لأنه قال بكروية الأرض، إذْ قال ابن عبد ربه:

أبا عُبيدةَ ما المسؤولُ عن خَبرٍ ... يحكيهِ إلا سُؤالاً للذي سألا
أبَيتَ إلا اعتراضاً عن جماعتنا ... ولم يُصبْ رأيُ من أرجا ولا اعْتَزلا
كذلكَ القِبلةُ الأولى مُبدَّلةٌ ... وقد أبَيتَ فما تَبغي بها بَدَلا
زعمتَ بهرامَ أو بَيدَختَ يرزقُنا ... لا بل عُطاردَ أو برجِيسَ أو زُحَلا
وقلتَ إنَّ جميعَ الخلقِ في فَلكٍ ... بهمْ يحيطُ وفيهمْ يقسمُ الأجَلا
والأرضُ كورِيَّةٌ حفَّ السماءُ بها ... فَوقاً وتحتاً وصارتْ نُقطةً مَثَلا
صَيفُ الجنوبِ شتاءٌ للشَّمَالِ بها ... قد صارَ بَينهما هذا وذا دُوَلا
فإنَّ كانونَ في صَنعا وقُرطبةٍ ... بردٌ وأيلولُ يُذكي فيهما الشُّعَلا
هذا الدليلُ ولا قولٌ غُررتَ بهِ ... منَ القوانينِ يُجلي القولَ والعَمَلا»

(ابن الفرضي، 1988م)

وكان أبو عبيدة قد سافر إلى المشرق ودرس على أيد علمائه، ثم عاد لوطنه. وهو من علماء الفلك والرياضيات الأندلسيين البارزين. وقد ولُقِّبَ بلقب (صاحب القبلة) لاشتغاله الكثير بتحديد جهة القبلة (سزكين، علم الفلك، 2008م). على العموم نشكر لابن عبد ربه هذا الهجاء الذي كشف ووثق لنا من خلاله رأيه ورأي صاحب القبلة في كروية الأرض.

للأسف لم يصلنا من كتاب (الأعلاق النفيسة) لأبي علي أحمد بن عمر بن رسته (توفي نحو 300هـ / نحو 912م) سوى الجزء السابع منه، وقد كشف لنا فيه ابن رسته عن موقفه من قضية كروية الأرض وقدم أدلته العلمية في ذلك.

وقد ردّ ابن رسته على من ادعى أن (السماء مسطحة) وليس الأرض فقط، بأن رؤية الشمس والقمر والنجوم ستختلف تماماً عن الوضع الحالي، ثم قدم الأدلة السابقة -المعروفة منذ أرسطو وبطلميوس- التي تؤكد على كروية الأرض (ابن رسته، 1891م).

يُحْسب أبو علي محمد بن عبد الوهاب الجبائي (توفي 303هـ/ 915م) على أصحاب الكلام، أو المتكلمين، الذين حاولوا الدفاع عن العقيدة الإسلامية من خلال مناهجهم الفلسفية والعقلية، وقد كان مقتنعاً بأن الأرض مسطحة وليست كروية، وقدم أدلته على ذلك، أوردها لنا تلميذه أبو رشيد النيسابوري (النيسابوري، 1979م):

1. رؤية الشمس أكبر عند شروقها وأصغر عند وصولها لكبد السماء. وهذا يعني أن الأرض ليست كروية وليست في مركز العالم.
2. قوله تعالى ﴿وَٱلْأَرْضَ بَعْدَ ذَٰلِكَ دَحَىٰهَآ ﴿٣٠﴾﴾ [سورة النازعات، الآية: 30] أي بسطها.
3. وجود مواضع مسطّحة في الأرض تدل على ذلك.

ما يهمنا من هذه الأدلّة الثلاث هو الأول منها؛ إذْ نجد أن الجبائي (الأب) شعر بوجود تناقض بين وجود الأرض ساكنة في مركز العالم وأن تكون كروية، كما يقترح أصحاب علم الفلك. بل يجب أن يكون الحال مختلفاً، أي كروية وتتحرك، وليس كروية وساكنة، فحالتها الساكنة تقتضي أن تكون مسطحة والأجرام من حولها تدور.

طبعاً لم يوافق المجتمع العلمي الفلكي العربي حينها على طروحات الجبائي (الأب) للمنظومة الفلكية (الأرسطية / البطلمية) لأنها ستتطلب تغييراً شاملاً

في بنيتها وقوانينها قد يسبب مشكلاتٍ أكثر مما يحلّها؛ ولهذا أُهملت انتقادات الجبائي (الأب)، وعوملت بالتهميش من قبل النخبة العلمية الفلكية مثل كلّ النصوص الكلامية التي طرحها تيار المتكلمين، ليس من أجل تبنيها، وإنما على الأقل من أجل مراجعتها وتدقيقها.

تناول أبو بكر الرازي (توفي 311هـ/ 923م) موضوع كروية الأرض في كتابه (هيئة العالم) (ابن أبي أصيبعة، 1965م)، كما توصّل في كتابه (سبب تحرّك الفلك على استدارة) إلى كروية الأرض وأنّ الأرض تفوق بحجمها القمر، في حين أن حجمها يقلّ كثيراً عن حجم الشمس (شوقي، 1983م)، وذكر ابن النديم أنّ له رسالة (في أنه لا يتصور لمن لا رياضة له بالبرهان أن الأرض كرية وأن الناس حولها)، ورسالة أخرى بعنوان (في فسخ ظن من توهم أن الكواكب ليست في نهاية الاستدارة) (ابن النديم، 1997م)، ويتضح من عنواني الرسالتين –اللتين لم تصلنا– تقديمه للبراهين الهندسية التي تثبت كروية الأرض.

أورد النيسابوري أن أبا القاسم الكعبي (توفي 319هـ/ 931م) قد قال بكروية الأرض، مخالفاً رأي أبو علي الجبائي، ومتفقاً مع ابنه أبو هاشم (النيسابوري، 1979م).

خالف أبو هشام الجبائي (توفي 321هـ /933م) أباه أبا علي الجبائي وقال إنّ الأرض كروية الشكل، كما حدثنا النيسابوري (النيسابوري، 1979م)، ولم يحدّثنا أكثر من ذلك، ويبدو أن الأجواء بين الأب والابن كانت ترتكز على التسامح واحترام الرأي الآخر، ولا تقوم على الإجبار والإكراه في الاتباع.

اقتنع ابن الحائك الهمداني (توفي 334هـ /945م) بأنّ الأرض كروية، وقد ساق الأدلة المعروفة في ذلك، لكنه حاول تطبيقها في حالة البلدان العربية بدلاً من إطلاق الأدلة بشكل عام.

قـال الهمدانـي: « اعلـم أنّ الأرض ليسـت بمنسـطحة، ولا ببسـاط مسـتوي الوسـط والأطـراف، ولكنهـا مقببـة، وذلـك التقبيـب لا يبـين مـع السـعة، إنمـا يبـين تقبيبها بقياساتها إلـى أجـزاء الفلـك، فيقطـع منهـا أفـق كل قـوم علـى خـلاف مـا يقطـع عليـه أفـق الآخريـن طـولاً وعرضـاً في جميـع العمـران، ولذلـك يظهـر علـى أهـل الجنـوب كواكـب لا يراهـا أهـل الشـمال، ويظهـر علـى أهـل الشـمال مـا لا يـراه أهـل الجنـوب ويكـون عنـد هـؤلاء نجـومٌ أبديـةُ الظهـور والمسـير حـول القطـب، وهـي عنـد أولئـك تظهـر وتغيـب، وسـأضع لـك في ذلـك مقياسـاً بينـاً للعامـة، مـن ذلـك أن ارتفـاع سـهيل بصنعـاء ومـا سـامتها إذا حلـق، زيـادة علـى عشـرين درجـة، وارتفاعـه بالحجـاز قـرب العشـر، وهـو بالعـراق لا يُـرى إلا علـى خـط الأفـق، ولا يُـرى بـأرض الشـمال، وهنـاك لا تغيـب «نجـوم» بنـات نعـشٍ، وهـي تغيـب علـى المواضـع التـي يُـرى فيهـا «نجـم» سُـهيلٌ، فهـذه شـهادة العـرض؛ وأمـا شـهادة الطـول فتفـاوت أوقـات بـدء الكسـوفات ووسـطها وانجلائهـا علـى خـط فيمـا بـين المشـرق والمغـرب، فمـن كان بلـده أقـرب إلـى المشـرق كانـت سـاعات هـذه الأوقـات مـن أول الليـل والنهـار أكثـر، ومـن كان بلـده أقـرب إلـى المغـرب كانـت سـاعات هـذه الأوقـات مـن آخـر الليـل وآخـر النهـار منكوسـا إلـى أولهمـا أكثـر، فذلـك دليـلٌ علـى تدويـر موضـع المسـاكن والأرض، وأنّ دوائـر الأفـق متخالفـة في جميـع بقـاع العامـر، ولـو كان سـطح الأرض صفيحـةً، لـكان منظـر سـهيل وبنـات نعـشٍ واحـداً» (الهمدانـي، 1884م).

اعتمـد أبـو نصـر محمـد الفارابـي (تـوفي عـام 339 هـ/950م) في إثباتـه لكرويـة الأرض علـى كرويـة العناصـر الأربعـة (التـراب، المـاء، الهـواء، النـار) التـي تقـع بـين كـرة الأرض وكـرة القمـر؛ حيـث قـال: «وشـكل كلّ واحـدٍ مـن الأربعـة علـى شـكل كـرةٍ»، ويتابـع: «والعالـم يركّـب مـن بسـائط صائـرة كـرة واحـدة»، يبـدو أنّ الفارابـي اسـتمد هـذا القـول مـن قـول أرسـطو: «إذا تركنـا جـزءاً مـن المـادة لنفسـه فإنـه يتهيـأ بهيئـة الكـرة، وإذا كانـت الأرض سـاكنة فـإن شـكلها بالتالـي يكـن كرويـاً» (عفيفـي، 2002م).

أورد ابن الفقيه أحمد بن محمد بن إسحاق بن إبراهيم الهمذاني (توفي نحو 340هـ / نحو 951م)، البرهان على كروية البحر، وبالتالي الأرض التي تحته بقوله: « وزعموا أن البحر أيضاً كرويٌّ مدوّر، وبرهان ذلك أنك إذا لججت فيه غابت عنك الأرض والجبال شيئاً بعد شيء حتى خفي ذلك كلّه، ولا ترى شيئاً من شوامخ الجبال. فإذا أقبلت نحو الساحل، ظهرت لك قُلل الجبال وأجسامها شيئاً بعد شيء؛ فإذا قربت من الساحل، ظهرت الأرض والأشجار» (ابن الفقيه، 1996م).

كان علي بن الحسين بن علي أبو الحسن المسعودي (توفي 347هـ / 957م) مقتنعاً بكروية الأرض، وقد ارتكز في أدلته على ما أورده بطلميوس؛ لكنه طبّقها عملياً في المناطق العربية والإسلامية، كما فعل ابن الحائك الهمذاني، محاولاً أن يبين الحكم الإلهية من كونها كرويّة ومنفعة ذلك للمخلوقات كافة (المسعودي، التنبيه والأشراف، (د. ت)).

تناول المطهر بن طاهر المقدسي (توفي بعد 355هـ / بعد 966م) موضوع كروية الأرض مستعرضاً مختلف الآراء والأفكار اليونانية في ذلك، لكنه يضيف إلى الأدلة شيئاً جديداً هو عملية الحفر الافتراضية التي اقترحها أنصار الأرض الكرويّة بين مدينة فوشنج القديمة في خراسان (حالياً تعرف باسم زاندي جان في ولاية هراة في أفغانستان) والصين؛ إلا أنّه لم يوضح هل عملية الحفر عمودية أم أفقية؛ لأننا إذا نظرنا لخريطة وموقع كل من أفغانستان والصين لوجدنا أنهما متجاورين وليس متقابلين وفق مبدأ النقائض.

قال المطهر بن طاهر: «وقد اختلف القدماء في هيئة الأرض وشكلها فذكر بعضهم أنّها مبسوطة مستوية السطح في أربع جهات والمشرق والمغرب والجنوب والشمال ومن هؤلاء من زعم أنّها كهيئة الترس ومنهم من زعم أنّها كهيئة المائدة ومنهم من زعم أنها كهيئة الطبل وذكر بعضهم تشبيه بنصف الكرة كهيئة

القبة وأن السماء مركنة على أطرافها وقال بعضهم هي في جانب من الفلك الأوسط وقال قوم هي مستطيلة كالأسطوانة الحجرية كالعمود وقال قوم أن الأرض «تهوي» إلى ما لا نهاية وأنّ السماء يرتفع إلى ما لا نهاية. وقال قوم إنّ الذي يُرى من دوران الكواكب إنما هو دور الأرض لا دور الفلك والذي يعتمده جماهيرهم أنّ الأرض مستديرة كالكرة وأنّ السماء محيطةٌ بها من كل جانب إحاطة البيضة بالمحة فالصفرة بمنزلة الأرض وبياضها بمنزلة الهواء وجلدها بمنزلة السماء، غير أن خلقها ليس فيه استطالة كاستطالة البيضة بل هي مستديرة كاستدارة الكرة المستوية الخرط حتى قال مهندسوهم لو حفر في الوهم وجه الأرض لأدى إلى الوجه الآخر ولو نقب مثلاً بفوشنج لنفذ بأرض الصين. قالوا والناس على وجه الأرض كالنمل على البيضة واحتجوا لقولهم بحجج كثيرة منها برهاني ومنها إقناعي» (المقدسي، (د.ت)).

كرر محمد بن حَوْقَل (توفي بعد 367هـ / بعد 977م) أدلة بطلميوس عن كروية الأرض، إذْ قال: «حكى عن بطلميوس أنّ عرض الأرض من القطب الجنوبي الى القطب الشمالي الذي تدور عليه بنات نعش قال واستدارة الفلك على الأرض في مكان خطّ الاستواء ثلاثمائة وستّون درجة قال: والدرجة خمسة وعشرون فرسخاً، والفرسخ اثنا عشر ألف ذراع، والذراع أربعٌ وعشرون إصبعاً، والإصبع ستّ حبّات شعير مصفوفة بطون بعضها إلى بعض. قال: ويكون ذلك تسعة آلاف فرسخ. قال: وبين خطّ الاستواء وكلّ واحد من القطبين تسعون درجة واستدارتها مثل ذلك. قال: والعمارة في الأرض بعد خطّ الاستواء أربعٌ وعشرون درجةٍ والباقي قد غمره ماء البحر الكبير المحيط» (ابن حوقل، 1938م).

أورد مؤلف مجهول (توفي بعد 372هـ/ 982م) أنّ «الأرض مدوّرةٌ كالكرة، والفلك محيط بها، تدور على قطبين، أحدهما يدعى القطب الشمالي، والآخر القطب الجنوبي. وكل كرة إذا رسمت عليها دائرتين كبيرتين تقطعان بعضهما

في زاوية قائمة، قَسَمَت تلكما الدائرتان الكرة إلى أربعة أقسام. كذلك الأرض مقسمة إلى أربعة أقسام بدائرتين تدعى إحداهما: دائرة الآفاق، والأخرى خط الاستواء، أما دائرة الآفاق فإنها تبدأ من المشرق وتتجه إلى نهاية العمارة فتمرّ في القطب الجنوبي، فتقطع ناحية المغرب لتعود إلى المشرق مرةً أخرى، وهذه الدائرة هي التي تفصل النصف الظاهر العامر من الأرض عن النصف الآخر المحجوب الذي تحتنا. وخط الاستواء هو الدائرة التي تخرج من حدود المشرق وتمرّ من وسط الأرض على أبعد مكانٍ من القطبين حتى تصل إلى المغرب وتستمر حتى تعود إلى المشرق مرة أخرى» (مؤلف مجهول، 2002م).

ذكر الفلكي الشهير أبو الحسين عبد الرحمن الصوفي (توفي 376هـ / 986م) صاحب كتاب (صور الكواكب) «أن الأرض بجميع ما فيها من البر والبحر على مثال الكرة»، و «إنّ الأرض مدوّرةٌ على مثال الكرة» (الصوفي، مخطوطة مكتبة بيازيد باستنبول، رقم (9048)، ص 2و- ص 6ظ). لكنه لم يستعرض الأدلة على كرويتها.

أورد عبد العزيز بن عثمان القبيصي (توفي نحو 380هـ / نحو 990م) في (رسالة في الأبعاد والأجرام) أن السابقين عليه قد أثبتوا كروية الأرض والسماء وبقية الكواكب (سزكين، علم الفلك، 2008م). وقد عثرنا على رسالته هذه وأثبتنا نصها في الفصل السابع، وهي تمثل بمجملها شروحات لما قدمه بطلميوس في كتابه المجسطي، ويبدو أن القبيصي قد وافق على ما طرحه الفرغاني، حول أن الأرض كروية، وهو ما وجدناه من عمله الآخر (ما شرحه القبيصي من كتاب الفصول للفرغاني) (القبيصي، ما شرحه القبيصي من كتاب الفصول للفرغاني، مخطوطة ضمن مجموع مكتبة آيا صوفيا، بإستنبول، رقم (4832)، ص 6ظ).

كـرّر محمـد بـن أحمـد بـن أبـي بكـر البنـاء المقدسـي البشـاري (تـوفي نحـو 380هـ/ نحـو 990م) مـا سـبق وطرحـه العلمـاء العـرب السـابقين مـن تشـبيه الأرض بالمحّـة في جـوف البيضـة، دون أن يذكـر أدلّـة كرويتهـا. وقـد قـال: «فأمّـا الأرض فإنهـا كالكـرة موضوعـةٌ جـوف الفلـك كالمحـة جـوف البيضـة والنسـيم حـول الأرض وهـو جـاذبٌ لهـا مـن جميـع جوانبهـا الـى الفلـك ... ومثلـوا الفلـك بخـرّاطٍ يديـر شـيئاً مجوّفـاً وسـطه جـوزة، فـإذا أدار ذلـك الشـيء وقفـت الجـوزة وسـطه، والأرض مقسـومة بنصفـين بينهمـا خـط الاسـتواء وهـو مـن المشـرق الـى المغـرب وهـذا طـول الأرض وهـو أكبـر خـطٍ في كـرة الأرض، كمـا أنّ منطقـة البـروج أكبـر خـط في الفلـك وعـرض الأرض مـن القطـب الجنوبـي الـذي يـدور حولـه سـهيل إلـى الشـمال الـذي يـدور حولـه بنـات نعـش فاسـتدارة الأرض موضـع خـط الاسـتواء ثلاثمائـة وسـتون درجـة والدرجـة خمسـة وعشـرون فرسـخاً فيكـون ذلـك تسـعة آلاف فرسـخ وبـين خـط الاسـتواء وكل واحـد مـن القطبـين تسـعون درجـة واسـتدارتها عرضـاً مثـل ذلـك لأنّ العمـارة في الأرض بعـد خـط الاسـتواء أربـع وعشـرون درجـة ثـم الباقـي قـد غمـره البحـر فالخلـق علـى الربـع الشـمالي مـن الأرض والربـع الجنوبـي خـراب والنصـف الـذي تحتنـا لا سـاكن فيـه والربعـان الظاهـران همـا الأربعـة عشـر إقليمـاً التـي ذكرنـا» (المقدسـي البشـاري، 1991م).

لقـد تعرفنـا علـى رأي محمـد بـن أحمـد الخوارزمـي (تـوفي نحـو 387هـ/ 997م) عـن كرويـة الأرض مـن خـلال مـا كتبـه عنـه تقـي الديـن المقريـزي (تـوفي 845هـ/ 1442م) إذْ قـال: «وقـال محمـد بـن أحمـد الخوارزمـي: الأرض في وسـط السـماء، والوسـط هـو السـفلي بالحقيقـة، وهـي مـدوّرةٌ مضرسـةٌ مـن جهـة الجبـال البـارزة والوهـاد الغائـرة، وذلـك لا يخرجهـا عـن الكريّـة إذا اعتبـرت جملتهـا لأن مقاديـر الجبـال وإن شـمخت يسـيرة بالقيـاس إلـى كـرة الأرض، فـإن الكـرة التـي قطرهـا

ذراع، أو ذراعان مثلاً إذا أنتأ منها شيء أو غار فيها لا يخرجها عن الكرية، ولا هذه التضاريس لإحاطة الماء بها من جميع جوانبها وغمرها، بحيث لا يظهر منها شيء» (المقريزي، 1997م).

ويشير هنا الخوارزمي إشارةً مهمةً وهي أنّ التضاريس والمعالم الطبيعية المنتشرة على سطح الأرض لا تمنع أنْ تجعل الأرض كرويّة الهيئة، ويستعين لتأكيد هذه الفكرة بتشبيه مبسّط هو أنّ الكرة التي قطرها نحو 50 سنتيمتر لن تؤثر النتوءات التي تنتشر على سطحها على كرويتها في شيء.

ناقش إخوان الصفا (القرن 4هـ/ 10م) موضوع كروية الأرض في رسائلهم، وقد اعتبروها واقفة في الهواء، وأنّ مركزها يشكّل مركز العالم دون أية إضافات جديدة على ما طرحه العلماء سابقاً.

قال إخوان الصفا: «والأرض جسمٌ مدوّرٌ مثل الكرة وهي واقفةٌ في الهواء بأنّ الله يجمع جبالها وبحارها وبراريها وعماراتها وخرابها، والهواء محيطٌ بها من جميع جهاتها شرقها وغربها وجنوبها وشمالها، ومن ذا الجانب، ومن ذلك الجانب ... ومركزها هي نقطةٌ متوهّمةٌ في عمقها على نصف القطر وبعدها من ظاهر سطح الأرض ومن سطح البحر من جميع الجهات متساوٍ، لأنّ الأرض بجميع البحار التي على ظهرها كرةٌ واحدةٌ، وليس شيءٌ من ظاهر سطح الأرض من جميع جهاتها هو أسفل الأرض كما يتوهّم كثير من الناس، ممن ليس له رياضة بالنظر في علم الهندسة والهيئة، وذلك أنهم يتوهّمون ويظنّون بأنّ سطح الأرض من الجانب المقابل لموضعنا هو أسفل الأرض، وأنّ الهواء المحيط بذلك الجانب هو أيضاً أسفل من الأرض، وأنّ النّصف من فلك القمر المحيط بالهواء هو أيضاً أسفل من الهواء، وهكذا سائر طبقات الأفلاك كلّ واحدٍ أسفل من الآخر حتى يلزم أن أسفل السافلين هو نصف الفلك المحيط الذي هو أعلى عليّين في دائم الأوقات، وليس الأمر كما توهّموا لأن هذا رأي

يتعقّله الإنسان من الصبا بالتوهم بغير رويّة ولا برهان، فإذا ارتاض الإنسان في علم الهيئة والهندسة تبيّن له أن الأمر بخلاف ما توهّم قبل؛ وذلك أنّ أسفل الأرض بالحقيقة هو نقطة وهميّة في عمق الأرض على نصف قطرها وهو الذي يسمّى مركز العالم، وهو عمق باطنها مما يلي مركزها من أيِّ جانبٍ كان من الأرض، لأنّ مركز الأرض هو أسفل السافلين، فأمّا سطحها الظاهر المماسّ للهواء، وسطح البحار من جميع الجهات فهو فوق، والهواء المحيط أيضاً من جميع الجهات» (إخوان الصفا، (د.ت)).

استدلّ أبو بكر محمد حسن الكرجي (توفي بعد 406هـ/ 1015م) على كرويّة الأرض عملياً من خلال البحار، وقد برهن على ذلك منطقياً من خلال موازاة سطح البحر لسطح اليابسة ولم يكن هناك أي جريان أو تدفق للمياه نحو اليابسة، ثم قدّم لنا الكرجي ردَّه على أنّ تكوّر الأرض يقتضي حركتها بشكل أبدي، وبالتالي فإنّ الماء الموزع على سطحها يتحرك أيضاً بشكلٍ أبدي؛ حيث قال: إنّ تضرُّس سطح الأرض هو السبب في سكونها وعدم حركتها (الكرجي، 1940م)؛ لكننا سبق وأنْ وجدنا أنّ الخوارزمي لم يُعر أيَّ أهمية لمسألة التضاريس وتأثيرها على شكل كروية أو سكونها وحركتها.

الحقيقة أن فرضية تكوّر الأرض تقتضي حركتها هي الصحيحة، ولا تقتضي سكونها، ولا نعلم لماذا ناقض الكرجي نفسه، فالإقرار بأن الكواكب والأجرام السماوية المحيطة بالأرض كروية، وأنّها تتحرك يقتضي أن نُقرّ بحركة الأرض كونها كروية أيضاً! ولكن يبدو أنّ سطوة المجتمع العلمي المحيط وخشية مخالفته كانت تسيطر على أذهان بعض العلماء العرب، لذلك كان معظمهم يؤيد فكرة سكون الأرض في مركز العالم، مع أنها كروية.

ذكر محمّد بن محمّد بن النعمان بن عبد السّلام الحارثي المذحجي العكبري أبو عبد اللّه (توفي 413هـ / 1022م) أن «الأرض على هيئة الكرة في وسط الفلك»، وقد انتبه الشيخ المفيد إلى مسألة مهمة تتعلق بحدود الأرض وما يحيط بها، وهو ما كان يصطلح عليه عند العرب اسم (العالم)، حيث قال في فقرةٍ خاصّةٍ بعنوان: «القول فيمن نظر وراء العالم أو مدّ يده» وتابع «وأقول: إنه لا يصحّ خروج يدٍ ولا غيرها وراء العالم؛ إذْ كان الخارج لا يكون خارجاً إلا بحركةٍ، والمتحرّك لا يصحّ تحرّكه إلا في مكانٍ، وليس وراء العالم شيءٌ موجود فيكون مكاناً أو غير مكان، وإذا لم تصحّ حركة شيءٍ إلى خارج العالم لم تصح رؤية ما وراء العالم، لأنّ الرؤية لا تقع إلا على شيءٍ موجود تصح رؤيته باتصال الشّعاع به أو محلّه، وليس وراء العالم شيءٌ موجودٌ ولا معلومٌ فضلاً عن موجود» (الشيخ المفيد، 1992م). ولكن ينسب أحمد بن يحيى المرتضى (توفي 840هـ/ 1436م) هذا الاعتقاد نفسه إلى أبي القاسم البلخي الكعبي، دون أن يتفق معه (مكدمورت، 1992م).

على العموم سيتكرر ظهور هذه الفكرة ومناقشتها لاحقاً فيما عُرف بعد ذلك باسم (نقش فلاماريون Flammarion Engraving) في القرن التاسع عشر، وهو نقش على الخشب وضع من قبل فنانٍ غير معروف، وقد سمي بهذا الاسم لأنّ أول ظهور موثق له كان في كتاب عالم الفلك الفرنسي كميل فلاماريون (توفي 1925م) C. Flammarion عام 1888 (الغلاف الجوي: الأرصاد الجوية الشعبية). وغالباً ما يستخدم هذا النقش الخشبي كتوضيح مجازي للمهام العلمية أو الصوفية للمعرفة؛ إذْ يُصور النقش رجلاً يرتدي رداءً طويلاً ويحمل عصاً على حافة الأرض حيث تلتقي بالسماء، وهناك يجثو الرجل على ركبتيه ويخرج رأسه وكتفيه ويده اليمنى عبر السماء المرصعة بالنجوم، ليكتشف عالماً رائعاً من الغيوم

والنيران والشمس الدائرية وراء السماء، كما يحمل أحد عناصر الآلية الكونية تشابهاً قوياً مع التمثيلات التصويرية التقليدية لـ «العجلة في منتصف العجلة» الموصوفة في رؤى النبي العبري حزقيال. يقول النصّ التوضيحي المصاحب للنقش في كتاب فلاماريون: «يخبرنا أحد المرسلين في العصور الوسطى أنّه وجد النقطة التي تتلامس فيها الأرض والسماء ...» (Flammarion, 1888).

بطريقةٍ مشابهةٍ لتفسير الكرجي، قام الحسن بن الهيثم (توفي نحو 430هـ / نحو 1038م) بتكرار الرأي نفسه حول كرويّة الأرض وانتشار التضاريس على سطحها وسكونها في مركز العالم، حيث قال: « وشكل الأرض بكلّيتها وجميع أجزائها شبيه بالكرة، لكن سطحها ليس بصحيح الاستدارة بل فيه تضاريس ليس للذي يعرض فيه من تأثيرات الأجرام السماوية، إلا أنّ ذلك ليس بمبطلٍ لكرويتها ولا يخرجها عن شكلها، بل هي بالإضافة إلى جملتها كالخشونة العارضة في سطح بعض الأكر الصغار؛ فالأرض بجملتها كرةٌ مستديرةٌ مركزها مركز العالم وهي مستقرّة في وسطه، ثابتةٌ فيه غير منتقلةٍ إلى جهةٍ من الجهات، ولا متحركة بضربٍ من ضروب الحركات بل هي دائمة السكون، فأمّا الماء فإنه محيط بكرة الأرض إلا أنّ الماء لما كان ثقيلاً وكانت حركته إلى مركزه وكانت كرة الأرض حاجز بينها وبين المركز صار في أقرب الأماكن من المركز، فأحاط بكرة الأرض ولما كانت الأرض متشقّقة الظاهر وكان فيها مواضع منخفضة ومواضع مرتفعة فكان الماء من أجل ثقله يطلب المركز وبأقرب من المركز صار منحدراً بالطبع إلى المواضع المنخفضة فبقيت المواضع المرتفعة منكشفة كالجزائر التي تكون في وسط البحر والماء محيطٌ بها» (ابن الهيثم، قول في هيئة العالم، مخطوطة موجودة ضمن مجموع في المكتبة البريطانية، رقم (IO Islamic 1270)، ص 101ظ).

انطلاقاً من كون السماء متناهيةً وبسيطةً، لذلك فإن شكلها كرويٌّ، وقد قرّر ابن سينا (توفي 428هـ / 1037م) كرويّة الأرض، لأنّ «الأجسام الفلكية تعمّها جميعاً الجسمية والشكل المستدير والحركة على الاستدارة، وإنّ فعالها بالطبيعة لا بالقصد، فإن ما يقع عنها إنّما يقع من طبيعة حركاتها وقواها، إلا أنها عالمة بم يقع من حركاتها وشكلها بأشكالها المختلفة وممازجاتها» (ابن سينا، تعليقات الشيخ الرئيس، رسالة ضمن مجموع رسائل مخطوط، مكتبة جامعة برنستون، (ELS. رقم 308)، ص 187ظ).

في الواقع تقررت فكرة الربط بين كرويّة السماء وكرويّة الأرض منذ أيام البابليين، وقد جاء إيدوكسوس الكنيدوسي (توفي 337 ق.م) Eudoxus of Cnidus وأطّرها وعمّمها لتشمل حركة الأجرام السماوية أيضاً (Neugebauer, 1969)، ثم يسرد لنا ابن سينا أدلته على كروية الأرض وهي مأخوذةٌ عن أستاذه أرسطو: «وأما السطح الذي يلي الأرض، أو يلي جسماً يلي الأرض، فيشبه أنْ يعرض له هذا الانثلام بالمخالطة المضرّسة، وما كان رطباً سيالاً فإن سطحه الذي يلي رطباً مثله يجب أن يحفظ شكله الطبيعي المستدير، ولو لم يكن سطح الماء مستديراً لكانت السفن إذا ظهرت من بعد تظهر بجملتها، لكن تُرى أصغر، ولا يظهر منها أولا جزء دون جزء؛ وليس الأمر كذلك؛ بل إنما يظهر أولاً طرف السكان ثم صدر السفينة. ولو كان الماء مستقيم السطح لكان الجزء الوسط منه أقرب إلى المركز المتحرك إليه بالطبع من الجزئين الطرفين؛ فكان يجب أن يميل الجزءان الطرفان إلى الوسط، وإن لم يكن ذلك ليصلا إليه، كما قلنا؛ بل ليكون لهما إليه النسبة المتشابهة المذكورة؛ وتلك النسبة لا مانع لها، في طباع الماء عن أن تنال بتدافع أجزائه إلى المركز، تدافعاً مستوياً. فحينئذ يكون بعد سطحه عن المركز بعداً واحداً، فيكون مستديراً» (ابن سينا، 2012م).

ردّ أبـو الريحـان البيرونـي (تـوفي 440هـ/ 1048م) علـى مـن يقـول إنّ شـكل الأرض أسطوانياً، سـواءٌ مـن الهنـود أو اليونانيـين، وقـال بـأنّ هـذا غيـر ممكنٍ، وإلا لبـرز الربـع الجنوبـي المقاطـر للربـع الشـمالي عـن المـاء (البيرونـي، تحديـد نهايـات الأماكـن لتصحيـح مسـافات المسـاكن، 1962م)، وهـو مـا لـم نشـاهده في الواقـع، ثـم أورد البيرونـي أدلّـة بطلميـوس في إثبـات كرويـة الأرض، ويبـدو أنّـه كان مقتنعـاً بهـا نظـراً لمنطقهـا العقلـي السـليم، فهـو لـم يقـدم أي اعتـراض عليهـا (البيرونـي، القانـون المسـعودي، 1954م). كمـا أننـا نلاحـظ أنّ البيرونـي قـد تبنـى رأي محمـد بـن أحمـد الخوارزمـي في شـكل الأرض وتـوزع المعالـم الجغرافيـة عليهـا.

وأشـار البيرونـي أيضـاً إلـى حـالات التقعُّـر والتحـدّب والاسـتقامة التـي يُسـتدلّ مـن خلالهـا علـى كرويـة الأرض، وقـد أثبـت أن الامتـداد في اتجاهـات الشـرق والغـرب والجنـوب والشـمال محـدّب الشـكل وليـس مسـتقيماً ولا مقعّـراً. إذْ لـو كان الامتـداد مـن الشـرق إلـى الغـرب مسـتقيماً لشـاهد جميـع سـكان البـلاد القاطنـين في هـذا الاتجـاه شـروق الأجـرام السـماوية في الوقـت نفسـه، ولـو كان الامتـداد مقعـراً، أي منحنيـاً إلـى الداخـل لاختلفـت أوقـات الشـروق بشـكل فعلـي بـين بلـدٍ وآخـر، ولـكان سـكان البـلاد الغربيـة سيشـاهدون شـروقها قبـل البـلاد الشـرقية؛ وفي حـال التحديـب الشـبيه بسـطح كـرة فـإن مـا يحـدث هـو مشـاهدة سـكان البـلاد الشـرقية للأجـرام قبـل الغربيـة (أحمـد، 1960م).

ناقـش أبـو رشـيد النيسـابوري، سـعيد بـن محمـد بـن حسـن بـن حـاتم (تـوفي نحـو 440هـ / نحـو 1048م)، موضـوع شـكل الأرض، هـل هـو كـروي أم مسـطح؛ لكنـه في البدايـة سـجّل لنـا آراء أسـاتذته قبـل أن يقـدم رأيـه، وقـد قـدم النيسـابوري عـدة اعتراضـات علـى طروحـات أرسـطو حـول كرويـة الأرض، وحـاول أن يثبـت أنّهـا مسـطّحة. كمـا قـدم النيسـابوري اعتراضـه علـى طروحـات بطلميـوس أيضـاً، مـع أن الأخيـر أراد أن يثبـت أنّ الأرض كرويـة (النيسـابوري، 1979).

يستنتج في النهاية النيسابوري بعد مناقشةٍ طويلة أنّ الأرض مسطحة وليست كروية! مؤيداً بذلك رأي شيخه أبو علي الجبائي (الأب).

أفرد الشيخ القاضي أبو الفتح محمد بن علي الكراجكي (توفي 449هـ/ 1057م) فصلاً كاملاً في كتابه (كنز الفوائد) يتكلم فيه عن هيئة الأرض الكروية، وقد كرّر الأدلة التي سبق وذكرها علماء الفلك والجغرافيا دون أيّة إضافةٍ جديدة (الكراجكي، 1990م).

قدّم لنا ابن حزم الأندلسي (توفي 456هـ/ 1063م) أدلة كروية الأرض النقلية (من القرآن الكريم والسنّة النبوية)، ثم قدم الأدلة العقلية، وأول دليلٍ ساقه هو اختلاف زوال الشمس في النهار بين مكان وآخر، ثم إنّ حركة الأجرام من حولها تدلّ أيضاً على ذلك (ابن حزم الأندلسي، (د.ت)).

اعتمد الفلكي محمد بن أحمد بن أبي بشر المروزي، المعروف بالخرقي (توفي 533هـ/ 1139م) في كتابه (التبصرة في الهيئة) على من سبقه في سرد أدلّة كروية الأرض، وخصوصاً ابن الهيثم، دون أية إضافةٍ جديدةٍ حيث قال: «وكل واحد من البسائط متشكلٌ بشكل كرةٍ محيطٍ بعضها ببعضٍ حتى انتظم من الجميع كرةٌ واحد يحيط بها سطح واحد هو نهاية العالم وراءه خلاءٌ ولا ملاءٌ وتوجد في داخلها نقطة كل الخطوط المخرجة المستقيمة منها إلى السطح المحيط متساوية هي مركز العالم، وهي أيضاً مركز الأرض إذْ الأرض تميل بطبعها إلى حيث يكون مركز العالم في وسطها والماء محيط بأكثر الأرض وكان يحيط بكلها لولا التضاريس التي في ظاهر الأرض لما فيها من الجبال الراسخة والوهدات الغائرة فارتفع بعضها عن الماء منزلة جزيرة بارزة في وسط البحر وصار الماء مع الأرض بمنزلة كرةٍ واحدةٍ وتلك التضاريس لا تقدح في كروية الأرض» (الخرقي، التبصرة في الهيئة، مخطوطة موجودة في مكتبة ويلكم، لندن، رقم (WMS Arabic 290)، ص 3ظ).

قدم لنا محمد بن أبي بكر الزهري الغرناطي (توفي بعد 541هـ/ 1154م) أدلّة كرويّة الأرض، سواء النقلي منها أو العقلي، وهي بمجملها تكرار لما سبق وأن طرحه العلماء السابقون.

قال الزهري الغرناطي: « لأنّ الأرض كورية (أي كروية)، والجغرافية بسيطة، لكنهم بسطوا الإسطرلاب، وكما بسطوا هيئات الكسوف في دواوينهم، ليعلم الناظر فيها جميع أجزائها وأصقاعها وحدودها وأقاليمها وبحارها وأنهارها وجبالها ومعمورها وقفرها وحيث تقع كل مدينةٍ من مدائنها في شرقها وغربها وبنظر الناظر مكان أعاجيبها وما في كل جزءٍ من الأعاجيب المشهورة والمباني الموصوفة بالقدم في أقطارها» (الزهري الغرناطي، (د.ت)). وقد «اختلف الناس ممن سلف وخلف أنّ الأرض كرويّة. ومنهم من قال إنها سطحٌ؛ فأمّا من قال إنها سطح فلا يقوم له بُرهان، غير أنّه تعلّق بقوله تعالى: ﴿وَٱلْأَرْضَ بَعْدَ ذَٰلِكَ دَحَىٰهَآ ﴿٣٠﴾﴾ [سورة النازعات، الآية: 30] تأويل هذه الآية لا يفقهه إلا أهل العلم، ولو أن الله تعالى دحى الأرض لما استقر عليها أحد. وهو قوله عز وجل: ﴿لِّتَسْلُكُوا۟ مِنْهَا سُبُلًا فِجَاجًا﴾ [سورة نوح، الآية: 20]، وأمّا من قال إنها كروية فله في ذلك البراهين الواضحة والدلائل البينة منها:

- جريُ الماء على الأرض،
- واختلاف النظر في الفلك،
- وقِصر الظلّ،
- وقصر الليل وطول النهار وإيلاج بعضها في بعض،
- واختلاف درج المطالع،

ولو كانت الأرض سطحيةً لم يكن في الفلك من هذا كله شيء ولكان الليل والنهار على حدٍّ واحدٍ طول الدهر، واختصرنا الكلام في هذا إذْ هذا موضعه» (الزهري الغرناطي، (د.ت)).

لخص الجغرافي البارز محمد بن محمد بن عبد الله بن إدريس الإدريسي (توفي 560هـ / 1165م) أقوال السابقين حول كروية الأرض دون أن يقدم لنا الجديد، وقال: « إنّ الذي تحصّل من كلام الفلاسفة وجلّة العلماء وأهل النظر في علم الهيئة أن الأرض مدوّرة كتدوير الكرة والماءُ لاصقٌ بها وراكد عليها ركوداً طبيعياً لا يفارقها والأرض والماء مستقران في جوف الفلك كالمحة في جوف البيضة ووضعهما وضع متوسطٍ والنسيمُ محيطٌ بهما من جميع جهاتهما وهو لهما جاذب إلى جهة الفلك أو دافع لهما والله أعلم بحقيقة ذلك» (الإدريسي، 1989م).

الكون كله حسب ابن طفيل (توفي 581هـ /1185م) كروي. وقد عرف ذلك من ملاحظته لأقدار Magnitudes (أي مقدار تفاوت لمعان النجوم بالنسبة لراصد لها من الأرض) النجوم والأجرام الذي يكون متقارباً بدرجته عند طلوعها وتوسطها وغروبها، وهي الملاحظة نفسها التي سبق وأن لاحظها بطلميوس وأشار إليها.

قال ابن طفيل: لو كانت حركتها «للنجوم» غير كروية لكانت في بعض الأوقات أقرب إلى البصر منها في أوقات أخرى [غالب، 1991م]. وقد استدلّ ابن طفيل على كروية الأرض من خلال حركة النجوم التي تطلع من المشرق وتغيب في المغرب، فإذا طلعت على سمت الرأس كانت الدائرة التي تقطعه تلك النجوم في السماء أكبر من الدوائر التي تقطعها تلك النجوم التي تطلع عن اليمين أو الشمال، ثمّ إنّ النجوم إذا طلعت معاً (ولو كانت تسير في مدارات مختلفة) فإنّها تغرب معاً أيضاً [فروخ، 1983م].

قـال ابـن طفيـل: «وقـد ثبـت في علـوم التعاليـم (الرياضياتيـة) بالبراهـين القطعيـة، أنّ الشـمس كرويـة الشـكل، وأنّ الأرض كذلـك، وأنّ الشـمس أعظـم مـن الأرض كثيـراً، وأنّ الـذي يسـتضيء مـن الشـمس أبـداً هـو أعظـم مـن نصفهـا، وأنّ هـذا النصـف المضـيء مـن الأرض في كل وقـت أشـدّ مـا يكـون الضـوء في وسـطه، لأنّـه أبعـدُ المواضـع مـن المظلمـة، ولأنّـه يقابـل مـن الشـمس أجـزاءً أكثـر، ومـا قـرب مـن المحيـط كان أقـلّ ضـوءً حتـى ينتهـي إلـى الظلمـة عنـد محيـط الدائـرة الـذي مـا أضـاء موقعـه مـن الأرض قـط، وإنمـا يكـون الموضـع وسـط دائـرة الضّيـاء إذا كانـت الشـمس علـى سـمت رؤوس السـاكنين فيـه، وحينئـذٍ تكـون الحـرارة في ذلـك الموضـع أشـدّ مـا يكـون، فـإنْ كان الموضـع ممـا تبعـد الشـمس عـن مسـامتة رؤوس أهلـه، كان شـديد البـرودة جـداً، وإن كان ممـا تـدوم فيـه المسـامتة كان شـديد الحـرارة، وقـد ثبـت في علـم الهيئـة أن بقـاع الأرض التـي علـى خـط الاسـتواء لا تسـامت الشـمس رؤوس أهلهـا سـوى مرتـين في العـام: عنـد حلولهـا بـرأس الحمـل، وعنـد حلولهـا بـرأس الميـزان؛ وهـي في سـائر العـام سـتة أشـهر جنوبـاً منهـم، وسـتة أشـهر شـمالاً منهـم: فليـس عندهـم حـرٌّ مفـرطٌ، ولا بـردٌ مفـرطٌ» (ابـن طفيـل، 2011م).

أورد الجغـرافي الشـهير ياقـوت الحمـوي (تـوفي 626هـ / 1229م) آراء مـن سـبقه حـول شـكل الأرض، سـواءٌ مـن اليونانيـين أو العلمـاء العـرب والمسـلمين وعلـى مختلـف فرقهـم: فلاسـفة ومتكلمـين؛ لكنـه يميـل لتبنـي رأي محمـد بـن أحمـد الخوارزمـي فقـط، وهـو أنّ الأرض كرويـة تنتشـر عليهـا التضاريـس والمعالـم الصخريـة المختلفـة التـي تسـمح بتـوزع المـاء بشـكلٍ مختلـف علـى سـطحها (الحمـوي، 1995م).

يبـدو أن ثقافـة الأرض الكرويـة أصبحـت شـائعةً قبـل منتصـف القـرن 13م في البـلاد العربيـة والإسـلامية، وحتـى أنّ النـاس كانـوا يتبادلـون الهدايـا بمجسـماتها.

فقد أهدى الشاعر جمال الدين يحيى بن عيسى بن مطروح (توفي 650هـ/ 1252م) إلى أحد أصدقائه مجسم لكرة أرضية وكتب إليه قائلاً (الخطيب، 1927م):

كرة الأرض مع محيط السماء ... لك أهديت يا كريم الإخاء

وإذا ما قبلتها فلك المنّـ ... ـة عندي يا أكرم الكرماء

أقرّ الفلكي مؤيد الدين العُرَضي (توفي 664هـ/ 1266م) بكروية الأرض، مشيراً أنّ الماء قد أخذ شكله الكرويّ من سطح الأرض الموزع عليها. ثم قدّم الأدلة العلمية المتنوعة المعروفة سابقاً على كروية الأرض (العُرَضي، 1995م).

لم يضف زكريا بن محمد بن محمود القزويني (توفي 682هـ/ 1283م) أي جديد على ما قاله العلماء العرب السابقون حول كروية الأرض (القزويني، 2006م).

استدل سعد بن منصور بن كمونة (توفي 683هـ/ 1285م) على كروية الأرض من خلال كروية العناصر الأربعة المحيطة بها. فالهواء والماء والنار كلها كروية الشكل، لذلك لابد وأنّها تحيط بجسم كرويّ الهيئة، وهي الفكرة التي سبق وأن أشار إليها الفارابي من قبل، لكن مع تفصيلٍ أكثر. حيث قال: إنّ « كرة الهواء ليست صحيحة الاستدارة تقعيراً لمماسة الماء والأرض، فتدخل في الوهاد والأغوار، وتدخل في الجبال وغيرها من المرتفعات، ومجموع الماء والأرض قريب إلى الاستدارة، وإن لم تكون استدارته حقيقية، ولو لم يكن ذلك كذلك، لكانت إما مستقيمة من المشرق إلى المغرب، أو مقعرةً أو محدّبةً.

والأول باطلٌ؛ وإلا لكان طلوع الكواكب على جميع البلدان على ذلك السطح وغروبها عنها في زمانٍ واحدٍ، فما كانت تختلف أوقات الخسوفات في شيء من البلدان.

والثاني أيضاً باطلٌ؛ وإلا لكان طلوعها على البلدان الغربية قبل الشرقية. فهي إذن محدّبة من المشرق إلى المغرب. وكذا من الشمال إلى الجنوب.

فإنّها لو كانت مستقيمةً فيها، لما ظهر ازدياد ارتفاع الكواكب القريبة من أحد القطبين، والبعيدة. وازياد انخفاضها بحسب سكون السالك إلى الشمال أو إلى الجنوب، ولو كانت مقعرةً فيه لازداد خفاء ما قرب من القطب الشمالي، كلما ازداد التوغل في الشمال؛ فالمسكون من الأرض محدب من جميع الجوانب، ونحدس منه أن كلها كذلك، لاسيما عند اعتبار استدارة ظلها في الخسوفات كلها؛ فإن انخساف القمر مستدير، وهو ظل الأرض، ولولا كروية الماء، لما كان السائر في البحر من أي النواحي، وإلى أيّها سار، إذا قَرُبَ من البرّ يرى أولاً مع وجه الماء رؤوس الجبال أو النار، ثم كلما قَرُبَ يرتفع له منها شيءٌ فشيء، كأنها غارقة في البحر، فظهرت قليلاً قليلاً. ولو كان سطح الماء مستوياً لرؤيت جميعها دفعةً واحدة» (ابن كمونة، 1982م).

الأرض كروية عند علي بن موسى بن محمد ابن سعيد المغربي (توفي 685هـ / 1286م) و«يحيط بها الماء، وهما واقفان بالمركز في قلب الأفلاك ودورها ثلاثمائة وستون درجة، وكل درجة ونصف مائة ميل. والميل أربعة آلاف ذراع» (ابن سعيد المغربي، 1970م).

ناقش قطب الدين الشيرازي (توفي 710هـ / 1310م) كروية الأرض وما يحيط بها من الماء بشكل موسّع ومفصّل في كتابه (نهاية الإدراك في دراية الأفلاك) (الشيرازي، نهاية الإدراك في دراية الأفلاك، مخطوطة مكتبة الدولة في برلين، رقم (Petermann I 674)، ص 13و15–ظ)؛ لكنه في البداية انطلق من فرضيات أنّها غير مكوّرة، ثمّ نقضها، ثم بيّن أنها كروية. وقد كان عرضه أفضل من عرض الكثيرين الذين سبقوه لأنّه اعتمد البرهان بطريقة نقض الفرض، وهي طريقة منطقية تجعل من الحجة قوية.

كان محمد بن إبراهيم بن يحيى بن علي الأنصاري الكتبي، المعروف بالوطواط (توفي 718هـ / 1318م) مقتنعاً بكروية الأرض والسماء وكل الأجرام السماوية، وقد استقى براهينه من العلماء السابقين؛ فقد ركّز على مثالي تأخر رؤية الخسوف بين الراصد المشرق والمغربي، واختلاف منظر النجوم المرصودة في المكان نفسه.

قال الوطواط: «وبرهانهم على كرويته «الفلك» أنهم رأوا الشمس والقمر وسائر الكواكب متحركات أبداً من المشارق إلى المغارب على دوائر موازٍ بعضها لبعض طالعةً من أفق المشرق قليلاً قليلاً طالبةً وسط السماء، فإذا بلغته أخذت في الانحطاط طالبةً أفق المغرب، فإذا بلغته غابت ألبتة كأنّها في الأرض تقع ثم تلبث بعد ذلك غائبةً عن الأبصار زماناً ثم تطلع أيضاً وتغيب كأنّه ابتداءٌ آخرٌ. وامتحن ذلك أيضاً أصحاب الرصد المأموني فإنهم رصدوا خسوفاً قمرياً كان ابتداؤه بخراسان على مضي ساعةٍ من الليل، وكان ابتداؤه بالعراق قبل الغروب وطلع القمر منخسفاً فَعُلِمَ أنّ القمر طلع على العراق قبل طلوعه على خراسان، وأنّ الشمس غربت عن أهل العراق بعد أنْ غربت عن أهل خُراسان، ولأنّ من تأمل في السماء في أي وقتٍ من الليل وجد فوقه كرة فيها ستة بروج، فإذا تأملها في مثل ذلك الوقت من الليل بعد انقضاء ستة أشهرٍ شمسية وجد نصف الكرة الذي فوقه في المرة الثانية غير النصف الذي كان فوقه في المرة الأولى، والبروج غير البروج التي رآها فعلم أنّ النصف الذي نظر (إليه) أولاً صار تحته ثانياً، ولأنها لو كانت مسطوحة على رأي من زعم ذلك لكانت الشمس والكواكب التي تغرب عنا لا تزال تصغر قليلاً حتى تهفى عنا لصغرها، ولو كانت سقفاً كروياً كالخيمة -كما زعم آخرون- للزم أن لا تزال الكواكب طالعةً فيه أبداً ورأي العين يكذّب ذلك، وإنما فطرت كروية الشكل لأمرين:

- أحدهما أن السماء أسرع المتحركات، وأسرع الأشياء المتحركة الشكل الكروي، لأنه لا يثبت على مكانٍ من الأمكنة إلا بأصغر أجزائه، كالنقطة.
- والأمر الثاني أنّ السماء لما كانت مشتملة على سائر العالم وجب أن تكون أوسع الأجرام مساحةً ومقداراً وأبعدها من الآفات وليس شيءٌ كذلك غير الشكل لإحاطة شكله بالمساحة والمقدار» (الوطواط، المختار من مباهج الفكر... بدائع الفطر، مخطوطة مكتبة السليمانية في إستانبول، رقم (788)، ص 11ظ12-ظ).

أقرّ الشيخ شمس الدين أبو عبد الله محمد بن أبي طالب الأنصاري الدمشقي المعروف بشيخ الربوة (توفي 727هـ/ 1327م) بأنّ الأرض كروية فهي «كروية الشكل بالكلية، مضرّسة بالجزئية من جهة الجبال البارزة والوهدات الغائرة، ولا يخرجها ذلك من الكروية». وأثر الخوارزمي واضح في طروحاته.

ثم أورد أدلة كرويتها حسب ما وصله ممن سبقه: « قالوا والدليل على أنّ الأرض كروية الشكل مستديرةٌ أنّ الشمس والقمر وسائر الكواكب لا يوجد طلوعها ولا غروبها على جميع النواحي في وقتٍ واحد، بل يُرى طلوعها في النواحي المشرقية من الأرض قبل طلوعها على النواحي المغربية، وغيبوبتها عن المغربية، وكذلك خسوف القمر إذا اعتبرناه وجدناه في النواحي المشرقية والمغربية مختلفاً متفاوت الوقت، ولو كان طلوعه وغروبه في وقت واحد بالنسبة إلى النواحي لما اختلف ولو أنّ إنساناً سار من ناحية الجنوب إلى ناحية الشمال رأى أنه يظهر له من الناحية الشمالية بعض الكواكب التي كان لها غروب فتصير أبدية الظهور، وبحسب ذلك يكون عنده من ناحية الجنوب بعض الكواكب التي كان لها طلوعٌ فتصير أبدية الخفاء على ترتيبٍ واحدٍ، والماء محيط بالأرض، ولولا التضاريس لغمرها حتى لم يبق منها شيء» (شيخ الربوة، 1865م).

انضم أبو الفداء إسماعيل بن علي أبو الفداء (توفي 732هـ / 1331م) إلى القائلين بكروية الأرض، وقد ثبت له ذلك « بعدّة أدلّة منها: أنّ تقدّم طلوع الكواكب، وتقدّم غروبها للمشرقيّين على طلوعها وغروبها للمغربيّين يدلّ على استدارتها شرقا وغرباً، وارتفاع القطب والكواكب الشماليّة وانحطاط الجنوبية للواغلين في الشمال، وارتفاع القطب والكواكب الجنوبية وانحطاط الشمالية للواغلين في الجنوب بحسب وغولهما وتركّب الاختلافين للسائرين على سمت بين السمتين، وغير ذلك دليل على استدارة جملة باقي الأرض، وأمّا تضاريسها التي تلزمها من جهة الجبال والأغوار فإنه لا يخرجها عن أصل الاستدارة، ولا نسبة لها محسوسة إلى جملة الأرض، فإنه قد تبرهن في علم الهيئة: أنّ جبلاً يرتفع نصف فرسخ يكون عند جملة الأرض كخمس سبع عرض شعيرة عند كرة قطرها ذراع» (أبو الفداء، 2006م).

أشار الفلكي محمود بن محمد بن عمر الجغميني (توفي 745هـ/ 1345م) إشارةً مهمةً تتعلق بكروية الأشياء عموماً، وكروية الأرض خصوصاً، وقد استنتج الجغميني أنّ الأرض كرةٌ كاملة الاستدارة، لكنها مضرّسة بشكل جزئي بسبب الوهاد والجبال؛ لكن هذا التضريس لا يخرجها من كونها كرويةً نظراً لصغر الجبال مهما ارتفعت، فهي لن تكون أكثر من حبة شعير على بيضة، حيث قال: «وكل بسيط إذا خُلّي وطبعه فهو على ما بيّن في غير هذا العالم كرويّ الشكل؛ فالعناصر بجملتها والأجرام الأثيرية كروية الأشكال، إلا أنّ الأرض لقبولها التشكلات وقعت في سطحها تضاريس لأسبابٍ خارجةٍ عنها، كما نشاهدها من الجبال والوهاد ونحوهما، لكن هذه التضاريس لا تقدح في كونها كروية الشكل بجملتها كالبيضة لو ألصقت بها حبّات شعير لم يقدح ذلك في شكل جملتها (لقد سبق وأن وردت هذه الفقرة عند ابن الخليل الخويلى (توفي 693هـ/ 1294م) في كتابه الموسوعي (أقاليم التعاليم في الفنون السبعة)، انظر مخطوطة المكتبة الوطنية بباريس، رقم (Arabe 2321)، ص 181و)، وكذا الماء كروي إلا أنّه ليس

بتام الاستدارة لأنّه خرج عن سطحه ما ارتفع من الأرض، وكذا الهواء كرويّ إلا أن سطحه المقعّر مضرّس أيضاً بحسب ما فيه من الماء والأرض والنار كروية الشكل صحيحة الاستدارة تحديباً وتقعيراً بالرأي الأصح، والأفلاك كلها كروية الأشكال وهذه الكرات يحيط بعضها ببعضٍ والأرض في الوسط ثم الماء فهو محيط بها ثم الهواء ثم النار ثم فلك القمر، ثم فلك عطارد ثم فلك الزهرة ثم فلك الشمس ثم فلك المريخ ثم فلك المشتري ثم فلك زحل ثم فلك الثوابت ثم فلك الأفلاك ويسمى الفلك الأعظم وهو الفلك المحيط بجميع الأجسام ليس وراءه شيء لا خلاء ولا ملاء، وكل محيط يماس المحاط به الذي يليه في الترتيب المذكور وعلى جملة هذه الأجسام من العناصر والأفلاك وما فيها يطلق اسم العالم» (الجغميني، الملخص في الهيئة، مخطوطة موجودة في مكتبة الكونغرس، واشنطن، رقم (QB225)، ص 2و).

لقد أجرى قاضي زادة الرومي (توفي نحو 840 هـ/ 1436م) حساباً دقيقاً لفرضية الجغميني ووجد أن نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى قطر الأرض يعادل نسبة سُبع عرض شعيرة إلى الذراع الذي يحوي على 24 إصبعاً، والإصبع عبارة عن ست شعيرات مضمومة بطونها على بعض، وبالتالي يكون ارتفاع أعظم الجبال هو جزء من (1008) جزء من قطر الأرض (قاضي زاده رومي، شرح الملخص في الهيئة، مخطوطة موجودة في المكتبة السليمانية، إستانبول، رقم (353)، ص 8و-8ظ).

أما وفق الحساب الحديث، فإننا نعلم أن (قمة إفرست) في جبال الهيملايا هي أعلى قمة على كوكب الأرض والتي يبلغ ارتفاعها 8848 متراً، وبقسمته على قطر الأرض 12742000 متر نحصل على الرقم (0.00069439)، أي أنها جزء من نحو (10000) جزء وليس من نحو (1000)، ويعود السبب في الاختلاف بين القيم إلى اختلاف تقدير قيمة ارتفاع الجبل وقطر الأرض.

أورد ابن فضل اللّه العمري (توفي 749هـ / 1349م) أدلة كروية الأرض بشكل مقتضب دون أية إضافة جديدة؛ فقد ذكر في الفصل الأول « كيفية الأرض ومقدارها، الذي نبدأ به، بعون اللّه وقدرته، في القول في هذا الفصل، ما قام عليه البرهان، وهو أن العالم كرويٌّ. ويدل عليه المشاهدة بالعيان، لمن رعى الشمس من مطلعها إلى مغيبها؛ وكذلك النجوم من مشارقها إلى مغاربها؛ لأنها تطلع حتى تتوسط السماء تقويساً، ثم تنحطّ حتى تغيب عن العين كذلك. فتقطع نصف دائرة. فعلم بالضرورة أنها تقطع في الغيبوبة عن العين نصف دائرةٍ، نظير ما قطعت في الظهور، ليكمل تمام الدائرة» (العمري، 2010م).

استفاض عضد الدين الإيجي (توفي 756هـ/ 1355م) في شرح أدلة كروية الأرض المعروفة سابقاً ومناقشتها، لكن دون أن يضيف أدلة جديدة (الإيجي، 1997م).

أورد محمد بن قاسم النويري (توفي بعد 775هـ/ 1372م) نقلاً عن محمد بن زكريا القزويني قوله: « قال صاحب عجائب البلدان (محمد بن زكريا القزويني): زعم كثير من الفلاسفة وأهل العلم بالهندسة أنّ البحر الأعظم يحيط بالأرض من جميع جهاتها لأسرارٍ ذكروها، وذلك أنّ الشكل الذي يُنسب إلى العنصر المائي السيال الجوهر وهو شكل ذو ثمان قواعد مثلثات متساوية الأضلاع قائمة الزوايا، ويسمى كعباً وهو شكل الأرض على رأي أفلاطون وكثير من القدماء وذلك صحيح فجرم الماء ومقداره أعظم من جرم الأرض وأكثر كمية على ما تبينوه، وقد نُقِلَ عن بعض المؤرخين أن أحد ملوك الأرض أراد أن يعلم صحة ذلك فأنشأ سفناً ضخمةً حصينة وشحنها بالرجال والأزواد والماء العذب وأرسلها نحو المشرق والمغرب والشمال والجنوب، فأصابوا جميع أجزاء الأرض، يتصل بعضها ببعض، ووجدوها كلها تتشعب من البحر المحيط» (النويري، 1970م).

ويبـدو أن هـذا الملـك المجهـول الهويـة قـد أجـرى عمليـة استكشـاف لكرويـة الأرض عـن طريـق الرحـلات البحريـة قبـل أن يقـوم بهـا البحـارة البرتغالـي فرناندو ماجـلان بـين عامـي 1519م و 1522م، حيـث عـاد فريقـه بدونـه إلـى ميناء سـان لوكـر دي براميـدا الـذي انطلـق منـه قبـل ثـلاث سـنوات (نلينـو، 1993م).

ثـم يؤكـد النويـري علـى كرويـة الأرض الشـكل وأن « الحكمـة في ذلـك أنهـا لـو كانـت مسـطوحة كلهـا لا غـور بهـا ولا نشـز يحزقهـا لـم يكـن نبـات وكانـت ميـاه البحـر سـائلة علـى وجههـا فلـم يكـن للـزرع موضـع ولـم يكـن لهـا غـدران يفضـي ميـاه السـيول إليهـا ولا كانـت لهـا عيـون تنبـع بالمـاء أبـداً، لأنّ ميـاه العيـون لـو كانـت فيـه تخـرج دائمـاً لفنيـت ولصـار المـاء أبـداً غالبـاً علـى الأرض فكان يهلك الحيـوان ولا يكـون زرعٌ ولا نبـاتٌ، فجعـل عـزّ وجـل منهـا أنجـاداً ومنهـا أغـواراً ومنهـا أنشـازاً ومنهـا مسـتوية؛ أمـا أنشـازها فمنهـا الجبـال الشـامخة ومنافعهـا الظاهـرة في قـوة تحـدّر السـيول منهـا فتنتهـي إلـى الأرض البعيـدة بقـوة جريانهـا ولتقبـل الثلـوج فتحفظهـا إلـى أن تنقطـع ميـاه الأمطـار وتذيبهـا الشـموس فيقـوم مـا يتحلّـب منهـا مقـام الأمطـار، ولتكـون الآكام والجبـال جواهـر للميـاه لتجـري مـن تحتهـا ومـن شـعوبها وأوديتهـا فتكـون منهـا العيـون الغزيـرة ليعتصـم بهـا الحيـوان وتتخذهـا مأوى وسـكنى، ولتكـون مقاطـع ومعاقـل وحواجـز بـين الأرضـين مـن غلبـة ميـاه الأمطـار، فسـبحان المدبـر الحكيـم» (النويـري، 1970م).

ناقـش سـعد الديـن مسـعود بـن فخـر الديـن عمـر بـن عبـد اللّه التفتازانـي (تـوفي 792هـ/ 1389م) في بدايـة كلامـه عـن كرويـة الأرض موقـع الأرض مـن العالـم. وقـد خلـص – بشـكلٍ خاطـئ- إلـى أنّ الأرض سـاكنة ولا يمكـن أن تتحـرك حـول نفسـها. ثـم ناقـش أدلـة كرويتهـا مثـل ظهـور الجبـل للقـادم نحـو الشـاطئ شـيئاً فشـيئاً وليـس دفعـةً واحـدة، ودليـل التوجـه نحـو الشـمال والخسـوف وغيرهـا. لكـن التفتازانـي لا يجـزم قاطعـاً بإمكانيـة صحـة هـذه الأدلـة، وإنمـا نتحسـس عـدم يقينـه منهـا (التفتازانـي، 1998م).

انطلاقاً من ثقة عبد الرحمن بن خلدون (توفي 808هـ / 1406م) بآراء علماء الطبيعة نراه يُقرّ بكروية الأرض، ويحاول أن يصحح فكرة انتشار الماء على سطحها الخارجي تحديداً وليس تحتها.

قال ابن خلدون: «اعلم أنّه تبين في كتب الحكماء الناظرين في أحوال العالم أن شكل الأرض كرويّ وأنّها محفوفةٌ بعنصر الماء كأنّها عنّبةٌ طافيةٌ عليه فانحسر الماء عن بعض جوانبها لما أراد اللّه من تكوين الحيوانات فيها وعمرانها بالنوع البشري الذي له الخلافة على سائرها، وقد يتوهم من ذلك أنّ الماء تحت الأرض وليس بصحيح وإنّما التحت الطبيعي قلبٌ بالأرض ووسط كرتها الذي هو مركزها والكل يطلبه بما فيه من الثقل وما عدا ذلك من جوانبها، وأمّا الماء المحيط بها فهو فوق الأرض وإنْ قيل في شيء منها إنه تحت الأرض فبالإضافة إلى جهة أخرى منه» (ابن خلدون، 2004م).

اتفق أبو العباس القلقشندي (توفي 821هـ/ 1418م) مع القائلين بكروية الأرض، لكنّه أورد ما وصله من أقوال أخرى، وذلك لأنّه «تقرر في علم الهيئة أنّ الأرض كروية الشكل والماء محيط بها من جميع جهاتها إلا ما اقتضته العناية الإلهية من كشف أعلاها لوقوع العمارة فيه، وقيل هي مسطحة الشكل وقيل كالترس وقيل كالطبل، والتحقيق الأول وبكل حال فالماء محيط بها من جميع جهاتها كما تقدم» (القلقشندي، 1987م).

تأرجح رأي أحمد بن علي بن عبد القادر المقريزي (توفي 845هـ/ 1441م) بين أن تكون الأرض كروية، وقد لا تكون كرويّة، ولم يستقر على رأيٍ محددٍ، لكنّه يقرّ بأنها واقفة في مركز العالم. قال المقريزي: إنّ الأرض «جسمٌ مستدير كالكرة، وقيل: ليست بكروية الشكل وهي واقفة في الهواء بجميع جبالها وبحارها وعامرها وغامرها، والهواء محيط بها من جميع جهاتها كالمح في جوف البيضة وبعدها من السماء متساوٍ من جميع الجهات وأسفل الأرض ما تحقيقه هو

عمق باطنها مما يلي مركزها من أي جانب كان ذهب الجمهور إلى أن الأرض كالكرة موضوعة في جوف الفلك كالمحِّ في البيضة، وأنّها في الوسط وبعدها في الفلك من جميع الجهات على التساوي» (المقريزي، 1997م).

الواقع لم تزودنا كتب التراجم بأي شيءٍ عن الجغرافي سلامش بن كندغدي الصالحي (كان حياً بين القرنين 8-9هـ/ 15-16م) سوى أنه صاحب كتاب (البستان في عجائب الأرض والبلدان). لكننا نتوقع أنّه من دمشق، فكنية صالحي تعود إلى الصالحية في دمشق، كما أن اسمه "سلاميش" يدل على أنه من عصر المماليك الذي امتد بين (648هـ - 923هـ / 1250-1517م)، وقد طُبعَ كتابه السابق في روما عام 1585م، على يد الطباع البندقي بازا، كأوّل كتابٍ عربيٍ يُطبع في أوربا (الرفاعي، 1993م).

يرى ابن كندغدي أنّه "قد ثبت أن الفلك مدوّر كروي كالكرة لما يُرى من طلوع الكواكب وغروبها ولا يُرى من السماء إلا نصف كرة ولو كانت كل السماء بسيطاً مسطحاً أو مثلثاً أو مربعاً أو مخمساً أو شكلاً غير المدوّر لاختلفت أقدار الكواكب فيه وتغيرت في النظر، ثم اعلم أنّ العلماء اختلفوا في هيئة الأرض، فذهب بعضهم إلى أنها بسيطة، وآخرون إلى أنها كهيئة الطبل، وآخرون إلى أنها ذات زوايا، ومنهم من زعم أنها كهيئة المائدة، ومنهم من زعم أنها كنصف الكرة، والقائلون بهذا قالوا إنّ حدبتها إلى أسفل والسماء مركوزة على أطرافها، وقد قيل فيها ألف قولٍ والكل خبط عشواء ولو عددناها لضاق الكتاب، ولكن القول الحق الذي عليه البراهين الساطعة والحجج القاطعة أنّ الأرض مستديرةٌ ومركزها في وسط الفلك والهواء محيط بها من كل الجهات، فهي كالكرة موضوعة في جوف الفلك كالمحّة في البيضة، وأنّها في وسطه على مقدارٍ واحد من جميع جوانبها والفلك يحاذيها حتى لا تميل، والماء محيط بها إلى القدر الذي هو مقرّ للحيوان والنبات، وقيل لو ثقب بأرض المغرب ثقب لنفذ بالصين"

(ابن كندغدي، البستان في عجائب الأرض والبلدان، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2212)، 2 و – 2 ظ).

ونلاحظ من العبارة الأخيرة "وقيل لو ثقب بأرض المغرب ثقب لنفذ بالصين" أنها تذكرنا بما سبق وطرحه المطهر بن طاهر المقدسي من أنّ إحداث نفق أفقي في مدينة فوشنج الأفغانية سيصل بنا إلى الصين، لكن سلامش وضع مسافةً أبعد منها وهي المغرب العربي، إلا أنّ دليل أيّاً منهما لا يؤكد على كروية الأرض، إلا إذا كانا يظنان أن الصين تمثل الطرف الآخر من الكرة الأرضية والمقابل تماماً لموقع الحفر، بحيث إننا إذا حفرنا النفق بشكل عمودي (وليس أفقي) وصلنا للطرف الآخر. من ناحيةٍ أخرى فإن تفكير العرب باختصار المسافات بينهم وبين الصين بإحداث أنفاق تحت الأرض بدلاً من سلوك طريق الحرير أمرٌ طريف، وربما غير مسبوق.

عالج بعض المؤلفين المتأخرين موضوع كروية الأرض أمثال عبد الله بن صلاح بن داود، المعروف بابن داعر (توفي نحو 1013هـ/ 1604م) في كتابه (أسنى المطالب وأنس اللبيب الطالب) معتمداً على ما ذكره أسلافه من الجغرافيين والفلكيين العرب دون أية إضافة جديدة (ابن داعر، أسنى المطالب وأنس اللبيب الطالب، مخطوطة مكتبة نور عثمانية بإستانبول، رقم (2986)، ص 3و4–و).

أكّد بهاء الدين العاملي (توفي 1031هـ/ 1622م) على كروية الأرض في عدة أماكن من كتبه العلمية. وقد حاول أن يستند فيها إلى الأدلة العقلية والنقلية التي تثبت كروية الأرض (العاملي، هذه حديقة الهلالية من حديقة الصالحين، مخطوطة محفوظة في مكتبة لا له لي بإستانبول، رقم (2126)، ص 71ظ 73–ظ).

ومن الغريب أن نجد ظهور تيار كبير معاصر في الغرب، مع كل التقدم العلمي والتقني عندهم، يؤمن بأن الأرض مسطحةٌ وليست كرويةً!

• قيـــاس محيـــط الأرض

لقد دفع الإقرار بكروية الأرض بالعلماء للتعامل مع الأرض على أساس أنّها كرةٌ مثاليةٌ وتامّة التكوّر، وبالتالي فإنّ مسقط هذه الكرة هو دائرة يمكن تطبيق كل المعارف والقوانين الهندسية النظرية عليها، ومن هنا أمكن حساب محيطها ونصف قطرها، وبالتالي أمكن إجراء الكثير من التطبيقات واسعة النطاق.

لذلك يمكننا اعتبار قياس محيط الأرض Earth's Circumference وقطرها إحدى أهم نتائج كروية الأرض، وقد كانت هناك عدة محاولات عبر التاريخ لمعرفة هذه القيمة لأنها تسهّل على الفلكيين والمسّاحين الكثير من الحسابات.

من المعروف أنّ محيط الدائرة يقابل 360 درجة عند مركز الأرض، لذلك إذا قمنا بقياس جزء منه وعرفنا ما يقابله من الدرجات عند المركز تمكّنا من استنتاج طول محيط الكرة الأرضية بالكامل (أحمد، 1960م). وقد كانت الطريقة الأكثر شيوعاً في العصور الوسطى لتحديد طول درجة على خط الزوال الأرضي ترتكز على تحديد قيمة خطوط الطول (كنيدي، 2005م).

لقد كان قياس محيط كوكب الأرض باستخدام أية وسيلة عملية أمراً بالغ الصعوبة، نظراً لوجود البحار والوديان والجبال وغيرها من التضاريس التي تعيق أيّ عملية قياس مباشرة، وحتى ندرك مدى صعوبة الأمر سنضرب المثال الآتي: إذا كانت لدينا كرة تنس الطاولة، فلن تكون هناك صعوبةٌ في قياس قطرها باستخدام الفرجار أو القدمة الورنية (البيا كوليس Pied à Coulisse). قم بتوسيع هذه الكرة لتصبح بحجم قبة بعرض 1 كيلومتر، ومع أنّ المشكلة ستكون أكثر صعوبةً بقليلٍ، فإنه لا تزال هناك عدّة طرائق لقياسها، ولكن كيف هو الحال عندما يبلغ نصف قطر الكرة نحو 7000 كيلومتر؟ يطلب عندها نهج مختلف تماماً لإجراء القياس. صحيح أنّه في ضوء الأساليب المتاحة اليوم لن

تكون هناك صعوبة في استخدام الأقمار الصّنعية، ولكن كيف كان الحال قبل 2000 سنة قبل التطورات التي نشهدها حالياً في العصر الإلكتروني؟ (Smith, 1997).

في جميع الأحوال فقد ساعدت تلك الجهود في إرساء قواعد الجيوديزيا، حيث أجريت مسوحات جيوديزية دقيقة خلال القرن التاسع عشر في إنجلترا وروسيا والنرويج والسويد وألمانيا والهند والبيرو. وأخيراً، فإن القياسات العابرة للقارات، التي أنجزتها هيئة المسح الجيوديزي والساحلي الأمريكية في عام 1897م، قدمت مساهمةً أبعد وأكثر أهميةً في معرفتنا بحجم وشكل الأرض. ومن الواضح أن القوس الموازي لخط العرض قد يضيف إضافات إلى هذه المعرفة، بالإضافة إلى قوس من خط الزوال. ففي الحالة الأولى، تكمن المشكلة الفلكية في إيجاد الفرق في خط الطول بين أطراف القوس المقاس؛ أما في الأخير فإنّ الاختلاف المقابل يكون في خط العرض. العمليات الجيوديزية المناسبة، أي معرفة عدد الأميال والقدم والبوصة لمحطة من محطة أخرى تُجرى بواسطة نظام من القياسات غير المباشرة يسمى التثليث Triangulation (Todd, 1906). وهيً طريقة مخصصة لتحديد الأجزاء المجهولة للمثلثات من مثلثات معلومة؛ إذْ عندما تُعرف قيمة ضلع واحد وزاويتان في نهايته، يمكننا معرفة قيمة الأضلاع الأخرى، بغض النظر عن النسب النسبية لهذه الأضلاع. من الواضح إذن أنه إذا جرى قياس طول ضلع قصير، فيمكن العثور على طول الضلع الطويل من خلال عملية حسابية رياضياتية أبسط بكثير وأقل ملاً وأكثر دقةً. إذاً التثليث هو عملية إيجاد المسافة الدقيقة بين نقطتين بعيدتين عن طريق توصيلهما بسلسلة أو شبكة من المثلثات. يسمى الضّلع القصير من المثلث الأساسي، والذي يجري قياسه بالفعل، قدماً إثرَ قدم، بالقاعدة، ورغبة بالحصول على دقة كبيرة، غالباً ما يجري قياس القاعدة عدة مرات. بعد ذلك يجب فقط قياس الزوايا الأفقية في الغالب؛ ويجري هذا الجزء من العمل بآلة التلسكوب السمتي الارتفاعي Altazimuth (Todd, 1906).

ونتيجةً لمثل هذه الأعمال، وجد أنّ طول أقصر قطر للأرض، أو المسافة بين القطبين، هو 12640 كيلومترا. أما في مستوى خط الاستواء، يبلغ قطر الكرة الأرضية 12683.2 كيلومترا، أو أكبر بنحو 300 جزء من القطر بين القطبين، هذا الجزء أقل بقليل من انحراف الأرض أو انضغاطها القطبي. وتشير القياسات الأخيرة إلى أن خط الاستواء نفسه بيضاوي الشكل قليلاً. لذلك يمكن اعتبار شكل الأرض بمثابة شكل بيضاوي بثلاثة أقطار أو محاور غير متساوية، ومن خلال معرفة أطوال هذه الأقطار، أمكن حساب حجم الأرض ووجد أنه يبلغ 260 مليار ميل مكعب (Todd, 1906).

من الناحية التاريخية فقد يعود الفضل إلى الكلدانيين في إجراء التقدير الأول لمحيط الأرض (38400 كيلومترا) (Todd, 1906)، وقد صار من الموثّق لدينا أن الهنود واليونانيين والعرب والأوربيين قد بذلوا جهوداً مهمة سنسلط الضوء عليها في هذا الفصل.

تغيّرت قيمة محيط الأرض بين اليونانيين أنفسهم الذي حسبوا قيمتها بين القرنين (4 ق.م و 2م) نجملها في الجدول الآتي (غصيب، 1993م)، علماً أنّ محيط الأرض الحالي الوسطي (40033 كيلومترا)، ونصف قطرها (6372 كيلومترا):

العالم	المحيط (بوحدة كيلومترا)	نصف القطر (بوحدة كيلومترا)
أرسطو	70796	11267
أرخميدس	523800	83251
إيراتوسثنيس	42895	6827
بوسيدنيوس وبطلميوس	25750	7066

طبعاً كانت وحدة القياس المستخدمة عند اليونانيين هي (الستاد أو ستاديون أو الاسطاديون كما يكتبها البعض)، والتي ترجمها العرب بلفظ (غُلْوَة)، ونظراً لكون وحدة الستاد اليونانية غير ثابتة القيمة عبر العصور، فقد أدى ذلك لاختلاف قيمة المحيط ونصف القطر سواء عند اليونانيين أو عند من أخذ عنهم من العرب والمسلمين لاحقاً، وهو أمرٌ يُلقي بالضوء على مشكلة عدم توحيد الوحدات والمقاييس في تلك العصور، ويُعتقد أن القيمة التي حصل عليها إيراتوستنيس هي الأقرب للقيمة الحالية؛ إذْ كان كل 1 ستاد يعادل 600 قدم يوناني (= 582 قدم إنكليزي = 174.6 مترًا).

كان حساب محيط الأرض الذي يُعزى إلى هرمس Hermes معروفاً لدى إبراهيم بن حبيب الفزاري (توفي نحو 180هـ /796م)، وقد قدّر هذا المحيط بـ (9000 فرسخ)، وبلغ طول درجة على خط الاستواء 25 فرسخاً، حيث إنّ الفرسخ الواحد يعادل 3 أميال أو 5919 مترًا، وبالتالي فإنّ قيمة محيط الأرض عند هرمس هي (53271 كيلومترا). يبدو أنّ الفزاري قد اعتمد على مصادر فارسية حتى حصل على هذه المعلومات (سزكين، الرياضيات، 2002م).

وقد ذكر الإدريسي أنّ هرمس قدّر محيط الأرض بالقيمة (36 ألف فرسخ = 213084 كيلومترا)، وهي تعادل أربعة أضعاف القيمة التي وردت عند الفزاري. حيث قال: «وأما هرمس فإنه قدّر إحاطة الأرض وجعل لكل جزءٍ مائة ميلٍ «ف» تكون بذلك ستة وثلاثين ألف ميل وتكونُ من الفراسخ اثني عشر ألف فرسخٍ وبين خط الاستواء وكل واحد من القطبين تسعون درجة واستدارتها عرضاً مثل ذلك» (الإدريسي، 1989م).

وقبل الإدريسي سبق أن أكّد لنا البيروني على قيمة (9000 فرسخ) المنسوبة لهرمس، إذْ قال: «وأمّا الفزاري فذكر في زيجه، أنّ دور الأرض عند الهند ستة آلاف وستمائة فرسخ، على أنّ الفرسخ ستة عشر ألف ذراع، وأنّه عند هرمس

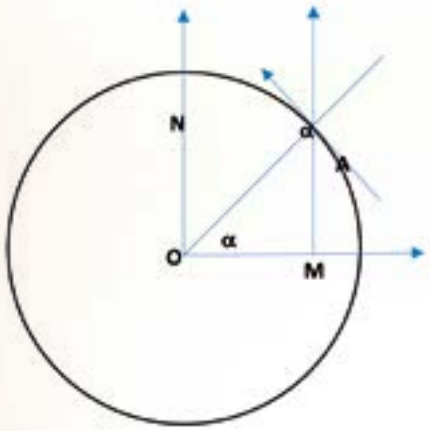
تسعة آلاف فرسخ، على أن الفرسخ اثنا عشر ألف ذراع؛ فتكون حصة الجزء الواحد من ثلاثمائة وستين - بحسب قول الهند- من الفراسخ ثمانية عشر وثلث، فإنْ كان كلّ واحدٍ منها ثلاثة أميالٍ كانت للجزء الواحد خمسةً وخمسين ميلاً، وكلّ ميل خمسة آلاف وثلاثمائة وثلاثة وثلاثين ذراعاً وثلث، وبحسب قول هرمس خمسة وعشرين فرسخاً، تكون خمسةً وسبعين ميلاً، كل واحد أربعة آلاف ذراع. ثم زعم الفزاري أنّ بعض الحكماء قدّر لكل جزءٍ مائة ميلٍ، فصارت استدارة الأرض اثني عشر ألف فرسخ» (البيروني، تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، 1962م).

مع التوصل إلى توافق بين رأيي فيثاغورس وأرسطو بشأن شكل الأرض على أنّه كرويّ، تحوّل التركيز إلى تقدير حجمها، وأفاد أرسطو أنّ الجهود قد بذلت بالفعل لحساب المحيط - ربما من خلال المواضع المختلفة للنجوم عند النظر إليها من خطوط عرض مختلفة – وقدم لنا أحد أقدم تقدير موجود وهو (400000 ستاد). وإذا اعتبرنا أن قيمة الستاد نحو 500 قدم (كما ذكرنا هذه نقطة خِلافيّة لأنّ القياسات لم تكن موحدة)، سنحصل على القيمة 39000 أو 40000 ميل (62400 - 64000 كيلومتر) عند خط الاستواء (Garwood, 2008).

بالطبع الطريقة الوحيدة التي يمكن للمراقب من خلالها تحديد حجم الأرض أيام أرسطو كانت من خلال مراقبة ارتفاع خط طول الشمس أو نجم بين موضعين شمال وجنوب بعضهما بعضاً وتقدير المسافة الخطية بين موضعين، وكذلك يمكن تنفيذ هذه العمليات بدقة، وكان كلّ ما يمكن تحقيقه هو تقريبي، أما بخصوص ملاحظة أرسطو بأن الأرض «ليست كبيرة مقارنة بالنجوم الأخرى» لا ينبغي أن تؤخذ على أنّها أصغر من كلّ شيء، ووفقاً لستوبسيوس، فقد اعتبر القمر أصغر من الأرض، بينما كانت الأرض -كما قال في كتابه (الآثار العلوية Meteorologica) – أصغر فقط من بعض النجوم. ولدى

تعاملـه مـع السـؤال الصعـب المتعلّـق بأبعـاد الكـون، لـم يكـن أرسـطو قـادراً علـى إضافـة أي شـيء إلـى التخمينـات الغامضـة للفلاسـفة السـابقين (Dreyer, 1953).

يمكـن تلخيـص طريقـة أرسـطو في حسـابه لمحيـط الأرض كمـا يأتـي: بفـرض أنّ كوكـب الأرض كـرةٌ تامّـة التكوّر، وأنّ النجـوم تـدور حولهـا علـى بُعـدٍ كبيـر عنهـا حـول محـور يمـرّ في كل مـن نجـم القطـب الشـمالي الثابـت، ومركـز الأرض الثابـت، عندهـا فـإنّ الزاويـة التـي يصنعهـا تقاطـع هذيـن المحوريـن عنـد نقطـةٍ مـا علـى سـطح الأرض (النقطـة A) هـي كمـا في الشـكل الآتـي (غصيـب، 1993م):



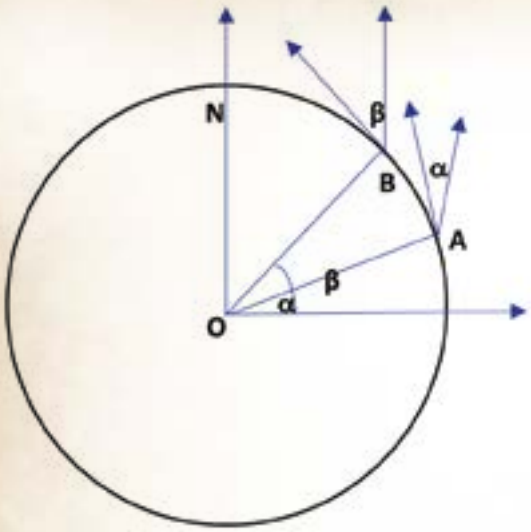
$$\alpha + \angle MAO = 90°$$

$$\angle AOM + \angle MAO = 90°$$

$$\angle AOM = \alpha$$

وإذا نظرنـا إلـى النقطتيـن (A, B) في الشـكل الآتـي علـى خـط طـول واحـد علـى سـطح الأرض، وبقيـاس الزاويتـين اللتـين يصنعهمـا نجـم القطـب مـع الأفـق عنـد هاتـين النقطتـين.

$$\theta = \beta - \alpha$$



$$\frac{AB}{C} = \frac{\theta}{2\pi}$$

$$C = \frac{2\pi(AB)}{\beta - \alpha}$$

حيث:

C محيط الأرض.

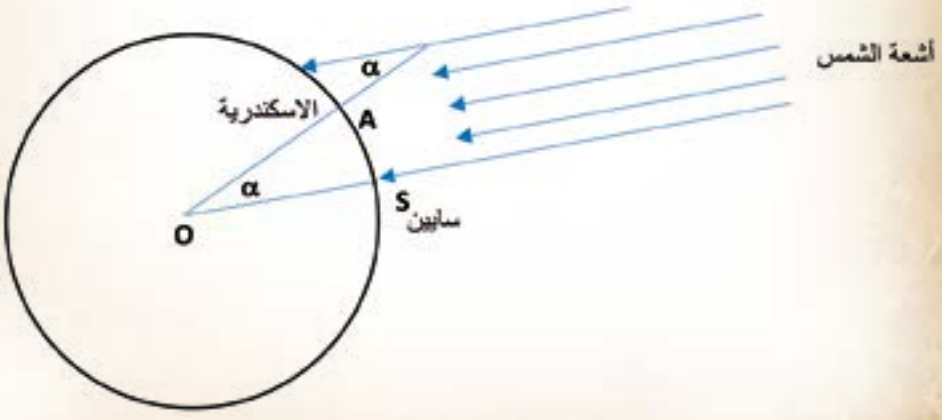
θ الزاوية التي يقطعها المسافر من النقطة A إلى النقطة B.

وبذلك وصل أرسطو إلى أن نصف قطر الأرض هو (400000 ستاد)، في حين قدره أرخميدس بالقيمة (300000 ستاد) (فردي، 2009م).

ذكر المؤرخ نلينو أن ثمة رجل يوناني مجهول (قد يكون ديكيرخوس (الذي عاش نحو 300 ق.م) Dikaiarchos أو أريستارخوس الساموسي (توفي 310 ق.م) Aristarchus of Samos) قال إنّ مدينة لوسماخيا (التي تقع غرب استنبول حالياً)، ومدينة أسوان تقعان على دائرةٍ واحدةٍ من دوائر نصف النهار تقريباً، وأنّ بُعد ما بينهما جزء من خمسة عشر جزءاً من كل الدائرة والمسافة 20 ألف ستاد، واستنتج من ذلك أنّ مقدار الدرجة الواحدة هو (833 ستاد)، وهو ما يعادل 158105 كيلومتر، عندها سيكون محيط الأرض 300 ألف ستاد، أي (55500 كيلومتر). وهو كما نلاحظ بعيد عن القيمة الحاليّة (نلينو، 1993).

بعد نحو 200 سنة من أرسطو قام مدير المكتبة الشهيرة في متحف الإسكندرية، الفلكي إيراتوسثينيس (توفي 194 ق.م) Eratosthenes (Garwood, 2008)، بحساب نصف قطر الأرض-منطلقاً من أنّ الأرض كرويّة وليست مسطحة، كما افترض أناكساغوراس، فوصل إيراتوسثينيس إلى القيمة (4000 ميل = 6400 كيلومتر)، وهي القيمة نفسها التي وصل إليها أناكساغوراس عند حساب بُعد الشمس عن الأرض، وتعتبر هذه النتيجة على قدرٍ كبيرٍ من الصحة اليوم (جريبين، 2008).

تمكّن إيراتوسثينيس من قياس محيط الأرض وفق الطريقة الآتية الموضحة في الشكل الآتي. أحضر مزولة لها شكل وعاء مجوف والتي كانت تسمى (الاسيكوثيرون أو السكافي)، وقد نصب في وسطها مؤشر (جنومون أو شاخص) بحيث إنّه لا يترك أي ظل في وقت الظهيرة وتحديداً يوم الانقلاب الصيفي (21 حزيران / يونيو) في سايين قرب أمدينة أسوان، في حين أنّه يترك ظلاً قصيراً في اليوم نفسه في الإسكندرية التي تقع إلى الشمال من أسوان على خط الطول نفسه (سارتون، 2010).



وقد قاس إيراتوسثنيس زاوية الظل، ومن ثم وجد الزاوية.

حيث إنّ:

$$\frac{AS}{C} = \frac{\alpha}{2\pi}$$

$$C = \frac{2\pi}{\alpha} AS$$

وتوصل إلى أنّ:

$$\frac{\alpha}{2\pi} = \frac{1}{50}$$

$$AS = 5000\ stadia$$

$$C = 250000$$

في الواقع ما كانت قياسات إيراتوسثينيس لتنجح لولا استعانته أيضاً بمسّاح متدربٍ (وفي روايةٍ أخرى أنّه استعان بعدّاء سباقات) لقياس المسافة بين الاسكندريةٍ وأسوان، والذي قام بالسير بخطىً متساوية وعدّها، وافترض إيراتوسثينيس أنّ كلتا المدينتين تقعان على خط الطول نفسه، لكننا نعلم اليوم أنّه يوجد انحراف بينهما قدره $3^\circ 4'$. ووجد الفرق بين خطي عرضهما $7^\circ 12'$ (أو $\frac{1}{50}$ من الدائرة الكلية)، لكنّ القيمة الحقيقة الحالية هي $7^\circ 7'$. (غصيب، 1993م)

الأمر الغريب هو أنّ بطلميوس –الذي جاء بعد إيراتوسثينيس بقرون– رفض الاعتراف بقياسات إيراتوسثينيس، بدعوى أنه يكتنفها الكثير من الأخطاء، وتبنى قياسات بوسيدنيوس الأكثر خطأً، ومع ذلك سمحت هذه القياسات

بالقيام الرحلات البحرية الطويلة والاستكشافات أمراً ممكناً جداً؛ فقد نشر بطلميوس قياساته غير الدقيقة في كتابه (المجسطي) الذي ألفه نحو سنة 150م، وقد مارس هذا الكتاب تأثيراً كبيراً طيلة العصور الوسطى، وجعل خطأ بطلميوس، الذي رسّخ حقيقة أن الأرض أصغر حجماً من حقيقتها، وبالتالي سمح للبحارة الافتراض بوجود ممر يؤدي إلى الهند. ويعتقد الكثير من العلماء أن هذا الخطأ هو الذي حفّز كولومبوس للإبحار غرباً بحثاً عن طريق جديد، فكان أن وصل للعالم الجديد (نخبة من العلماء، 2015م).

طبعاً وصلت أعمال إيراتوستنيس إلى العرب لاحقاً، فقد عرفوه من خلال أعماله في الفلك والجغرافيا والهندسة (سزكين، الرياضيات، 2002م)، لكننا لم نجد إشارةً أو إحالةً واحدةً إلى القيمة التي حصل عليها من خلال المصادر العربية التي رجعنا إليها، اللهم ربّما ما ذكره بعضهم تحت اسم «القدماء».

وكثيراً ما يجادل أصحاب الأرض المسطحة بأنّ إيراتوستينيس لم يثبت أن الأرض كروية، مع أنّه افترض أن الأرض كروية، ويدعي أصحاب الأرض المسطحة أيضاً أنّهم يستطيعون تفسير النتيجة التي توصل إليها إيراتوستينيس لو كانت الأرض المسطحة. كلا العبارتين صحيحتين، لكنّ أصحاب الأرض المسطحة قد فاتهم الهدف من قياس إيراتوستينيس؛ إذ يمكن تفسير رصد إيراتوستينيس في نموذج الأرض المسطحة على أنه تأثير لاختلاف المنظر بسبب مشاهدة الشمس من مواقع مختلفة على سطح الأرض، علاوة على ذلك، وكما هو الحال في نموذج الأرض الكروية، يمكن استخدام نتيجة إيراتوستينيس لقياس محيط الأرض، وفي نموذج الأرض المسطحة يمكن استخدام نتيجة إيراتوستينيس لقياس مدى ارتفاع الشمس فوق الأرض (Faulkner, 2019).

وفقًا للقصة التي رواها بليني، فإن ديونيسودوروس (توفي 190 ق.م) Dionysodorus، وهو مختص بالهندسة وجغرافيٌ مشهورٌ، توفي في جزيرته الأصلية

ميلوس، وبعد وقت قصير من دفنه، عُثرَ على رسالةٍ على قبره، موجّهة إلى الناس على الأرض، تفيد بأنه وصل إلى أدنى نقطة على الأرض، وأن المسافة كانت (12000 ستاديا)، وقد فُسّر ذلك من خلال المهندسين على أنه يعني أنّه وصل إلى مركز الأرض، ويعني أنّها كروية، ومن ثم كان محيط الأرض (252000 ستاديا = 42000 × 6). ومع ذلك، فإن هذه القيمة لنصف قطر الأرض مأخوذةٌ في الواقع من تقدير إيراتوستينيس لمحيط الأرض (Lewis, 1862).

بعد قرنٍ من قياس إيراتوستينيس قام بوسيدينوس (توفي 51 ق.م) Poseidonius بإجراء قياسٍ آخر لنصف قطر الأرض، لكنّه استخدم أسلوباً مختلفاً وجيداً (King, 1957) –مفترضاً بالتأكيد أنّ الأرض كروية (Lewis, 1862) – للحصول على قيمةٍ قريبة من (240 ألف ستاد). فقد لاحظ أن نجم سهيل Canopus كان في الأفق عند مشاهدته من جزيرة رودس بينما كان ارتفاعه في الإسكندرية 48/1 من الدائرة (7 °30′)، حيث قدّرت المسافة بين المدينتين بـ (5000 ستاد)، ولكن بما أنّ المياه تفصل بينهما، فقد يكون هذا ناتجاً فقط عن تقديرات البحارة، وكما هو الحال مع إيراتوستينيس، كانت الزاوية التي استخدمها بوسيدونيوس خاطئة بشكل كبير، في الواقع بنسبة $2\frac{1}{4}$، وكانت المسافة بعيدة بنحو 30 % إلى 40 %. ومع ذلك، كانت الأخطاء تعويضية، أي جُمِعَ بين الزاوية الصغيرة جداً والمسافة الطويلة جداً لإعطاء نتيجة مقبولة بالصدفة (Smith, 1997). ويروي سترابون أنّ نتيجة قياس بوسيدونيوس كانت (180 ألف ستاد)، أي أقل مما ذكر أعلاه (سارتون، 2010).

ويرى سارتون أنّ بوسيدونيوس قد بالغ في تقديره لطول قارة أوراسيا (قارتا أوروبا وآسيا)، وذكر أنّه إذا أبحر رجلٌ من الساحل الأطلنطي غرباً إلى مسافة (70 ستاد) يمكنه الوصول إلى الهند، وقد ظهر هذا الخطأ فيما بعد في مؤلفات سترابون وبطلميوس وروجر بيكون وبييرد وصولاً حتى عام 1410م،

الأمـر الـذي جعـل كولومبـوس يتفـاءل ويمضـي في مغامرتـه نحـو الغـرب (سـارتون، 2010)، فوصـل لشـواطئ أمريـكا وليـس للأطـراف الشـرقية لسـواحل أوراسـيا. متحديـاً بذلـك أصحـاب نظريـة الأرض المسـطحة الذيـن خوّفـوه بأنـه سـيقع في الفضـاء مـع وصولـه لنهايـة العالـم كمـا هـو حـال الرجـل في نقـش فلاماريـون.

نظـراً لاعتقـاد العالـم الهنـدي براهمـا سـيدهانتا أو براهمـا جوبتـا (تـوفي نحـو 668م) Brahma Siddhanta بكرويـة الأرض، فقـد قـدّر أنّ محيطهـا هـو (5000 يوجانـا)، وتعـادل اليوجانـا Oyojana الواحـدة (7.2 كيلومتـر)، أي أنّ قيمـة محيـط الأرض وفـق حسـاباته هـي (36000 كيلومتـرًا) (نخبـة مـن العلمـاء، 2015). ومـن ذلـك يمكـن حسـاب اختـلاف المنظـر الأفقـي للقمـر والمسـافة مـن الأرض، فالأخيـر هـو (51566 يوجانـا ≅ نحـو 404800 كيلومتـرًا)، وهـو رقـمٌ جيـدٌ بشـكلٍ ملحـوظٍ مقارنـةً بالقيمـة الحاليـة (Davidson, 1947).

لقـد علـم علمـاء الفلـك في سـيدهانتا Siddhantas أن الأرض هـي كـرةٌ غيـر مدعومـةٍ في الفضـاء، ورفضـوا الفكـرة الأسـطورية القديمـة القائلـة بـأن هنـاك حيوانـاً يحملهـا ويعتمـد بـدوره علـى حيـوان آخـر، وهكـذا دواليـك، حتـى دعـم آخـر واحـدٍ منهـا. وهـي أفـكارٌ مجـرّدة يجـب أن تتـرك دون تفسـير، وقـد علـق عالـم الرياضيـات الهنـدي بهاسـكارا الثانـي (تـوفي نحـو 1150م) Bhaskara Acharya، بـأنّ هـذا التفسـير سـخيف، ورفـض أيضـاً فكـرة أنّ الأرض تسـقط بشـكل دائـم، لأنهـا ستسـقط أسـرع مـن سـهم يتجـه لأعلـى، بسـبب ثقلـه، بحيـث لا يمكـن للسـهم مـرة أخـرى أبـداً أن يصـل إلـى الأرض (Dreyer, 1953).

أيضـاً لـم تكـن قيمـة محيـط ونصـف قطـر الأرض واحـدة عنـد الهنـود في مختلـف العصـور؛ بـل تغيّـرت أيضـاً ونجمـل هـذه القيـم في (الجـدول الآتـي) (خصبـاك، 1995م)، علمـاً أن محيـط الأرض الحالـي الوسـطي (40033 كيلومتـر)، ونصـف القطـر (6372 كيلومتـر):

العالم	المحيط (بوحدة كيلومتر)	نصف القطر (بوحدة كيلومتر)
أرياباهاتا	53382	8496
براهماجوبتا	36000	5732
أكاريا	758	1206

لقد استخدمت طريقة أخرى من القياس لمحيط الأرض في الصين في القرن الثامن الميلادي، وذلك عندما كُلّف عالم الرياضيات والفلكي الملكي الصيني آي-هسينغ (توفي نحو 727م) I-Hsing، بتنظيم الأرصاد على قوسٍ من (نحو 11400 لي ≅ 5000 كيلومتر) شرقي خط الزوال 114 °. وقد نشأ هذا المطلب من الاعتقاد السائد بأن طول ظل 8 أقدام (1.96 متر) تغير بمقدار 1 بوصة صينية (0.02 إلى 0.03 متر) لكل (1000 لي) عند السفر على طول خط الزوال، وفي هذه الحالة، كان معدل التغيير أكثر من 4 بوصات (0.1 متر) كما في (الشكل 4-5). ومع ذلك، قدمت البيانات قيمة محيط الأرض نفسها التي تبلغ (128300 لي ≅ 56700 كيلومتر) (Smith, 1997).

من الناحية الهندسية البحتة، فقد خصّ العلماء العرب دراسة الأشكال المختلفة للكرة بعلم قائم بذاته هو (علم الأكر)، وقد لاحظنا أن العلماء العرب والمسلمين كانوا يستخدمون في كل كتاباتهم مصطلح (دور الأرض) ليعبّروا به عن مصطلح (محيط الأرض) المتداول حالياً.

حسب تقديرات معظم المؤرخين الذي درسوا بدقة ما قام به العلماء العرب والمسلمون في قياس محيط وقطر الأرض، فإن العرب نجحوا إلى حدٍ بعيد باستخدام تقنياتهم الرصدية وطرائقهم الحسابية بشكلٍ أفضل من أسلافهم الفرس والهنود واليونانيين (سزكين، علم الفلك، 2008م)، ويرى بعض الباحثين أنّ القياسات العربية لمحيط الأرض كانت أدقّ من القياسات اليونانية، فقد

زاد تقديرهم لدرجة العرض عن الحقيقة بنحو 877 مترا، في حين زاد قياس إيراتوستنيس لدرجة العرض عن الحقيقة بنحو 1575 مترا (ضاي، 1994).

ومن الضروري أن نفهم أنّ مساهمة العرب في رسم الخرائط هو نهجهم نفسه في علم مسح الأرض (الجيوديزيا) أي قياس المسافات على سطح الأرض المنحني، وقد كان ينجز ذلك إما بوساطة وحدات خطية، مثل الميل العربي، أو بوساطة وحدات زاوية مثل خط الطول وخط العرض. وللتحويل من وحدة إلى أخرى يجب معرفة عدد الأميال لكل درجة أو، بشكل مكافئ، نصف قطر الأرض (Mercier,1992).

ويعتقد بعض الباحثين أنّ جميع العلماء العرب اعتمدوا الطريقة الجيوديزية Geodesical Method التي تتلخص بتعيين طول قوس من خط الطول في عروض مختلفة، والتي استبدلت لاحقاً من قبل الأوربيين فيما بعد بطريقة (التثليث) أي حساب المثلثات غير المباشرة [تقتضي هذه الطريقة قياس درجة من خط العرض من خلال تقسيم خط زوال باريس إلى مثلثات. وقد توصل عالم الفلك والفيزيائي الفرنسي جان بيكار (توفي 1682م) J. Picard إلى تحديد قيمة درجة من خط العرض من 111 كيلومترا إلى 112 كيلومترا، وحصل على قيمة قطر الأرض (6372 كيلومترا)، في حين أن القيمة الحالية هي (6375 كيلومتر). قام بيكار بهذه العملية في عام 1671م، وقد اعتمد على هذا القياس إسحاق نيوتن أثناء وضعه لقانون الجاذبية العام (فردي، 2009م)]، التي طوّرها جان بيكار، ومن ثم أدخلت طريقة الجاذبية التي تعتمد على حساب فروقات الجاذبية بين مختلف الأماكن على سطح الأرض (العقاد، 1983م)؛ لكن البحوث الحديثة أثبتت أنّ العالم أبا الريحان البيروني كان على معرفة تامة بطريقة (التثليث)، وقد طبقها عملياً بين بغداد وغزنة، كما سنجد ذلك لاحقاً.

يعدّ تقدير قطر الأرض عند يعقوب بن طارق (توفي 179هـ /796م) من أوائل التقديرات العربية التي وصلتنا قبل بعثة فريق المأمون بأكثر من عشرين سنة؛ حيث إنه افترض أنّ قطرها (21000 فرسخ)، ومحيطها ($\frac{9}{25}$ 6597 فرسخاً). على اعتبار أن طول الفرسخ (16000 ذراع) أي نحو (8 كيلومتر) (سزكين، علم الفلك، 2002).

نعلم جميعاً أنّ المأمون (توفي 218هـ/ 833م)، قد قام باستكمال مسيرة العلم وتطبيقاته التي سبق وأنْ بدأها عمه الخليفة أبو جعفر المنصور (توفي 158هـ / 775م) ووالده هارون الرشيد (توفي 193هـ / 809م)، ولكن بزخمٍ أكبر مما كان عليه الحال في عهدهما.

ذكرنا سابقاً أنّ تقديرات محيط الأرض وقطرها كانت معروفة في الحضارات السابقة وحتى عند بعض العلماء العرب مثل يعقوب بن طارق. حتى أنّ عمّ المأمون جعفر المنصور، قد سبق وأن قام بتجربةٍ لقياس الدرجة الأرضية والاستفادة منها في تحديد حجم الأرض ومحيطها (عفيفي، 1977م)، لكن أخبار هذه التجربة وفريق العمل الذي قام بها والقيمة التي توصلوا إليها غير معروفة بالوثائق بالنسبة لنا.

وقد حاولنا تتبع قصة إرسال المأمون لبعثته العلمية للكشف عن قياس محيط كوكب الأرض في كل المصادر والمراجع التي وصلتنا، وتمكنا من تشكيل صورة واضحة عن هذه الحملة بعد أن قمنا بجمع كل الروايات التي سردت حولها، وسأرويها بتفاصيلها الفنية والتقنية حتى نعرف ماذا فعل هؤلاء العلماء وكيف تمكنوا من القيام بعملية القياس بأكبر دقة ممكنة، على أننا سنضع النصوص العربية الأساسية الطويلة التي استقينا منها معلوماتنا في الفصل السابع لمن يرغب بمعرفة كافة الروايات بلغة المؤرخين الأصليين.

ذات يوم رغب المأمون أن تجري عملية القياس لمحيط الأرض وقطرها. ويبدو أنّ الدوافع الكامنة وراء تلك الرغبة كانت:

1. التحقق من قيمة خط الطول المقابل لدرجة واحدة التي سبق وأن وردت عند اليونانيين.
2. ضبط قيمة (الستاديا أو الغلوة) التي وردت عند أرسطو.
3. التحقق من كروية الأرض بالقياس.
4. ومن نتيجة القياسات السابقة حساب المسافة بين مكة وبغداد بشكلٍ دقيق.

وهي أهداف علمية وتطبيقية كما نلاحظ، وهي تضاهي -دون مبالغة- البعثة الفرنسية التي ستقوم بها الأكاديمية الفرنسية بعد عمل المأمون بنحو 900 سنة!

طبعاً حتى يحقق المأمون أهدافه السابقة كان لابد من وضع خطة عمل دقيقة تنظم العلاقة بين أمرين: فريق ذو كفاءة علمية عالية يقوم بعملية القياس ووسائل تقنية مساعدة.

أولاً: خطـة العمـل

كما نعلم حالياً، فإنّ أيّ مشروعٍ بحثي علمي يتطلب التخطيط الجيد له حتى ينجح، ويبدو أن المأمون وفريقه قد نجحوا إلى حدٍّ بعيدٍ في وضع خطة عمل البعثة التي تضمنت عدة نقاط أساسية وهي:

1. اعتماد وحدة القياس التي وضعها المأمون (الذراع السوداء = 50.25 سنتيمتر) والتي خصصها لقياس أبعاد الثياب ومساحة البناء وحساب المسافات بين المحطات على طريق الحج (قسمة المنازل) كما قال المسعودي (المسعودي، التنبيه والأشراف، (د. ت)).

2. للحصول على أدق قيمة ممكنة قُرِّرَ في خطة العمل أن يُقسّم فريق العمل إلى مجموعتين: بحيث يتوجه خالد بن عبد الملك المَرْوَرُوذيّ مع المجموعة الأولى نحو الشمال لرصد القطب الشمالي (الدب الأصغر)، والمجموعة الثانية يتوجه معها علي بن عيسى الإسطرلابيّ وأحمد بن البحتريّ مباشرة لرصد القطب السماوي الجنوبي.

3. توفير المعدات اللازمة للقيام بالبعثة (الدعم اللوجستي).

4. تحديد مكان وموقع الرصد بين ثلاثة مناطق هي سنجار وتدمر والرقة، أو ما يسمى بصحراء سنجار. وقد كانت مبررات اختيار هذه المنطقة بالذات هو الاستواء وقلة التضاريس (من جبال ووديان) التي يمكن أن تؤثر على أداء عمل البعثة.

5. الشروع بالتنفيذ بعد استكمال العناصر السابقة.

اختار فريق البعثة التوقيت المناسب للقيام بذلك هو عندما تدخل الشمس برج السرطان أي نزول الشمس رأس السرطان (بمعنى: في وقت الانقلاب الشمسي)، لأنه في هذا الوقت ليس لدى الشمس انحراف (أي لا تغير في ميلها).

أما بخصوص سنة البعثة فإن الباحث جيمس سميث يقول إنّ البعثة أنجزت مهمتها في عام 820م، في حين أنّ الباحث ديفيد كينغ يقول إنّ الرصد جرى عام 830م، أي قبل ثلاث سنين من وفاة المأمون، وفي جميع الأحوال فإن هذا يعني أن قياسات الأرض قد أنجزت بعد تأسيس مرصدي الشماسية في بغداد وقاسيون في دمشق، وبالتالي فإن الفريق كان فعلاً يملك الخبرة الكافية للقيام بهذه المهمة على أكمل وجه.

ثانياً: فريق الرصد

فكرة تشكيل فريق للرصد من قبل المأمون لمهمة تحديد محيط الأرض يدلنا على ناحية في غاية الأهمية، وهي ثقة المأمون بقدرات الفريق العلمية والتقنية للقيام بهذه المهمة العالمية الكبيرة، فنحن نتكلم عن فترة بدايات نقل العلوم اليونانية إلى العربية، بمعنى ليست الأجيال اللاحقة هي من قامت بهذا القياس، وإنما الرعيل الأول من العلماء والباحثين العرب والمسلمين لدرجة أنهم قالوا له كلهم عبارة «هذا سهلٌ» (King, 2000)، كما وثّق لنا ذلك حبش الحاسب (توفي بعد 250هـ /864م).

وإن دلنا هذا على شيء فإنه يدل على أمرين:

- إما أنهم ترجموا المعارف الأجنبية العلمية من اليونانية وغيرها، وقاموا باستيعابها وفهما نظرياً وعملياً بسرعة.

- أو أنّ التقليد الفلكي العربي لم يتوقف نشاطه في الأصل، وبالتالي لم تضف عملية المثاقفة (بين الإرث اليوناني والعربي) التي حدثت في بيت الحكمة الكثير من الخبرات الجديدة إلى علماء عصر المأمون في مجال المعرفة الفلكية، وبالتالي تطبيقها في مجال الأرصاد العملية.

ونحن نُرجّح الأمر الثاني؛ وذلك لسببٍ بسيط هو أنّ العرب منذ أيام الجاهلية كان لهم تقليد فلكي خاصٌ بهم، ومع مجيء الإسلام تطوّر هذا التقليد كونه ارتبط بالعبادات أكثر، فأصبحوا يرعون الشمس للعبادات اليومية، ويتابعون القمر للعبادات السنوية الخاصة من حجٍّ وصيام رمضان.

في حين يؤيد الأمر الأول الباحث آيدن صابيلي الذي وجد أن بحثاً ميدانياً مهماً وناجحاً على هذا المستوى قد ارتبط بأعمال الترجمة التي أنجزت في بيت الحكمة أكثر من ارتباطه بالأعمال الرصدية التي أنجزت في مرصدي الشماسية في بغداد أو قاسيون في دمشق (صابيلي، 1995م).

بحسب الروايات التي وصلتنا، يبدو أنّ فريق بعثة المأمون كان كبيراً نوعاً ما؛ فقد تضمن مشرفين على البعثة، ومنفذين، ومقرّر واحد، وفريق الدعم اللوجستي.

1. المشــرفــون

اشترك في فريق الإشراف محمد بن موسى الخوارزمي (توفي 232هـ/ 846م)، مؤسس علم الجبر الشهير، وقد أكّد البيروني مشاركة الخوارزمي ضمن فريق الرصد الذي شكّله المأمون، إضافةً لأبناء موسى بن شاكر (البيروني، تحديد نهايات الأماكن، 1962م). كما يرجح الباحث عمر فروخ أن يكون الخوارزمي بين

أحد الفريقين (فروخ، 1970م)، فالخوارزمي كان عنده خبرةٌ أيضاً في الأرصاد الفلكية في مرصد الشماسية في بغداد (صابيلي، 1995). في حين يقرر الباحث هنري كينغ أنّ الخوارزمي وعلي بن عيسى الإسطرلابي كانا معاً ضمن فريق واحد (King, 2000).

على العموم كان دور فريق الإشراف توجيه البعثة لما يجب عليها فعله وتوفير كافة مستلزماتها.

2. المنفـذون

عدّ ابن النديم فريق الرصد التنفيذي هو نفسه الذي شارك في بعثة المأمون لقياس محيط الأرض وأرصاد مرصدي الشماسية في بغداد وقاسيون في دمشق، لكنه لم يذكر بينهم محمد بن موسى الخوارزمي أو أبناء موسى بن شاكر (ابن النديم، 1997م)، وهذا يؤكد أنّ دورهم كان يقتصر على الإشراف فقط كما ذكرنا سابقاً، أما أعضاء الفريق المنفذ على الأرض فهم: العباس بن سعيد الجوهري (توفي في الربع الأول من القرن 3هـ/ 9م)، ويحيى بن أبي منصور (توفي بين 215-217هـ/ 830-832م)، وحبش بن عبد الله المروروذي الحاسب، وعمر بن محمد المروروذي (كان حياً في القرن 3هـ/ 9م)، وسند بن علي (توفي في النصف الثاني من القرن 3هـ/ 9م)، وعلي بن البحتري، وعلي بن عيسى الإسطرلابي (كان حياً في القرن 3هـ/ 9م) الذي نسب للإسطرلابات من شدة براعته في صناعتها كما يقول ابن النديم (ابن النديم، 1997م)، وكلّهم كما نلاحظ علماء فلك ورياضيات من ذوي الكفاءة والخبرة العالية، والمشهود لهم بالفضل. فقد سبق وأن أنجز بعض أعضاء هذا الفريق بقيادة يحيى بن أبي منصور أرصاداً فلكيةً جديدةً بين سنتي (214هـ - 218هـ) جمعوها في كتاب (الزيج المأموني الممتحن)، الذي توقف العمل فيه للأسف مع موت المأمون، وقد أرّخ لذلك أبو بكر بن عبد الله بن أيبك بن الدَّوَاداري (توفي بعد 736هـ / بعد

1432م) حيث قال: «وفيها «سنة 214هـ» أمر المأمون أن يتولّوا الرصد بمدينة الشماسية من بلاد دمشق فوقفوا على زمن سنة الشمس الرصديّة، ومقدار ميلها، وخروج مركزها، وموضوع أوجها، وعرفوا مع ذلك بعض أحوال الكواكب من السيّارة والثابتة، ثم قطع بهم عن استيفاء غرضهم موت المأمون في سنة ثماني عشرة ومائتين فقيّدوا ما انتهوا إليه وسمّوه «الرصد المأموني»» (ابن الدَّوَاداري، 1960–1994م).

كما انضمّ لهذا الفريق حرفيون متخصصون مهرةٌ في النجارة والمعادن ليصنعوا للفريق ما يحتاجون من أداوت ووسائل تقنية بشكلٍ متقنٍ، فالذين تولوا صناعة آلات القياس الموثوق بها هم سند بن علي ويحيى بن أبي منصور كما يقول القفطي، كما تولى أحمد بن البحتري الذرّاع (أي المسَّاح) عملية المسح.

ويرجح الباحث صابيلي أن تكون الآلات التي استخدمت في عملية القياس من النوع القابل للحمل والتنقل به من مكان لآخر (صابيلي، 1995م)، وبالتالي يفترض أنهم استخدموا على الأقل إسطرلابات مسطحة صغيرة الحجم وحلقات مثل الحلقة العضدية وأعمدة خشبية وحبال لتحديد المسافة بدقة بعد تقسيم المسافات بشكلٍ متساوٍ.

3. المُقَـــرِّر

طلب المأمون من القاضي الفقيه أبو محمد يحيى بن أكثم بن محمد التّميمي المَرْوَزي (توفي 242هـ/ 857م)، الذي كان على ما يبدو مهتماً بعلم الفلك، وفي الوقت نفسه كان يحظى بثقة المأمون، أن يرافق علماء البعثة ليقوم بمهمة تدوين الأرصاد وإعداد تقرير عن البعثة ليقدمه للمأمون بعد الانتهاء من العمل (كما قال بذلك حبش الحاسب والبيروني).

وقد ذكر ابن خلكان (توفي 681هـ / 1282م) أنّ المؤرخ القاضي طلحة بن محمد بن جعفر البغدادي (توفي 380هـ/ 990م) قال عن القاضي يحيى بن أكثم مادحاً ومعدداً لمناقبه التي تبرر لنا سبب اختيار المأمون له: «يحيى بن أكثم أحد أعلام الدنيا ومن قد اشتهر أمره وعرف خبره، ولم يستتر عن الكبير والصغير من الناس فضله وعلمه ورياسته لأمره وأمر أهل زمانه من الخلفاء والملوك، واسع العلم بالفقه كثير الأدب حسن العارضة قائمٌ بكل معضلةٍ، وغلب على المأمون حتى لم يتقدمه أحد عنده من الناس جميعاً. وكان المأمونً ممن برع في العلوم، فعرف من حال يحيى بن أكثم وما هو عليه من العلم والعقل ما أخذ بمجامع قلبه، حتى قلده قضاء القضاة وتدبير أهل مملكته فكانت الوزراء لا تعمل في تدبير الملك شيئاً إلا بعد مطالعة يحيى بن أكثم، ولا نعلم أحداً غلب على سلطانه في زمانه، إلا يحيى بن أكثم، وأحمد بن أبي داود» (ابن خلكان، 1972م).

4. فريق الدعم اللوجستي

طبعاً كان يرافق الفريق مجموعة دعم لوجستي يوفر لهم ما يحتاجونه من طعام وشراب ونصب للخيام ودق الأوتاد الخشبية ووصل الحبال فيما بينها ذراع إثر ذراع؛ فرحلة من هذا النوع ولهدف محدد، وفي ذلك الوقت تستغرق – بحسب توقعاتنا – ما لا يقل عن 10–15 يوماً بعد أن تستقر في موقعها.

ثالثاً: عملية القياس

يبدو أن فريق الإشراف وفريق التنفيذ قررا اعتماد طريقة نجم القطب (الشمالي أو الجنوبي) لإجراء القياس؛ حيث إنّ هذه الطريقة أكثر دقةً من طريقة قياس أشعة الشمس أو طريقة نجم سهيل اللامع، ومع أنّ نجم القطب يختلف ارتفاعه من مكانٍ لآخر، ولكنه ثابت الارتفاع في مكانٍ محدد بعينه، فإذا قسنا المسافة الفاصلة بين مكانين يختلف فيهما ارتفاع نجم القطب بمقدار

درجة واحدة، كانت تلك المسافة تقابل درجة واحدة عند مركز الأرض، وبالتالي لقياس المسافة الواقعة بين مدينتين تقعان على خط الطول نفسه وعرضهما معلوم، فإن المسافة المقاسة تقابل لزاوية تساوي الفرق بين عرضي البلدين (الفندي، 1968م).

ومع ذلك، فقد قام الفريق الذي ذهب إلى سنجار بقياس ارتفاع الشمس بإشراف بني موسى (صابيلي، 1995م). كونهم اختاروا توقيت دخولها في برج السرطان، ربما زيادة في دقة القياس وتفادياً للأخطاء المتوقعة من القياس (الارتيابات).

ويخبرنا ابن يونس المصري (توفي 399هـ/ 1009م) كيف جرى تنفيذ الخطة حيث قال: ذكر سند بن علي: أن المأمون أمره هو وخالد بن عبد الملك المروذي أن يقيسا مقدار درجة من أعظم دائرة من دوائر سطح كرة الأرض. قال: فسرنا لذلك جميعاً، وأمر علي بن عيسى الإسطرلابي وعلي بن البحتري بمثل ذلك، فسارا إلى ناحيةٍ أخرى. قال سند بن علي: فسرت أنا وخالد بن عبد الملك إلى ما بين واسطٍ الرقة، وهي قرية غربي الفرات مقابل الرقة وتدمر، وقسنا هنالك مقدار درجة من أعظم دائرة تمرّ بسطح كرة الأرض فكان سبعة وخمسون ميلاً، وقاس علي بن عيسى وعلي بن البحتري فوجدا مثل ذلك، وقد ورد الكتابان من الناحيتين في وقت واحد بقياسين متفقين (الخوارزمي، 2009م).

طبعاً بدأت عملية القياس بالانطلاق من نقطة مركزية، حيث اتجهت المجموعة الأولى نحو الشمال واتجهت المجموعة الثانية نحو الجنوب وبذلك تغيرت الزوايا الرأسية للنجم القطبي بمقدار 1 °. وقد جرى قياس المسافات باستخدام حبال طويلة معقودة، ويشير مؤرخون آخرون إلى قياس المسافة التي قطعها الفرسان في وقت معين، وقد جرى قياس المسافات بالأميال العربية

بنتيجة مقبولة تبلغ 56 أميال عربية لـ 1 °، والمكافئ لذلك (111073 كيلومترا) أي أن محيط الأرض وفقاً لقياساتهم بآلاتهم العلمية في ذلك الوقت قد بلغ (39986 كيلومترا)، وهي قريبةٌ جداً من القيمة الحالية (40000 كيلومترا) بفارق بسيط جداً قدره (14 كيلومترا فقط).

ويرى بعض المؤرخين أن كريستوف كولومبوس قد استخدم نتيجة فريق بعثة المأمون لكنه افترض أنّه أخذها بالأميال الإيطالية (الرومانية) وليس بالأميال العربية، لأنّ الفرق بينهما نحو 25 % وهو صغير جداً. وبالتالي، فإن الإبحار غرباً من أوروبا نحو أمريكا باستخدام أرقامه سيتطلب السفر فقط 60 ° خط طول و 2750 ميلاً، بينما كان ينبغي أن يكون 220 ° و 12000 ميل. يمكن وضع العديد من السيناريوهات الأخرى، لكنها تشير ضمناً إلى أنّ المسافة المتجهة غرباً كانت أقصر بكثير بينما كانت في الواقع أطول بكثير. من المحتمل أنّ كولومبوس لم يقلل من حجم الأرض فحسب، بل بالغ أيضاً في تقدير حجم المنطقة المعروفة باسم العالم الصالح للسكن (Smith, 1997).

في الواقع، لقد طلب المأمون من فريق البعثة قياس عدة خطوط (ربما 4 خطوط) حول بغداد والرقة. ويرى الباحث أنور العقاد أنّ سبب طلب المأمون القيام بأكثر من قياس هو اعتقاده بأن «الأرض كرة غير منتظمة»، مخالفاً بذلك اعتقاد إيراتوستينيس الذي قال بأنّ الأرض كرة نموذجية (العقاد، 1983م)، وإذا كان المأمون يقصد بها حالة التفلطح فعلاً، فإنه سيكون بهذا الافتراض قد سبق إسحق نيوتن، كما سبقه ثابت بن قرة أيضاً، مع فارق تحديد السبب بينهما؛ فقد قال نيوتن: «إنّ مادة الأرض لا تتأثر بالجاذبية نحو مركزها فحسب، وإنما تتأثر أيضاً بالقوة الطاردة المركزية الناشئة عن دورانها حول نفسها، وهذه القوة تبلغ ذروتها عند خط الاستواء» (علي، 1978م).

بحسب تقييم المؤرخ الفلكي الإيطالي كرلو نلينو للعملية التي قام بها فريق بعثة المأمون نراه يقول: «ولكن كما تبين مما أوضحته سابقاً لم يحصل الفلكي اليوناني القديم إلى ذلك الضبط في حسابه إلا بتقدير تقريبي ساعده عليه حسن الحظ والاتفاق، أما قياس العرب فهو أوّل قياسٍ حقيقي أجري كله مباشرةً مع كل ما اقتضته تلك المساحة من المدة الطويلة والصعوبة والمشقة واشتراك جماعة من الفلكيين والمسّاحين في العمل، فلا بد لنا من عِدَادِ ذلك القياس في أعمال العرب العلمية المجيدة المأثورة» (نلينو، 1993).

كانت فكرة الكون المتلئ بالكامل فكرة قديمة، منذ أيام أرسطو وقبل أن يصدح بها ديكارت بفكرة (الأثير)، وهي قائمةٌ على مبدأ أنّ الطبيعة تكره الفراغ أو الخلاء. كما ذكرها برقليس (توفي 485م) Proclus على أنها شائعة إلى حد ما في عصره، وقد استخدمها أحمد بن محمد بن كثير الفرغاني (توفي بعد 237هـ /851م) لحساب الأبعاد النسبية لكرات الكواكب، إذْ قام بالدمج بين النتائج الزائفة فيما أصبح يُعتبر وجهة النظر العربية النموذجية للكون، هذه الأفكار المستمدة من كون مستحيل ديناميكياً، دفعته إلى تخيل أن النظام الكوكبي بأكمله يمكن أن يحيط به مجال نصف قطره لا يزيد عن 12000 ضعف نصف قطر الأرض؛ لكنّه ربما أراد من هذا الاقتراح أنْ يصبح النموذج البطلمي متوافقاً جزئياً مع نظام أرسطو، باستثناء أنّ مدارات الكواكب في السابق ليست متحدة المركز. ومع ذلك، وبسبب شعبية كتاب الفرغاني ونصوص عربية أخرى ذات طبيعةٍ مماثلةٍ إلى حدٍ كبيرٍ، فقد انتقل هذا الشكل المدمج من النظامين العالميين اليونانيين إلى العالم الغربي (King, 2000).

لقد حصل الفرغاني على الرقم الوارد أعلاه من طريقة قياس بعثة المأمون لمحيط الأرض والقيمة التي توصلوا إليها كما يحدثنا فيقول في « الفصل الثامن: في مساحة الأرض وقسمة الأقاليم السبعة العامرة منها. وبعد أن بينا الحال في

المواضع المسكونة من الأرض فلنذكر مساحة بسيط جميع كرة الأرض ونصف حال الأقاليم العامرة منها في أطوالها وعروضها التي قسمت عليها من مدار الفلك ومن مساحة بسيط الأرض فنقول: إنّا بيّنا فيما تقدم أن مركز كرة الأرض هي مركز السماء فيجب أن تكون استدارتها موازية لاستدارة السماء، فإذا سرنا في الأرض في جهتي الجنوب والشمال على خط نصف النهار زاد في ارتفاع القطب الشمالي أو نقص منه بمقدار مسيرنا في الأرض، وإذا ضربنا حصة الدرجة الواحدة في دور الفلك الذي هو ثلاثمائة وستون درجة كان ما يجتمع من ذلك دور الأرض وهو عشرون ألفاً وأربعمائة ميل، وإذا قسم دور الأرض على ثلاثة وسبع كان ما يخرج مقدار قطر الأرض وهو ستة آلاف خمسمائة ميل بالتقريب، وإذا ضربت القطر في الدور كان ما يجتمع من ذلك مساحة بسيط جميع الأرض مكسراً وهو مائة واثنان وثلاثون ألف ألف وستمائة بالتقريب» (الفرغاني، 1669م).

وضع بطلميوس في كتابه (الاقتصاص) أن محيط الأرض (180000 ستاديا). وقد اعتمد قسطا بن لوقا (توفي نحو 300هـ/ نحو 912م) هذه القيمة وأجرى حساباً بين من خلاله أنّ تلك القيمة، عندما تؤخذ بآلاف الأميال العربية، فإنها تعني أنّ كل درجةٍ أرضيةٍ واحدة تقابل $66\frac{2}{3}$ ميلاً عربياً، وهي تزيد 10 أميال عن القيمة التي توصل إليها فريق بعثة المأمون. وهذا موقف غريب من قسطا بن لوقا أن يعتمد قيمة بطلميوس ولا يعتمد قيمة فريق بعثة المأمون، ربما كانت هناك أزمة ثقة فيما بينهم! أو ربما لأن قسطا –حسب ما يرى الباحث ريجيس مورلون R. Morelon - اقترح طريقةً رياضياتية أخرى لحساب محيط الأرض، وهي (طريقة الجبل) التي عاد واستخدمها البيروني مرةً أخرى؛ لكن هذه الطريقة صعبة عند التنفيذ لأنّ قيمة نتيجتها مرتبطة بقياسٍ دقيقٍ للزاوية، لكنها تتمتع بفائدة نظرية كبيرة (مورلون، 2019م).

قدّر محمد بن أحمد الخوارزمي (توفي نحو 387هـ/ 997م) أنّ «قطر الأرض سبعة آلاف فرسخ» (المقريزي، 1997م)، أي قيمته (41433 كيلومترا)، في حين أن قطر الأرض وفق بعثة فريق المأمون هو (12734.3949 كيلومترا) وهي كما نلاحظ أنه يزيد بـ (3.25 مرة). أيضاً لا نجد مبرراً لعدم اعتماد الخوارزمي لقيمتهم التي حسبوها لمحيط الأرض، وإنما اعتمد قيمة أرخميدس (7036 فرسخ).

قال إخوان الصفا: «وبعد الأرض من السّماء من جميع جهاتها متساو، وأعظم دائرة في بسيط الأرض (25455 ميلاً و6855 فرسخاً)، وقطر هذه الدّائرة هو قطر الأرض (6551 ميلاً و2167 فرسخاً) بالتقريب» (إخوان الصفا، (د.ت)).

وهذا يعني أن إخوان الصفا قد قدروا قيمة قطر الأرض بـ (12826.473 كيلومترا) وهي قريبة من القيمة الحديثة (12668 كيلومترا)، وقريبة من قيمة بعثة المأمون، لكنهم لم يذكروا مرجعهم في حساب هذه القيمة أو كيفية حسابها.

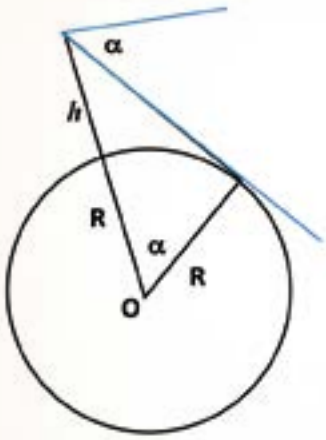
قدم كوشيار بن لبُّان الجيلي (توفي نحو 420هـ/ 1029م) رسالة (في الأبعاد والأجرام) باسم البيروني، لكن كوشيار هو من ألّفها، ويبدو أنه قدمها إهداءً لمعاصره البيروني عربون محبةٍ، وقد ورد في هذه الرسال فقرة تتناول حساب محيط الأرض وقطرها. وهي تمثل –كما يقول سزكين– جزءاً من (الزيج الجامع) الذي ألفه كوشيار (سزكين، الرياضيات، 2002)، لكننا رجعنا إلى (الزيج الجامع) لكوشيار بإصداره المحقق حديثاً (Benno Van Dalen, 2006) ولم نعثر على النص المتعلق بتقدير محيط الأرض. لذلك فإننا نرجّح أنها رسالة مستقلة عن الزيج وهي مهداة للبيروني وليست من أعمال البيروني.

يقول كوشيار: « لما كانت الأرض في وسط السماء واستدارة سطحها موازيةً لاستدارة السماء صار الواحد منا إذا سار تحت دائرةٍ من دوائر نصف النهار

نحو الشمال والجنوب ارتفع قطب معدل النهار أو انخفض بحسب المسافة التي يقطعها السائر، فوجد حصة الدرجة الواحدة من المسافة على سطح الأرض ستة وستين ميلاً وثلثي ميل على قياسات بطلميوس، الميل ثلاثة آلاف ذراع، الذراع ستة وثلاثون إصبعاً، الإصبع ست شعيرات مضمومة بطون بعضها إلى بعض، فإذا ضُرِبَ حصة الدرجة الواحدة وهو ستة وستون وثلثين في ثلاثمائة وستين بلغ استدارة الأرض تحت دائرة واحدة أربعة وعشرون ألف ميل. وقد بين أرشميدس أن نسبة قطر كل دائرة إلى محيطها كنسبة السبعة إلى اثنين وعشرين بالتقريب وهو واحد من ثلاث وسبع، فإذا ضربنا أربعة وعشرين ألفاً في سبعة وقسمناه على اثنين وعشرين حصل قطر الأرض سبعة آلاف وستمائة وست وثلاثون ميلاً، ونصف قطرها ثلاثة آلاف وثمانمائة عشر ميلاً وينصف قطر الأرض بقياس سائر الأبعاد وبجرمها سائر الأجرام» (الجيلي، 1943م).

مع كل الجهود الكبيرة التي قام بها فريق بعثة المأمون في قياس محيط الأرض، فإنّ أبا الريحان البيروني (توفي 440هـ/ 1048م) لم يكن راضيًا عنها. فقد اطلع على كل الروايات التي تحدثت عن جهود فريق البيروني، وقارن فيما بينها وحاول أن يتحقق منها ووصل إلى نتيجةٍ مفادها أنهم غير متفقين على رأي واحد (الفندي، 1968م). ولعل هذا هو السبب الذي دفع البيروني لوضع طريقته (التي تسمى حالياً طريقة انحطاط الأفق المرئي Horizon Depression Method) (السويسي، 1985م) لقياس نصف قطر الأرض في كتابه (تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن). ويقصد بالانحطاط: الزاوية التي تقع تحت خط الأفق. وقد اختار وقت قياسها عند مغيب الشمس، حيث تكون حدّة أشعة الشمس مكسورة تماماً، إضافةً لتجنب أخطاء الرصد الناجمة عن انكسار أشعة الضوء في الغلاف الجوي للأرض. وقد افترض وجود جبلٍ بمحاذاة البحر، وعندما تغيب الشمس يمكن للمرء قياس الزاوية التي يصنعها رأس الجبل مع خط الأفق (α)، ثم قاس الارتفاع العمودي للجبل (h)، ومنه استخرج نصف

قطـر الأرض كمـا في الشـكل الآتـي:



$$\cos\alpha = \frac{R}{R+h}$$

$$R.\cos\alpha + h.\cos\alpha = R$$

$$R = \frac{h.\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$$

وبعـد إجـراء تطبيـقٍ عملـيٍ حصـل البيرونـي علـى القيمـة: $\frac{2}{7}$ 25000 ميـل، وهـي قيمـةٌ قريبـةٌ مـن القيمـةً الحاليـة (غصيـب، 1993م)، لأنّ البيرونـي اعتبـر أنّ كوكـب الأرض كـرة مثاليـة، في حـين أنّهـا بيضويـة الشـكل وليسـت تامـة الكرويـة. وقد طبّـق البيرونـي هـذه الطريقـة عمليـاً في شـمال دابسـتان مـن مقاطعـة جرجـان، لكنّـه لـم يتمكـن مـن الوصـول إلـى نتيجـةٍ مرضيـةٍ نظـراً لعـدم توفـر مسـاعدين لـه ولوجـود صعوبـاتٍ أخـرى، ومـع ذلـك لـم ييـأس وإنمـا حـاول مـرة أخـرى في الهنـد بقلعـة نانـدانـا (تقـع علـى بُعـد 8 كيلومتـرات مـن ذاريـالا، غربـي باكسـتان اليـوم، حيـث جعـل البيرونـي عرضهـا (32 °) شـمالية، وهـي حسـب مصلحـة قيـاس الأراضـي بباكسـتان (43 ′ 32 ° شـمالاً)) ونجـح هنـاك بشـكلٍ كبيـرٍ (نصـر، 1991م).

شـرح البيرونـي طريقتـه مـرةً أخـرى في اسـتخدام الجبـل المشـرف علـى بحـرٍ أو أرضٍ منبسـطةٍ في (كتـاب الاسـطرلاب) مـن أجـل حسـاب محيـط الأرض ونصـف

قطرها (البيروني، كتاب الاسطرلاب، مخطوطة مكتبة الدولة، برلين، رقم (Petermann-I-672)، ص 43و43-ظ.)، لكننا وجدنا من حديث البيروني أن سند بن علي (توفي في النصف الثاني من القرن 3هـ/ 9م)، قد استخدم هذه الطريقة عندما كان برفقة المأمون في غزوته، لذلك نرجح أن قسطا بن لوقا (الذي توفي نحو 300هـ/ نحو 912م، بعد سند) قد أخذها عن سند بن علي، ومن ثم أخذها البيروني عنهما. بمعنى آخر فإن أصل فكرة (طريقة الجبل) تعود لسند بن علي وليس للبيروني كما هو شائع.

تكمن أهمية طريقة سند بن علي التي شرحها البيروني وطوّرها بأنّها تحدد طول خط الاستواء من خلال انحطاط أشعة الشمس (سزكين، علم الفلك، 2002م).

ومن باب المقارنة بين جهود فريق المأمون وجهود البيروني، فإنها تذكرنا بعبارة أطلقها الكاتب الفرنسي فولتير (توفي 1778م) Voltaire عندما قارن بين عمل فريق البعثة الفرنسية وعمل نيوتن حيث قال: «لقد وجدوا بعد كدٍ طويل، ما وجده نيوتن دون مغادرة منزله» (Smith, 1997). فنحن نعتبر مكانة البيروني العلمية في الشرق بمنزلة نيوتن في الغرب، فهو توصل لطريقته دون أن يغادر منزله، ولكنه غادره ليتحقق منها تجريبياً بنفسه، وفي النهاية اعتمدت طريقة البيروني ولم تُعتمد طريقة فريق المأمون.

وقد اكتشف الباحث رايموند ميرسر أنّ البيروني ما كان لينجح في حساباته لمحيط الأرض لولا أنّه طبّق طريقة التثليث – التي ستُنسب للفرنسي جان بيكارد لاحقاً- عندما أراد تحديد خط طول مدينة غزنة، معتمداً على معرفته لقيمة خط العرض والمسافات التي قدمها له المسافرون.

فقد تمكّن البيروني من القيام بالتحويل المثلثاتي للمسافات التي قدمها

لـه المسـافرون إلـى إحداثيـات حقيقيـة، وقـام بذلـك وفـق سلسـلةٍ مـن الخطـوات الموضحـة وفـق الطريقـة الآتيـة: في الخطوتـين الأولـى والثانيـة بـدأ القيـاس مـن بغـداد إلـى شـيراز، وفي الخطـوات: 3، 4، 5، خصصهـا مـن بغـداد إلـى الـري إلـى الجرجانيـة إلـى غزنـة. طبعـاً كان البيرونـي يتوقـع أن لا يكـون مسـار المسـافرين مستقيماً كما هـو مرسـوم على الخريطة، وإنما قـد يضطـرون لاتبـاع مسـارٍ ملتوٍ، ولذلـك كان يطـرح النسـبة ($\frac{1}{10}$) أو ($\frac{1}{6}$) حسـب معرفتـه بالتضاريس والمدى الذي بلغـه المسـافر، وقـد اسـتطاع تحصيـل الاختلافـات بـين خطـوط الطـول مـن خـلال معرفتـه بخطـوط العـرض لـكل زوج مـن المـدن مـع البعـد المباشـر بينهمـا، وقـد حصـل البيرونـي على الفـرق في خـط الطـول بـين بغـداد وغزنـة بالقيمـة 24 ;19, 14 بينمـا الفـرق الحقيقـي الحالـي هـو 2;24 (Mercier, 1992)، وهـو فـارق بسـيط يـكاد لا يذكـر نظـراً لاختـلاف التقنيـات بـين عصـر البيرونـي وعصرنـا الحالـي.

إنّ الطرائـق المطـوّرة التـي قدمهـا البيرونـي في قيـاس محيـط الأرض وقطرهـا، وغيرهـا مـن الأسـاليب الرياضياتيـة الجديـدة التي اسـتخدمها في مؤلفاتـه الفيزيائيـة والفلكيـة جعلـت المـؤرخ سـيد حسـين نصـر يعتبـره «مؤسـس الجيوديزيـا» (نصـر، 1991م). ونحـن نتفـق معـه إلـى حدّ كبيـر في هـذا الاعتبـار، فقـد شـهدنا لـه الكثيـر مـن المواقـف التـي تجـرّأ وعـارض فيهـا بشـكلٍ علمـي ومنطقـي الكثيـر مـن طروحـات وأفـكار أرسـطو قبـل أن يقـوم بذلـك كوبرنيكـوس وغاليليـو في أوربـا بقـرون، وقـد صـدق محقـق أعمالـه المستشـرق الألمانـي كارل إدوارد سـخاو (تـوفي 1930م) K. E. Sachau، ولـم يبالـغ، عندمـا قـال في حقـه «إنـه أعظـم عقليـة في التاريـخ».

تكلـم أبـو عبيـد البكـري الأندلسـي (تـوفي 487هـ / 1094م) عـن طريقـة فريـق بعثـة المأمـون في حسـاب محيـط الأرض، لكـن دون أيـة إضافـةٍ جديـدة. حيـث قـال: «وذكـر «حسـين المنجـم» صاحـب كتـاب الزيـج عـن خالـد بـن عبـد اللّه المـروزي أنـه رصـد الشـمس للمأمـون ببريـة ديـار ربيعـة برية سـنجار فوجـد «مقـدار» درجـة مـن

الفلك ستة وخمسين ميلاً من الأرض، فضرب العدد في ثلاثمائة وستين، فانتهاء ذلك عشرون ألفاً ومائة وستون ميلاً «فهو دور كرة» الأرض المحيطة بالبر والبحر؛ فقطرها على هذا ستة آلاف وأربعمائة وأربعة وعشرون ميلاً ونصف «ميل ونصف» عشر بتقريب»، «وقد زعم «بطلميوس صاحب» المجسطي أنّ دور كرة الأرض أربعة وعشرون ألفاً وثلاثون ميلاً وأنّ قطرها «وهو» 1». «وقد بين أهل العلم بالهندسة بغير وجه من البراهين أنّ الأرض ثابتة في وسط العالم قائمة في مركزه لا حركة لها في ذاتها وأنها مستديرة الشكل» (البكري، 1992م).

الأمر الغريب هو عودة محمد بن أبي بكر الزهري الغرناطي (توفي بعد 541هـ/ 1154م) إلى قيمة هرمس في تحديد قطر الأرض، أي (9 آلاف ميل)، وليس إلى قيمة فريق بعثة المأمون الذي توصل إليها قبل أكثر من 300 سنة من وفاة الغرناطي.

قال الغرناطي: «اتفق جميع الفلاسفة أنّ تكسير الأرض أربعة وعشرون ألف (24000) فرسخ، وهي من الأميال اثنان وسبعون ألف (72000) ميل. وإنما أخذوا تكسير كرة الأرض من تكسير كرة الفلك، وذلك أنّ كرة الأرض تدور بها كرة الفلك، وفي الفلك ثلاثمائة وستون (360) درجة، ويقطع الدرجة خمسة وسبعون (75) ميلاً، وذلك ما يمشي الماشي في اليوم والليلة، كما تقطع الشمس درجها في اليوم والليلة، ويكون دور الأرض على هذا الحساب سبعة وعشرين ألف (27000) ميل، وذلك ثلاثة أثمان التكسير على أقرب تقريب، وإذا كان تكسيرها أربعة وعشرين ألف فرسخ ودورها سبعة وعشرين ألف ميل وجب أن يكون قطرها تسعة آلاف ميل، وذلك ثلث الدور على أقرب التقريب والله أعلم» (الزهري الغرناطي، (د.ت)).

لم يضف سبط ابن الجوزي (توفي 654هـ / 1256م) أي جديد على قيم حجم الأرض أو قطرها، إلا أنه قام بجمع مختلف الروايات عن القيم المختلفة

التـي تداولهـا الجغرافيـون والفلكيـون المعاصـرون والسـابقون لـه (ابـن الجـوزي، 2013م).

وكذلـك حـال الفلكـي مؤيـد الديـن العُرَضـي (تـوفي 664هـ/ 1266م) لـم يأخـذ بقيمـة قطـر الأرض التـي وضعهـا فريـق بعثـة المأمـون وإنمـا تبنـى أيضـاً قيمـة أرخميـدس (7636.36 ميـلا) (العُرَضـي، 1995م).

لقـد قـدم لنـا ابـن خلـكان (تـوفي 681هـ / 1282م) روايـة عـن تقديـرات محيـط الأرض عنـد أحـد الحُسَّـاب (لـم يذكـر اسـمه)، لكنـه اعتمـد قيمـة هرمـس أيضـاً لقطـر الأرض مـع تقريبهـا إلـى 8 آلاف ميـل، ففـي الحـوار الـذي جـرى بـين ابـن خلـكان وأحـد الحسّـاب في الإسـكندرية الـذي حسـب لـه عـدد حبـات القمـح التـي طلبهـا صصـه الهنـدي مخـترع الشـطرنج، إذْ قـال لـه: «تعلـم أنّـه ليـس في الدنيـا مدنٌ أكثـر مـن هـذا العـدد «16384»، فإنّ دور كـرة الأرض معلـوم بطريـق الهندسـة، وهـو ثمانيـة آلاف فرسـخ، بحيـث لـو وضعنـا طـرف حبـل علـى أي موضـع كان مـن الأرض وأدرنـا الحبـل علـى كـرة الأرض حتـى انتهينـا بالطـرف الآخـر إلـى ذلـك الموضـع مـن الأرض والتقـى الطرفـان فـإذا مسـحنا ذلـك الحبـل كان طولـه أربعـة وعشـرين ألـف ميـل، وهـي ثمانيـة آلاف فرسـخ، وهـو قطعـي لا شـك فيـه» (ابـن خلـكان، 1972م).

كمـا حدّثنـا ابـن خلـكان عـن روايـة الرصـد المأمونـي عندمـا ترجـم لأبـي عبـد اللّه ابـن موسـى بـن شـاكر وإخوتـه. ويـرى نلينـو أنّ روايـة ابـن خلـكان يكتنفهـا الكثيـر مـن الخطـأ والخلـط؛ إذْ أن الخليفـة المأمـون لـم يُسـند أمـر حسـاب محيـط الأرض إلـى بنـي موسـى وإنمـا إلـى الفلكيـين أصحـاب الزيـج الممتحـن (نلينـو، 1993م).

ذكـر سـعد بـن منصـور بـن كمونـة (تـوفي 683هـ/ 1285م) كيفيـة قيـاس محيـط الأرض وقيمتـه نقـلاً عمـن سـبقه. حيـث قـال: «ودور الكـرة التـي هـي مجمـوع الأرض والمـاء، علـى مـا امتحـن بالسـير في أرضٍ مسـتوية، حتـى ظهـر مـن جهـة السـير درجـةً

من الفلك، وخفي من مقابلها مثلها، فكان حصة الدرجة من الأرض ستة وستين ميلاً وثلثي ميل، هو أربعة وعشرون ألف ميل، كل ميل أربعة آلاف ذراع، كل ذراع أربعة وعشرون إصبعاً، كل إصبع ست شعيرات، بطون بعضها إلى ظهور بعض. وذلك إنما هو على وجه التقريب، ومنه يُعلم مقدار قطرها ومساحتها تقريباً» (ابن كمونة، 1982م).

مرّ أحمد بن علي بن عبد القادر المقريزي (توفي 845هـ/ 1441م) على طريقة حساب محيط ونصف قطر الأرض مرور الكرام، كما وردت عند السابقين دون إضافة الجديد. وقد قال: «والطريق في معرفة مساحة الأرض أنا لو سرنا على خط نصف النهار من الجنوب إلى الشمال بقدر ميل دائرة معدل النهار عن سمت رؤوسنا إلى الجنوب درجة من درج الفلك التي هي جزء من ثلاثمائة وستين جزءاً، وارتفع القطب علينا درجة نظير تلك الدرجة فإنا نعلم أنا قد قطعنا من محيط جرم الأرض جزءاً من ثلاثمائة وستين جزءاً، وهو نظير ذلك الجزء من الفلك، فلو قسنا من ابتداء مسيرنا إلى انتهاء مكاننا الذي وصلنا إليه حيث ارتفع القطب علينا درجة، فإنا نجد حقيقة الدرجة الواحدة من الفلك قد قطعت من الأرض ستة وخمسين ميلاً، وثلثي ميل عنها خمسة وعشرون فرسخاً فإذا ضربنا حصة الدرجة الواحدة، وهو ما ذكر من الأميال في ثلاثمائة وستين خرج من الضرب عشرون ألفا، وأربعمائة ميل، وذلك مساحة دور الأرض فإذا قسمنا هذه الأميال التي هي مساحة دور الأرض على ثلاثة وسبع خرج من القسمة ستة آلاف وأربعمائة، وأربعون ميلاً، وهي مساحة قطر الأرض، فلو ضربنا هذا القطر في مبلغ دور الأرض، لبلغت مساحة بسط الأرض بالتكسير مائة ألف ألف واثنين وثلاثين ألف ألف وستمائة ألف «132600000» ميل بالتقريب» (المقريزي، 1997م).

لم يضف سلامش الجديد على ما قاله السابقون عليه في حسابات محيط الأرض وقطرها، حيث قال: "وقال بطلميوس إن استدارة الأرض كلها جبالها وبحارها أربعة وعشرون ألف ميل، وأن قطرها وهو عرضها وعمقها سبعة آلاف وستمائة وستةٌ وثلاثون ميلاً، وذلك أنّه أُخِذَ ارتفاع القطب الشمالي في مدينتين هما على خط واحد من خط الاستواء مثل مدينة تدمر التي في البرية بين العراق والشام، ومثل مدينة الرقة فكان ارتفاعه في تدمر أربعة وثمانين جزءاً، وفي الرقة خمسةً وثمانين جزءاً، فمسحوا ما بين البلدين فوجدوه سبعةً وستون ميلاً؛ فالظاهر من الفلك سبعةً وستون ميلاً من الأرض والفلك ثلاثمائة وستون جزءاً، وسألهم المأمون كيف بلغ دور الأرض أربعة وعشرين ألف ميل، فقالوا مسحنا ما بين البلدين فكان سبعة وستين مجبوراً، وبالتحرير ستة وستين وثلثي ميل، فإذا ضربناها في درج الفلك وهي ثلاثمائة وستون جزءاً بلغت أربعةً وعشرين ألف ميل" (ابن كندغدي، البستان في عجائب الأرض والبلدان، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (2 ،(Arabe 2212و2–ظ).

بعد أن سرد محمد بن علي الرّوميّ الحنفيّ البروسويّ المعروف بابن سباهي زادة (توفي 997هـ/ 1589م) الفروقات بين قياسات بطلميوس وقياسات فريق بعثة المأمون نجده يسلط الضوء على قضية مهمة فعلاً هي الاختلاف في قيمة وحدات القياس (الذّراع والميل والفرسخ)، وأنها السبب الذي يخلق هذا الاختلاف بين القدماء والمحدثين (ابن سباهي، 2006م).

أورد أبو عبد اللّه محمد بن محمد الأندلسي المعروف باسم الوزير السرّاج (توفي 1149هـ/ 1736م) رواية مختلفة عن الروايات السابقة في قصة بعثة المأمون، وهي أنّ خالد بن عبد اللّه المروزي قام لوحده برصد الشمس، وليس نجم القطب الشمالي أو الجنوبي، وحسب من خلاله الدرجة الأرضية، وحصل على قيمة المحيط (26160 ميلًا) أما القطر فهو (6414 ميلًا) تقريباً. ثم تكلم عن قياس فريق بعثة المأمون،

وقد يكون الرصد الذي قام به المروزي منفصلاً عن رصد فريق بعثة المأمون، فهو لم يكن في صحراء سنجار وإنما في برية ربيعة وسيحان، لكننا نشك في هذه الرواية لأنها تتعارض مع الكثير من الروايات السابقة، كما أنه من الصعوبة بمكان أن يقوم شخص لوحده بعملٍ من هذا النوع.

قال الوزير السرّاج: «وذكر صاحب كتاب الزيج عن خالد بن عبد الله المروزي أنه رصد الشمس للمأمون ببرية ديار ربيعة وبرية سيحان فوجد مقدار درجة من الفلك ستة وخمسين ميلاً من الأرض فضرب العدد في ثلاثمائة وستين ميلاً فانتهى ذلك عشرين ألفاً ومائة وستين ميلاً، فهو دورة كرة الأرض المحيطة بالبر والبحر، فقطرها على هذا ستة آلاف وأربعمائة وأربعة عشر ميلاً ونصف عشر بتقريب، والمعمور نصف هذا القدر، والقطر من خط الاستواء إلى الشمال ومنتهى العمران في الشمال جزيرة قول في برطانية «بريطانية»، وفي الجغرافيا أنّ عدد هذه الأرض المعمورة عشرة آلاف ميل وخمسمائة وثلاثون ميلاً، وأنّ عدد البحار المحيطة بالأرض خمسةٌ وجميع العيون الكبار مائتان وثلاثون عيناً، والأنهار الكبار الجارية مائتان وتسعون. وذكر أنّ طول كل إقليم من الأقاليم السبعة تسعمائة فرسخ في مثلها، وقد زعم صاحب المجسطي أنّ دور كرة الأرض أربعة وعشرون ألفاً وثلاثون ميلاً، وأنّ قطرها وعمقها سبعة آلاف وستمائة وتسعة وثلاثون ميلاً، وقال غيره هي سبعة آلاف، وأنهم أدركوا ذلك بأن أخذوا ارتفاع القطب الشمالي في مرتين على خط واحد على أن يكونا جميعاً واقعين على خط نصف النهار فيتفقان في الطول ويختلفان في العرض مثل الاتفاق الذي وقع بين تدمر في بر العراق والرقة فوجدوا ارتفاع القطب الشمالي في الرقة خمسة وثلاثين وفي مدينة تدمر أربعة وثلاثين وثلثاً، ثم مسحوا مسافة ما بينهما فوجدوه تسعة وثمانين فوجب أن يكون مقدار الدرجة من الفلك في الأرض ستة وستين ميلاً وثلثي ميل للتقريب» (الوزير السراج، 1870م).

حتى مع الاقتراب من أواخر القرن التاسع عشر نجد إسماعيل بن عودة المزاري (توفي بعد 1315هـ/ 1897م) يكرر روايات فريق بعثة المأمون وما قاموا به، لكنه أشار إشارةً مهمة هي أن الغرب تعلموا من بعثة المأمون طريقة العمل والقياس هذه، لكن طبعاً مع أداوت متقدمة أكثر، فقد استخدموا سلاسل الحديد بدل الحبال، كما استخدموا البوصلة بدلاً عن الإسطرلاب (المزاري، 1990م).

أخيرًا أكّد مؤلف عربي مجهول في كتابه (الجغرافية)، الذي يعود للقرن 19م، أنّ عادة قياس محيط الأرض وقطرها كانت سابقة على المأمون؛ فقد قام بها عدد من ملوك الأرض. حيث قال: " مثال ذلك بعد أن حرروا مقادير مساحة كرة الأرض وسطحها وبحارها وجزائرها المشهورة ومواقع مدنها إلى غير ذلك مما اعتنى بتحريره أفاضل الملوك كأفريدون وأردشير والاسكندر وبطلميوس والخليفة المأمون رحمه الله تعالى» (مؤلف مجهول، كتاب في الجغرافية، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (و-4ظ (Arabe 2185)

ثم أورد لنا ما قاله البيروني، دون أيّ تعليق أو إضافة على قوله: «وقال أبو الريحان الخوارزمي في مقدار جرم الأرض ومساحتها طول قطر الأرض بالفراسخ ألفان ومائة وثلاثة وستون فرسخاً وثلثا فرسخ، ومساحة سطحها أربعة عشر ألف ألف فرسخ وسبعمائة ألف فرسخ وأربعة وأربعون ألف فرسخ ومائتان واثنان وأربعون فرسخاً وخمس فراسخ، قال: وكل ثلاث فراسخ بريد من البرد وكل فرسخ ثلاثة أميال، وكل ميل أربعة آلاف ذراع، وكل ذراع ثمان قبضات بأربع أصابع من الكف من الكف غير الإبهام، وهو أيضاً ثلاثة أشبار بالشبر التام وخطوة من خطى الرجال المتوسطة تقريباً والأصبع ستة شعيرات متلاصقات ببطونها والشعيرة الواحدة ستة شعرات من شعر الخيل. قال ومقدار هذا الذراع بالقراريط أربعة وعشرون قيراطاً والقيراط بقدر المفصل من الإصبع الوسطي تحقيقاً، قال: وكل درجة فلكية فحصتها من الأرض تسعة عشر فرسخاً، وذلك ستة وخمسون ميلاً وثلثا ميل» (مؤلف مجهول، كتاب في الجغرافية، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2185) 2 و4-ظ).

• تقديـــر كتلـــة الأرض

من خلال تحديد كروية الأرض وقياس محيطها ونصف قطرها أمكن للعلماء بعد ذلك تحديد حجمها وبالتالي كتلتها، وسنتجنب في هذا الفصل استخدام مصطلح (وزن الأرض) لأنّ العرب كانوا يقصدون به في مجال علم استخراج المياه (أو كما كان يسمى عندهم إنباط المياه)، مقدار استواء سطح الأرض وميلانها. لذلك سنعتمد المصطلح الفيزيائي المتعارف عليه وهو (كتلة الأرض Erath Mass).

وسنركز في هذا الفصل على ما قدمه لنا العرب والمسلمون من أفكارٍ وإسهاماتٍ حول تقدير كتلة الأرض لأننا لم نجد لدى أي حضارة سابقة أيةً مساهمةً في ذلك، بحسب المصادر والمراجع التي وصلتنا.

لقد عثرنا على فقرةٍ كاملةٍ كان قد خصصها أبو الفتح عبد الرحمن المنصور الخازني (توفي 550هـ/ 1155م) لحساب افتراضي قائم على سؤال: ماذا لو أنّ كتلة الأرض كانت ذهباً، مستلهماً ذلك من قوله تعالى: ﴿ إِنَّ ٱلَّذِينَ كَفَرُواْ وَمَاتُواْ وَهُمۡ كُفَّارٞ فَلَن يُقۡبَلَ مِنۡ أَحَدِهِم مِّلۡءُ ٱلۡأَرۡضِ ذَهَبٗا وَلَوِ ٱفۡتَدَىٰ بِهِۦٓ ﴾ [سورة آل عمران، الآية: 91].

وقد انطلق في ذلك من تقدير قيمة الذراع عند العرب في القرن (6هـ/ 12م) والتي كانت تقدر في أسواق بغداد بالقيمة (24 قيراطاً) طولاً، إذ عرض القيراط يساوي ست حبات شعير موضوعة جنباً إلى جنب. أما الميل العربي فهو يساوي (4000 ذراع) وكل (3 أميال) تساوي فرسخاً.

بناءً على هذا نجد أن محيط الأرض يساوي عنده (20400 ميلًا) وقطرها يساوي (6493 ميلًا)، وقد قدّر الخازني أنّ كتلة الذهب التي تملأ الأرض يساوي للقيمة (36,124,613,111,228,181,521,713,101,810 مثقالاً) (الخازن، 1974م)،

فـإذا كان المثقـال يقـدّر بالقيمـة (4.57958 غرامـات) (فاخـوري وخـوام، 2002م)، فهـذا يعنـي أنّ كتلـة الأرض الذهبيـة حسـب الخازنـي تسـاوي (1.6543556×10^{26} كيلوغـرام)، وهـي لا يمكـن أن تقـارن بكتلـة الأرض الصخريـة نظـراً لاختلاف الكثافة بـين الذهـب (بصفتـه معـدن)، وبـين الأرض (المكونـة مـن صخـور)، حيـث إنّ كثافـة الذهـب تعـادل 19.32 غرامًا/سـم^3 عنـد درجـة حـرارة 20 °م. في حـين أن متوسـط كثافـة الكـرة الأرضيـة هـي (5.51 غرامًا/سـم^3)، أي أقـل بنحـو أربـع مـرات. وإذا علمنـا أن أفضـل تقديـر لكتلـة الأرض (عـام 2016م) هـو $M_{\oplus} = 5.9722 \times 10^{24}$ كيلوغـرام [يُقـرأ هـذا الرقـم بوحـدة الطـن كمـا يأتـي: سـتة آلاف مليـون مليـون مليـون طـن]، مـع خطـأ نسـبي قـدره 6×10^{20} كيلوغـرام (Moore, 2000). نفهـم لمـاذا يكـون الفـارق كبيـراً بـين القيمـة التـي وصـل إليهـا الخازنـي والقيمـة الحديثـة.

نشـير أخيـراً إلـى أنّ عنـوان الرسـالة التـي عثرنـا عليها (رسـالة جعفـر الخازن في كرويـة الأرض) والموجـودة ضمـن مجمـوع في المكتبـة الوطنيـة بباريـس، رقـم (Arabe 4821)، (ص 47ظ-67ظ) هـي لأبـي جعفـر الخـازن محمـد بـن الحسـن البغـدادي (تـوفي 515هـ/ 1121م) وليسـت لعبـد الرحمـن الخازنـي، كمـا أنّ الرسـالة ليـس لهـا علاقـة بإثبـات أبـي جعفـر الخـازن لكرويـة الأرض، وإنمـا هـو فصـل يشـرح فيـه الخـازن مـا قالـه بطلميـوس عـن الكـرة والمخـروط مـن الناحيـة الهندسـية البحتـة.

• جيـولوجيـــة الجبـــال

الجبل اسم أطلقه العرب على العراق العجمي وهو ميديا القديمة. وتضم الجبال الكوفة والبصرة (الإصطخري، ص 159؛ ابن حوقل، ص 255)، وبعبارة أخرى الولاية التي تُحد من ناحية الشرق بصحراء خراسان وفارس، ومن الغرب بآذربيجان، ومن الشمال بسلسلة جبال ألبرز، ومن الجنوب بالعراق العربي وخوزستان. وسميت بهذا الاسم لأنها جبال كلها فيما عدا السهل الممتد من همذان إلى الري (بالقرب من طهران)، والسهل الممتد نحو قم، وليس فيها نهر صالح للملاحة.

إن عبارة Vetulus de Monte, Senior, Senex التي أطلقها مؤرخو القرون الوسطى على شيخ الحشاشين، ترجمة حرفية مضللة لكلمة (شيخ الجبال)، التي تدل في الواقع على (شيخ الإسماعيلية) في بلاد الجبال؛ وكانت قصبته قلعة (ألَموت) بالقرب من قزوين.

كانت مناجم الإثمد منتشرة في أصفهان حسب الإصطخري وابن حوقل، وقد كان عامل المنجم يأخذ معه كل ما يلزمه من عدة للحفر والتنقيب [Sezgin, 2010]

كما أن (الجبال) هو اسم أطلقه المؤلفون العرب من قبل، على ذلك الجزء من جزيرة العرب الوسطى Arabia Pertae، الذي يقع جنوبي وادي الحسا مباشرة، وتصب سيوله في أقصى جنوب البحر الميت، الذي يسيطر بقممه السامقة (ترتفع إلى 1400 متر أو 1600 متر) على غور وادي العربة، الامتداد الجنوبي لشرق الأردن. وتمتد هذه السلسلة الجبلية المهمة بعد ذلك ماثلة في جبال الشراة التي كثيرًا ما تلتبس بها، ومن ثم فهي تقابل الحد المصدوع لصحراء الفيافي في إقليم ترتفع فيه هضبة شرقي الأردن ارتفاعًا محسوسًا. على أن تضاريسها الملتوية التي تجعلها تكاد تبدو كالسور تلونه أحجار الجرانيت والأحجار السماقية في شرقي فلسطين، تبدأ مع ذلك بحزوز عميقة تمضي إلى حوض البحر الميت الذي يتلقى معظم مياهه من جداولها، وظل أمدًا طويلًا يمون تجارة طرقها بالقار.

ونحن نعلم أن بعض مواقع الجبال (مثل بصرى وهي مبصر القديمة)، التي تطابق القرية الحالية (بصيرة) إلى الجنوب من الطفيلة، تعد من أماكن مملكة القوافل بأواسط جزيرة العرب. وصارت هذه الأرض لاحقا، جزءًا من ولاية جزيرة العرب، وهي الثغور التي أحلها ترايان سنة 106م محل المملكة النبطية، التي كانت آنئذ، بلا شك، قد فقدت بالتدريج احتكارها للثروة الحادثة أصلا من التجارة وآلت هذه الثروة لتدمر.

وحدثت سنة 295م تغيرات إدارية جعلت الجبال تابعة لفلسطين التي كانت ولاية ضخمة، قسمت أول الأمر إلى إدارتين، ثم إلى ثلاث إدارات في النصف الثاني من القرن الرابع. ومن ثم فإن إدارة فلسطين الثالثة هذه كانت تتبعها، بحسب القوائم البيزنطية، مدن متروكوميا (الطفيلة)، ومموسيورا (البصيرة)،

وأرندلا (العرندل)، والمركز الحربي رباثا (رحبوت من قبل، بالقرب من وادي الرحاب). وكل هذه المدن إنما نستطيع اليوم أن نحققها بصعوبة، ولو أن أهميتها كانت، فيما يظهر، قائمة في مطلع السيطرة الإسلامية.

والحقيقة أنّ اسمي: العرندل و(أرندلا) التي ذكرها اليعقوبى، ورواث و(رباثا) التي ذكرها ابن حوقل، يوجدان، عامة، عند جغرافي العرب الذين يذكرون قصبة كورة الجبال، يقول هؤلاء الكتاب: «إنها كورة في جند دمشق أو في جند فلسطين»، ويميزون بينها وبين ناحية موآب (والقصبة زغار)، ومن الشراة (والقصبة أذرح). وهذه التفرقة، التي يلاحظها أيضا ابن خرداذبه في إحصائه لكور الشام، لم يمض عليها وقت طويل حتى انطمست، ولا شك أن سبب ذلك فقر أهل هذا الإقليم، ونزوحهم التدريجي عنه. إن هذا الإقليم الذي فتحه يزيد ابن أبي سفيان بغير مقاومة، كان خليقا بأن يستمر في معيشته معتمدًا على ازدهاره السابق. بل إن المقدسي لم يعرف إلا كورة الشراة، ويقول إن زغار هي قصبتها، وحواضرها هي معان وأذرح، وكذلك عيّن ياقوت قرية عرندل في هذه الكورة، ذلك أن كلمة الجبال كان قد بطُل استعمالها. ونجد القلقشندي والعمري في عصر المماليك، لا يذكران في نيابة الكرك إلا ولايات؛ الشوبك وزغار ومعان، ويقولان إنها تمتد شاملة للجزء الجنوبي كله من ولاية الشام [موجز دائرة المعارف الإسلامية، مجلد 24، 1998م].

• علم الأحـــــافـــــير

في معرض تناولهم لعمر الأرض، وخلال استدلالهم من تحول البحر إلى مناطق يابسة، تناول بعض العلماء العرب علم الأحافير. فالبيروني يستشهد في كتابه «تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن»، على أن جزيرة العرب كانت مغمورة بالمياه، فانحسرت عنها بتعاقب الحقب الجيولوجية، وأن من يحفر حياضًا أو آبارًا يجد بها أحجارًا إذا شقت خرج منها الصدف والودع. «فهذه بادية العرب كانت بحرًا فانكبس، حتى أنّ آثار ذلك ظاهرة عند حفر الآبار والحياض بها؛ فإنها تبدي أطباقًا من تراب ورمال ورضراض، ثم فيها من الخزف والزجاج والعظام ما يمتنع أن يُحمل على دفن قاصد إياها هناك، بل تخرج أحجارًا إذا كسرت كانت مشتملة على أصداف وودع وما يسمى آذان السمك؛ إما باقية فيها على حالها، وإما بالية قد تلاشت، وبقي مكانها خلاء فتشكَّل بشكلها». وهنا يشير البيروني إلى المتحجرات (الأحافير)، وهي بقايا عضوية كاملة أو طوابعها التي تكون داخل الحجارة، ويستدل بذلك على أن بعض المناطق كانت تغطيها المياه ثم أصبحت ضمن اليابسة.

ومثل البيروني نجد أن المازيني في العقد السادس من القرن السادس الهجري، الثاني عشر الميلادي، يشير إلى العاج المتحجر الذي رآه بنفسه في حوض نهر الفولجا في روسيا. وكان لابن سينا رأي شبيه برأي البيروني من حيث إن وجود المتحجرات (الأحافير) الحيوانية المائية في مناطق يابسة، دليل على أن تلك المنطقة كانت مغمورة بالمياه في حقبة زمنية قديمة.

من ذلك ما جاء في «الشفاء»: «... فيشبه أن تكون هذه المعمورة قد كانت في سالف الأيام غير معمورة، بل مغمورة في البحار، فتحجرت عامًا بعد الانكشاف قليلاً قليلاً. ففي مدد لا تفي التأريخات بحفظ أطرافها، إما تحت المياه لشدة الحرارة المحتقنة تحت البحر، والأولى أن يكون بعد الانكشاف، وأن تكون طينتها

تعينها على التحجر؛ إذ تكون طينتها لزجة. ولهذا ما يوجد في كثير من الأحجار، إذا كسرت أجزاء من الحيوانات المائية كالأصداف وغيرها». ويستطرد قائلاً: «إن كان ما يحكى من تحجر حيوانات ونبات صحيحًا؛ فالسبب فيه شدة قوة معدنية محجرة تحدث في بعض البقاع البحرية، أو تنفصل دفعة من الأرض في الزلازل والخسوف فتحجر ما تلقاه».

• تقديـــر عمـــــر الأرض

يظهر لعلماء الجيولوجيا اليوم نوعان من عمر الأرض (الموسوعة العربية،2021م):

- عمـرٌ مطلـقٌ: وهـو الزمـن الـذي مضـى منـذ نشـوء كوكـب الأرض حتـى اليـوم، ويحـدده العلمـاء باسـتخدام الطرائـق الإشـعاعية.
- عمـرٌ نسـبيٌ: وهـو مجمـوع الأحقـاب الجيولوجيـة التـي مرت على الكـرة الأرضية (أو مـا يسـمى بالتاريـخ الجيولوجـي لـلأرض) والتـي أدت إلـى تكـون القشـرة الأرضيـة بالشـكل الـذي يُـرى اليـوم بعـد تكـون كوكـب الأرض، ويحـدد باسـتخدام الطرائـق التـي تعتمـد علـى التغيـرات المتتاليـة في ظـروف التعريـة والترسـيب التـي مـرت بهـا الأرض في تاريخهـا الجيولوجـي مثـل الطريقـة المغناطيسـية القديمـة والطريقـة الجيولوجيـة الحيويـة والطريقـة الجيولوجيـة الترسـيبية.

وقـد كان تقديـر عمـر كوكـب الأرض عُرضـةً لعـددٍ مـن التخمينـات، وقـد اختلفـت الأرقـام التـي جـرى طرحهـا عبـر العصـور.

وقـد أفـرد العلمـاء اليـوم لهـذا الموضـوع علمـاً خاصـاً أطلـق عليـه (علـم دراسـة عمـر الأرض Geochronology). في جميـع الأحـوال تتفـق غالبيـة المراجـع علـى أنّ عمـر الأرض اليـوم هـو 4.5 بليـون سـنة. وحتـى وصلـوا إلـى هـذا الرقـم مـر الأمـر برحلـةٍ طويلـة سـنتعرف عليهـا.

في القـرن السـادس قبـل الميـلاد، اعتقـد زرادشـت، وهـو مـدرس دينـي عـاش في بـلاد فـارس (إيـران)، أن العالـم كان موجـوداً منـذ أكثـر مـن 12000 عـام. (Knell, & Lewis, 2001)

اعتقد أرسطو (توفي 322 ق.م) Aristotle أنّ الأرض كانت موجودة منذ الأزل، ويعتقد الشاعر الروماني لوكريتيوس (توفي 55 ق.م) Lucretius –الوريث الفكري لعلماء الذرة اليونانيين– أن تشكيلها يجب أن يكون حديثاً نسبياً، نظراً لعدم وجود سجلات تعود إلى ما بعد حرب طروادة (Braterman, 2013).

ويروي الكاتب الروماني شيشرون (توفي 43 ق.م) Cicero أن كهنوت الكلدان الموقر في بابل القديمة كان يؤمن بأن الأرض خرجت من الفوضى قبل مليوني عام، في حين اعتبر البراهميون القدامى في الهند الزمن والأرض أبديين.

وبعد انتشار المسيحية، كان «المؤلفون الموثوقون» الوحيدون هم أولئك الذين يروون قصصاً عن الخلق. ثم أصبح الكتاب المقدس، أو بالأحرى النصوص التي كُتب منها، النصوص التاريخية الأولية، والمصادر الرئيسة لتفسير الزمن. يشير المؤرخون عموماً إلى البطريرك السرياني ثيوفيلوس الأنطاكي (توفي 185م) Theophilus of Antioch، وربما كان أول من استخدم السجل الكتابي كمصدر لبناء التسلسل الزمني. ومع ذلك، امتد فن التسلسل الزمني إلى ما قبل العصر المسيحي بفترة طويلة، وغالباً ما اشتق مصطلح «العصور الرائعة» لمئات الآلاف من السنين لحضارات معينة. (Knell, & Lewis, 2001)

نجد في العديد من النصوص العربية الإسلامية الدينية المبكّرة إشاراتٍ إلى تقدير الحياة على الأرض، فقد ورد في كتاب (أخبار الزمان) لمؤلفه علي بن الحسين بن علي المسعودي (توفي 346هـ / 957م) أورد ما قاله أهل الأثر من أنّ «عمر الزمان إلى آدم عليه السلام سبعة آلاف منه، ورواية محمد بن جرير الطبري على ما قدمناه ذكره أنه من آدم إلى انقضاء الخلق سبعة آلاف» (المسعودي، أخبار الزمان).

وقد أشار أبو الريحان البيروني (توفي 440هـ/ 1048م) إلى إمكانية تحديد عمر الأرض من خلال التغيرات الجيولوجية التي تلحق بالصخور على مرّ العصور، وقد شعر بأن المعلومات التي بين يديه ليست كافية لتحديد هذا العمر بدقة، حيث قال: « ولا نعلم من أحوالها إلا ما يُشاهد من الآثار التي تحتاج إلى حصولها إلى مددٍ طويلة وإن تناهت في الطرفين، كالجبال الشامخة المتركبة من الرَّضْراضُ (الحصى الصِّغار) الملس، المختلفة الألوان، المؤتلفة بالطين والرمل المتحجرين عليها. فإنّ من تأمّل الأمر من وجهه وأتاه بابه علم أن الرضراض والحصى هي حجارة تتكسر من الجبال بالانصداع والانصدام، ثم يكثر عليها جري الماء وهبوب الرياح، ويدوم احتكاكها فتبلى ويأخذ البلى فيها من جهة زواياها وحروفها حتى يذهب بها فيدملكها (يمَلَّسها ويدوِّرها)، وأنّ الفتات التي تتميز عنها هي الرمال ثم التراب، وأنّ ذلك الرضراض لما اجتمع في مسائل الأودية حتى انكبست بها، وتخللها الرمال والتراب فانعجنت بها واندفنت فيها وعلتها السيول، فصارت في القرار والعمق بعد أن كانت من وجه الأرض فوق، تحجرت بالبرد، لأن تحجر أكثر الجبال في الأعماق بالبرد، ولذلك تذوب الأحجار بتسليط النار ... وإنْ وجدنا جبلاً متجبلاً من هذه الحجارات المُلس –وما أكثره فيما بينها– علمنا أنّ تكوّنه على ما وصفناه، وأنه تردد سافلاً مرة وعالياً أخرى. وكل تلك الأحوال بالضرورة ذوات أزمان مديدة غير مضبوطة الكمية، وتحت تغاييرٍ غير معلومة الكيفية» (الفندي، وأحمد، 1968م).

في الواقع يشير نص البيروني السابق إلى قانون (الوتيرة الواحدة أو وحدة التناسق Doctrine of Uniformitarianism) قبل أن يشير إليه جيمس هوتون (توفي 1797م) J. Hutton، لأنه يرى أنّ ظروف تشكل الصخور متشابهة، وبالتالي يمكننا استنتاج عمر التكوينات القديمة من خلال مراقبة الزمن اللازم لتشكل طبقات حديثة (ضاي، 1994م).

وفي رسالةٍ متأخرةٍ خصصها الشيخ جلال الدين والتي تحمل عنوان (رسالة في بيان عمر الدنيا) والمكتوبة باللغة التركية، نجده يحاول أن يورد كل الأحاديث الموثوقة المتعلقة بتحديد عمر الأرض منذ أن خلقت إلى أن تفنى 7000 سنة (جلال الدين، مخطوطة محفوظة في قونيا، المكتبة الإقليمية برقم (6172)، ص 275-279). ويبدو أن الشيخ جلال الدين اعتمد ما سبق وذكره المسعودي.

أبرز إسهامات العلماء العرب والمسلمين في علوم الأرض

ما بين القرن التاسع إلى القرن السابع عشر للميلاد، تطرق العديد من المؤلفين العرب والمسلمين إلى الموضوعات المعدنية مثل؛ الأحجار الكريمة وعلم المعادن وعلم الصخور. وقد جرى ترجمة القليل من هذه الأعمال إلى اللغات الأجنبية أو طبعها بالعربية، وهي موجودة حتى الوقت الحالي فقط في نسخ المخطوطات.

في الواقع لم يكن علم الأرض علمًا قائمًا بحد ذاته عند العلماء العرب، لذا نجد كثيرًا من المعلومات الجيولوجية مبثوثة في كتب العلوم الطبيعية الأخرى كالفلك، والجغرافيا، والفيزياء والكيمياء. ومن بين ما تناوله العلماء المسلمون والعرب في هذه المصنفات آراء في؛ علم الأرض، وعلم الأرصاد الجوية، والأحافير، وكروية الأرض، والبراكين، وعلم المساحة، ومعلومات جيولوجية أخرى متفرقة.

سنلقي فيما يأتي نظرة جوهرية على أبرز إسهامات العلماء العرب والمسلمين في علوم الأرض:

- **إسهامات جابر بن حيان**

هو أبو موسى جابر بن حيان الأزدي (توفي 803م)، قد يكون أشهر الكيميائيين في العصور الوسطى. مارس الطب والكيمياء في الكوفة بالعراق، نحو 776م، وأثبت شهرته كواحد من علماء الإسلام البارزين.

من المفترض أنه ألّف باللغة العربية مكتبة واسعة جدًا من الكتب الكيميائية وغيرها من الكتب العلمية، ولكن يمكن أن تكون بعض الأعمال منسوبة إليه. تقدم هذه الأعمال الكيميائية أوصافًا منطقية ملحوظة لأساليب البحث الكيميائي، كما أنها تُظهر معرفة بالتفاعلات الكيميائية المعتادة مثل؛ التكليس Calcination، والتبلور Crystallization، والاختزال Reduction، والإحلال Solution، والتسامي Sublimation والتي غالبًا ما توصف في تلك الأعمال.

يوجد بيان لنظرية (الكبريت / الزئبق) للمعادن، وأوصاف لتحضير عدد كبير من المواد الكيميائية، بما في ذلك كربونات الرصاص الأساسية، واختزال معدنيّ الزرنيخ والأنتيمون من الكبريتيدات الأصلية.

الأساليب العملية، وتشمل؛ عمليات إنشاء الفولاذ وصقل المعادن، أو إنشاء الأصباغ والورنيش، بما فيها تحديد عوامل تلوين الزجاج. لكن بالنسبة للكيميائيين والخيميائيين (الساعين وراء تحويل المعادن الرخيصة إلى ذهب قيم) في العصور الوسطى، ربما كانت الأوصاف والرسوم التوضيحية للأفران في كتب جابر ذات قيمة أكبر.

يعود الفضل إلى جابر في العديد من الاكتشافات بما في ذلك تصنيع حامض النيتريك Nitric acid، وكلوريد الأمونيوم Ammonium chloride، وحمض الهيدروكلوريك Hydrochloric acid، ونترات الفضة Silver nitrate، ... إلخ

- **أرسطو المزيف**

حظيت سلطة اسم أرسطو خلال العصور الوسطى بتقدير كبير لدرجة أن العديد من العناوين ظهرت وكأنها كتب أصلية للمعلم، لكنها في الواقع كانت جهودًا لاحقة. ظهر اثنان من هذه الأعمال الزائفة التي تطرقت إلى المعادن في القرن التاسع، وقد ثبت أن كلا العملين كُتبا في الأصل باللغة السريانية، ثم تُرجما لاحقًا إلى اللاتينية ولغات أخرى. سيكون لكل منهما، بطريقتهما الخاصة، تأثير كبير على دراسات المعادن في العصور الوسطى.

مع أصولها الراسخة في نصوص التاريخ الطبيعي التقليدية للقرن السادس، مثل علم وظائف الأعضاء Physiologus، من المحتمل جدًا أن يكون «كتاب الأحجار» لأرسطو المكتوب في زمن لا يتجاوز القرن التاسع، هو عبارة عن تجميع مصبوب في إطار يوناني من مصادر سريانية وفارسية (العديد من الأسماء الحجرية فارسية)، بدلاً من العمل الفعلي لأرسطو. نظرًا لكونه من أقدم المراجع في علم المعادن العربي، فقد كان مرجعًا مهيمنًا في موضوعه خلال العصور الوسطى.

ترجمت هذه النصوص من قبل العلماء في أوقات مختلفة إلى العبرية والعربية واللاتينية، وكانت تخدم الكتاب اللاحقين بشكل مباشر أو غير مباشر، ولا سيما الموسوعات؛ بارثولومايوس أنجليكوس، وإيزيدور، وفينسنت دي بوفيس.

قام المستشرق وعالم المعادن الألماني يوليوس روسكا، باستخدام الترجمة العربية التي يُفترض أن يكون قد أعدها سيرابيون الأكبر في القرن التاسع، بإعداد ترجمة ألمانية شديدة التعليقات ظهرت في عام 1912. في السابق، كان فالنتين روز قد نشر نصًا لاتينيًا محفوظًا في ليتيش، كان نسخة تعود للقرن الرابع عشر، لمخطوطة تم تحريرها بإضافات، بواسطة كاتب إسباني عربي، لما قبل القرن الثاني عشر.

يقدم الكتاب، الذي يضم 72 حجرًا ومعادن وجواهر، ملخصًا لخصائصها الفيزيائية الأكثر وضوحًا، وقيمتها الطبية، وخصائصها الخارقة المفترضة. وهو ذو قيمة خاصة، لأنه يعطي نظرة على علم المعادن عند العرب في ذلك الوقت، والتي سيكون لها لاحقًا تأثير مهم على تطوير علم المعادن في أوروبا.

كان العمل الثاني المنسوب إلى أرسطو والذي ظهر لأول مرة في القرن التاسع، هو كتاب «سر الأسرار»، الذي اشتهرت ترجمته اللاتينية التي أعدها روجر بيكون عام 1257م تحت عنوان Secretum Secretorum في أوروبا الوسطى. إنه تجميع من المصادر الفارسية والسريانية واليونانية في أواخر العصور القديمة، ويتعامل بشكل أساسي مع الخصائص الغامضة للمواد المختلفة، وخاصة المعادن. العمل موصوف بالكامل تحت عنوان «كتب الأسرار».

كان «كتاب الأحجار»، عام 1473م مختلفًا تمامًا، حيث كان أول كتاب عن الجواهر جرى طباعته بعد اختراع الطباعة الميكانيكية. يُنسب أحيانًا إلى أن أرسطو يُدعى (Lapidarius et Liber de Physionomia de Aristotle)، لكنه تم تأليفه بعد فترة طويلة من حياته، لأن النص يشير إلى مصادر متأخرة مثل؛ الرازي وألبرتوس ماغنوس.

إنه عمل مكرس بالكامل للأحجار الكريمة، كُتب على شرف فنزل الثاني، ملك البوهيميين (1266–1305م). علاوة على ذلك، فقد جرى الاحتفاظ بالمخطوطة في سويسرا باعتبارها علمًا طبيعيًا مجهولًا من القرن الخامس عشر، في المكتبة العامة في برن (MS. 513)، وهي تختلف تمامًا في طابعها عن النصوص التي نشرها يوليوس روسكا وفالنتين روز.

- **إسهامات عطارد بن محمد الحاسب**

كتاب «منافع الأحجار»، أحد أقدم الجواهر المعروفة، والتي لا تزال موجودة، لصاحبه عطارد بن محمد الحاسب، وقد جرت كتابته في القرن التاسع، ويتعامل مع الأحجار الكريمة وتطبيقاتها.

- **إسهامات ابن ماسويه**

الطبيب أبو زكريا يحيى بن ماسويه (توفي 8/857م)، قام بتأليف مخطوطة باللغة العربية عن المعادن والأحجار الكريمة، تحت عنوان «كتاب الجواهر وصفاتها». كان الكتاب واحداً من أقدم الأعمال العربية المهمة حول هذه الموضوعات التي اعتمد عليها الكندي والبيروني في تجميع كتبهما الخاصة، حيث قدّم ابن ماسويه فيه أوصافًا لأربعة وعشرين نوعًا من المعادن والأحجار الكريمة، بما في ذلك بعض خصائصها الفيزيائية مثل؛ اللون والصلابة واللمعان، إلى جانب مواقعها وقيمتها السوقية. تشتمل الأوصاف لكل من؛ الألماس واللؤلؤ والكوارتز والعنبر والجمشت والياقوت والعقيق والكبريت والفيروز.

- **إسهامات الكندي**

يعقوب بن إسحق الكندي (توفي 870 م)، كان يُلقب بـ (فيلسوف العرب)، باعتباره أول فلاسفة العرب. كان متعدد جوانب الثقافة، مع معرفة كبيرة بأرسطو والمؤلفات

قنينة ماء ورد عثمانية مرصعة بالفيروز، محفوظة في قصر طوب قابي سراي (كولن، 2014م)

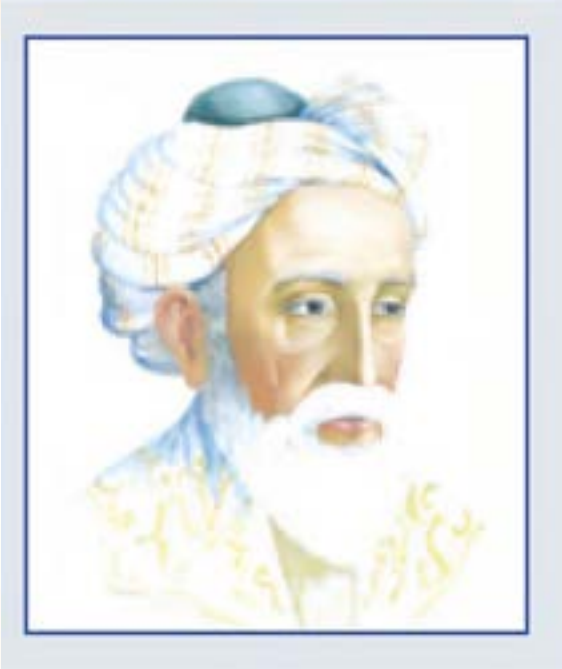
اليونانيـة الأخـرى، ويجـري عـرض فكـره الهائـل بسـهولة، مـن خـلال الموضوعـات المتنوعـة التـي كتـب عنهـا بشـكل رسـمي، بمـا في ذلـك؛ الرياضيـات، وعلـم التنجيـم والفيزيـاء، والموسـيقى، والطـب، والصيدلـة، والجغرافيـا. ومـع ذلـك، فـإن عـددًا قليـلاً مـن الكتـب التـي ألفهـا مازالـت موجـودة، مـن بـين 270 عمـلاً، كمـا جـرى إعـداد الكثيـر مـن الترجمـات العربيـة مـن أصـول يونانيـة تحـت إشـرافه.

في مجال علم المعادن، ساهم الكندي بعدة أعمال. ضاعت حالياً كتبه الأربعة التي وصفت استخدام المعادن الهندوسية، وعملاه الباقيان معروفان اليوم فقط من أجزاء المخطوطات والاقتباسات القصيرة في الكتب المعدنية الأخرى.

1. كتاب أنواع الجواهر الثمينة.
2. كتاب في أنواع الحجارة.
3. كتاب في أنواع السيوف والحديد.
4. كتاب فيما يطرح على الحديد والسيوف حتى لا تتثلم ولا تكل.

لقد كان للكندي آراء ثاقبة في علم المعادن، قال عنها البيروني: «ولم يقع لي في فن المستعدنات غير كتاب أبي يوسف يعقوب بن إسحاق الكندي في الجواهر والأشباه». استفاد من أعمال الكندي في حقل الجيولوجيا إلى جانب البيروني، علماء آخرون منهم؛ ابن الأكفاني، والتيفاشي، وابن سينا، والقزويني، وغيرهم.

كما كان الكندي أول من بحث في موضوعات متفرقة من علم الجيولوجيا، فله رسائل في؛ علة الرعد والبرق والثلج والبرد والصواعق والمطر، ورسالة في سبب وجود اللون اللازوردي في الجو، وله إسهامات في علم الأرصاد الجوية، لا يختلف كثير منها عما توصل إليه المحدثون. ومن رسائله ذات الصلة بهذا العلم، رسالة في البحار والمد والجزر. وعلى الرغم من ورود بعض الأخطاء فيها، فإنها كانت أولى محاولات الاعتماد على الملاحظة الشخصية، والتجربة العلمية المنظمة.



للكندي رسالة حول (كروية) سطح الماء (البحر)؛ فسطح البحر عنده محدّب كسطح الأرض اليابسة، وهذا قول يتفق وحقائق العلم الحديث

- **إســهامات الجاحـظ**

كان أبو عثمان عمرو بن بحر الكناني (776-868م)، مؤلفًا لما يزيد عن 200 عمل في السياسة والدين والعلم، لم يتبق منها سوى ثلاثين. له كتاب مفقود عنوانه «كتاب المعادن والقول في جواهر الأرض»، كتبه في عام 847م. وقد أمكن الاحتفاظ بوصف موجز منه.

يميز هذا الكتاب النوع المنفصل للخامات والمعادن من خلال تفاعلها في النار، وهو يوفر معلومات حول فصل خصائص الجواهر الزائفة، عن الخصائص الفيزيائية الأساسية مثل اللون لوصف المعادن.

- **إسهامات المسعودي**

كان أبو الحسن علي بن الحسين بن علي المسعودي (توفي 346هـ/ 957م)، (ينسب إلى عبد الله بن مسعود الصحابي)، ملمّاً بكثير من العلوم والثقافات، لكنه عُرف جغرافياً أكثر ما عُرف. أطلق عليه علماء العرب اسم بلينوس الشرق. يُعد كتابه «مروج الذهب ومعادن الجوهر» من أفضل المصنفات العربية الجغرافية التي تناول فيها الكثير من فروع علم الجيولوجيا في ثنايا المعلومات الجغرافية. فقد تناول فيه؛ استدارة الأرض وإحاطتها بغلاف جوي، وطبيعة العواصف التي تهب على الخليج العربي والمناطق المحيطة به. كما وصف الأرض والبحار ومبادئ الأنهار والجبال ومساحة الأرض، ووصف الزلازل التي حدثت سنة (334هـ/ 945م)، وتحدث عن كروية البحار، وأورد الشواهد على ذلك. ودرس ظاهرة المد والجزر وعلاقة القمر بذلك. وتحدث عن دورة الماء في الطبيعة، وتراكم الأملاح في البحر، ووصف البراكين الكبريتية في قمم بعض الجبال. كما أورد العلامات التي يستدل بها على وجود الماء في باطن الأرض.

- **إسهامات أبو الفضل الدمشقي**

في عام 1175 م، ألف أبو الفضل جعفر بن جعفر الدمشقي (عاش في النصف الثاني من القرن السادس الهجري/ الثاني عشر الميلادي)، كتاب «الإشارة إلى محاسن التجارة ومعرفة جيد الأعراض ورديئها وغشوش المدلسين فيها». يصف فيه أبو الفضل الدمشقي أهم الأحجار الكريمة التجارية، مستشهداً بخصائصها ومعاييرها، للمصادقة على الأحجار الحقيقية من الأحجار المقلدة، بالإضافة إلى دليل الأسعار.

- **إسهامات الدينوري**

في نحو منتصف القرن العاشر، كتب نصر بن يعقوب الدينوري «كتاب الجواهر» باللغة الفارسية وقد استشهد به البيروني كثيرًا.

- **إسهامات أبو بكر الرازي**

كان أبو بكر محمد بن زكريا الرازي أكبر ممارس للإجراءات الطبية في الإسلام، وربما في العصور الوسطى كلها.

تحوي موسوعته الطبية الهائلة والمهمة «كتاب الحاوي»، إلى جانب ملاحظاته الإدراكية، على العديد من المقتطفات من المؤلفين اليونانيين والهندوس. كان أبو بكر الرازي رجلاً عملياً، جرب الثقل النوعي باستخدام التوازن الهيدروستاتيكي، وتصور بعض أعماله الكيميائية الأفران والأجهزة الأخرى التي اعتمد عليها في تجاربه.

ألف أبو بكر الرازي عملين من شأنهما التأثير على علم المعادن، الأول هو أطروحته الكيميائية الشهيرة «كتاب الأسرار»، الذي كان عمله الرئيس في هذا الموضوع. ومع أن الرازي قد تطرق إلى أعمال جابر في العديد من النقاط مثل؛ تقسيم المعادن إلى سبعة أنواع، وعلى الرغم من هذا العمل كان يعتبر نصًا كيميائيًا في ذلك الحين، إلا أن أطروحته كانت تهتم بالكيمياء أكثر من الخيمياء. ومع ذلك، فإن الرازي هو أول من صنف المواد إلى مكونات؛ حيوانية ونباتية ومعدنية، وهي بنية تم نسخها تقريبًا من قبل جميع الكتاب اللاحقين. يقدم الرازي بعد ذلك أوصافًا دقيقة جدًا للعديد من العمليات الكيميائية مثل؛ التكليس، والتحويل، والتقطير، وما إلى ذلك، والتي كتب عنها جابر وآخرون، ولكن وصفها الرازي جيدًا بشكل خاص. وهذه التقنيات المبتكرة ساعدت

الباحثين لاحقًا على إتقان تقنياتهم في تحليل المعادن. أما العنوان الثاني الذي كتبه الرازي فهو يتعلق بالمعادن بشكل مباشر. عُرِف العمل تحت عنوانين: «كتاب المدخل البرهاني» أو «كتاب علل المعادن». يتعلق النص بتكوين الأرواح والأجسام والأحجار والمعادن [Schuh, 1919].

نجح أبو بكر الرازي في الجمع بين معرفته الكيميائية الواسعة والطب، وكتب ما يقرب من 200 رسالة في الطب والعلوم والفلسفة

- **إسهامات إخوان الصفا**

كانت الأهمية الاقتصادية للمعادن موضوعًا متكررًا في دراسات المعادن عند المسلمين، وكان محورًا لكتابات إخوان الصفا، الذين ألفوا أعمالًا مهمة في؛ الرياضيات والأخلاق والفلسفة والكيمياء وعلم المعادن، بعنوان «رسائل إخوان الصفا».

تأسست مجموعة إخوان الصفا نحو عام 950م، في البصرة بالعراق، وكانت عبارة عن مجتمع من العلماء العرب ظهرت كتاباتهم الانتقائية المجهولة التي تستند إلى أفلاطون وأرسطو بين عامي 975م و1000م.

كانت كتاباتهم الكيميائية والمعدنية في القرن العاشر، لها أهمية خاصة، لأنها تلخص المعرفة العربية قبل اختلاط الأفكار الإسلامية والغربية التي حدثت مع الفتوحات الإسلامية في القرنين الحادي عشر والثاني عشر، استنادًا إلى فكرة أن العناصر الأربعة لأفلاطون وأرسطو تشكل المادة، ربما تكون أقوى بيان للأفكار اليونانية والرومانية الأصلية التي اشتقت منها.

خصص إخوان الصفا الرسالة الثامنة عشرة للحديث عن المعادن، وهي تتضمن بعض المبادئ الجيولوجية الأساسية، تليها عدة فصول عن المعادن والأحجار الكريمة، جرى تصنيف المواد وفقًا لأنواعها وأصلها، مع معلومات كاملة عن خصائصها الفيزيائية والكيميائية الأولية، وكذلك استخداماتها الطبية والصوفية.

تصنف الأحجار الكريمة حسب إخوان الصفا إلى ثلاث فئات:

1. أحجار كريمة معدنية صلبة، وذوبان عند تسخينها (كالذهب والفضة والنحاس).
2. أحجار كريمة صخرية صلبة جدًا، ولا تذوب إلا في درجات الحرارة الشديدة (كالعقيق والياقوت، وما إلى ذلك).
3. أحجار كريمة ترابية ناعمة، وقابلة للكسر بسهولة، ولكنها لا تذوب (مثل الطلق).

كما تُستخدم خصائص أخرى لتصنيف المعادن، مثل المواد المائية التي لا تحترق (الزئبق)، والدهون التي تحترق (الكبريت)، والنباتات التي تشبه النباتات (المرجان)، وعلم الحيوان المشتق من الحيوانات (اللؤلؤ)، إلخ.

يعتقد إخوان الصفا أن الحرارة هي أساس تكوين المعادن، وكذلك سبب تغير المعادن من شكل إلى آخر.

- **إسهامات ابن سينا**

كان ابن سينا عالمًا موسوعيًا، وفيلسوفًا، وطبيبًا مشهورًا، ولعله أشهر علماء الإسلام. مثلت كتاباته العديدة في النثر والشعر واللغة العربية والفلسفة ذروة فلسفة العصور الوسطى، لكن إرث ابن سينا هو الأسلوب الواضح الذي اتبعه للتعبير عن آرائه في كتاباته.

ربما بدأت موسوعة ابن سينا الطبية والفلسفية العظيمة بـ«كتاب الشفاء» في عام 1014 م، واكتملت بحلول عام 1020م. يحوي النص على تصنيف ضمني للمعرفة النظرية مقسمًا، فيما يتعلق بالتجريد المتزايد، إلى الفيزياء والرياضيات والميتافيزيقا، والمعرفة العملية مثل؛ الأخلاق والاقتصاد والسياسة.

تمثل الأفكار المعبر عنها التقاليد الأرسطية تقريبًا، ولكن جرى تعديلها بواسطة علماء الدين الإسلامي والمفاهيم الأفلاطونية الحديثة. في النص مناقشات مستفيضة لأفكاره الحكيمة حول طبيعة المعادن، ونظرته الثاقبة المذهلة للظواهر الجيولوجية، بما في ذلك تشكيل الأحجار والصخور والجبال.

قدم ابن سينا بعض الأفكار حول كيفية تصنيف المعادن، لكنه لا يرحم في إدانة الكيميائيين ومحاولاتهم لتحويل المعادن الأساسية إلى معادن ثمينة

نظرًا لأن هذه المفاهيم كانت مبعثرة في جميع أنحاء «كتاب الشفاء» الكبير، فإن ملاحظات ابن سينا الثاقبة حول عجائب المعادن لم يجر التعرف عليها إلى حد كبير على أنها من اختراعه، مع أنها صارت متاحة في أوروبا في العصور الوسطى في الترجمة اللاتينية.

في ختام الكتاب الثالث من (الآثار العلوية) Meteorologica، وعد أرسطو بكتابة كتاب عن المواد المعدنية، ولكن لا توجد مخطوطة يونانية لهذا العمل في العصور الوسطى. ومع ذلك، فإن بعض النسخ اللاتينية من العصور الوسطى من (الآثار العلوية) قد ألحق بالكتاب الرابع فصلًا إضافيًا من ثلاث فقرات تحت عنوان «De Miner alibus». في هذا القسم يتم التعامل مع الموضوع بإتقان

وبنكهة تذكرنا بكتابات أرسطو الأخرى. ومع ذلك، فقد تم عرض علم المعادن هذا بشكل قاطع في عام 1924، على أنه ترجمات لمقاطع مختلفة من كتاب ابن سينا، وليس كتابات أرسطو [Schuh, 1919].

- **إسهامات البيروني**

عاش البيروني لفترة في الهند، حيث تعرف على الأدب الهندوسي والسنسكريتي. ولأنه عالم رياضيات وفيلسوف وعالم فلك وجغرافي وموسوعي، يُعتبر البيروني أحد عظماء علماء الإسلام، وربما أحد عظمائهم في كل العصور.

كتب باللغة العربية عددًا كبيرًا من الكتب (نحو 146 كتابًا)، عن الأشياء الجغرافية والرياضية والفلكية، بقي منها نحو عشرين كتابًا فقط حتى الوقت الحاضر.

يتميز عقل البيروني العلمي عن معاصريه من ناحية أنه حاول دائمًا تقديم الدعم من خلال التجريب

في كتابه «الجماهر في معرفة الجواهر»، جمع الكثير من الأفكار المعدنية والفيزيائية والطبية والفلسفية، ودرس فيه موضوع الجواهر من جميع وجهات النظر. هذا النص الرائع، الذي كتبه نحو سنة 1000 م، يبلغ طوله عدة مئات من الصفحات، مخصص حصريًا؛ لمواد الأحجار الكريمة والمعادن والفلزات ذات الصلة. ينقسم العمل إلى ثلاثة أجزاء؛ الأول مقدمة بدون عنوان، والثاني يصف الأحجار الكريمة وشبه الكريمة، والثالث خاص بالمعادن.

باستخدام مواد من المصادر الهلنستية والرومانية والسريانية والهندية والإسلامية، أكمل النص مع تصوراته الخاصة. جرى تضمين حسابات للخصائص الفيزيائية لمختلف المعادن والأحجار الكريمة، مع مناقشات اشتقاقية مكثفة جدًا للمصطلحات الفنية في العديد من اللغات واللهجات، والعديد من الاقتباسات التوضيحية من الشعر العربي.

جرى سرد مواقع المناجم الرئيسة ومصادر المواد الخام، وقدم الأوزان النسبية للمعادن وخاصة فيما يتعلق بالذهب، كما قدم جداول توضح الأسعار النسبية للؤلؤ والزمرد كدالة لحجمها.

على سبيل المثال، وتحت وصفه للزمرد، يقدم وصفًا للمناجم في واحة على ما يبدو بالقرب من جبل المقطم في مصر (وهو أمر غير معروف اليوم)، بالإضافة إلى تفاصيل حول تصنيف ألوان البلورات، ونصائح للتعرف على الزائف منها، وأسعار القيراط.

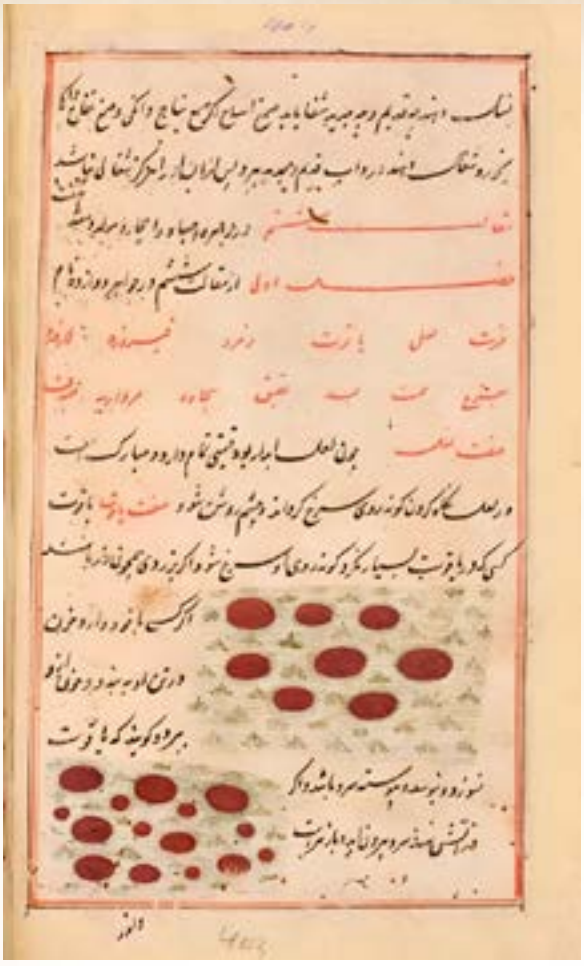
استخدم البيروني أوصاف المعادن نفسها التي استخدمها الكندي في هذا العمل، ومع ذلك، يبدو أن عمله هذا كان المصدر الرئيس للمؤلفين المسلمين اللاحقين. ويتضح هذا بوضوح من خلال القياسات الدقيقة التي أجراها للثقل النوعي لبعض الأحجار الكريمة والمعادن، التي تعد أهم مساهمة البيروني في

علوم المعادن والأحجار الكريمة المنصوص عليها في «كتاب الجماهر»، وهي نتائج تجارب الجاذبية النوعية مع ما يتعلق بالجواهر والمعادن.

باستخدام وعاء على شكل مخروط، ومع انسكاب في الطرف العلوي. يملأ الوعاء بالماء، ويسقط فيه وزنًا معروفًا من الذهب بعد وضع ميزان تحته، وبهذه الطريقة حدد البيروني وزن الماء المزاح، ثم كرر التجربة مع جميع أنواع المعادن والخامات والأحجار الكريمة والصخور.

ومن تطبيق هذه المبادئ الهيدروستاتيكية، المستوحاة من طريقة أرخميدس، سجل أن النتائج التي أمكن الحصول عليها تعتمد على درجة حرارة ونقاء الماء المستخدم، كما أنه أدرك أنه كلما كانت الكثافة أصغر، زادت كمية الماء المزاح من أجل الوزن نفسه.

كانت طريقته فاعلة، والقيم التي اشتقها للأحجار الكريمة قريبة من قيم العصر الحديث. على سبيل المثال، يعطي الثقل النوعي للإسبنيل الأحمر بالقيمة 3.58 والياقوت الأزرق 3.97 والياقوت 3.85. لا تنحرف هذه القيم بشكل ملحوظ عن القيم المقبولة اليوم، وهي 3.581 للإسبنيل و 3.987 إلى 4.1 للياقوت.



الياقوت الأحمر كما تصوره لنا مخطوطة (فرح نامه) لمؤلفها المُطَهّر بن مُحمد اليزدي في القرن 17م.
(اليزدي، فرح نامه)

جرى جدولة الجاذبية النوعية لما مجموعه تسعة أحجار كريمة وتسعة معادن. في الواقع، كان من أوائل ممارسي الطريقة العلمية.

وقد حدثنا البيروني عن كيفية تشكل الصخور في الطبيعة، فقال: «وحمل إلينا من نواحي اسفينقان أو السريقان في حدود نسا، أحجار في شكل الشعيرات بعينها وقدها، ويرى في بعضها مثلثات كمثلثات الألماس، ولونها مائل إلى صفرة خبيصية، لا يكاد يشك متأملها أنها مصنوعة بحك وليست كذلك، لأمرين:

- أحدهما أني وجدت فيها كالصلب أحداهما معترضة على الأخرى داخلة فيها ملتحمة بها فدلني ذلك على لينها في الأصل، وترطيبها كالعجين حتى أمكن معه دخول بعضها في بعض بالضغط.

- والآخر أن جالبها ذكر أنها في غار مختلطة بتراب ناعم، يضرب بياضه إلى شيء من الحمرة، وهو مملوء بها، وكثرتها تمنع قصد قاصد لصنعتها بلا فائدة ظاهرة فيها، وكانت رخوة سهلة الانسحاق، غير مشابهة للصخور الصلدة.

وأظن هناك ظناً ليس شفع به تجربة أن سَينوب عن صمغ البلاط في ادماله الجراح، إذْ كان في لونها نمشاً به من الحجر الخوارزمي المخصوص بادمال القروح، وهو مدور مخروطي الشكل، مشف بالنصف على طوله يظهر، في الكسر سهم المخروط خطاً متباينا لما سواه، ويفصل سواد في أسفله تجويف مخروطي أيضاً، فيزعمون أنه ينبت في وهدة على الجانب الشرقي بإزاء قرية تسمى سريغد، وهي المرحلة الثالثة من حدود خوارزم في جهة مرو وبخارا. في وسط تلك الوهدة ثلاث هضبات على تثليث تعرف بالأثافي، ومن بينها تلقط هذه الأحجار. وليس ببديع تشكل الأحجار بأشكال محفوظة من غير قصد؛ ففي الجبال المحاذية لبر شاور جبل أسود في لون الحديد كسوره ورضراضته الصغار والكبار، على هيئة اللبنات الغليظة، وشكل الصنجات الحديدية في الموازين لا تغايرها إلا بخفّة الوزن، وفي حدود منكاور وليس ببعيد عن قلعة بأرض الهند ما حمل إليّ من أحجار صغار وكبار في طول الأنملة وأقل، يميل بياضها إلى قليل حمرة وشفاف يسير شابهت بها الجمسيت كلها، كالتعاويذ المصوغة على مثل أسطوانة مسدسة الاضلاع يعنى في طرفها بمخروطين مضلعين متصلين بأضلاع الاسطوانة ملس الوجوه لم يشكك في انها معمولة بالحك حتى رأيت في بعض وجهها حجراً نابتاً - من الوجه من غير جنسها لا شفاف له، ولو حك

لسواه مع الوجه وان حك حولها استبان ذلك للبصر، ولم يستو ذلك الاستواء فعلمت ان شكلها طبيعي غير صناعي - وحكى له وجود مثله في بئر بالجبال القريبة من غزنة» [البيروني، 1986م].

كما تناول البيروني في علم الجيولوجيا؛ علم المساحة والتضاريس، وطبقات الأرض، والمعادن، والجيولوجيا التاريخية وغيرها. كما قام بقياس محيط الأرض، وكتب عن مساحة الأرض ونسبتها للقمر. وهو أول من قال بأن الشمس مركز الكون الأرضي، فخالف بذلك كل الآراء التي كانت سائدة آنذاك، والتي اتفقت على أن الأرض هي مركز الكون. وقد أجرى تجربته التي حسب منها محيط الأرض من قمة جبل مشرف على صحراء مستوية؛ إذ قاس زاوية انخفاض ملتقى السماء والأرض عن مستوى الأفق المار بقمة الجبل، ثم قاس ارتفاع الجبل وتحصل على حساب نصف قطر الأرض باستخدام المعادلة المعروفة باسمه اليوم وهي:

$$X = (A \cos \alpha) / (1 - \cos \alpha)$$

وشرح البيروني كيفية عمل عيون الماء في الطبيعة، وكذلك الآبار الارتوازية في ضوء قاعدة الأواني المستطرقة. وبيّن أن تجمع مياه الآبار يكون بوساطة الرشح من الجوانب حيث يكون مصدرها من المياه القريبة منها.

وللبيروني آراء حول تكوين القشرة الأرضية وما طرأ على اليابسة والماء من دورات تبادلية خلال عصور جيولوجية استغرقت دهورًا، ويدلل على ذلك بقوله في كتابه «تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن»: «ينتقل البر إلى البحر، والبحر إلى البر في أزمنة، إن كانت قبل كون الناس في العالم فغير معلومة، وإن كانت بعده فغير محفوظة؛ لأن الأخبار تنقطع إذا طال عليها الأمد، وخاصة الأشياء الكائنة جزءًا بعد جزء بحيث لا تفطن لها إلا الخواص».

• إسهامات منصور الكاملي

جـرى تعيـين منصـور بـن بعـرة الذهبـي الكاملـي (تـوفي نحـو 530هـ/ 1136م) في لجنـة لدراسـة ومراجعـة سـك العمـلات، حيـث كان عملـه في سـك العمـلات المعدنيـة في مصـر. لـه كتـاب «كشـف الأسـرار العلميـة بـدار الضـرب المصريـة»، كتبـه في القـرن الثانـي عشـر للميـلاد، وهـو عبـارة عـن كتيـب مـن 17 فصـلًا يصـف فيـه جميـع جوانـب سـك العملـة. وهـو يصـف إنتـاج وتنظيـف سـبائك الذهـب والفضـة، ومعايـرة نقـاء المعـادن وبنـاء الأفـران. لقـد كان عمـلًا علميًـا تامًـا، يوفـر العديـد مـن المصطلحـات الفنيـة، ويعتبـر مـن أفضـل الكتـب مـن نوعـه.

• إسهامات محمد بن أبي بركات الجوهري النيسابوري

ألـف محمـد بـن أبـي بـركات الجوهـري النيسـابوري كتابـه «جواهـر نامـه نظامـي» عـام (592هـ/ 1196م). وقـد بـدأ النيسـابوري كتابـه بتعميمـات حـول الكائنـات وأنـواع وطبيعـة تشـكلها وبقائهـا، وأورد في المقدمـة الكيفيـة التـي جمـع بهـا مـادة الكتـاب، حيـث ألّفـه بنـاءً علـى مـا توصـل إليـه العلمـاء السـابقين مـن النتائـج، ومـن ثـم التجـارب الشـخصية للمؤلـف في علـم الجواهـر، وصقـل الحجـارة الكريمـة ونقشـها، ومما كان قـد تناهـى إلـى سـمعه مـن ثقـاة التجـار.

• إسهامات أبو العباس التيفاشي

أحمد بن يوسف بن أحمد التيفاشي (توفي 1253م)، أخذ الأحجار الكريمة وشبه الكريمة لأول مرة، من والده، وزاد معرفته بالقراءة عن أرسطو وثيوفراسطوس وبليني ومراجع عربية أخرى، بالإضافة إلى البحث في تجارب مباشرة.

على مدار حياته، قام برحلات متكررة إلى المناطق التي جرى فيها تعدين الأحجار، وأيضًا إلى أهم مراكز تجارة الأحجار الكريمة. في شيخوخته سجل كل هذه المعرفة المتراكمة في كتابه «أزهار الأفكار في جواهر الأحجار». في هذا العمل، جرى وصف 25 حجرًا بالكامل، من خلال الخصائص الفيزيائية مثل؛ الصلابة النسبية واللمعان والشكل الهندسي. قدم التيفاشي التكهنات حول سبب تكوّن الأحجار الكريمة داخل الأرض، بالإضافة إلى أوصاف (الصخرة الأم) التي تُستخرج منها الأحجار.

- **إسهامات نصير الدين الطوسي**

قام نصير الدين الطوسي (توفي 1274م)، بتأليف عمل جدير بالاهتمام يتعلّق بالأحجار الكريمة والمعادن في اللغة الفارسيّة، وهو «تنسوخ نامه» أو «رسالة في خواص الجواهر». يتناول الفصل الأول 41 من الأحجار الكريمة المختلفة، بما في ذلك الياقوت والزمرد والماس والياقوت والفيروز واليشب. أما الفصل الثاني فيقدم وصفاً للمواد الثمينة من أصل غير معدني، بما في ذلك العاج والبلسم والأبنوس. وفي الفصل الثالث يقدم معلومات عن المواد التي تنبعث منها الرائحة، بما في ذلك العنبر، والصبار، وخشب الصندل. ويصف في القسم الأخير المعادن القابلة للانصهار، والتي تشمل الذهب والفضة والنحاس والقصدير والرصاص ونحو ذلك. جرى تصنيف هذا العمل على أنه العمل الأكثر فائدة وشمولية من نوعه.

- **إسهامات أبو يحيى القزويني**

كان زكريا بن محمد بن محمود القزويني (توفي 1283م)، عالم فلك وجغرافيا شهيرًا، ويبدو أنه تلقى تعليمًا رسميًا. كان القزويني يُسمّى باسم (بليني القرون الوسطى)، وهي مقارنة جرت بسبب عمق معرفته، ونقص الطابع النقدي في

كتبه. قام بتأليف كتابين كبيرين، جرى وصفهما أحيانًا على أنهما جزأين من العمل نفسه، ولكنهما في الواقع مستقلان عن بعضهما بعضًا.

يحمل أول مؤلفاته التي يطلق عليها اسم (علم الكونيات) عنوان «عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات». هذا النص هو أول وصف منهجي لعلم الكونيات في الآداب العربية الإسلامية. وقد اتضح أنها تتمتع بشعبية هائلة من خلال العدد الكبير من المخطوطات الباقية التي تمثل العديد من التنسيقات المختلفة للنص، بالإضافة إلى الترجمات المبكرة إلى الفارسية والتركية.

ينقسم هذا العمل إلى جزأين؛ الأول منهما يعالج العناصر السماوية، والآخر الأرضية. يصف القزويني في الجزء الأول؛ القمر، والشمس، والكواكب، والنجوم، وكذلك سكان السماء (الملائكة)، ويقدم في نهاية هذا المقطع شرحًا وتسلسلًا زمنيًا للتقويمين العربي والسرياني.

يبدأ الجزء الثاني بمقال عن العناصر الأرسطية الأربعة، والنيازك والرياح، ثم يصنف المؤلف الأرض إلى سبعة مناخات مع وصف كل البحار والأنهار المعروفة. كما شرح أسباب الزلازل، وتشكل الجبال والآبار. ثم استعرض القزويني عوالم الطبيعة الثلاثة: المعدنية والنباتية والحيوانية. ومع ذلك، فإن سرد الحيوانات سبقه

تميز القزويني بالموسوعية العلمية، إذ من الواضح في كتابه «عجائب المخلوقات» أنه اطلع على الكثير من المعلومات ومن عدة حضارات

وصف للإنسان، بما في ذلك شخصيته وتشريحه وخصائص قبائله. وقد تُرجم القسم الخاص بالمعادن إلى الألمانية، مع شرح للمستشرق يوليوس روسكا عام 1895م.

يُعرف العمل الثاني للقزويني، الذي يُشار إليه عادةً بالجغرافيا من خلال عدة مخطوطات بإصدارين مختلفين:

- الأول: مؤرخ 1263/1262 م ويحمل العنوان «عجائب البلدان».
- الثاني: وهو نسخة منقحة على ما يبدو، بتاريخ 1276/1275 م وعنوانه «آثار البلاد وأخبار العباد».

يحوي كلا الإصدارين على أوصاف للمناخات السبعة للأرض. لكل مناخ، يجري سرد المدن والبلدان والجبال والجزر والبحيرات والأنهار المنفصلة، وما إلى ذلك، بترتيب أبجدي. بمعنى آخر، بدلاً من أن يكون قاموسًا أبجديًا واحدًا، فهو عبارة عن مجموعة من سبعة قواميس؛ واحد لكل مناخ. يحوي وصف كل مدينة وبلد على حقائق جغرافية وتاريخية، إلى جانب معلومات عن السيرة الذاتية للشخصيات الشهيرة التي نشأت فيها.

- **إسهامات بيلق القبجاقي**

أهدى بيلق بن محمد القبجاقي للأمير المنصور الثاني، ابن الملك المظفر الثاني، عملًا بعنوان «كنز للتجار في معرفة الأحجار»، الذي كتبه عام 1282م. يتكون العمل من 30 فصلاً، وقد تتبع فيه عن كثب كتاب التيفاشي. في المقدمة، سرد القبجاقي 23 مؤلفًا استشهد بهم، بما في ذلك أرسطو، وثيوفراسطوس، وبطلميوس، والبيروني، كما تكلم عن البوصلة المغناطيسية أيضًا.

- **إسهامات إبراهيم السويدي**

وضع عز الدين إبراهيم بن محمد بن طرخان السويدي الأنصاري أبو إسحاق (توفي 690هـ/ 1292م) كتاب «خواص الأحجار من اليواقيت والجواهر».

وقد عالج فيه 26 حجراً، بأوصاف مستمدة من مصادر إسلامية أخرى. وقد جرى التركيز على الاستخدامات الصيدلانية للحجارة المدرجة.

- **إسهامات عبد الله القاشاني**

كتب أبو القاسم عبد الله بن علي بن محمد بن أبي طاهر القاشاني في عام (700هـ/ 1301م، كتاب «عرائس الجواهر ونفائس الأطايب»، في تبريز من بلاد فارس، أورد فيه أوصاف خصائصها الفيزيائية، مع القسم الأخير الذي أوضح فيه استخدام الأحجار في التقنيات.

- **إسهامات شمس الدين الدمشقي**

خصص أبو عبد الله محمد بن أبي طالب الأنصاري الصوفي الدمشقي (شيخ الربوة) (توفي 727هـ/ 1327م)، الفصل الثاني من كتابه الكبير «نخبة الدهر في عجائب البر والبحر» للمعادن والأحجار. يعد هذا العمل الكوزموغرافي، الذي كتب في القرن الرابع عشر للميلاد، أشهر أعمال المؤلف، وهو تجميع يتعامل مع الجغرافيا بأوسع معانيها، ويحوي على كمية كبيرة من المعلومات، لا يمكن العثور عليها في أي مكان آخر. ينقسم جزء علم المعادن إلى 11 قسمًا؛ يتم التعامل مع سبعة معادن في الأول مع وصف خصائصها الفيزيائية، وشرح أصلها كما وردت في الأفكار الأرسطية، وقيمتها الإيجابية والسلبية المدرجة، وعلاقتها بالكواكب التي جرت مناقشتها. يجري خلط الخصائص الفيزيائية والسحرية بشكل عشوائي.

صدرية توت عنخ آمون، وهي مصنوعة من الذهب والعقيق الأحمر والعقيق الأبيض [بونهيم، 2014م]

الجزء الثاني يعالج منشأ المعادن، بناءً على محتواها من الكبريت والزئبق. ويدحض القسم الثالث الخيمياء، في حين يصف الجزء الرابع الأحجار الكريمة، حيث جرى سرد وتمييز ما يقرب من 20 عنصرًا. يعالج القسم الخامس الأحجار الأقل قيمة مثل الفيروز، والعقيق، والزبرجد، واليشب، إلخ.

وصف (شيخ الربوة) المغناطيس بأشكاله المختلفة في الجزء السادس. وقد استند هذا الجزء بشكل شبه كامل إلى «كتاب الأحجار» المنسوب لأرسطو. وصف الجزء السابع حبات من أنواع مختلفة، ثم عالج في القسم الثامن المعادن المتبقية مثل؛ الزرنيخ والأملاح والبوراكس، إلخ. في القسم التاسع جرى معالجة الأحجار الأخرى الأقل قيمة وتشمل؛ الملاكيت، وحجر السبج، والماركسيت، إلخ.

يتعلق الجزء العاشر بالأسئلة الجيولوجية، ويحوي الجزء الأخير على قصص عن المجوهرات المقلدة، وكيف يكتشفها المرء.

- **إسهامات ابن أبي البكر المستوفي القزويني**

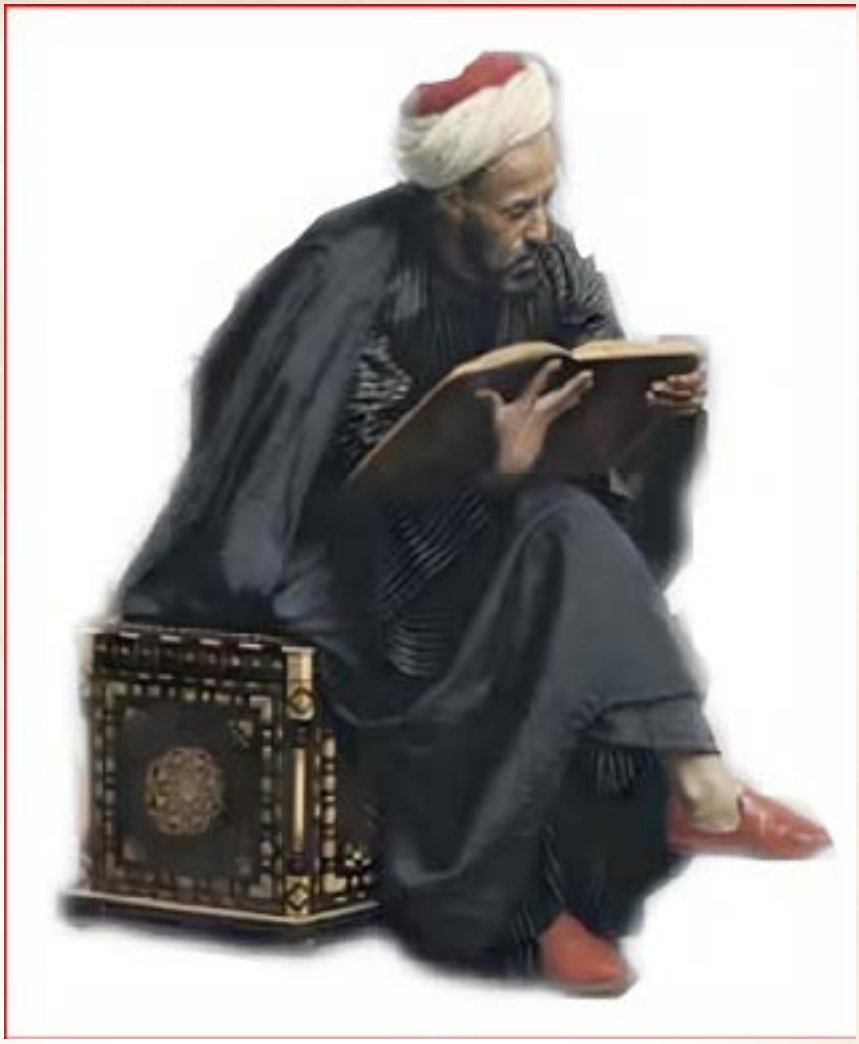
المؤرخ والموسوعي الفارسي حمد الله بن أبي بكر المستوفي القزويني (توفي 750 هـ / 1349م). وضع بالفارسية كتاب «نزهة القلوب» بأسلوب يسهل فهمه. إنه في الأساس موسوعة جغرافية، يصف في الجزء الأول عوالم الطبيعة الثلاثة، بما في ذلك المعادن والأحجار. أخذ عن زكريا بن محمد القزويني تقسيم المواد إلى معادن وأحجار ومواد لزجة، وكذلك أصول هذه المعادن.

في موضع لاحق من العمل، ناقش الجزء الجغرافي من الكتاب أماكن العثور على المعادن السبعة، بالتفصيل، وكذلك طرائق الاستخراج من الأرض. كما أنه فعل الشيء نفسه بالنسبة للأحجار الكريمة، والمواد اللزجة، مثل البترول والنفتا والقار والكبريت والزئبق، إلخ.

- **إسهامات عز الدين الجلدكي**

خصص عز الدين بن محمد بن علي بن أيدمر الجلدكي (توفي 743هـ/ 1342م) قسمًا طويلًا للحجارة والمعادن في الجزء الثاني من كتابه «كنز الاختصاص ودرة الغواص في معرفة أسرار علم الخواص». حيث بدأ بمناقشة نظرية أرسطو القائلة بأن الحجارة هي مزيج من العناصر الأساسية الأربعة التي جرى توحيدها بالنار. ثم في خمسة أقسام يعالج المعادن بشكل منهجي. يحوي القسم الأول على 29 نوعًا مختلفًا من المجوهرات، مع العديد من الأنواع الفرعية.

الجزء الثاني يعالج القيمة النسبية وأسعار هذه الأحجار، ويصف الجزء الثالث المعادن الشائعة، وعددها 19 في المجمل. ويعالج القسم الرابع 17 نوعًا من الأحجار يُعتقد أن لها خصائص خارقة. الجزء الخامس خُصص للأحجار الموجودة في الحيوانات، وكذلك المغناطيس، وقد تم ذكر 11 قطعة إجمالاً.



في كثير من الأحيان، قدم الجلدكي التفسيرات اللغوية لأسماء الأحجار المذكورة، وعلى الرغم من كون التسمية مشوهة جدًا، فمن الصعب تحديد الأنواع الفعلية الموصوفة بسهولة

• إسهامات شمس الدين الأكفاني

كتب الطبيب محمد بن إبراهيم الأنصاري المعروف بالأكفاني كتابًا بعنوان «نخب الذخائر في أحوال الجواهر». وهو عمل صغير كتب في القرن الثالث

عشـر، عالـج فيـه المؤلـف أربعـة عشـر مـن أهـم الأحجـار الكريمـة. وفيهـا سـرد خصائصهـا، وملاحظـة مواقعهـا، وقيمهـا المقـدرة، وتعـداد خصائصهـا السـحرية والعلاجيـة. اعتمـد الأكفانـي علـى الأعمـال السـابقة للكنـدي، والبيرونـي، وأرسـطو المزيـف. وقـد نشـر ترجمـة ألمانيـة بواسـطة المستشـرق الألمانـي إيلهـارد فيدمـان Wiedemann في عـام 1912.

- **إسهامات أبو القاسم المجريطي**

يوجـد كتـاب عـن الحجـر منسـوب إلـى عالـم الرياضيـات والكيميائـي مسـلمة المجريطـي (تـوفي 1006م)، يحـوي علـى اقتباسـات مـن الجلدكـي. يركـز النـص، المعـروف في نحـو عشـر مخطوطـات، علـى الخصائـص السـحرية والرائعـة للأحجـار الكريمـة، فضـلاً عـن إعطـاء معلومـات منسـوخة مـن البيرونـي حـول الثقـل النوعـي للأصنـاف.

- **إسهامات محمد بن منصور الدشتكي**

كتـب محمـد بن منصـور الدشتكي (تـوفي 903هـ / 1498م) عمـلاً باللغـة الفارسـية «جواهـر نامـه»، يتنـاول فيـه الأحجـار الكريمـة المهمـة. جـرى تضمـين مناقشـة للثقـل النوعـي للأحجـار الكريمـة الفرديـة التـي تكـررت مـن البيرونـي.

- **إسهامات ابن الأثير الجزري**

ورد في موسـوعة العلـوم الطبيعيـة «تحفـة العجائـب» التـي جمعهـا ابـن الأثيـر

الجـزري قسـمٌ عـن الأحجار. وصف فيها الخصائـص الإعجازية للحجارة، بالإضافة إلـى قدرتهـا علـى الشـفاء، كمـا وصـف التعويـذات والذهـب والفضـة والمغناطيـس الطبيعـي والمعـادن المشـتقة مـن أجسـام النباتـات والحيوانـات، ثـم وصـف المعـادن السـبعة بأنهـا الأحجـار الكريمـة وشـبه الكريمـة، والزاجـات، والأمـلاح المختلفـة، والزئبـق، والكبريـت، والبتـرول، والقـار.

- **إسهامات يحيى بن محمد الغفاري**

كتـاب حجـري مكتـوب باللغـة التركيـة ظهـر تحـت عنـوان «كتـاب ياقوتة المحسـنين في جوهـر المعـادن»، لمؤلفـه يحيـى بـن محمـد الغفـاري. اعتمـد الغفـاري بشـكل خـاص علـى الكتـب الفارسـية السـابقة. عالـج المعـادن والأحجـار في أربعـة أجـزاء:

1. المواد الجوفية اللازمة لتكوين المعادن،
2. المجوهرات،
3. المعادن وسبائكها،
4. العطور.

- **إسهامات أبو العباس المقريزي**

في عـام 1442 م، ألـف تقـي الديـن أحمـد بـن علـي المقريـزي (تـوفي 845هـ/ 1442م)، عمـلاً صغيـراً عـن الحجـارة تحـت عنـوان كتـاب «المقاصـد السـنية في معرفـة الأجسـام المعدنيـة».

- **إسهامات محمد بن منصور الشيرازي**

ألف محمد بن منصور الشيرازي عملًا بعنوان «رسائل على الجواهر»، باللغة الفارسية، للسلطان أبو الفتح خليل بهادور هان (حكم بين عامي 1478–1479).

- **إسهامات عمر بن الوردي**

بدأ عمر بن الوردي الفصل الخاص بالحجارة في كتابه «خريدة العجائب وفريدة الغرائب»، بمناقشة الأحجار السحرية الملونة. حيث وصف خصائصها الخفية المفترضة، ذكر المؤلف فيها بشكل خاص؛ الأنتيمون، والزاج، والملح. وإجمالاً، جرى معالجة 41 حجرًا وفقًا لمبادئ أرسطو.

- **إسهامات علاء البيهقي**

كتب علاء بن الحسين بن علي البيهقي (توفي بعد 915 هـ / 1509م) لحاكم اليمن صلاح الدين عامر بن عبد الوهاب (1488–1517) كتاب «معدن النوادر في معرفة الجواهر».

- **إسهامات المبارك القزويني**

كتب محمد بن المبارك القزويني رسالة بالفارسية للسلطان العثماني سليم الأول (1512–1520م)، عنوانها «رسائل حول المعادن والجواهر». وهي تحوي على مقدمة وجزأين: الجزء الأول مكون من 21 قسمًا يعالج الأحجار، والجزء الثاني في 8 أجزاء يعالج المعادن.

- **إسهامات أحمد المغربي**

قام أحمد بن عوض بن محمد المغربي الإمام، بتأليف كتاب عن الجواهر قبل القرن السابع عشر، وهو كتاب «قطف الأزهار في خواص المعادن والأحجار». الكتاب مشتق من أعمال عربية أخرى عن خصائص المعادن. يعتمد المؤلف بشكل كبير على كتابات كوزموغرافيا القزويني ودرة الجلدكي، وتذكرة داود الأنطاكي، التي يقتبس منها الكثير من الاقتباسات. كان هذا آخر الكتب الرئيسة عن الأحجار التي نشرها المؤلفون الإسلاميون [Schuh, 1919].

الجيولوجيـــا في عصـــر النهضـــة الأوربيـــة

كان عصـر النهضـة الأوروبيـة فتـرة مهمـة، تجـدد فيهـا الاهتمـام في مجـالات عديـدة مـن المعرفـة، بمـا فيهـا دراسـة الأرض. وأثنـاء عصـر النهضـة الأوروبيـة، قـدم الطبيـب السكسـوني جورجيـوس أجريكـولا أهـم المسـاهمات للجيولوجيـا، حيث نشـر أعمالـه عـن المعـادن والتعديـن وعلـم الفلـزات. وتضمنـت كتـب أجريكـولا «كتـاب الفلـزات»، «De Re Metallica» سـنة 1556م، والـذي يعتبـر أسـاس الكتـب الحديثـة في علـم الفلـزات والتعديـن.

اعتقـد الفلكـي البولنـدي نيكـولاس كوبرنيكـوس أن الأرض كوكـبٌ متحـركٌ، وقـدم فكـرةً عـن دورانهـا حـول محورهـا كل 24 سـاعة، ودورانهـا حـول الشـمس مـرة كل عـام. كمـا ذكـر أيضًـا، أن الكواكـب تـدور حـول الشـمس، وأن القمـر يـدور حـول الأرض.

وفي أوائـل القـرن السـابع عشـر الميـلادي أيـد الفلكـي الإيطالـي جاليليـو هـذه الأفـكار عـن طريـق اكتشـافات توصـل إليهـا باسـتخدام التلسـكوب (المقـراب)، كمـا اكتشـف أن الجاذبيـة تشـد الأشـياء نحـو الأرض بالتسـارع (معـدل تغيـر السـرعة) نفسـه دون اعتبـار لوزنهـا، وكانـت تجـارب جاليليـو هـي الأسـاس الـذي طـوَّر علـى ضوئـه العالـم الإنجليـزي السـير إسـحق نيوتـن قانـون الجاذبيـة الكونيـة في عـام 1687م.

في عـام 1669م، قـدَّم الطبيـب الدنماركـي نيكـولاوس سـتينو مسـاهمة جيولوجيـة كبيـرة. فقـد أوضـح أن طبقـات الصخـور تترسَّـب دائمًـا، بحيـث تكـون أقـدم الطبقـات في القـاع وأحدثهـا في القمـة، ممـا سـاعد العلمـاء علـى تحديـد ترتيـب الأحـداث الجيولوجية.

لـم تكـن خطـوات الجيولوجيـا كبيـرة في تطورهـا حتـى القـرن السـابع عشـر. في هـذا الوقـت، أصبحـت للجيولوجيـا كيانهـا الخـاص في عالـم العلـوم الطبيعيـة، إذ اكتشـف العالـم المسـيحي أن الترجمـات المختلفـة للكتـاب المقـدس تحـوي نسـخًا مختلفـةً مـن نـص الكتـاب المقـدس. الكيـان الوحيـد الـذي بقـي (ثابتًـا) مـن خـلال جميـع التفسـيرات، هـو أن الطوفـان شـكّل جيولوجيـة وجغرافيـة العالـم [Adams, 1938].

ولإثبـات صحـة الكتـاب المقـدس، شـعر الأفـراد بالحاجـة إلـى إثبـات أن الطوفـان العظيـم قـد حـدث بالفعـل باسـتخدام الأدلـة العلميـة، ومـع هـذه الرغبـة المتزايـدة في الحصـول علـى البيانـات، جـاءت زيـادة في ملاحظـات تكويـن الأرض، ممـا أدى بـدوره إلـى اكتشـاف الأحافير.

وعلـى الرغـم مـن أن النظريـات التـي نتجت عن الاهتمـام المتزايد بتكوين الأرض، غالبًـا مـا جـرى التلاعـب بهـا لدعـم مفهـوم الطوفـان، كانـت النتيجـة الحقيقيـة هـي الاهتمـام الأكبـر بتركيـب الأرض. ونظـرًا لقـوة المعتقـدات المسـيحية خـلال القـرن السـابع عشـر، كانـت نظريـة أصـل الأرض والتـي نشـرها ويليام ويسـتون عـام 1696م، نظريـة جديـدة لـلأرض، وقـد حظيـت بقبـول واسـع. وقـد اسـتخدم ويسـتون التفكيـر المسـيحي «لإثبـات» وقـوع الطوفـان العظيـم، وأن الطوفـان شـكّل طبقـات الصخـور في الأرض.

خـلال القـرن السـابع عشـر، أدت التكهنـات الدينيـة والعلميـة حـول أصـل الأرض إلـى زيـادة الاهتمـام بـالأرض، كمـا أدت إلـى ظهـور تقنيـات تحديـد أكثـر منهجيـة لطبقاتهـا المختلفـة. يمكـن تعريـف طبقـات الأرض علـى أنهـا طبقـات أفقيـة مـن الصخـور لهـا التركيـب نفسـه تقريبًـا [Gohau, 1990].

كان نيكولاس ستينو أحد الرواد المهمين في هذا العلم، تدرب على النصوص الكلاسيكية في العلوم، ومع ذلك، وبحلول عام 1659م، شكك بجدية في المعرفة المقبولة آنذاك، للعالم الطبيعي [Kooijmans, 2004].

الأهم من ذلك، أن ستينو تساءل عن فكرة نمو الأحافير في الأرض، وكذلك التفسيرات الشائعة لتشكيل الصخور فيها. وقد دفعت تحقيقاته واستنتاجاته اللاحقة حول هذه الموضوعات العلماء إلى اعتباره أحد مؤسسي علم طبقات الأرض والجيولوجيا الحديثة [Wyse Jackson, 2007].

الجيولوجيـــا في العصـــر الحديـــث

بعـد هـذا الاهتمـام المتزايـد بطبيعـة الأرض وأصلهـا، جـاء الاهتمـام المتزايـد بالمعـادن والمكونـات الأخـرى لقشـرة الأرض. عـلاوة علـى ذلـك، فـإن الأهميـة الاقتصاديـة المتزايـدة للتعديـن في أوروبـا خـلال الفتـرة بـين منتصـف وأواخـر القـرن الثامـن عشـر، جعلـت امتـلاك المعرفـة الدقيقـة عـن الخامـات وتوزيعهـا الطبيعـي أمـرًا حيويًـا.

بـدأ العلمـاء بدراسـة تركيـب الأرض بطريقـة منهجيـة، مـع مقارنـات تفصيليـة وأوصـاف، ليـس فقـط لـلأرض نفسـها، ولكـن للمعـادن شـبه الثمينـة التـي تحويهـا، والتـي لهـا قيمـة تجاريـة كبيـرة. علـى سـبيل المثـال، في عـام 1774م، نشـر أبراهـام جوتلـوب ويرنـر كتابًـا حـول الخصائـص السـطحية للمعـادن، والـذي جعلـه معروفًـا علـى نطـاق واسـع، لأنـه قـدم نظامًـا مفصـلاً لتحديـد معـادن معينـة بنـاءً علـى خصائصهـا الخارجيـة [Jardine et al.1996].

وكلمـا أمكـن تحديـد الأراضـي المنتجـة بشـكل أكثـر كفـاءة للتعديـن، وإمكانيـة العثـور علـى المعـادن شـبه الثمينـة، أمكـن جنـي المزيـد مـن الأمـوال. ولتحقيـق مكاسـب اقتصاديـة، نقـل هـذا الدافـع الجيولوجيـا إلـى دائـرة الضـوء، وجعلهـا موضوعًـا شـائعًا يجـب متابعتـه، ومـع زيـادة عـدد الأشـخاص الذيـن يدرسـونها، جـاءت ملاحظـات أكثـر تفصيـلاً، ومعلومـات أكثـر مزيـدًا حـول الأرض.

خلال القرن الثامن عشـر أيضًـا، أصبحت جوانب تاريخ الأرض، أي الاختلافات بـين المفهـوم الديني المقبـول والأدلـة الواقعيـة، مـرة أخـرى موضوعًـا شـائعًا للنقـاش في المجتمع.

في أوائل القرن التاسع عشر، حفزت صناعة التعدين والثورة الصناعية التطور السريع للعمود الطبقي، (تسلسل التكوينات الصخرية المرتبة وفقًا لترتيب تكوينها الزمني المناسب)، [Adams, 1938].

في إنجلترا، وجد مساح التعدين ويليام سميث، بدءًا من تسعينيات القرن التاسع عشر، بشكل تجريبي؛ أن الأحافير وسيلة فاعلة جدًا للتمييز بين التكوينات المتشابهة بمظاهرها الطبيعية، أثناء سفره في البلاد للعمل على نظام القناة، وأنتج أول خريطة جيولوجية لبريطانيا.

في الوقت نفسه تقريبًا، أدرك عالم التشريح المقارن الفرنسي جورج كوفييه بمساعدة زميله ألكسندر برونيار Alexandre Brongniart في مدرسة المناجم في باريس، أن الأعمار النسبية للأحافير يمكن تحديدها من وجهة نظر جيولوجية؛ من حيث طبقة الصخور التي توجد بها هذه الأحافير، وعمقها من سطح الأرض. ومن خلال تجميع النتائج التي توصلوا إليها، أدرك برونيار وكوفييه أنه يمكن تحديد طبقات مختلفة باستخدام محتواها من الأحافير، وبالتالي يمكن تعيين كل طبقة في موقعها الخاص والفريد في التتابع [Albritton, 1980].

ومع حلول أوائل القرن العشرين، تم اكتشاف النظائر المشعة، وتم تطوير التأريخ الإشعاعي. في عام 1911م، قام آرثر هولمز، وهو من رواد استخدام الانحلال الإشعاعي لقياس الزمن الجيولوجي، بتأريخ عينة من سيلان (سيريلانكا)، عمرها 1.6 بليون سنة باستخدام نظائر الرصاص [Dalrymple, 1994].

في عام 1913م، كان هولمز عضوًا في طاقم إمبريال كوليدج، عندما نشر كتابه الشهير «عصر الأرض»، الذي جادل فيه بقوة لصالح استخدام طرق التأريخ المشعة، بدلاً من الأساليب القائمة على الترسيب الجيولوجي أو تبريد الأرض.

(ولا يـزال العديـد مـن النـاس يتشبثون بحسـابات اللـورد كلفـن لأقـل مـن 100 مليـون سـنة). قـدر هولمـز أن أقـدم صخـور في الأركيـان Archean ، يبلـغ عمرهـا 1600 مليـون سـنة، لكنـه لـم يتكهـن بعمـر الأرض [Holmes, 1913].

وقـد أكسـبه ترويجـه للنظريـة خـلال العقـود التاليـة لقـب والـد علـم الأرض الجيولوجـي الحديـث.

ومـن خـلال تطبيـق مبـادئ طبقيـة سـليمة لتوزيـع حفـر الفوهـات علـى القمـر، يمكـن القـول إنـه بـين عشـية وضحاهـا تقريبًـا، أخـذ جـين شـوميكر دراسـة القمـر بعيـدًا عـن علمـاء الفلـك القمـري، وأعطاهـا لعلمـاء جيولوجيـا القمـر.

في السـنوات الأخيـرة، واصلـت الجيولوجيـا تقاليدهـا، كدراسـة لطبيعـة الأرض وأصلهـا، وخصائـص سـطحها وبنيتهـا الداخليـة، ومـا تغير في أواخـر القرن العشـرين هـو منظـور الدراسـة الجيولوجيـة. وتجـري دراسـة الجيولوجيـا الآن باسـتخدام نهـجٍ أكثـر تكامـلًا، مـع الأخـذ في الاعتبـار تنـاول الأرض في سـياق أوسـع، يشـمل الغـلاف الجـوي والغـلاف الحيـوي والغـلاف المائـي.

توفـر الأقمـار الصناعيـة الموجـودة في الفضـاء، والتـي تلتقـط صـورًا واسـعة النطـاق لـلأرض مثـل هـذا المنظـور. في عـام 1972م، بـدأ برنامـج لاندسـات، وهـو عبـارة عـن سلسـلة مـن مهـام الأقمـار الصناعيـة التـي تديرهـا وكالـة ناسـا وهيئـة المسـح الجيولوجـي الأمريكيـة، في توفيـر صـور الأقمـار الصناعيـة التـي يمكـن تحليلهـا جيولوجيًـا.

تستخدم هذه الصور لرسم خرائط للوحدات الجيولوجية الرئيسة، والتعرف على أنواع الصخور وربطها معًا في مناطق شاسعة، وتتبع حركات الصفائح التكتونية. كما تتضمن بعض التطبيقات لهذه البيانات القدرة على إنتاج خرائط مفصلة جيولوجيًا، وتحديد مصادر الطاقة الطبيعية، والتنبؤ بالكوارث الطبيعية المحتملة الناتجة عن تحولات الألواح التكتونية [Rocchio, 2006].

ولا تزال علوم الأرض في تطور وتقدم مع تقدم وتطور التقنيات الحديثة، الأمر الذي يساعدنا على فهم ماضي وحاضر ومستقبل هذا الكوكب.

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

الفصل الثالث

تاريـــخ الكيميـــاء

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

مُقَدِّمَة

من الناحية العلمية الحديثة تعرّف الكيمياء بأنها الدراسة العلمية لخصائص المادة وتركيبها وبنيتها، والتغيرات التي تحدث في بنية المادة وتكوينها، والتغيرات المصاحبة لها في الطاقة.

يمثل **تاريخ الكيمياء** جزءًا من تاريخ العلم الذي يمتد من العصر القديم إلى الوقت الحاضر. بحلول عام 1000ق.م، استخدمت الحضارات تقنيات من شأنها أن تشكل أساسًا لفروع الكيمياء المختلفة الحديثة. تشمل الأمثلة: اكتشاف النار، واستخراج المعادن من الخامات، وصنع الفخار، واستخراج المواد الكيميائية من النباتات للأدوية والعطور، وتحويل الدهون إلى صابون، وصنع الزجاج، وصنع السبائك مثل البرونز.

لم تنجح الكيمياء القديمة، ولا الخيمياء التي سبقتها، في شرح طبيعة المادة وتحولاتها، ولكن من خلال إجراء التجارب وتسجيل النتائج، مهد الخيميائيون الطريق للكيمياء الحديثة. بينما تهتم كل من الكيمياء والخيمياء بالمادة وتحولاتها، يُنظر إلى الكيميائيين على أنهم يطبقون المنهج العلمي في عملهم. مع التأكيد أنه لم تُرس أسس وقواعد المنهج العلمي الكيميائي إلا على يد العالم العربي جابر بن حيان (توفي نحو 196هـ/ 812م).

الكيميـــاء في الحضـــارات القديمـــة

كان العثور على ورشة عمل لمعالجة المُغْرَة (حجر يستخرج منه صبغ أحمر، أو بني أو مصفر)، (عمرها 100000 عام) في كهف بلومبوس في جنوب إفريقيا، إشارة إلى أنّ البشر الأوائل كانت لديهم معرفة أولية بالكيمياء. كما أن اللوحات التي رسموها، والتي تتكون من خلطة دم الحيوان مع سوائل أخرى والموجودة على جدران الكهوف، تشير أيضًا إلى معرفة قليلة بالكيمياء. [Henshilwood et al., 2011]

ويبدو أن أقدم معدن مسجل استخدمه البشر هو الذهب، والذي كان يُعثر عليه بشكل حرّ أو محليًا. حيث عثر على كميات صغيرة من الذهب الطبيعي في الكهوف الإسبانية التي تعود للعصر الحجري القديم المتأخر، نحو (40000 ق.م).

كما تم العثور أيضًا على الفضة والنحاس والقصدير والحديد النيزكي محليًا، مما سمح بالقيام بمقدار محدود من الأعمال المعدنية في الثقافات القديمة. [Photos, 1989].

لقد كانت الأسلحة المصرية المصنوعة من الحديد النيزكي، نحو (3000 سنة ق.م)، تحظى بتقدير كبير باعتبارها (خناجر من السماء).

يمكن القول إن أوّل تفاعل كيميائي أمكن استخدامه بطريقة خاضعة للرقابة كانت النار. ومع ذلك، كان يُنظر إلى النار لآلاف السنين على أنها ببساطة قوة صوفية، يمكنها تحويل مادة إلى أخرى (مثل حرق الخشب، أو غليان الماء)، أثناء إنتاج الحرارة والضوء.

لقد أثرت النار على العديد من جوانب المجتمعات المبكرة. حيث تراوحت هذه الجوانب من أبسط أمور الحياة اليومية؛ كالطهي وتدفئة المساكن والإضاءة، إلى استخدامات أكثر تقدمًا، مثل صناعة الفخار والطوب وصهر المعادن لصنع الأدوات.

كانت النار هي التي أدت إلى اكتشاف الزجاج وتنقية المعادن. تبع ذلك ظهور علم المعادن، وخلال المراحل المبكرة من علم المعادن، جرى البحث عن طرائق لتنقية المعادن، وصار الذهب، المعروف في مصر القديمة منذ (عام 2900 ق.م)، معدنًا ثمينًا.

1. العصـــر البرونـــزي

يمكن استعادة معادن معينة من خاماتها ببساطة عن طريق تسخين الصخور في النار، لا سيما القصدير والرصاص والنحاس (عند درجة حرارة أعلى). تُعرف هذه العملية بالصهر.

يرجع أول دليل على علم التعدين الميداني هذا إلى (القرنين السادس والخامس قبل الميلاد)، وقد عثر عليه في المواقع الأثرية لثقافة فينتشا، وماجدانبيك، وجارموفاك، وبلوشنيك في صربيا [Radivojević, et al., 2021]. حتى الوقت الحالي، عُثر على أول موقع صهر للنحاس في بيلوفودي Belovode؛ تشمل الأمثلة على ذلك فأسًا نحاسيةً يعود عمرها إلى (5500 ق.م).

كما عثر على علامات أخرى للمعادن المبكرة من الألفية الثالثة قبل الميلاد في أماكن مثل بالميلا (البرتغال)، ولوس ميلاريس (إسبانيا)، وستونهنغ (المملكة المتحدة). ومع ذلك، كما يحدث غالبًا في دراسة عصور ما قبل التاريخ، لا يمكن تحديد البدايات بشكل نهائي بوضوح، مع استمرار الاكتشافات الجديدة.

كانت المعادن الأولى عبارة عن عناصر مفردة أو مجموعات، كما حدث بشكل طبيعي عند الجمع بين النحاس والقصدير، وأمكن صنع معدن أقوى متمثلًا في سبيكة تسمى البرونز. كان هذا تحولًا تقنيًا كبيرًا، حيث بدأ العصر البرونزي (نحو 3500 ق.م).

كان العصـر البرونـزي الفتـرة التـي شـهدت التطـور الثقـافي البشـري، عندمـا اشـتملت الأعمـال المعدنيـة الأكثـر تقدمًـا (علـى الأقـل في الاسـتخدام المنتظـم والواسـع النطـاق)، علـى تقنيـات صهـر النحـاس والقصديـر مـن النتوءات الطبيعيـة لخامـات النحـاس، ثـم صهـر تلـك الخامـات لصـب البرونـز.

وعـادة مـا تحـوي هـذه الخامـات التـي تحـدث بشـكل طبيعـي علـى الزرنيـخ باعتبـاره شـائبة شـائعة. خامـات النحـاس / القصديـر نـادرة، كمـا يتجلـى في عـدم وجـود برونـز القصديـر في غـرب آسـيا (نحـو 3000 ق.م).

بعـد العصـر البرونـزي، تميـز تاريـخ علـم المعـادن بالجيـوش التـي كانـت تبحـث عـن أسـلحة أفضـل. فازدهـرت الـدول في أوراسـيا عندمـا صنعـت السـبائك المتفوقة، والتـي بدورهـا صنعـت دروعًـا وأسـلحة أفضـل. كمـا جـرى إحـراز تقـدم كبيـر في علـم المعـادن والكيميـاء في الهنـد القديمـة.

2. العصر الحديدي

عمليًّا، يعد استخراج معدن الحديد من خاماته أكثر صعوبة من النحاس أو القصدير. وعلى الرغم من أن الحديد ليس أكثر ملاءمة للأدوات من البرونز (حتى أمكن اكتشاف الفولاذ)، إلا أنه كان أكثر وفرةً وشيوعًا منهما، وبالتالي فهو متوفر في كثير من الأحيان محليًا، دون الحاجة إلى التجارة به.

ويبدو أن الحثيين اخترعوا صناعة الحديد في (نحو 1200 ق.م) (بداية العصر الحديدي)، حيث كان سر استخراج الحديد وتشغيله عاملًا رئيسًا في نجاح الفلسطينيين في الشرق الأوسط [Anderson, 1975].

يشير العصر الحديدي إلى ظهور (علم المعادن الحديدية). ويمكن تتبع التطورات التاريخية في علم المعادن الحديدية في مجموعة متنوعة من الثقافات والحضارات الماضية، والتي تشمل الممالك وإمبراطوريات العصور الوسطى في الشرق الأوسط والشرق الأدنى، وإيران القديمة، ومصر القديمة، والنوبة القديمة، والأناضول (تركيا)، ونوك Nok القديمة، وقرطاج، والإغريق والرومان في أوروبا القديمة، وأوروبا في العصور الوسطى والقديمة، والصين في العصور الوسطى، والهند القديمة والوسطى، واليابان القديمة والوسطى، وغيرها.

لقد جرى إنشاء العديد من التطبيقات والممارسات والأجهزة المرتبطة أو المشاركة في علم المعادن في الصين القديمة، مثل ابتكار الفرن العالي، والحديد الزهر، والمطارق التي تعمل بالطاقة الهيدروليكية، ومنفاخ المكبس مزدوج الأثر [Temple, 2007].

الكيميـــاء عنـــد اليونانيـــين والرومانيـــين

لقد عولجت مفاهيم وأسس الكيمياء عند الإغريق بطريقة فلسفية. وهنا نذكر أن الكتاب الرابع من (الآثار العلوية) لأرسطو -المشكوك في صحته- لا يعد كتابًا عن الكيمياء بمعناها الحديث، ولا يعد بداية للكيمياء القديمة. بل يتناول الكيفيات الأولى (أي الصفات الأساسية التي لا يُدرك الجسم أو المادة بدونها) بوصفها عللًا لكل تغيير يحدث في الطبيعة. وفي نحو (عام 220 ق.م) عرف بولص المندي بعض الطرائق الفنية للتلوين، ويبدو أن مثل هذه الطرائق إلى جانب الأفكار الأفلاطونية الجديدة والسحر والغنوصية (حركة فلسفية ظهرت في أوروبا والشرق الأوسط، وازدهرت بين (القرنين الثاني والثامن للميلاد)، حيث تكونت لها فرق من النصارى وغيرهم، ممن كانوا يعتقدون معرفة أسرار الطبيعة والكون، وأصل البشرية والقضاء والقدر)، قد هيأت للخيمياء أن تؤكد وجودها في مصر القديمة. وهناك عدد من الكتابات المتناثرة يرجع تاريخها إلى ما بين (القرنين الثاني والثالث للميلاد)، وتحمل أسماء هرمس وتحوت وغيرهما.

وفي بداية (القرن الرابع الميلادي)، انضمت إليها كتابات ذوسيموس من بانوبوليس (أخميم) . وفي (القرن السادس الميلادي) كانت للفيلسوف الأفلاطوني الجديد أليميودوروس والإمبراطور هيراقليدس كتابات أيضًا عن الخيمياء، وقد ترجم إلى العربية عدد كبير منها. ويبدو أن أول ما ترجم منها كان في نهاية (القرن الثاني الهجري/ الثامن الميلادي)، أما الجزء الأكبر فقد جرت ترجمته إلى العربية في (القرن الثالث الهجري/ التاسع الميلادي). وهناك احتمال أن تكون ثمة ترجمات وسيطة باللغة السريانية ولكن ليس من الواضح ما إذا كان حنين بن إسحق وتلامذته قد شاركوا في هذه الترجمات.

كما ظهرت محاولات فلسفية لتبرير اختلاف الخصائص الطبيعية للمواد المختلفة (اللون، الكثافة، الرائحة)، وسبب وجودها في حالات متعددة (غازية،

سـائلة، صلبـة)، وتفاعلهـا بطـرق مختلفـة عنـد تعرضهـا لبيئـات وظـروف متنوعـة، كالمـاء أو النـار أو درجـة حـرارة، علـى سـبيل المثـال.

هـذه التغييـرات، قـادت الفلاسـفة القدمـاء إلـى افتـراض أولـى النظريـات حـول الطبيعـة والكيميـاء. ربمـا يعـود تاريـخ مثـل هـذه النظريـات الفلسـفية المتعلقـة بالكيميـاء إلـى كل حضـارة قديمـة. كان الجانـب المشـترك في كل هـذه النظريـات هـو محاولـة تحديـد عـدد صغيـر مـن العناصـر الكلاسـيكية الأوليـة التـي تتشـكل منهـا جميـع المـواد المختلفـة في الطبيعـة.

كانـت المـواد مثـل: الهـواء والمـاء والتـراب أو الأرض، وأشـكال الطاقـة، مثـل: النـار والضـوء، ومفاهيـم أكثـر تجريديـة مثـل: الأفـكار والأثيـر والسـماء، شـائعة في الحضـارات القديمـة حتـى في ظـل غيـاب أي تلاقـح ثقـافي بـين تلـك الحضـارات، علـى سـبيل المثـال: اعتبـرت جميـع الفلسـفات اليونانيـة والهنديـة والمايـا والصينيـة القديمـة الهـواء والمـاء والتـراب والنـار علـى أنهـا العناصـر الأساسـية. وفي نحـو (420 ق.م)، ذكـر إمبيدوكليـس أن كل المـواد تتكـون مـن أربعـة عناصـر: التـراب والنـار والهـواء والمـاء.

يمكـن إرجـاع النظريـة المبكـرة للنزعـة الذريـة إلـى كلٍ مـن فلاسـفة اليونـان والهنـود القدمـاء. ولكـن النظريـة الذريـة اليونانيـة أصبحـت شـائعة مـن قبـل الفيلسـوف اليونـاني ديموقريطس، الـذي أعلـن أن المـادة تتكـون مـن جسـيمات غيـر قابلـة للتجزئـة وغيـر قابلـة للتفتيـت تسـمى (الـذرة Atom)، نحـو (عـام 380 ق.م).

وقـد أعلـن ذلـك قبلـه ليوسـيبوس أيضًـا أن الـذرات هـي أكثـر جـزءٍ لا يتجـزأ مـن المـادة. تزامـن هـذا مـع إعـلان مماثـل مـن قبـل الفيلسـوف الهنـدي كانـادا في سـوترا فايشيشـيكا في الفتـرة الزمنيـة نفسـها تقريبًـا.

لم يرق لأرسطو وجود الذرات في الطبيعة (عام 330 ق.م)، فعارض نظرياتها بشدة. كما جادل نصًا يونانيًا منسوبًا إلى بوليبوس الطبيب نحو (380 ق.م) بأن جسم الإنسان يتكون من أربعة أخلاط بدلاً من أربعة عناصر. وافترض أبيقور (300 ق.م) كونًا من الذرات غير القابلة للتفكيك يكون فيه الإنسان مسؤولًا عن تحقيق حياة متوازنة.

بهدف شرح الفلسفة الأبيقورية للجمهور الروماني، كتب الشاعر والفيلسوف الروماني لوكريتيوس كتابه «طبيعة الأشياء De Rerum Natura» في (عام 50 ق.م)، حيث قدم لوكريتيوس في هذا العمل مبادئ المذهب الذري، وطبيعة العقل والروح، وتفسيرات الإحساس والفكر، وتطور العالم وظواهره، كما شرح مجموعة متنوعة من الظواهر السماوية والأرضية.

ثم خفت بريق العلوم اليونانية والرومانية إلى أن انتقلت سدة المعارف إلى العلماء العرب والمسلمين.

تطويـر العلمـاء العـرب والمسلمين للكيميـاء

لـم يحـظ أي مـن العلـوم التـي كانـت تمـارس في العصـر الإسـلامي باسـتقبال غامـض، كمـا فعلـت الكيميـاء في العصـر الحديـث. يحمـل هـذا العلـم معانـي كثيـرة، كانـت الكيميـاء مجـالًا للدراسـة في مصـر القديمـة وأيضًـا في اليونـان الكلاسـيكية.

في مكان ما، حينذاك، ظهرت كلمة (خيمياء)، والتي يعتقد أن اللغويين العرب قد عدلوها إلى (الكيمياء). وقد اختلف مؤرخو العلوم حول أصل هذه الكلمة، فمنهم من ردها إلى أصل مصري، ومنهم من ردها إلى أصل يوناني، في حين أكَّد كثيرون أن أصلها عربي اشتق من (كَمى يَكْمي) بمعنى أخفى أو ستر؛ وفي ذلك إشارة لما كان يكتنف الكيمياء من غموض وسرّية. وكان المبدأ في ذلك كما نقل عن عز الدين الجلدكي؛ أنه من المفترض على المشتغلين بالكيمياء: «كتمان هذا العلم وتحريم إذاعته لغير المستحق... لأن في إذاعته خراب العالم». كما ظهرت كلمات أخرى كانت تستخدم كمرادف للكيمياء العربية منها: (علم التدبير) و(الصنعة) و(الصنعة الإلهية) و(علم الحجر)، و(علم الميزان).

والخيمياء تقنية يكتنفها الغموض جدًا، فهي تهدف إلى تصنيع الذهب والفضة من معادن أخرى أقل قيمة كالرصاص والقصدير. وهناك رأي يقول: إن الكيمياء كانت نقلة تلت الصنعة، وحدث ذلك لأن الكيمياء العربية التي قامت على التجريب تأثرت في طورها المبكر بالخيمياء اليونانية والسريانية، التي لم تكن ذات قيمة. حيث اعتمد الإغريق والسريان آنذاك على الفرضيات والتحليلات الفكرية، إذ إن الخيمياء تلجأ إلى الرؤية الوجدانية في تعليل الظواهر والخوارق في التفسير، وترتبط بالسحر وهو ما سمّاه العرب (علم الصنعة) الذي كان يسعى منذ قديم الزمن إلى بلوغ هدفين بعيدين، **أولاً**: تحويل المعادن الخسيسة كالحديد والنحاس والرصاص والقصدير إلى معادن نفيسة؛ كالذهب والفضة من خلال التوصل إلى حجر الفلاسفة. **وثانيًا**: تحضير إكسير الحياة، ليكون

علاجًا يقضي على متاعب الإنسان، وما يصيبه من آفات وأمراض، ويطيل حياته وحياة الكائنات الحية الأخرى.

لذلك نستطيع القول إن الكيمياء بدأت مع علوم السحر والوهميات المبهمة لارتباط ذلك بالتنجيم؛ فعلى سبيل المثال: كانت الشمس تمثل الذهب؛ والفضة تمثل القمر؛ والزئبق عطارد؛ والحديد المريخ، والقصدير هرمس؛ والنحاس الزهرة. وكان هذا هو الاعتقاد السائد في أوروبا إبان القرون الوسطى، حينما كان علماؤها يدّعون أن علم الكيمياء جزءٌ لا يتجزأ من علم السحر.

في بداية الإسلام، لم تكن الكيمياء منفصلة عن الخيمياء بشكل واضح - تمامًا كما كان الحال ما بين علم الفلك والتنجيم - كما هي حاليًا، لكنها تمايزت عن بعضها مع ظهور علماء كابن سينا، ممن كانوا يشككون بشدة في الخيمياء، مثل أي شخص آخر علمي اليوم.

وقد وضع العلماء العرب للخيمياء عدة تعريفات، فهم يرون أن مهمتها صناعة الذهب والفضة من غير خاماتها، كما يقول ابن النديم: «لذلك سُميت علم الصناعة». ومهمتها إضفاء الألوان على المعادن التي تخلو منها أصلًا كما يرى جابر بن حيان، وأن تعمل على تغيير خواص المعادن، بحيث يمكن الحصول على الذهب والفضة من خلال الحيل. وبفضل الخيمياء يمكن تجنب الأذى والفقر، كما اعتقد بذلك إخوان الصفا. ولذلك كان موضوع الخيمياء هو تحويل المعادن الخسيسة إلى معادن ثمينة. ومن هنا لابد من رسم حدود لا تتعداها؛ فعلم المعادن لا يدخل في نطاق الخيمياء بمعناها الدقيق، وإن كان يتحتم على الخيميائي - بطبيعة الحال - أن يكون على معرفة وثيقة بالمعادن (وأيضًا بالحيوان والنبات)، ولا يدخل في نطاقها صناعة الزجاج وتزييف الأحجار الكريمة، كما لا تدخل فيها الأنشطة التعدينية: كاستخراج الحديد والذهب والفضة من خاماتها على نحو ما وصفه الهمداني في «كتاب الجوهرتين العتيقتين» بدقة مدهشة، ولا

يدخل في مجالها المواد الكيماوية التي يستخدمها الصناع والحرفيون في صناعة الأصباغ والألوان والعطور. أما عنوان (كيمياء العطر) الذي وصفه الكندي لكتاب له عن دحض العطور، فهو ذو معنى مجازي شأنه شأن (كيمياء السعادة) التي يطلقها الصوفية على كتاباتهم.

تمكن العلماء العرب من نقل الخيمياء من شكلها الخرافي الطلسمي إلى شكلها التجريبي العملي. يُلاحظ في كتاب عن الكيمياء لمؤلف مجهول (وهي مخطوطة موجودة في مكتبة ويلكم، لندن رقم (WMS Arabic 38)) كيف أن المؤلف كان يرسم الآلات الكيميائية المستخدمة، ويشرح العمليات الكيميائية التي تحدث في كل تفاعل.

ومع ذلك، كان هناك أشخاص مهتمين بالعمل ضمن كل التقاليد، لكن ليس أكثر من عملاق الكيمياء في العصر الإسلامي (جابر بن حيان)، المعروف في العالم اللاتيني باسم (جابر).

لقد تعمق جابر في الكيمياء كثيرًا، ويرى بعض المؤرخين أن هدفه النهائي لم يكن السعي المعتاد لتحويل المعادن الرخيصة إلى ذهب، بل كان هدفًا آخر؛ لقد كان يسعى وراء التكوّن، أي الخلق الصناعي للحياة، وفي كتاباته يلمح إلى وصفات لخلق الثعابين وحتى البشر. ربما كان هذا المسعى لاحقًا مصدر إلهام لأدب فاوست، وبالتالي، أدب فرانكشتاين لماري شيلي. لا أحد يعلم بالطبع ما إذا كان جابر جرب ذلك بجدية، أو ما إذا كانت كتاباته في هذا الشأن رمزية.

ومع عمله الخيميائي كله، استكشف جابر أيضًا الكيمياء بطريقة تجريبية واضحة، وواقعية جليّة، كانت جديدة وملكيته الخاصة به تمامًا. هذا هو السبب في أن جابر يوصف في كثير من الأحيان بأنه (أبو الكيمياء).

أصر جابر على أن (أول عنصر أساسي في تعلم الكيمياء) هو أداء العمل المخبري وإجراء التجارب، لأن من لا يؤدي عملًا مخبريًا، ولا يقوم بإجراء التجارب، فلن يصل أبدًا إلى أدنى درجة من الإتقان [Masood, 2009].

حفظت الكثير جدًا من المخطوطات العربية في الكيمياء من عوادي الزمن، ولكن لم يُكشف النقاب إلا عن جزء صغير جدًا من محتوياتها، سواءً في صورة فهارس أو قوائم منشورة. وبالتالي فمن غير الممكن حتى الوقت الحالي وضع تاريخ كامل للكيمياء العربية. فلا زالت بدايات هذا العلم - وبصفة خاصة - في (القرنين الثاني والثالث للهجرة)، الموافق (الثامن والتاسع للميلاد)، يلفها الغموض إلى حدٍّ بعيد. إلا أنه يمكن القول إن الفترة ما بين (نهاية القرن الثالث الهجري/ التاسع الميلادي) وبداية (القرن الرابع الهجري/ العاشر الميلادي)، حيث جمعت الكتابات الرئيسة لكل من جابر بن حيان ومحمد بن زكريا الرازي، هي الفترة التي شهدت، بلا شك، ظهور مكتبة مهمة عن الكيمياء قوامها؛ كتابات كتبها يونانيون ومصريون ومسيحيون ويهود وفرس وهنود وحكماء وفلاسفة.

هنا توفر بين أيدينا عدد كبير من الكتابات العربية والشذرات والاقتباسات التي تظهر فيها أسماء تلفت النظر مثل: فيثاغورس وأرخيلاوس وسقراط وأفلاطون وأرسطو وبورفيريوس وجالينوس وديمقريطس وذوسيموس وآخرون كثيرون. لقد شكلت الكتابات والمذاهب المنسوبة لهذه الشخصيات الأساس الذي تقوم عليه مجموعتان كبيرتان ورئيستان من الكتابات الكيميائية، ظهرتا في (نهاية القرن الثالث الهجري/ التاسع الميلادي)، وبداية (الرابع الهجري/ العاشر الميلادي)، وهي كتابات كل من جابر بن حيان، والرازي.

يعد جابر بن حيان صاحب أول مؤلف في الكيمياء، وفي (القرن الرابع الهجري/ العاشر الميلادي) كان محمد بن أُميل مبرزًا بكتاباته ذات الطابع السحري المجازي، وتبعه في ذلك محمد بن عبد الملك الكاثي الملقب بالمجريطي في (القرن الخامس الهجرى/ الحادي عشر الميلادي) بكتابه «رتبة الحكيم»، ومحمد بن بشرون في كتابه «سر الكيمياء». وكان أهم الكيميائيين في (القرن السادس الهجري/ الثاني عشر الميلادي) الشاعر ورجل الدولة حسين على الطغرائي، وواعظ فاس علي بن موسى والملقب بابن أرفع رأس. ونحو (منتصف القرن السابع الهجري/ الثالث عشر الميلادي) أبو القاسم السيماوي الذي عمل في العراق، وفي (القرن الثامن الهجري/ الرابع عشر الميلادي)، ألف المصري عز الدين الجلدكي عددًا لم يسبق له مثيل من الكتب تناول فيها بالتلخيص أو الشرح كل ما كتب قبله في الكيمياء والسحر، ولاحقًا، توالى ظهور عدد من المؤلفين على جانب من الأهمية، إما لأنهم جامعو معلومات، أو لأنهم ألفوا كتابات موجزة من نتاجهم.

وفي النصف الثاني من القرن (الحادي عشر الهجري/ السابع عشر الميلادي)، حاول صالح بن نصر الله بن سلوم الحلبي، وهو طبيب لدى بلاط السلطان محمد الرابع (1058 - 1099 هـ/ 1648 - 1687 م)، أن يدخل إلى الطب العربي

المفاهيم الكيميائية التي وضعها باراسيلسوس الأوربي، وهي المفاهيم التي منحت الكيميائيين القدامى فرصة الشروع في نهج أساليب جديدة، إلا أنهم لم يستفيدوا منها، بل على العكس من ذلك، واصلوا بحثهم العقيم - وحتى وقت قريب - عن حجر الفلاسفة.

يوضح المسح التاريخي الموجز السابق أن الكيمياء العربية تحتل موقعًا رئيسًا في تطور الفكر الكيميائي ككل، إلا أنها - وعلى النقيض الصارخ من أهميتها- بقيت للأسف مهملة من الباحثين. ومعظم ما كتبه مؤرخو العلم عن الكيميائيين العرب يعد من الكتابات التي لا تستند إلى مصادرها الأصلية، بل تقوم على كتابات عفا عليها الزمن وشوهتها الأخطاء الفادحة. لذلك فإن هناك مجالٌ ضخمٌ أمام الباحثين المعاصرين، الذين يجب أن تكون لهم خلفية قوية في الكيمياء الحديثة إضافة لمعرفتهم بطرائق البحث العلمي التاريخي، وإن كان الولوج إليها ليس بالسهل الميسور.

تعد الكيمياء ظاهرة معقدة تعقيدًا غير عادي، إذ تضم اتجاهات عديدة ومختلفة. كما أدخل المؤلفون العرب في نسيج فكرهم تأملات في السحر والحساب والتنجيم والأحياء.

وقد كشف الكيميائيون القدامى عن نفاذ بصيرتهم في المقالات النظرية، والقصص المجازية، والأساطير والرؤى والقصائد. ولحماية أنفسهم من الآخرين، كانوا يستخدمون أسماء مستعارة، وعملوا على الاستفادة من التعابير الملتبسة والرمزية. لكن هذا الأمر جعل كتاباتهم مبهمة، يصعب فهمها. لذلك كان طبيعيًا أن يرى (التنويري) الأوربي في تاريخ الكيمياء جزءًا من (تاريخ الحماقة الإنسانية)، بل إن في الطبعة الأولى من دائرة المعارف الإسلامية أبدى المستشرق إيلهارد فيدمان ملحوظة مؤداها أنه: «لا يمكن تصور أن كائنات عاقلة قد كتبت مثل هذه الأشياء»، ولم يمهد الطريق نحو تفسير ذي دلالة وله ما يبرره للكيمياء القديمة سوى علم دراسة الدين، وعلم دراسة أعماق النفس.

لقـد أوضـح الباحثـون كيـف هيمنـت طرائـق التفكيـر الأسـطورية والصوفيـة والغنوصيـة علـى الكيميـاء القديمـة. وهنـا تكمـن أهميـة فـك رمـوز النصـوص العربيـة مـن خـلال دراسـات دقيقـة تسـتعين بالتاريـخ وفقـه اللغـة، وبذلـك يمكـن إرسـاء الأسـس التـي تمنـع الانـزلاق نحـو إصـدار أحـكام متسـرعة أو اقتراحـات تقريبيـة.

أمـا بخصـوص الأسـس النظريـة للكيميـاء العربيـة؛ فـقـد كانـت طريقـة بنـاء النظريـات تختلـف اختلافـا بينًـا مـن مؤلـف لآخـر، بـل إن الأعمـال الكاملـة لجابـر بـن حيـان تكشـف عـن مفاهيـم تختلـف فيمـا بينهـا اختلافًـا شـديدًا، ومـن ثـم – حسـبما يـرى البعـض – فلـن تقـدم هنـا سـوى عـدد قليـل مـن المفاهيـم الأساسـية، وهـي لا تحمـل صفـة العموميـة في التطبيـق. فتحويـل المعـادن الخسيسـة إلـى معـادن ثمينـة أمـر ممكـن، لأن أنـواع المعـادن تشـكل جنسًـا واحـدًا، ولا يختلـف أحدهـا عـن الآخـر سـوى في الأعـراض، وهـذه الأعـراض قـد تكـون ذاتيـة (جوهريـة) أو عرضيـة. إلا أن الأعـراض ليسـت ثابتـة بـل متغيـرة وهـو مـا نشـاهده في الطبيعـة. والواقـع أن المعـادن تنمـو في باطـن الأرض عبـر فتـرات طويلـة. وهـي تتغيـر – مـن خـلال عمليـة تعـد نوعًـا مـن الإنضـاج – مـن معـادن خسيسـة إلـى معـادن ثمينـة ثـم إلـى ذهـب فـي نهايـة الأمـر. وهـذا التحـول كمـا يـراه بعـض المؤرخـين يحـدث تحـت تأثيـر النجـوم. وفي مقـدور الكيميائـي القـديم أن يسـرّع بهـذه العمليـة بواسـطة أنابيقـه، وبوسـعه – بفضـل مهارتـه – أن ينجـز في يـوم واحـد مـا تتطلـب الطبيعـة لإتمامـه آلاف السـنين. وتقـدم لنـا الكتابـات الكيميائيـة العربيـة مئـات بـل آلاف الوصفـات لصنـع الذهـب، مـن هـذه توجـد ثـلاث طرائـق رئيسـة:

1. تقـوم الطريقـة الأولـى علـى نظريـة (الزئبـق – الكبريـت)؛ فالزئبـق يحـوي علـى المـاء والتـراب، والكبريـت يحـوي علـى النـار والهـواء، وبذلـك تكـون المادتـان معًـا قـد احتوتـا علـى العناصـر الأربعـة. فـإذا تمازجـت واختلطـت اتحـدت أجـزاء الكبريـت والزئبـق، والحـرارة دائمـة في نضجهـا وطبخهـا،

فتنعقد عند ذلك كافة أنواع الجواهر المعدنية المختلفة، فإذا كان الزئبق نقيًا والكبريت نقيًا، وكانت مقاديرهما على النسبة الفضلى، والحرارة في درجة الاعتدال، فعندئذ ينعقد الذهب الإبريز. وإن عرض لحرارة المعدن - أثناء طبخها - البرد قبل النضج انعقدت وصارت فضة بيضاء، وإن عرض لها اليبس من فرط الحرارة وزيادة الأجزاء الأرضية، انعقدت فصارت نحاسًا أحمر يابسًا، وإن عرض لها البرد قبل أن تتحد أجزاء الكبريت والزئبق قبل النضج انعقد منها رصاص قلعي (أي قصدير شديد البياض)، وإن عرض لها البرد قبل النضج وكانت الأجزاء الترابية أكثر، صارت حديدًا أسود، وإن كان الزئبق أكثر والكبريت أقل، والحرارة ضعيفة انعقد منها الأسرب (الرصاص الأسود الرديء)، وإن انفرطت الحرارة فأحرقته صار كحلًا، وعلى هذا القياس تختلف الجواهر المعدنية بأسباب عارضة خارجة عن الاعتدال وعن النسبة الفضلى، وزيادة الكبريت والزئبق ونقصانهما، وإفراط الحرارة أو نقصانها، أو برد المعدن قبل نضجه أو خروجه من الاعتدال، فعلى هذا القياس حكم الجواهر المعدنية الترابية.

كان الكيميائي إذن يحاول أن يحاكي عمل الطبيعة، فهو يحاول أن يكتشف مقدار الكبريت ومقدار الزئبق اللذين يحويهما الذهب، وأي درجة من الحرارة تلزم لإتمام عملية الإنضاج. فإذا نجح في توفير هذه الظروف، كان في مقدوره عندئذ الوصول إلى مركب الذهب. وربما كان علينا أن نضيف إلى ذلك أن الزئبق والكبريت لا يعنيان بالضرورة ما يقصده الكيميائيون حاليًا بهذين العنصرين، بل يفهم من هذين المصطلحين المبادئ الأساسية للسيولة والاحتراق، فهم يتحدثون عن (الزئبق الرجراج) و(الكبريت المحترق).

2. والطريقـة الثانيـة: تقـوم علـى أسـاس (علـم الموازيـن) الـذي نـادت بـه أعمـال جابـر بـن حيـان؛ فالكيميائـي يحـاول إقامـة علاقـة متبادلـة بـين المعـادن حسـب الحجـم والـوزن. وأن يؤسـس بنـاءً علـى هـذه المعلومـات جسـمًا لـه حجـم ووزن متجاوبـان.

3. الطريقـة الثالثـة: هـي الأكسـير؛ وهـي أهـم طريقـة يُوصـى باتباعهـا. ويتكـون الإكسـير مـن مـواد معدنيـة ونباتيـة وحيوانيـة. يوضـع هـذا الإكسـير علـى معـدن خسـيس، ثـم ينقـل ليوضـع في ظـروف خاليـة عـن أيـة كيفيـة، فالإكسـير يتخلـل هـذا المعـدن كمـا تتخلـل الخميـرة العجـين، ويحولـه إلـى ذهـب، بـل أعلـى قيمـة مـن الذهـب نفسـه.

لقـد أقيمـت كل هـذه النظريـات بنـاءً علـى مقدمـات لا يمكـن البرهنـة عليهـا أو تكذيبهـا. ومـن هنـا لـم يكـن جـدال العلمـاء المسـلمين حـول إمكانـات الكيميـاء ليحقـق أي تقـدم حقيقـي. واعتـرف الكيميائيـون بصعوبـة مهمتهـم، ولكنهـم يؤكـدون أنـه لابـد وأن يكـون في الإمـكان الكشـف مـن جديـد عـن سـر صناعـة الذهـب التـي كان يعرفهـا ولا شـك الحكمـاء القدامـى. لقـد كان الجـدال يجـري بينهـم علـى المسـتوى النظـري أساسًـا. إذ تطـرح الأدلـة الفلسـفية والكلاميـة ومنهـا تسـتنبط - في أغلـب الأحـوال - النتائـج بنـاء علـى مقارنـة بـين الحـالات.

انتقال الكيمياء إلى الصيغة التجريبية والتطبيقية

انتقلت الخيميـاء - في بـادئ الأمـر- بمفهومهـا الخاطـئ إلـى العلـم العربـي، فاعتقـد المشـتغلون بهـا مـن العلمـاء المسـلمين مثـل اعتقـاد اليونـان والسـريان النسـطوريين أن أصـل جميـع المعـادن واحـد: المـاء، والهـواء، والنّـار، والتـراب. وأن طبائعهـا قابلـة للتحويـل، ويعـود سـبب اختلافهـا فيمـا بينهـا إلـى اختـلاف نسـب العناصـر المكونـة لهـا، ومـا علـى مـن يرغـب في الحصـول علـى الذهـب مثـلاً إلا أن يعيـد تركيـب هـذه العناصـر مـن جديـد بنسـب صحيحـة بعـد تحليـل المعـدن إلـى عناصـره الأساسـية. ومـع أنـه لـم يتوصـل أحـد لذلـك، سـواء مـن العـرب أو مـن سـبقهم، إلا أن سـعي العلمـاء المسـلمين للوصـول إلـى هـذا الهـدف جعلهـم يكتشـفون مـواد جديـدة ـ عـن طريـق المصادفـة ـ ويتوصلـون إلـى قوانـين جديـدة عديـدة؛ ممـا مكنهـم في النهايـة مـن الانتقـال مـن الخيميـاء إلـى الكيميـاء.

بعـد أن نقـل العـرب والمسـلمون مـا لـدى الآخريـن مـن علـم الخيميـاء، وبعـد أن تعمقـوا في الصنعـة وتوصلـوا رويـدًا رويـدًا إلـى اكتشـافات جديـدة، نجـد أنـه بحلـول أواخـر (القـرن الثالـث وأوائـل الرابـع للهجـرة)، قـام عالِـمٌ كيميائـي عربـي يختلـف في رؤيتـه للتفصيـلات والجزئيـات عمـا سـبقه نصًـا وروحًـا. فبإدخـال التجربـة العلميـة والمشـاهدات الدقيقـة أضفـى العلمـاء المسـلمون علـى هـذا العلـم أصالـة البحـث العلمـي التجريبـي؛ لـذا يوجـد شـبه إجمـاع لـدى كثيـر مـن الباحثـين علـى أن العـرب هـم مؤسسـو علـم الكيميـاء التجريبـي. وهـم الذيـن أظهـروا دراسـاته مـن السّـريّة والغمـوض والطلاسـم، التـي عُـرف بهـا الآخـرون، إلـى العلنيـة، حـين اختطـوا لـه منهجًـا اسـتقرائيًا سـليمًا يقـوم علـى الملاحظـة الحسـيّة، والتجربـة العلمّيـة التـي أطلقـوا عليهـا في كتاباتهـم اسـم (الدّربـة) أو (التجربـة).

وعـن طريـق التجـارب توصلـوا إلـى مركّبـات وأحمـاض لـم تكـن معروفـة مـن قبـل، واسـتفادوا منهـا في حقلـي الطـب والصيدلـة علـى وجـه الخصـوص. كمـا

استطاعوا أن يوظِّفوا هذه المعارف في الصناعات المختلفة أو ما يمكن أن يُطلق عليه في العصر الحديث الكيمياء الصناعية. وتوصل العلماء المسلمون إلى كثير من العمليات الأساسية في الكيمياء ووصفوها وصفًا دقيقًا، وبينوا الهدف من إجرائها.

وكان منهجهم العلمي وتعبيرهم عن التغيرات التي تطرأ على المادة واضحًا؛ ومثال ذلك نهج الكندي (توفي 260هـ/ 873م) في تحضير الفولاذ بمزج الحديد المطاوع بالحديد الصلب وصهرهما للحصول على حديد يحوي على نسبة لا تقل عن 0.5 % من الكربون ولا تزيد على 1.5 %، وهي طريقة لا تختلف كثيرًا عما كان يُحضَّر من الفولاذ حتى مطلع (القرن العشرين).

كما عمد الكيميائيون العرب إلى تصنيف الأجسام الكيميائية مراعين تشابه الخواص فيها، فصنفوها إلى معدنية ونباتية وحيوانية ومولَّدة (مشتقة). ولم يقف تصنيفهم عند هذا الحد، بل تعداه إلى تقسيمات فرعية أخرى أصغر لهذه الأجسام. فعلى سبيل المثال، قسموا الأجسام المعدنية إلى ست فئات أخرى هي:

1. الأرواح: كالزئبق.
2. الأجساد (العناصر الفلزية): كالذهب.
3. الأحجار: كالتوتياء.
4. الزاج: كالزاج الأحمر والشب.
5. البورق: كالنطرون.
6. الملح: كالملح المر (كبريتات المغنسيوم).

طرائق العمل الموصوفة في كتابات جابر مفصلة، وساعدت على وضع الكيمياء على أسس علمية. يسمى وصفه لكيفية إنتاج مواد كيميائية معينة، أو إجراء عمليات معينة (بالوصفات)، وهي تُقرأ مثل التعليمات الخاصة بصنع كعكة في عصرنا الحالي. لقد كانت واضحة بما يكفي ليتبعها أي شخص، وقد أسس بذلك نموذجًا للدقة التفصيلية. كان هذا هو اهتمام جابر بالدقة لدرجة أنه اخترع ميزانًا يمكن أن يزن بدقة تصل لأقل من سدس الغرام. قد تكون هذه الدقة هي التي دفعته إلى التكهن بأنه عندما تتحد المواد الكيميائية، يجري الاحتفاظ بطبيعتها الأساسية عند مستوى أصغر بكثير من رؤيته.

بالنسبة لجابر، كما هو الحال بالنسبة للعديد من العلماء، فإن تجربة المادة تعني الذهاب إلى معمله ورؤية ما يحدث عندما يخلط المواد ويسخنها ويبردها ويسحقها ويخبزها ويقلبها وما إلى ذلك، وهي الرؤية الكلاسيكية لمعمل الخيميائي، وبعد ذلك مختبر الكيمياء.

للوصول للدقة التي يحتاجها، استخدم جابر واخترع مجموعة متنوعة من القوارير؛ مثل المعوجّة. يُعتقد أيضًا أنه اكتشف عمليات كيميائية مختلفة مثل؛ الاختزال والتسامي، والأهم من ذلك كله؛ التقطير، أو على الأقل إذا لم يكتشف التقطير، فقد وجد طريقة لتحقيق ذلك باختراعه الإنبيق، وهو دورق بسيط مغلق لتسخين السائل، مع أنبوب لتصريف القطرات التي تتشكل مع تكثف البخار في الجزء العلوي من القارورة.

مع ظهور الإنبيق أمكن تحويل النبيذ إلى كحول. لم يستخدم هذا في صناعة المشروبات الكحولية القوية، بالطبع، لأن الإسلام يحرمها، ولكنه صار العملية الرئيسة في عدد من الصناعات القائمة على المواد الكيميائية التي انطلقت في العالم الإسلامي، بما في ذلك صناعة العطور والحبر والصباغة، وإنتاج الأدوية والمواد الكيميائية الخاصة. أمكن استخدام الإنبيق أيضًا في وقت لاحق لتقطير الزيت المعدني لصنع الكيروسين، والذي كان يستخدم لتزويد مصابيح الزيت بالوقود.

كانت صناعة العطور العربية تعتمد كثيراً على التقنيات التي اخترعها الكيميائيون. إذ كانوا يستخدمون الإنبيق بشكل أساسي لاستخراج (روح العطر) من الزهور

يعود الفضل أيضًا إلى جابر في اكتشاف الأحماض القوية: كحمض الكبريتيك وحمض الهيدروكلوريك وحمض النتريك، والتي كانت قوية جدًا، بحيث يمكنها إذابة المعادن. لحسن الحظ، اكتشف أيضًا المواد التي يمكن أن تحييدها، أي القلويات Alkalis، وهي كلمة عربية أخرى وصلت إلينا من خلال

الكيمياء. اكتشف أيضًا الحمض الوحيد الذي يمكنه إذابة الذهب والبلاتين: إنه الماء الملكي Aqua Regia، وهو مزيج قصير العمر من أحماض الهيدروكلوريك والنتريك. ألهم هذا الاكتشاف أجيالًا لا حصر لها لمتابعة البحث عن الصيغة السحرية التي من شأنها تحويل المعدن الأساس إلى ذهب.

لكن اكتشاف الأحماض والقلويات القوية أمر أساسي أكثر مما قد يبدو في البداية. هذه المواد ضرورية في الكيمياء الحديثة، وفي العمليات الكيميائية الصناعية التي تنتج الكثير من الأشياء التي نعتمد عليها اليوم؛ ابتداء من البلاستيك إلى الأسمدة الصناعية.

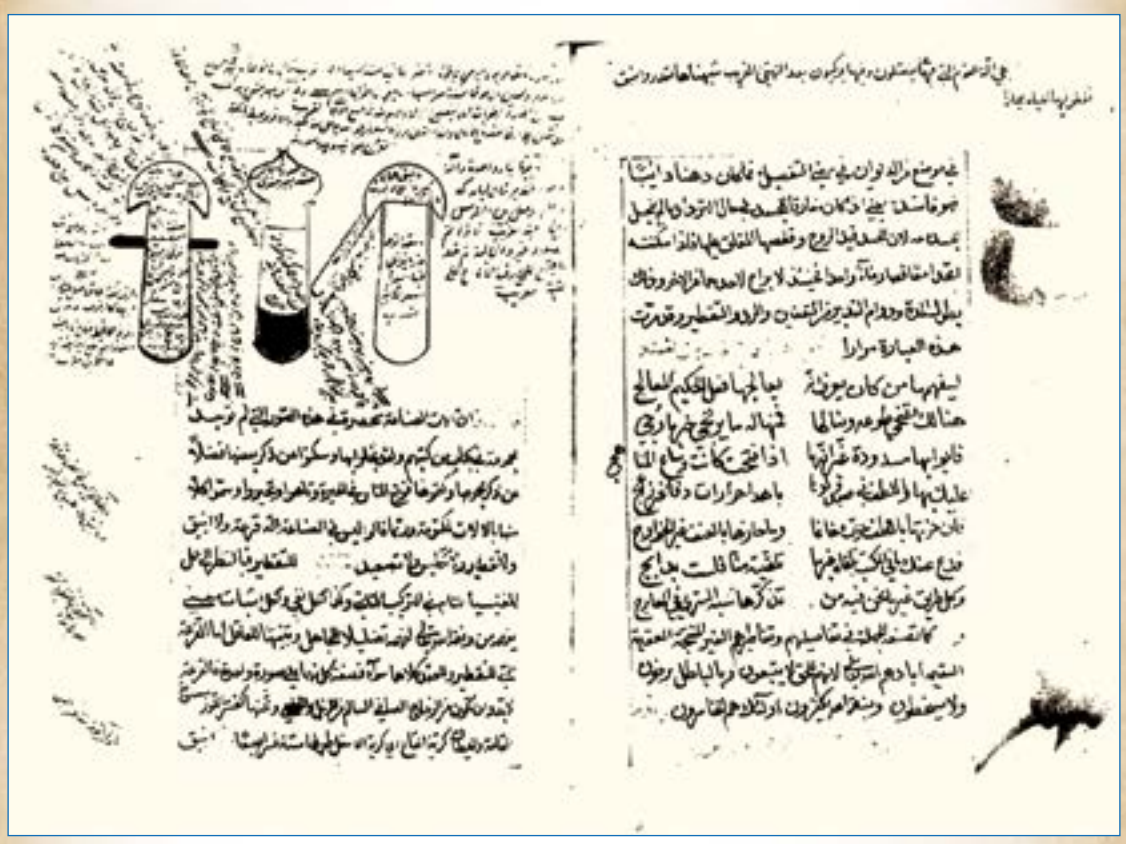
حاول جابر أيضًا توفير إطار لتصنيف المواد الكيميائية، حيث ورد جزءٌ من هذا من المفهوم اليوناني القديم للعناصر الأربعة: النار والتراب والهواء والماء، لكنه طور ذلك من خلال تجميع المواد بصورة معادن، ولافلزات، ومواد يمكن تقطيرها. لا يختلف هذا كثيرًا عن المجموعات الموجودة في الجدول الدوري الحديث، والتي تحدد المعادن وغير المعادن، وكذلك المواد المتطايرة.

بدأ أبو بكر الرازي - الذي اشتهر تقريبًا بإنجازاته الطبية - بالعمل في الكيمياء بعد قرن من الزمان من عمل جابر بن حيان، حيث انطلق من حيث توقف جابر. صقل الرازي تصنيفات جابر وميز بين المواد الطبيعية وتلك المصنوعة في المختبر. كما أكد على الحاجة إلى الإثبات عن طريق التجريب، وصقل العمليات الأولية للتقطير والتبخر والترشيح.

لقد استخدمت العقاقير المعدنية والعشبية لآلاف، إن لم يكن مئات الآلاف من السنين قبل عصر الرازي، لكن الرازي ساهم في تطوير علم الأدوية؛ حيث تُخلط المواد الكيميائية بعناية بكميات صغيرة ودقيقة ويجري تحضيرها لصنع الأدوية.

ثم واصل علماء آخرون مثل: البيروني والزهراوي وأبو المنصور هذا الأمر، وكان لأطروحاتهم حول الأدوية وطرائق تحضيرها تأثير كبير في أوروبا الغربية، عندما وصلوا إلى تلك المنطقة في أواخر العصور الوسطى (Masood, 2009).

يجب أن نلاحظ أن فكرة (كيمياء المستحضرات الطبية)، لم يكن لها وجود في العصور الوسطى الإسلامية. أما الأدوية المركبة فكان يعدها الطبيب أو الصيدلاني وفقًا لما جاء في كتاب جالينوس «تركيب الأدوية» أو طبقًا للأقرباذينيات التي وضعها العرب. ولا شك أنه كانت توجد نقاط التقاء بين المهن المختلفة؛ فخبراء المعادن وصانعو العطور يعملون بالأدوات والأجهزة نفسها التي كان يستخدمها الكيميائيون، بل إن بعض الكيميائيين قد مهر في العلوم المتعلقة بها، مثل الرازي الذي صنف المعادن. ومهما يكن من أمر فإن فن تحويل المعادن يجب إخراجه من دائرة تلك المهن التي تعد أقرب ما تكون إلى الطابع العملي وذلك نظرًا لما تنطوي عليه من أسس نظرية.



حجر الفلاسفة: صفحات من شرح ديوان الشذور، وهو تعليق على مجموعة قصائد عن حجر الفلاسفة، لعلي بن موسى بن أرفع رأس، (القرن الثاني عشر للميلاد) [Turner, 1995].

الخيميـــاء والكيميـــاء بين القبـــول والرفـــض

لقد كانت بعض نصوص الكيمياء العربية تتخفى وراء أسماء ورموز مستعارة، لأنه لو لم يكن الأمر كذلك لكان في مقدور أي شخص أن يكتشف سر صناعة الذهب، وبذلك يصير الذهب بلا فائدة كوسيلة لتسديد المستحقات. وهذه الحجة الاقتصادية كان يكررها المرة تلو المرة المؤلفون اللاحقون.

وقد عمل الجغرافي أبو محمد الحسن بن أحمد الهمداني (توفي 334هـ / 945م) بطريقة مشابهة ومستمدة من علم المعادن، حيث كان على معرفة تامة بهذا العلم. فكما أن الحديد والصلب يمكن أن يصلا إلى درجات من الجودة والنقاء باستخدام علم المعادن - أي باستخدام مهارة الإنسان -، فكذلك في مقدور المرء أن يصطنع طرائق لصناعة الذهب، ذلك المعدن الذي يجري إنضاجه بطريقة طبيعية في باطن الأرض. غير أن الادعاء بقدرة الإنسان على محاكاة الطبيعة، هذا الادعاء ذاته كان موضع تفنيد شديد من قبل أبي حيان التوحيدي وأبي علي بن سينا. فالكيميائيون لا يستطيعون سوى عمل شيء يشبه في الظاهر المعادن الثمينة، غير أن الحواس لا تدرك (الفروق النوعية) في المعادن بعد إجراء العمليات الكيميائية، بل تدرك اللوازم والعوارض فحسب. أما جوهر المعدن الخسيس فيبقى كما هو دون تغيير. وبقي ابن سينا - بسبب أقواله هذه - هدفًا لمجادلات كل الكيميائيين الذين جاءوا من بعده، ولا سيما الحسين بن علي الطغرائي وعز الدين الجلدكي. ففي كتاب «حقائق الاستشهاد» الذي ألفه الطغرائي عام (505هـ / 1112م)، كتب أهم دفاع عن الكيمياء؛ فهو يرد على اعتراض ابن سينا بقوله: «إن العمليات الكيميائية لا تخلق على الإطلاق فصلًا جديدًا (فرقًا نوعيًا)، بل إن كل ما تفعله هو إعداد المادة حتى تتلقى هذا الفرق النوعي الذي يمنحه إياها الله الخالق». والطغرائي بذلك يضع في اعتباره جبهة علماء الكلام ونقدياتهم، وقد وجد هذا النقد لسان حال له عند كل

من: ابن حزم الأندلسي وابن تيمية وتلميذه ابن القيم الجوزية (توفي 750هـ/ 1349م). فقد تضمن كتاب ابن القيم الجوزية «مفتاح دار السعادة» هجومًا (استغرق مائتي صفحة)، ضد كل العلوم السرية وبوجه خاص التنجيم؛ فهو يرى - شأنه شأن ابن سينا - أن الكيميائيين لا يفلحون إلا في إضفاء المظهر، ولكنهم غير قادرين على صنع ذهب حقيقي أو فضة حقيقية. وكذلك ابن خلدون كان خصمًا للكيمياء، ورأيه فيها أنها نوع من السحر. ولقد كانت الشروح النظرية للكيميائيين وتأملاتهم كاملة في حد ذاتها من ناحية، ومكتملة بالتجارب المعملية من ناحية أخرى، ذلك أن الخبرة التي اكتسبت عبر هذه التجارب قد أدت بدورها إلى ظهور نوع جديد من الكتابة والنظريات.

ولما كان الكيميائيون - منذ فجر التاريخ - مضطرين للاحتفاظ سرًا بمعارفهم المقصورة عليهم، استخدموا أسماءً مستعارةً لا حصر لها، لا لإطلاقها على العمليات الكيميائية فحسب، بل لإطلاقها على المواد والأكاسير، فكثيرًا ما كان يشار إلى المادة الواحدة بأسماء عديدة، وبالعكس كان الاسم الواحد يطلق على عدة مواد مختلفة. ولهذه الأسماء المستعارة تراثٌ إغريقيٌّ أيضًا، إذ كانت أسماء الكواكب تُستخدم لإطلاقها على المعادن؛ فالشمس هي الذهب؛ والقمر هو الفضة؛ والمريخ هو الحديد ... إلخ. وتنطوي بعض الكلمات على خواص المادة؛ فالفرار هو الزئبق؛ والأشقر هو النحاس. وكثيرًا ما كانت تستخدم أسماء الحيوانات؛ فالعقاب قد يطلق على ملح النشادر، والعقرب وعنق الحية على الكبريت؛ وطاووس البرية على النحاس. ويختلف معنى مثل هذه الأسماء المستعارة من مؤلف لآخر، ومن معمل لآخر، فليس لها مدلول عام واحد.

والعرب أنفسهم أخذوا على عاتقهم حل مشكلة المصطلحات، حيث وضعوا القواميس أو أضافوا إلى الأعمال النظرية الكبيرة قوائم يشرحون فيها معنى هذه الأسماء المستعارة. ولكن قيمة هذه القوائم ضئيلة، إذ لن نتمكن من الترحال عبر هذا المجال الشائك سوى من خلال الطبعات المحققة بعناية، وبروح نقدية مع مراجعة معجمية مقتدرة للمصادر. وإن كان المرجح أننا لن ننجح في معرفة المعنى الأصلي للوصفات الكيميائية في عدد غير قليل من النصوص.

بحلول أوائل (القرن التاسع الميلادي)، تم تنظيم الخيميائيين العرب في نوع من النقابة، وهي مجموعة متميزة تمامًا عن الصيادلة والأطباء. ويبدو أن صلاتهم (بعد قرن تقريبًا)، بإخوان الصفاء وبنوع التصوف والتنجيم المرتبطين بكتاباتهم وأسلوب حياتهم أمر محتمل جدًا.

ومع أن فن الخيمياء الغامض الذي سعى إلى إيجاد طرائق لتحويل المادة الأساسية إلى معادن ثمينة ومركب إكسير الحياة كان مغريًا للعديد من المحنكين، إلا أنه واجه العديد من المعارضين طوال الفترة الإسلامية.

يعتقد بعض الخصوم أن مزاعم الخيميائيين كانت في تناقض جوهري مع معتقدات المسلمين، على الرغم من محاولات بعض الخيميائيين لتبرير مساعيهم على أسس دينية. كان عالم الطبيعة الجاحظ والفيلسوف أبو يوسف الكندي من أشد منتقديها. كان ابن سينا معارضًا معتدلاً للنظرية القائلة بإمكانية تحويل المعادن الأساسية إلى ذهب. وعلى الرغم من أن عبد اللطيف البغدادي قد آمن بالكيمياء في وقت مبكر من حياته، إلا أنه ومع تقدمه في السن اعتبر أن نظرياتها تفسد أتباعها وانتقد اتباعها.

ومع ذلك، كان الرازي مؤيدًا قويًا للخيمياء ومدافعًا عن مزاعمها. لحسن الحظ، كان نهجه في الخيمياء تجريبيًا وعقلانيًا وعلميًا، لذا عزز عمله صورة الكيمياء. وأرست كتاباته أسس الكيمياء العربية التجريبية، والعلاج الكيميائي التجريبي، والإجراءات الكيميائية الموضوعية. كما وصف الأدوات والأواني المستخدمة في المعامل الكيميائية في كتابه الذي أعيد نشره مؤخرًا بعنوان «سر الأسرار».

واصل عدد من الخيميائيين المهمين بعد الرازي البحث عن (حجر الفلاسفة)، والذي من شأنه أن يحول المعادن الأساسية إلى ذهب، ويزيد من إثراء الأدب الكيميائي بكتاباتهم. وكان من بينهم: أبو القاسم المجريطي الأندلسي (توفي 1008م)، وأبو الحسن بن أرفع رأس (توفي 1197م)، وأبو القاسم محمد العراقي من بغداد الذي ازدهر في (منتصف القرن الثاني عشر)، والمؤلف عز الدين الجلدكي (توفي عام 1342م)، الذي اشتهر بغزارة الإنتاج.

نظرًا لكونهم سريين جدًا، ربما بسبب إخفاقاتهم المتكررة، فقد كتب هؤلاء الكيميائيون عن عملهم بمصطلحات رمزية وصوفية جدًا، مستخدمين لغة غامضة غير مفهومة تقريبًا للغرباء، وملئت كتبهم بتعبيرات مجازية وغامضة، وأشعار منمقة، وعبارات مزخرفة، وحكايات غامضة.

ومع ذلك، في بحثهم عن (زراعة الذهب)، قدم الكيميائيون مساهمات عديدة في علم الكيمياء. لقد اخترعوا العديد من أواني المختبر، وحسّنوا العديد من الأواني الأخرى، مثل: البوتقة، والإنبيق، والمعوجة.

كمـا قامـوا بتطويـر تقنيـات وعمليـات كيميائيـة مثـل: التقطيـر، والترشـيح، والتصفيـة، والتكلس، والتبلـور، وتحضيـر العناصـر والمركبـات الكيميائيـة. بالإضافـة إلـى ذلـك، قامـوا بتحسـين صناعـة السـيراميك والزجـاج والصابـون والعطـور.

وبسـبب إيمانهم باسـتمرارية المادة، سـاهم الكيميائيون بشـكل كبير في موضوعية التجريب، واستخدام الأوزان والموازين، ومفهوم التوحيد المتناسب للمعادن.

لسـوء الحـظ، كانـت الخيميـاء أقـرب إلـى فـن التنجيـم مـن العلـوم التقليديـة. إن ممارسـة علـم التنجيـم في الواقـع كانـت تسـبق الخيميـاء في الشـرق الأدنـى، وهـي مرتبطـة ارتباطًـا وثيقًـا بعلـم الفلـك، علـى الرغـم مـن أن الكثيريـن اليـوم يربطونهـا فقـط مـع الأبـراج والتنبـؤ بالأحـداث المسـتقبلية [Hayes, 1983].

التجهيـــزات الكيميائيـــة

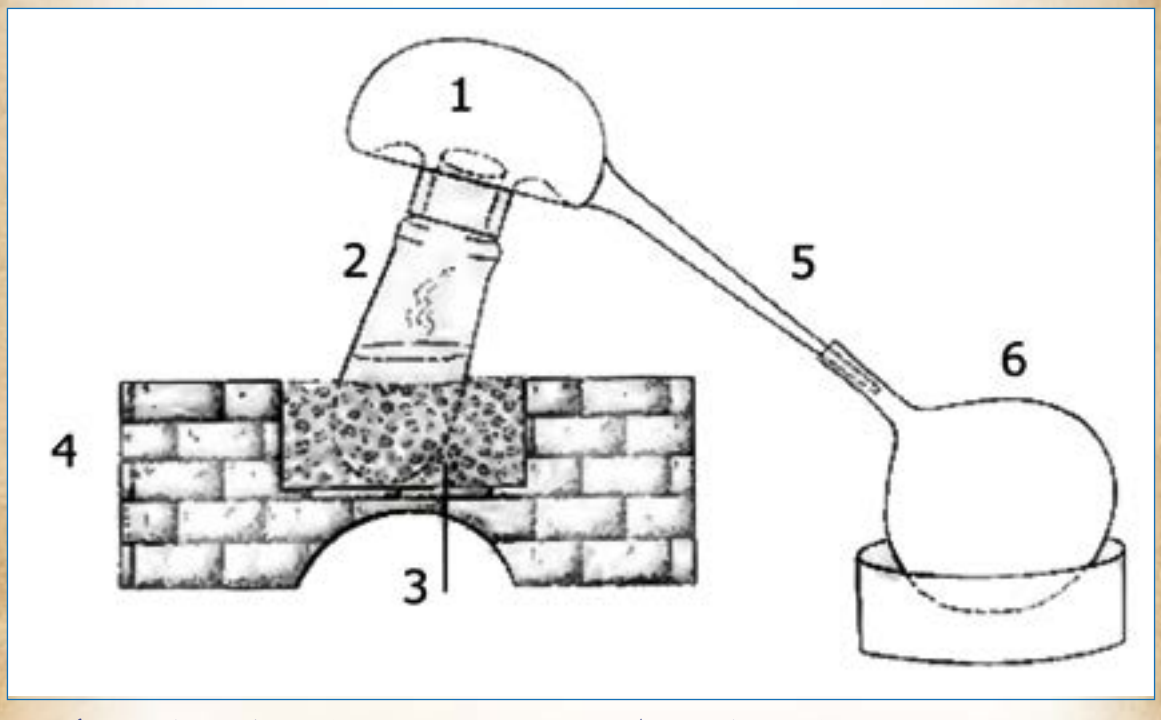
كان على الكيميائيين تزويد ورش العمل الخاصة بهم بعدد كبير من الأواني، فقد استخدموا في التجارب أدوات لم تعرف عند غيرهم، وكانت النواة لبعض الأدوات البسيطة الحالية ومنها: القرعة، والإبريق، والقارورة، والمدق (الهاون)، والملعقة، والمقراض، والمرجل، والمبرد، والحوض، والمكسر، وأجهزة التقطير، وكرة السحق، والأنبوب، والقرن، والصفارة، والكُلّاب، والمثقب، والكور، والقالب، والمثقال، والموقد، والفرن، والماسك، والقمع، والمنجل، والراووق، وآلة التكليس، والميزان، والقطارة، والصَّدَفة، والمنفخ، والبوطقة، والبرنية (إناء فخاري)، والقدح، والإنبيق. وقد وصف الرازي وحده في «سر الأسرار»، أكثر من 20 أداةً استخدمها في تجاربه منها؛ الزجاجي والمعدني والفخاري.

كان التقطير من أهم العمليات في التقنية الكيميائية الإسلامية، حيث يستخدم للأغراض الطبية والتكنولوجية والصناعية، بما في ذلك تحضير الأحماض المعدنية، وتقطير العطور وماء الورد والزيوت العطرية. يتطلب الإجراء غلاية ومكثف وجهاز استقبال. وقد سُمي إناء الغليان بالقرعة بسبب شكله الشبيه بالقرع. أكثر أنواع المكثفات شيوعًا هو الإنبيق الذي كان منفصلًا عن وعاء الغليان. يسخن السائل حتى يغلي في القرعة؛ يتكون ناتج التقطير أو البخار المكثف على الجزء الداخلي من قبة الإنبيق وينساب إلى الحافة أو المزراب الداخلي الذي يتكون من الطوق، ثم يمر عبر أنبوب التسليم الطويل إلى وعاء استقبال متصل (المقابلة).

يمكن وضع القرعة في الرمال أو في حمام مائي يمكن تسخينه بواسطة أي واحد من مجموعة متنوعة من الأفران أو المواقد. بدلًا من ذلك، يمكن تسخين دورق الغليان برفق باستخدام مصباح صغير.

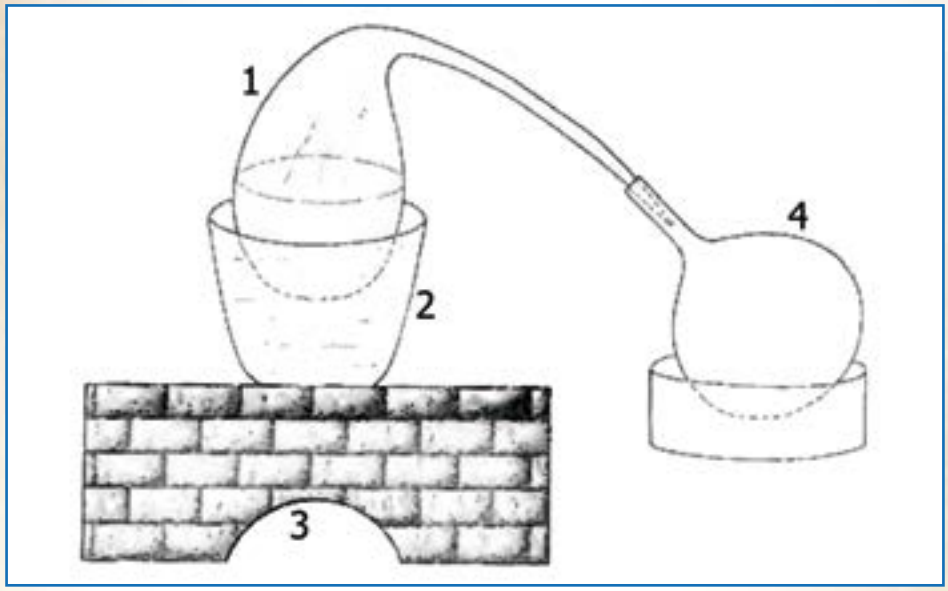
تحوي أوعية الغليان على قيعان مستديرة بحيث يمكن تعديلها بسهولة إلى أي زاوية مطلوبة في الرمل أو حمام الماء أو عن طريق وضعها في دعامة دائرية.

في نهاية الأمر، وصلت ترتيبات القرعات، والإنبيقات، وأنابيب الاستقبال إلى أبعاد كبيرة، مع رؤوس ثابتة متعددة، واحدة فوق الأخرى، ودوائر من القرعات يجري تسخينها بوساطة أفران ضخمة مع العديد من الأوعية المستقبلة المرفقة لتجميع نواتج التقطير. ويمكن أن تأخذ قوارير الاستقبال أي عدد من الأشكال، طالما أن قيعانها مدورة أيضًا ولها أعناق أسطوانية طويلة، يمكن إدخال أنبوب توصيل الإنبيق فيها [Maddison, & Savage-Smith, 1997].



رسم بياني يوضح ترتيب جهاز التقطير (1) الإنبيق (2) القرعة (3) الرمل (4) فرن الطوب (5) أنبوب التسليم و (6) دورق الاستقبال.

تعتبر نشأة عملية التقطير غامضة، وإن كان هناك أدلة تشير إلى أنها كانت تمارس في بلاد ما بين النهرين والصين، وربما في الهند قبل ظهور الإسلام. ومع ذلك، فإن تطور المعوجة، حيث يُدمج المكثف والمرجل في وحدة واحدة، يبدو أنه تطور إسلامي، ويتضح في العديد من المخطوطات المتأخرة في العصور الوسطى. لا يمكن استخدام المعوجة إلا مع السوائل، وسيتطلب ملء الوعاء (دورق الاستقبال) من خلال الفتحة الصغيرة في نهاية أنبوب التسليم الطويل المنحني على هيئة قمع ضيق جدًا.



يوضح الشكل ترتيب جهاز التقطير (1) المعوجة (2) الماء المغلي (3) فرن الطوب (4) دورق الاستقبال

جرى تسجيل وعاء إسلامي واحد فقط من العصور الوسطى يمكن تحديده على أنه معوجة، له جسم بصلي الشكل على شكل قرعة، مع رقبة طويلة وضيقة تنحني بزاوية قائمة.

لا يوجد وصف صريح في المصادر الإسلامية المكتوبة في العصور الوسطى لطريقة التبريد الخارجي لأنبوب التوصيل، وهو مطلب لتقطير الكحول. ولكن من خلال عدد من الشروحات المختصرة، مثل تلك التي أدلى بها الكندي في (القرن التاسع الميلادي)، يبدو من المحتمل أن بعض أشكال التبريد بالمياه كان يُستخدم أحيانًا لتقطير النبيذ. يُعرف النظام الذي يشتمل فيه الرأس الثابت بكامله على حمام تبريد في تصميمه باسم (المرسى المعدني) Moor's-head. أقدم رسم توضيحي مسجل له، هو رسم غربي لعام 1485م، لكن ليس من المعروف متى وأين ظهر التصميم لأول مرة.

أمكن الحديث عن المراسي المعدنية أو اللقطات الباردة في عدد من المخطوطات العربية والتركية في (القرنين السابع عشر والثامن عشر للميلاد)، حول الكيمياء أو الطب الكيميائي، وهي لا تزال قيد الاستخدام في الجزائر والمغرب لإعداد ماء الورد.

قطعة أساسية أخرى من المعدات الكيميائية أو الطبية كانت عبارة عن قمع يستخدم في نقل المواد من حاوية كبيرة إلى حاوية أصغر. جرى وصف عدد قليل من الأقماع في الأدبيات العلمية المنشورة، مع الاحتفاظ بالعديد منها، والتي غالبًا ما تكون مجزأة في مجموعات مختلفة.

قمع زجاجي إسلامي موجود في متحف العلوم في لندن، وهو مصنوع في إيران ويعود للقرن الثامن عشر أو التاسع عشر. يحوي على جسم أسطواني بحافة علوية مصبوبة وصنبور منحنٍ ضيق.

نظـرًا لأن التجهيـزات الكيميائيـة ليسـت ذات قيمـة فنيـة عاليـة، فإنهـا لا توجـد عـادة بـين مجموعـات المتاحـف، وإن وجـدت يجـري إهمالهـا.

قوارير استقبال أو زجاجات تكثيف، ذات أعناق مكسورة، لذا فإن أطوالها الأصلية غير معروفة

[Maddison, & Savage-Smith, 1997]

لقد تعامل الكيميائيون مع المواد، وفي الواقع، استفادوا من كل المعرفة التكنولوجية للبابليين والمصريين القدماء، وخاصة في صناعة الزجاج والأصباغ والمعادن، لكنهم سرعان ما طوروا أدواتهم المميزة التي ورثها المسلمون بدورهم عن الإسكندرية.

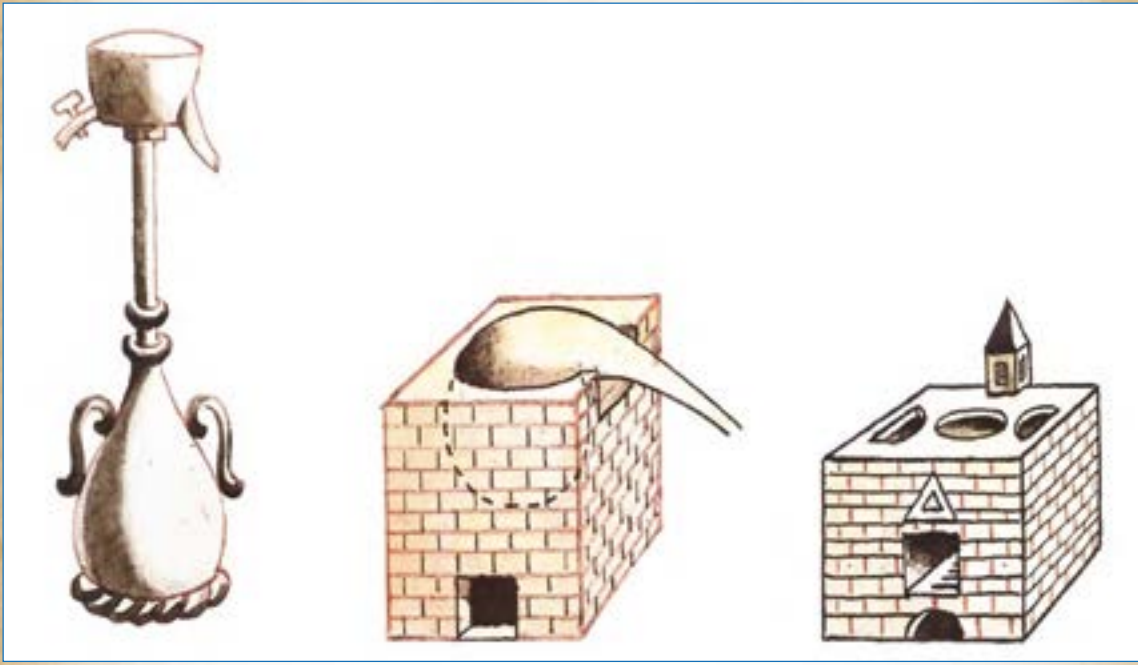
استمرت عمليات؛ التكليس، والتسامي، والتقطير، والانصهار، والتبلور على مر القرون، باعتبارها الشغل الشاغل للكيميائيين فيما يتعلق بالجانب الخارجي للخيمياء، ولذلك جرى تطوير الأدوات اللازمة لتنفيذ هذه العمليات، وبقيت دون تغيير تقريبًا على مدار العصور.

العديد من الأدوات التي وصفها المجريطي استخدمها لافوازييه أيضًا، ولا تزال موجودة في الواقع في المختبرات الكيميائية.

كان الفرن أهم أداة كيميائية، وهو موصوف في العديد من المخطوطات الكيميائية. الأذانور؛ هو نوع خاص من الأفران يرمز إلى جسم الإنسان، وينعكس هذا التطابق حتى في شكله الخارجي.

أداة كيميائية أخرى شهيرة هي الرأس الثابت ذو الفوهة، والمعروفة باسم الإنبيق، والتي بقي شكلها دون تغيير على مر العصور ولا يزال يُصنع في بعض الأماكن، مثل بلاد فارس بالطريقة نفسها التي صُنع بها على مرّ العصور من قبل الكيميائيين الإسلاميين والغربيين.

معوجة كيميائية من (القرن الثامن عشر) صنعها يوشيا ويدجوود، وهي كما نلاحظ تشبه كثيراً المعوجة الإسلامية



يضع الكيميائي الأعشاب وكمية صغيرة من السائل في الجزء السفلي من وعاء التقطير (على اليسار). يوضع الإناء على فرن (وسط ويمين) حتى يغلي الخليط. سوف يرتفع البخار إلى المعوجة، ويعود إلى الحالة السائلة ويتدفق من القمع كعامل فاعل أو دواء

هنـاك أداة أخـرى معروفـة وهـي (المرتـد المـزدوج)، والتـي لا تـزال تسـتخدم لإعـادة التقطيـر، وتسـمى (البجعـة) بسـبب تشـابهها الخارجـي مـع الطائـر الـذي يحمـل هـذا الاسـم. يمثـل الجهـاز الكيميائـي فصـلًا مهمًـا في تاريـخ العلـوم وكذلـك التكنولوجيـا، وهـو أسـاس كل الأجهـزة الكيميائيـة اللاحقـة [Nasr, 1976].

لقـد كان للكيميـاء دور كبيـر في تقـدم العلـم التجريبـي منـه في الطـب أو العقاقيـر أو الفيزيـاء أو الفلـك. ولقـد حـدث إنجـاز تجريبـي مهـم يتمثـل في أكسـدة الزئبـق، حيـث عـرض هـذا الزئبـق لنيـران هادئـة جـدًا لمـدة تزيـد علـى أربعـين يومًـا. وقـد أورد مسـلمة المجريطـي وصفًـا لهـذه العمليـة في كتابـه «رتبـة الحكيـم»، وأكـد أن وزن المـادة بقـي كمـا هـو - دون تغييـر - قبـل التجربـة وبعدهـا، وقـد سـبق بـه لافوازييـه في قانـون حفـظ كميـة المـادة.

إنبيق زجاجي فارسي، يعود تاريخه للقرنين التاسع والعاشر الميلادي. يتكون الإنبيق من جسم على شكل كوب مع قمة مسننة حيث توجد علامة الباب، وفي أسفله طوق أسطواني. يبرز أنبوب توصيل مدبب بزاوية قائمة من الجسم، قد ضبط على أحد جوانب الجسم. ومع ذلك، فإن نواتج التقطير المتراكمة في الحضيض الداخلي لا يمكن أن تستنزف بسهولة. ونتيجة لذلك، لن يعمل الإنبيق بشكل صحيح، وربما تم التخلص منه كقطعة من المعدات غير الفاعلة

وصور لنا ابن شهيد (توفي 426 هـ/ 1035م)، تجهيزات المعمل في صورة تدعو للإعجاب، إذ كانت به أجهزة عديدة مثل: (أثال) للتقطير والتصعيد، و(قرع) يوضع فوقه الإنبيق، و(بوتقة) لصهر المعادن، و(تنور) الموقد الكبير لتوليد درجة حرارة عالية، وقنينة وقدر أو (طنجر) و(سكرجة) وهاون. وكثير من الأجهزة نسبت إلى مخترعها، مثل: (أتون فيثاغورس) و(بئر زوسم) و(حمام ماريا). وكانت التدابير - أي العمليات الكيميائية - تتم باستخدام مثل هذه الأجهزة والأوعية والأفران.

وكان إجراء هذه العمليات يسلك طرائق -هي في جوهرها- الطرائق نفسها التي استخدمتها الكيمياء اليونانية. ومعظم المصطلحات الفنية العربية مترجم عن مفاهيم يونانية. وكان تحليل أي مادة يجري بالماء أو بالأحماض أو بالقلويات، أما التعفين فهي عملية تفتيت الجزئيات مع الاستعانة بالماء. وهناك عمليات؛ التقطير والتصعيد والتكليس، وهناك أيضًا؛ التجميد والتعقيد لتقوية وتثبيت مادة ما. وعملية التبييض تعني صنع الفضة، والتحمير صنع الذهب. إلا أن كثيرًا من الكيميائيين لا يستخدمون هذه المصطلحات أو غيرها من التعبيرات إلا استخدامًا رمزيًا، أو بمعانٍ مختلفة تمام الاختلاف خشية أن ينكشف سرهم، ولذلك كان فهم النصوص الكيميائية أمرًا شاقًا لأبعد حد.

منهجية كيميائية علمية متطورة

لقد وصلت الكيمياء إلى العرب عبر مدرسة الإسكندرية التي كانت تقول بإمكان تحويل العناصر. وانتقل إليهم مع هذه الكيمياء فيضٌ من الفلسفة الهيلينية والآراء النظرية؛ نظرية أرسطو في تكوين الفلزات، وهي فرع من نظريته الأساسية في العناصر الأربعة: الماء والهواء والتراب والنار. إلا أن العلماء المسلمين - بعد أن توطدت أقدامهم في العلم - انتقدوا ما ذهب إليه أرسطو من إمكان إيجاد عنصرين آخرين؛ دخاني ينتج عن تحويل التراب إلى النار، ومائي ينتج عن تحويل الماء إلى الهواء، وباتحادهما تحدث الفلزات في باطن الأرض.

ومع أن الهدف الرئيس للعلماء المسلمين كان في بادئ الأمر هو الهدف نفسه الذي شغل الكيميائيين الذين سبقوهم؛ أي تحوُّل ماهية معدن إلى معدن آخر، إلا أن هذا السبب نفسه هو الذي قادهم إلى إخضاع هذا العلم ليقوم على التجربة والملاحظة. فهم وإن لم يجدوا إلى معرفة ماهيات المعادن من سبيل، إلا أنهم تمكنوا من وزنها وقياسها. وتناسب المواد إلى بعضها لا يكون إلا بنسبة عددية، وليس من سبيل للوصول إلى ذلك إلا عن طريق التجربة، كما صرَّح بذلك جابر بن حيان: «إن كمال الصنعة العمل والتجربة، فمن لم يعمل ولم يجرب لم يظفر بشيء أبدًا»، و«الدربة تخرج ذلك. فمن كان دربًا كان عالمًا حقًا... وحسبك بالدربة (التجربة) في جميع الصنائع».

وكان إخضاع الكيمياء للعلم أهم محاولة قام بها المسلمون في القرون المزدهرة لدراسة الطبيعة دراسة علمية تطبيقية فاحصة. وقد أخضع كل من أتوا بعد عصر ابن حيان من الكيميائيين العرب أبحاثهم للتجربة. وباختصار نجد أن الكيمياء لم تصبح علمًا حقيقيًا إلا بعد أن آل أمرها إلى المسلمين، وقد خرجوا بها من إطار النظرية التي نقلوها عن اليونان، إلى التجربة والملاحظة

والاستنتاج؛ وكان نتاج ذلك ذخيرة قيمة لم يحجبوها عن العالم، بل قدَّموها لمن خلفهم في العلم، فبنوا على أساسها صرح الكيمياء الحديثة، وكان العرب دعامة ذلك الصّرح وركيزته.

لم يمنع تقدم العرب في هذا المجال أن يقعوا في بعض الأخطاء التي صححها من أتى بعدهم، فهذه سنة العلم تمامًا، كما صحح العرب من قبل نظريات من نقلوا عنهم من الإغريق. من ذلك نظرية جابر بن حيان في تكوين العناصر، حيث قال: «بأن جميع المواد المشتعلة تحوي على عنصر الاشتعال الذي هو صورة من صور الكبريت». إلا أن شتال (توفي 1731م) نقض ما قاله جابر بما سُمّي بنظرية الفلوجستون. ومع أنّ لافوازييه قد دحض بدوره نظرية الفلوجستون عام 1774م وأبان خطأها، إلا أنها كانت مفتاحًا للتعدين، والحصول على بعض الفلزات من أكاسيدها. ويُعزى اعتقاد جابر هذا إلى أسباب عدة منها:

1. إن أغلب العناصر التي عرفت حتى ذلك الوقت كان يتم الحصول عليها من كبريتاتها عن طريق التشويَة (التحميص) كما ذكر جابر ذلك بنفسه، وينبعث غاز ثاني أكسيد الكبريت وغيره أثناء التعدين.

2. إن السبب الرئيس الذي يتبادر إلى الذهن هو الاعتقاد بأن الكبريت موجود في كل العناصر، وقد قام بدراسة صور الكبريت كلها.

3. إن وضعه الزئبق كأحد عنصرين رئيسين في تكوين المعادن، يعود إلى أنه يتحد مع كل العناصر تقريبًا من خلال تكوين الآصرة المعدنية التي لم تعرف إلا في (القرن العشرين).

مجموعة من الرموز والأشكال والطلاسم التي كان يتعامل بها الكيميائيون، وهي تمثل حالياً بالمعادلات الكيميائية التي لا يعرفها إلا أهل العلم. (الصورة من مخطوطة الأقاليم السبعة ذات الصور (التنسابية) لمؤلفها أبي القاسم، محمد بن أحمد العراقي السماوي (توفي 580هـ / 1148م))

العمليـــات الكيميائيـــة

استخدم العلماء المسلمون عمليات كيميائية متعددة سواء في تحضير الأدوية المركّبة أو في بعض الصناعات، واختبروا من خلال هذه العمليات خصائص العناصر التي تدخل فيها، كما حضّروا أنواعًا مختلفة من المواد أو طوّروها لتناسب أغراضهم سواء؛ لفصل السوائل عن بعضها، أو لتحضير بعض المعادن من خاماتها، أو لإزاحة الشوائب، أو تحويل المواد من حالة إلى أخرى. كما استعملوا الميزان استعمالاً فنيًا في ضبط مقادير الشوائب في المعادن، وهو أمرٌ لم يعرفه العالم إلا بعد سبعة قرون من استخدام المسلمين له.

ومن أهم العمليات التي مارسها الكيميائيون العرب لتحضير المواد وتنقيتها:

1. التشويَة؛ واستخدمت هذه الطريقة ـ ولا زالت تستخدم حتى اليوم ـ في تحضير بعض المعادن من خاماتها، واستخدموا فيها الهواء الساخن؛ حيث توضع المادة في صلاية بعد غمسها في الماء، ثم تنقل إلى قارورة تعلَّق داخل قارورة أخرى أكبر منها، ثم تسخّن الأخيرة مدة طويلة إلى أن تزول الرطوبة، ثم تُسد فوهة القارورة الداخلية التي تحوي على المادة.

2. التقطير؛ وتتم بغليان السائل في وعاء خاص ليتحول بالحرارة إلى بخار، ثم يكثف البخار ليتحول إلى سائل بوساطة الإنبيق، ثم يتجمع السائل المتكاثف في دورق خاص، وتستخدم هذه الطريقة لتخليص السائل من المواد العالقة والمنحلة به، ولفصل السوائل المتطايرة من غير المتطايرة.

3. التنقية؛ ويتم في هذه العملية إزالة الشوائب عن المادة المطلوبة، ولتحقيق هذا الهدف تستخدم عمليات مساندة أخرى؛ كالتقطير، والغسيل، والتذويب في مذيبات مختلفة، والتبلّر الجزئي.

4. التسامي؛ وهو تحويل المواد الصلبة إلى بخار ثم إلى الصلابة مرة أخرى، دون المرور بمرحلة السيولة كاليود والكافور.

5. التصعيد؛ وهو تسخين المادة السائلة، خاصة الزيوت العطرية وغيرها، بسوائل أو مواد صلبة درجة غليانها عالية. وعند تسخين هذه المادة في حمام مائي بحيث لا تزيد درجة حرارته عن 100°م تتصاعد الأجزاء المتطايرة، وتبقى الأجزاء الثابتة. وأول من استخدم هذه الطريقة الكندي، وسماها في كتابه (تصعيد العطور)، وكان يقوم بهذه العملية مستخدمًا التصعيد البخاري.

6. التكليس؛ ويشبه عملية التشوية، إلا أنه في التكليس يتم تسخين المادة تسخينًا مباشرًا إلى أن تتحول إلى مسحوق، وقد استخدم التكليس كثيرًا في إزالة ماء التبلر، وتحويل المادة المتبلرة إلى مسحوق غير متبلر.

7. التشميع؛ وهو تغليف المادة بالشمع لعزلها وحمايتها من عوامل معينة؛ كالتلوث أو لتسهيل بعض العمليات. ويتم التشميع بإضافة مواد تساعد على انصهار المواد الأخرى؛ فإضافة البورق أو النطرون (كربونات الصوديوم) إلى الرمل تسهل عملية صهر الرمل لصناعة الزجاج.

8. الملغمة؛ وهي اتحاد الزئبق بالمعادن الأخرى. وعلى الرغم من أن العرب لم يكونوا أول من استخدم هذه العملية، إلا أنهم أول من استخدمها في التمهيد لعمليتي؛ التكليس والتصعيد.

9. التخمير؛ وهو تفاعل المواد النشوية مع الطفيليات الفطرية. وقد هدتهم التجربة إلى ابتكار طريقة لتحضير الكحول الجيد من المواد النشوية والسكرية المتخمرة. ومن المعلوم أنهم أول من استخدم عفن الخبز والعشب الفطري في تركيب أدويتهم لعلاج الجروح المتعفنة.

10. التبلر؛ وفيه تتخذ بعض الأجسام أشكالاً هندسية ثابتة تتنوع بتنوع هذه الأجسام، ويتم ذلك بإذابة المادة في أحد المذيبات في درجة حرارة عالية حتى يتشبع المحلول، وعندما يبرد المحلول تنفصل بلورات المادة المذابة عن المحلول على هيئة بلورات نقية، وتظل الشوائب مذابة في المحلول المتبقي، ثم يرشح المحلول للحصول على المادة المتبلرة.

11. التبخير؛ وهو تحويل الأجسام الصلبة والسوائل إلى بخار بتأثير الحرارة.

12. الترشيح؛ ويستخدم للحصول على المواد المتبلرة أو النقية، وقد استخدمت فيه أقمعٌ تشبه الأقماع المستخدمة حاليًا، واستعاضوا عن ورق الترشيح بأقمشة مصنوعة من الشعر أو الكتان تتناسب دقة نسجها وخيوطها مع المحلول المراد ترشيحه.

ومع أن العلماء العرب والمسلمين كانوا تلاميذ الحضارة اليونانية في مجال الكيمياء، إلا أنهم سرعان ما برعوا في هذا العلم، وصارت لهم نظرياتٌ وآراء جديدة تختلف كل الاختلاف عن نظريات أساتذتهم، حتى عُدّت الكيمياء علمًا عربيًا بحتًا.

ومن خلال تطويرهم لهذا العلم، خرج العلماء العرب بكثير من الآراء، وحضّروا الكثير من المستحضرات من ذلك:

1. اعتبار التجربة في الكيمياء أساسًا للتثبت من صحة التفاعلات الكيميائية، وإقرار التجربة المخبرية لأول مرة في منهج البحث العلمي.
2. وصف التجارب العلمية بدقة، وتفصيل التفاعلات الكيميائية الناتجة من هذه التجارب.

3. قياس الوزن النوعي للسوائل باستخدام موازين خاصة، كالتي استخدمها الرازي وأطلق عليها اسم الميزان الطبيعي؛ وقد سموا ذلك علم الميزان، وهو ما يطلق عليه حاليًا اسم قانون الأوزان المتكافئة.

4. نظرية تكوين المعادن.

5. نظرية تحويل المعادن الرخيصة إلى ذهب وفضة، على ما فيها من أخطاء.

6. نظرية الاتحاد الكيميائي.

7. قانون بقاء المادة.

8. تحديدهم أن قوة المغنطيس تضعف بمرور الزمن؛ وكان جابر بن حيان أول من توصل إلى ذلك عندما لاحظ أن حجرًا مغنطيسيًا يحمل كتلة من الحديد وزنها 100 درهم، وبعد مدة لم يستطع أن يحمل سوى 80 درهمًا فقط.

9. ملاحظة تباين درجة غليان السوائل.

10. تطبيق نتائج المستحضرات الكيميائية في حقل الطب والصيدلة، والاستعانة به في علاج المرضى ومزاولة ما يسمى اليوم بالكيمياء الصيدلية.

11. تحضير بعض المواد من مواد أخرى؛ كالحصول على الكحول بتقطير المواد السكرية، وتحضير حمض الكبريتيك بتقطير الزاج الأزرق، وقد نقل الغرب ذلك عن الرازي وسموه (كبريت الفلاسفة).

12. فصل المعادن باستخدام بعض الأحماض؛ مثل فصلهم الذهب عن الفضة بحمض النتريك.

13. نظرية انطفاء النار عند انعدام الهواء، وهو ما يعرف حديثًا؛ بانعدام الأكسجين.

14. ملاحظة إكساب اللون الأزرق لمركبات النحاس عند تعريضها إلى اللهب.

الجـدل حـــول تحويـــل المعـــادن

جـرت مناقشـة إمكانيـة تحويـل المعـادن الرخيصـة إلـى ذهـب عبـر التاريـخ الإسـلامي مـن قبـل العلمـاء والفلاسـفة وعلمـاء الديـن المسـلمين، كمـا كان الحـال في الغـرب. وعـادة مـا عـارض المتكلمـون الخيميـاء وعلـوم السـحر والتنجيـم بشـكل عـام، وإن كان بعضهـم مثـل القاضـي عبـد الجبـار، وفخـر الديـن الـرازي قـد كتبـا عنهـم رسـائل. كمـا وافـق معظـم الفلاسـفة والأطبـاء علـى وجهـة النظـر الخيميائيـة، حتـى لـو لـم يؤمنـوا بالتحـول.

فقـد عـارض ابـن سـينا، علـى سـبيل المثـال، بوضـوح أولئـك الذيـن ادعـوا تحويـل المعـادن العاديـة إلـى ذهـب وكتـب ضدهـم. ومـع ذلـك، فـإن نظريـة تكويـن المعـادن التـي قدمهـا في كتابـه «الشـفاء» تسـتند إلـى نظريـة الكبريـت والزئبـق، وهـي نظريـة الخيميائيـين نفسـها. في الواقـع، اتهـم الطغرائـي ابـن سـينا بمعارضتـه للكيميـاء، واسـتمر الجـدل علـى مـر القـرون.

أمـا بالنسـبة للفلسـفة، فـإن المـدارس ذات الطبيعـة الباطنيـة كانـت بطبيعـة الحـال أكثـر اهتمامًـا بالكيميـاء. في الواقـع، كان التفسـير الأسـمى والأكثـر عمقًـا للخيميـاء هـو الـذي قدمـه ممثلـو الباطنيـة الإسـلامية مثـل: ابـن عربـي، الـذي كان هـو نفسـه يُلقـب بـ (الكبريـت الأحمـر).

اصطناع مواد كيميائية جديدة

بعد أن استقر لدى العلماء العرب والمسلمين منهج واضح، قوامه التجربة العلمية، توصلوا من خلال العمليات التي مارسوها إلى مواد كيميائية جديدة عديدة، اكتشفوها أو حضروها. من ذلك:

1. زيت الزاج (حمض الكبريتيك) H_2SO_4، وهو حمض قوي يستخدم في صناعات كثيرة، وقد حضروه من تقطير الزاج الأزرق (كبريتات النحاس المائية)، ومنه الزاج الأبيض الذي كان يُسمّى (القلقيدس)، واستخدموا محلوله المائي المخفف قطرة للعين؛ وهو كبريتات الخارصين المتبلّرة $ZnSO_4.7H_2O$، ومنه الزاج الأخضر، وأطلقوا عليه اسم (القلقند)، والزاج الأصفر وأسموه (القلقطار)، والزاج الأحمر السوري، والشب وصيغته الجزيئية $K_2\ SO_4\ Al_2\ (SO_4)_3\ 24H_2O$.

2. ماء الفضة (حمض النتريك) HNO_3؛ وهو حمض قوي يستخدم في الصناعة.

3. روح الملح (حمض الهيدروكلوريك) HCl، وهو حمض يؤثر في المعادن.

4. الماء الملكي (حمض النتروهيدروكلوريك) $(HCl + HNO_3)$؛ وهو مزيج من كميات متعادلة حجمًا من حمض النتريك وحمض الهيدروكلوريك، ويطلق عليه أيضًا ماء الذهب، لأنه الوحيد من بين الأحماض الذي يتفاعل مع الذهب.

5. حمض الطرطير $(HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH)$، وهو مادة تترسب على الأسنان، وفي براميل الخمور.

6. الصودا الكاوية $NaOH$؛ وتستخدم في صناعة الصابون والحرير الصناعي.

7. الراسب الأحمر (أكسيد الزئبق) HgO.

8. السليماني (كلوريد الزئبق) $HgCl_2$.

9. ملح البارود (كربونات البوتاسيوم) K_2CO_3 .

10. النطرون (كربونات الصوديوم) Na_2CO_3

11. كربونات الرصاص القاعدية $PbCO_3(OH)_2$

12. حجر جهنم (نترات الفضة) $AgNO_3$.

13. النشادر NH_3.

14. الإثمد (الأنتمون) Sb، ويستخدم حاليًا في مزج المعادن.

15. الكحول الميثيلي CH_3OH.

16. ثاني أكسيد المنغنيز MnO_2.

17. الأسرنج الأحمر (ثاني أكسيد الرصاص الأحمر) Pb_3O_4؛ ويستخدم في الصباغة.

18. أول أكسيد الرصاص.

19. الزنجفر (كبريتيد الزئبق) HgS.

20. الرهج (كبريتيد الزرنيخ).

21. الشك؛ بياض الزرنيخ (ثلاثي أكسيد الزرنيخ) As_2O_3.

22. الفيـروزج (فوســفات الألومنيـوم القاعديـــة المتحـــدة مـع النحـاس) $Cu\ Al_6\ (PO_4)_4(OH)_8.5H_2O$.

23. السـنباذج أو حجـر الـدم (أكسـيد الحديـد المتبلـر)؛ واسـتعمل لوقـف الرِّعـاف.

24. المرتك (كبريتيد المولبدنوم) MoS_2.

25. زعـفـران الحديد (أكسيد الحديد) FeO.

26. الدهنج (كربونات النحاس القاعدية) $Cu_2CO_3\ (OH)_2$.

27. الكحل (كبريتيد الرصاص) PbS؛ واستخدم لغرض جمالي.

28. الجبسـين أو الجبصين؛ ويشـبه الشـب من حيث المظهر $CaSO_4.2H_2O$؛ وكان يستخدم في تجبير العظام.

التطور التاريخي للخيمياء الإسلامية

في حين أن أصل الخيمياء كان مخفيًا في فترات شاسعة من عصور ما قبل التاريخ، غير أن الخيمياء نظام منظم؛ بنصوصه المكتوبة وصلاحياته الراسخة. ظهر في الإسكندرية والصين في الوقت نفسه تقريبًا، أي قبل بداية العصر المسيحي.

كان الإسلام وريثًا للتراث الكيميائي السكندري بكامله وأيضًا، بلا شك، كان له بعض الاتصال بالكيمياء الصينية، والتي اعتمدت العديد من العناصر، بما في ذلك ليس فقط الاهتمامات العددية المذكورة بالفعل، ولكن أيضًا معنى مصطلح الكيمياء نفسها، مثل فن تحويل المادة التي تجعل التحويل ممكنًا.

تحوي المصادر الإسلامية على أسماء جميع الخيميائيين السكندريين المعروفين تقريبًا، بالإضافة إلى الشخصيات الأسطورية المرتبطة بالهرمسية. غالبًا ما يجري الاستشهاد بأسماء أغاثوديمون وإيزيس وكليوباترا وماريا، وكذلك أسماء أوستانيس وجماسب الحكيم، مما يدل على العنصر الفارسي القوي الذي كان موجودًا بالفعل في الإسكندرية.

جرى الاستشهاد أيضًا بجميع الفلاسفة اليونانيين المشهورين تقريبًا من فيثاغورس وما بعده كمرجعيات كيميائية، مثل عروض (جمعية الفلاسفة) Turba Philosophorum المعروفة.

بالإضافة إلى هذه الشخصيات، كان المسلمون يعرفون أيضًا ويستشهدون بالخيميائيين السكندريين الذين يتحدثون بشكل صحيح مثل بولص ديموقريطوس، وزوسيموس، وأبولونيوس من تيانا (صاحب كتاب «سر الخليقة»)، وتيوكروس وستيفانوس الإسكندري.

إن أهـم مصـدر للخيميـاء الإسـلامية، وهـو في الواقـع مصـدر رئيـس للإلهـام لبعـض العلـوم الإسـلامية والمـدارس الفكريـة الأخـرى. هـو عـدد مـن الأطروحـات المنسـوبة إلـى هرمـس والمعروفـة في الغـرب باسـم Corpus Hermeticum.

مـن خـلال الاتصـال المباشـر والنقـل الشـفوي وكذلـك عـن طريـق ترجمـة النصـوص، أصبـح المسـلمون الوارثـين لتقليـد الخيميـاء السـكندري، وفي وقـت مبكـر جـدًا مـن تاريخهـم أسسـوا فرعًـا جديـدًا رئيسًـا للتقليـد الكيميائـي الـذي صـار يُعـرف باسـم الكيميـاء الإسـلامية (Nasr, 1976)

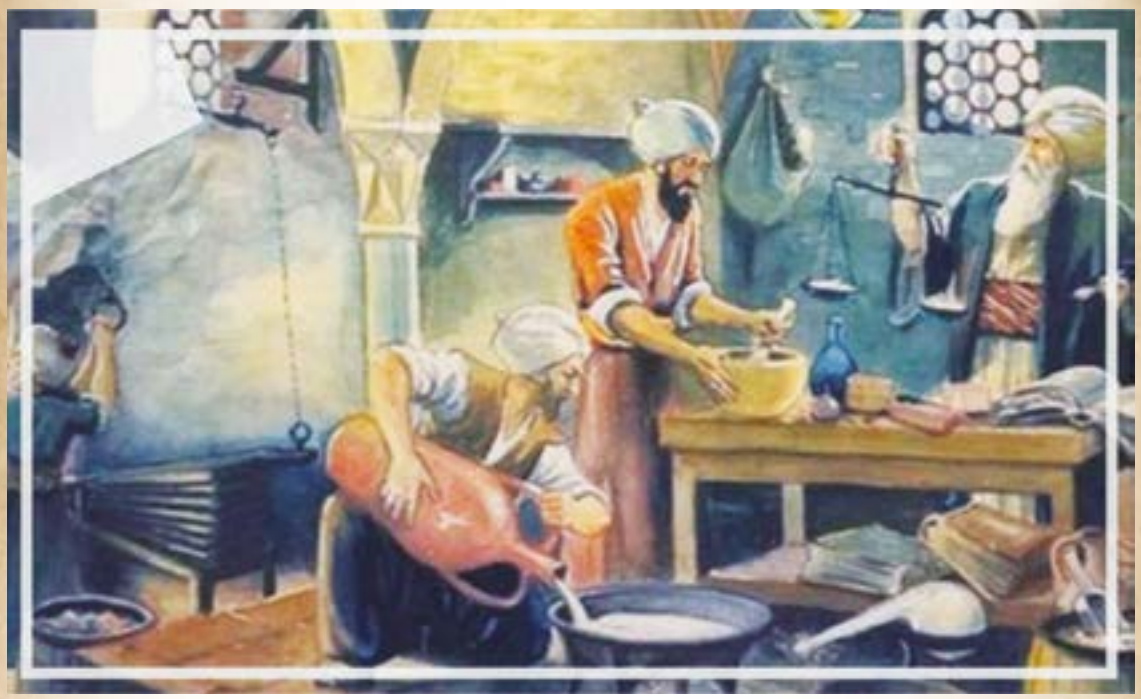
الكيميـــاء والصناعـــة

بينما كان الإغريق يركِّزون على الجانب النظري، اشتهر العلماء المسلمون بالكيمياء التطبيقية. ولعل اهتمام العلماء المسلمين بالكيمياء التطبيقية يعود إلى اعتقادهم بأهميتها في صنع الأدوية المركبة، وساعدهم في ذلك استعمالهم فائق الدقة للموازين والمكاييل والآلات؛ مما مكنهم من تطبيق النتائج التي كانوا يخرجون بها في الصناعات القائمة آنذاك؛ وهو ما يمكن أن نطلق عليه الآن الكيمياء الصناعية. ومن بين الصناعات التي برعوا فيها، وورّثوها الأمم الأخرى، صناعة المعادن وتركيبها وتنقيتها وصقلها، فتطورت لديهم صناعة الأسلحة التقليدية كالسيوف والخناجر. كما توصلوا إلى تحضير بعض المواد التي مكنتهم من صنع المتفجرات، والمفرقعات، وعن طريق استغلالهم للقوى الناجمة عن انفجار البارود (نترات البوتاسيوم) إلى صنع ذخيرة المدافع لاستغلالها في الأغراض الحربية. ومع أن الصينيين هم الذين اكتشفوا ملح البارود، وأن اليونانيين قد استخدموا النار الإغريقية - التي لم تكن صالحة إلا لإشعال الحرائق، دون قابلية للانفجار- إلا أن الفضل يعود للعرب والمسلمين في اختراع بارود المدافع. وكان مسلمو الأندلس هم أول من صنع المدافع، وكان جنود الجيش الإسباني في (منتصف القرن الرابع عشر الميلادي)، هم من نقلوها عنهم إلى بقية أوروبا.

مزج العلماء العرب والمسلمون الذهب بالفضة، ومزجوا القصدير بالنحاس لمنع التأكسد والصدأ في الأواني النحاسية. واستخدموا خبرتهم الكيميائية في صناعة العطور، ومواد التجميل، وصباغة الأقمشة والشموع، واستخراج الزيوت النباتية، وتركيب الأدوية، وصناعة الفولاذ، والأسمدة، والصابون، والزجاج، والأواني الزجاجية والمرايا، والمصابيح الملونة والبلَّور. ومنهم انتقلت صناعتها لتزيين قصور أوروبا وكنائسها بروائع البلور(الكريستال) المزخرف حتى بكتاباتها

العربيـة وآياتهـا القرآنيـة. كمـا صنعـوا مـواد كيميائيـة مضـادة للحريـق؛ فقـد استخدموا في معركة الزنج عام (269هـ/ 882م) مادة إذا طلي بها الخشب لم يحترق.

والمسلمون هم أول من أدخل صناعة الورق إلى أوروبا، وأنشأوا له مصانع كبيرة في كل من الأندلس وصقلية، وكانت معرفتهم بصناعة الورق عام (94هـ/ 712م) قد اكتسبوها عندما فتحوا سمرقند، وتعلموا منها ضرب القنَّب لصنع عجينة تتحول إلى ورق للكتابة، لتحل محل وسائل الكتابة المعروفة آنذاك مثل: ألواح الطين، والبردي، والرق، وسعف النخيل. ثم استعاضوا عن القنب بالقطن، وأنشئ أول مصنع للورق في بغداد عام (178هـ/ 794م) في عهد هارون الرشيد. وازدهرت صناعة الورق في شرق العالم العربي وتطورت لتسد حاجة العالم الإسلامي المتزايدة منه؛ لتلبية الإقبال الكبير على الترجمة والتأليف. وأقام المسلمون معامل متطورة لدباغة الجلود وصنع الأصباغ المختلفة مثل النيلة (النيلة الزرقاء)، والكرم، والزعفران وغيرها، وكانت هذه - بالإضافة إلى الخزف والجلود والغراء والسجاد والعطور - من أهم السلع التي يصدرها العالم الإسلامي للأمم الأخرى.



من المواد الكيميائية التي اكتشفها العرب، ولها دور كبير في الصناعة، الحمض الآزوتي الذي كانوا يسمونه الماء المحلل. ويستهلك اليوم بكميات كبيرة في الصناعات المختلفة مثل الماء الملكي والنتروبنزين، والنتروكليسرين، وقطن البارود. والخلاصة أن رواد الكيمياء العرب قد وضعوا هذا العلم في خدمة الصناعة وأخرجوه من حيز الخرافات والطلاسم التي عرف بهما إلى حيز الوضوح والتجريب

الكيميـــاء والطـــب

فيما يتعلق بالعلاقة بين الخيمياء والتخصصات الأخرى، يجب أن يُقال شيئًا عن العلاقة بين الخيمياء والطب. في الإسكندرية، كانت الخيمياء مهتمة بالمملكة المعدنية وزراعة الذهب، وفي الصين كان الاهتمام في الغالب بالنباتات وبلوغ طول العمر. تحوي الخيمياء الإسلامية على كلا العنصرين. لم يقتصر الأمر على الأساتذة الأوائل، مثل جابر والرازي، الذين عرفوا ومارسوا الطب، ولكن على مدار التاريخ الإسلامي، كان العديد من الخيميائيين أيضًا أطباء ممارسين.

خدمت معرفتهم بالأعشاب هدفًا طبيًا وكيميائيًا، كما أنهم استخدموا العقاقير المعدنية في ممارستهم الطبية. لم تتم دراسة العلاقة بين الخيمياء والطب في الإسلام جيدًا، ولكن لا شك في أن الكيمياء الإسلامية في هذا المجال تحتل مكانًا متوسطًا بين كيمياء الإسكندرية وكيمياء الصين.

وبينما أظهر بعض الخيميائيين المسلمين القليل من الاهتمام بعلم العقاقير أو أمور طبية أخرى، رأى آخرون في الخيمياء وسيلة للتجديد طبقوها على البشر، بأن دمجوا تقنيات الكيمياء مع تقنيات الطب (Nasr, 1976).

إسهامات العلماء العرب والمسلمين في الكيمياء

برز عدد كبير من العلماء العرب والمسلمين في مجال الكيمياء. وكانت إسهاماتهم فيها ذات شأن عظيم؛ إذ أضافوا إليه أصالة البحث العلمي بإدخالهم التجربة العلمية والمشاهدات الدقيقة؛ حتى كاد ينعقد الرأي - عند كثير من الباحثين حاليًا - أن المسلمين هم مؤسسو علم الكيمياء التجريبي؛ بعد أن جعلوه يقوم على الملاحظة الحسية والتجربة العلمية. وفيما يلي سنتعرف على أهم إنجازاتهم...

• إســـهامات خالد بن يزيد بن معاوية

كان أول كيميائي مسلم على اتصال مباشر بالتراث السكندري، وربما السرياني، وهو الأمير الأموي خالد بن يزيد بن معاوية (توفي 85 هـ / 704م)

من كثرة اهتمام خالد بالكيمياء صار من المأثور عند العرب أن أول عهدهم بالكيمياء والعلوم الطبيعية كان أيام خالد الملقب بحكيم آل مروان. ويذكر ابن خلكان أنه كان من أعلم قريش بفنون العلم، وله كلام في صنعة الكيمياء والطب

لقد وصلت الصنعة إلى العرب بوساطة الإسكندرانيين عندما استقدم خالد بن يزيد بن معاوية بعض الأقباط المتحدثين بالعربية مثل مريانوس، وشمعون، وإصطفان الإسكندري، وطلب إليهم نقل علوم الصنعة إلى العربية. وتعلم خالد بن يزيد هذه الصنعة بهدف تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب، وبذا يكون أول من نقل الكيمياء واشتغل بها. وهكذا نجد أن هذه الصنعة وصلت إلى العرب، وإن تخلل ما كُتب فيها كثير من الأضاليل والطلاسم والأوهام، وكان هدفها تحقيق غايات وهمية لا تمت إلى الكيمياء الحقيقية بصلة؛ إذ إن الأخيرة ترتكز على قواعد وقوانين علمية.

• إســـهامات الإمام جعفر الصادق

لقد وصلت الكيمياء الإسلامية إلى ذروتها بسرعة في (أوائل القرن الثاني للهجرة / الثامن للميلاد)، في عهد الإمام جعفر الصادق (توفي 148هـ/ 765م). ويرى بعض الباحثين أن جعفر الصادق التقى بخالد بن يزيد بن معاوية وأخذ عنه الكيمياء. ويقال إنه كان من أوائل الرواد في علم الكيمياء، حيث تتلمذ على يديه جابر بن حيان.

• إســـهامات جابر بن حَيّان

ورد أقدم ذكر لجابر بن حيان (توفي 200هـ/ 815م)، في كتاب «الفهرست»، وهو القاموس العلمي الشهير الذي يرجع تاريخه إلى (القرن العاشر)، والذي كتبه الباحث البغدادي ابن النديم.

لقد كان هناك جدل في أوروبا أيضًا، عندما ظهر عمل جابر باللاتينية في (القرنين الثاني عشر والثالث عشر)، على شكل خمس أطروحات. يدّعي بعض المؤرخين أن تلك الأعمال لم تأت من أصول عربية، ولكن صاغها أوروبي معاصر يطلقون عليه اسم (جابر المزيف). لقد تعمق المؤرخون في التغيرات اللغوية للعبارات المستخدمة في الأطروحات لمعرفة ما إذا كان هذا صحيحًا. يقول البعض إن العبارات العربية الأصيلة التي يمكن العثور عليها في النص تثبت أنها جاءت من أصل عربي. في حين يقول آخرون إنه كان هناك الكثير من عمليات التزوير المثبتة والتي استخدمت عمدًا عبارات عربية لخلق هالة من الأصالة.

عندما يتعلق الأمر بنصوص أخرى منسوبة إلى جابر، فإن الأمر ليس سهلًا أبدًا. كُتبت الكثير من أعماله بشكل شِفرات ورموز، ليس من الواضح لماذا كتبت بهذه الطريقة. قد يكون ذلك، مثل العديد من الخيميائيين، كتبت بصورة مشِفّرة من أجل الحفاظ على سرية عمله من أي شخص باستثناء المبتدئين. وربما كان سبب كتابته بصورة مشِفّرة هو تجنب خطر اتهامه بالابتداع بسبب عمله الصعب جدًا.

يعد جابر بن حيان مؤسس علم الكيمياء التجريبي، فهو أول من استخلص معلوماته الكيميائية من خلال التجارب، والاستقراء، والاستنتاج العلمي.

ومع ذلك، فإن الرموز القابلة للتبديل للأرقام والحروف والكلمات، مستوطنة في اللغة العربية (حساب الجمّل)، وساعدتنا في تزويدنا برياضيات الجبر العميقة والعلمية والعملية.

ومع ذلك، يوجد عاملان يظهران بشكل لا يقبل الجدل أنّه بغض النظر عمن أنتج هذه الأطروحات بالفعل، فإنها تمثل إنجازًا علميًا عربيًا ضخمًا ساعد على إرساء أسس الكيمياء الحديثة:

- **أولها**؛ هي نصوص جابر التي نعرف أصلها على وجه اليقين، الغنية بأوصاف التقنيات المخبرية الأساسية والأساليب التجريبية الضرورية للكيمياء.
- **ثانيها**؛ الكيمياء الحقيقية، أي المواد الرئيسة التي جرى تحديدها مثل حامض الكبريتيك والنتريك، والعمليات التي جرى اكتشافها بما في ذلك التقطير، والتسامي والاختزال، فضلًا عن المعدات العلمية التي ظهرت، مثل الإنبيق والمعوجة. كل هذه الأشياء جاءت من مكان ما، وإذا لم يكن (جابر)، فهو شخص يستحق مكانة عالية مماثلة في تاريخ العلم.

قد يكون تلقى معظم تدريبه الكيميائي على يد والده، لكنه كان يعيش أيضًا في بلاد فارس حيث كان هناك تقليد كيميائي طويل. ويقال، مع ذلك، إنه تدرب على يد أحد أكثر الشخصيات الإسلامية احترامًا، إنه الإمام جعفر الصادق. يُعتقد أن جميع الإشارات في أعمال جابر إلى «سيدي» تعود إلى الإمام جعفر الصادق. وبعد ذلك لم يعرف عن جابر شيء حتى ظهر في الكوفة في العراق، في زمن الخليفة العباسي هارون الرشيد.

يبدو أنه اقترب من السلطات في بغداد عن طريق البرامكة، وهي عائلة فارسية قوية عمل أفرادها بصفة مستشارين للخلفاء العباسيين الأوائل. لكن علاقة البرامكة هذه، مع أنها أعطت جابر التمويل والمكانة للعمل على علمه على أعلى مستوى، كانت إثباتًا لسقوطه. عندما أعدم الخليفة هارون جعفر البرمكي، فقد أولئك المرتبطون ارتباطًا وثيقًا بالبرامكة مكانتهم، مثل جابر، أو جرى وضعهم رهن الإقامة الجبرية.(Masood, 2009).

كان جابر غزير الإنتاج والاكتشافات، حتى أن الكيمياء اقترنت باسمه، فقالوا: «كيمياء جابر، والكيمياء لجابر»، وقالوا: «علم جابر أو صنعة جابر»، وكانت أعماله القائمة على التجربة المعملية أهم محاولة جادة قامت آنذاك لدراسة الطبيعة دراسة علمية دقيقة. فهو أول من بشَّر بالمنهج التجريبي المخبري، ومن نصائحه لطلابه في هذا الصدد: «أول واجب أن تعمل وتجري تجارب؛ لأن من لا يعمل ويجري التجارب لا يصل إلى أدنى مراتب الإتقان، فعليك يا بني بالتجربة لتصل إلى المعرفة».

وتكاد الإجراءات التي كان يتبعها في أبحاثه تطابق ما يقوم به المشتغلون بالمنهج العلمي اليوم؛ وتتلخص إجراءاته في خطوات ثلاث:

1. أن يأتي الكيميائي بفرض يفرضه من خلال مشاهداته، وذلك حتى يفسر الظاهرة التي يريد تفسيرها.
2. أن يستنبط مما افترضه نتائج تترتب عليه نظرية.
3. أن يعود بهذه النتائج إلى الطبيعة ليتثبت ما إذا كانت ستصدق على مشاهداته الجديدة أم لا؛ فإن صدقت تحولت الفرضية إلى قانون علمي يُعوَّل عليه في التنبؤ بما يمكن أن يحدث في الطبيعة إذا توافرت ظروف بعينها.

قـام جابـر بإجـراء كثيـر مـن العمليـات المخبريـة، كان بعضهـا معروفًـا مـن قبـل فطـوَّره، وأدخـل عمليـات جديـدة. مـن الوسـائل التي اسـتخدمها: التّبخّـر، والتكليس، والتقطيـر، والتبلـر، والتصعيـد، والترشـيح، والصهـر، والتكثيـف، والإذابـة. ودرس خـواص بعـض المـواد دراسـة دقيقـة؛ فتعـرف علـى أيـون الفضـة النشـادري المعقـد. كمـا قـام بتحضيـر عـدد كبيـر مـن المـواد الكيميائيـة؛ فهـو أول مـن حضَّـر حمـض الكبريتيـك بالتقطيـر مـن الشـب. وحضّـر أكسـيد الزئبـق، وحمـض النتريـك؛ أي مـاء الفضـة، وكان يسـميه المـاء المحلل أو مـاء النـار، وحضـر حمـض الكلوريدريـك المسـمّى بـروح الملـح. وهـو أول مـن اكتشـف الصـودا الكاويـة، وأول مـن اسـتخرج نتـرات الفضـة وقـد سـمّاها حجـر جهنـم، وكلوريـد الزئبـق (السـليماني)، وحمـض النتروهيدروكلوريـك (المـاء الملكـي)، وسـمِّي كذلـك لأنـه يذيـب الذهـب ملـك المعـادن. وهـو أول مـن لاحـظ رواسـب كلوريـد الفضـة عنـد إضافـة ملـح الطعـام إلـى نتـرات الفضـة. كمـا اسـتخدم الشـب في تثبيـت الأصبـاغ في الأقمشـة، وحضّـر بعـض المـواد التـي تمنـع الثيـاب مـن البلـل؛ وهـذه المـواد هـي أمـلاح الألومنيـوم المشـتقة مـن الأحمـاض العضويـة ذات الأجـزاء الهيدروكربونيـة. ومـن اسـتنتاجاته أن اللهـب يكسـب النحـاس اللـون الأزرق، في حـين يكسـب النحـاس اللهـب لونًـا أخضـر. وهـو أول مـن فصـل الذهـب عـن الفضـة بالحـل بوسـاطة الحمـض، وشـرح بالتفصيـل عمليـة تحضيـر الزرنيـخ، والإثمـد (الأنتيمـون)، وتنقيـة المعـادن، وصبـغ الأقمشـة. ويعـزى إلـى جابـر أنـه أول مـن اسـتعمل الميـزان الحسـاس والأوزان المتناهيـة الدقـة في تجاربـه المخبريـة؛ وقـد وزن مقاديـر يقـل وزنهـا عـن 100/1 مـن الرطـل. وإليـه ينسـب تحضيـر مركبـات كل مـن؛ كربونـات البوتاسـيوم والصوديـوم والرصـاص القاعـدي والإثمـد (الأنتيمـون)، كمـا اسـتخدم ثانـي أكسـيد المنجنيـز لإزالـة الألـوان في صناعـة الزجـاج. كمـا بلـور جابـر النظريـة التـي مفادهـا أن الاتحـاد الكيميائـي يتـم باتصـال ذرات العناصـر المتفاعلـة مـع بعضهـا. ومثّـل علـى ذلـك بـكل مـن الزئبـق والكبريـت عندمـا يتحـدان ويكونـان مـادة جديـدة.

تـدل العمليـات الكيميائيـة التـي أوردهـا جابـر في مؤلفاتـه علـى براعتـه في الكيميـاء وإبداعـه في تصميـم الأفـران والبوتقـات، ولا شـك أنـه لـم يكـن ليصـل إلـى مـا وصـل إليـه إلا بفضـل تجاربـه المخبريـة. وقـد كان يجـري معظـم هـذه التجـارب في مختبـر خـاص اكتشـف في أنقـاض مدينـة الكوفـة في أواخـر (القـرن الثانـي عشـر الهجري/الثامـن عشـر الميـلادي)؛ وهـو أشـبه بالقبـو، في مـكان منعـزل بعيـدًا عـن أعـين الفضوليـين، وبـه مـن الأثـاث: منضـدة وقواريـر، وأفـران، وموقـد، وهـاون، وبعـض الأدوات مثـل: الماشـق (الماسـك)، والمقـرض، والملعقـة، والمبـرد، والقمـع، والـراووق (المصفـاة)، وأحـواض، وإسـفنجة، وآلـة تكليـس، وقطّـارة، ومعـدات للتقطيـر، وميـزان، وإنبيـق، وغيرهـا.

ولجابـر بـن حيـان مؤلفـات ورسـائل كثيـرة في الكيميـاء. وأشـهر هـذه المؤلفـات كتـاب «السـموم ودفـع مضارهـا»، وفيه قسَّـم السـموم إلى حيوانيـة، ونباتية وحجرية. وذكـر الأدويـة المضـادة لهـا وتفاعلهـا في الجسـم. و«كتـاب التدابيـر»؛ وتعنـي التدابيـر في ذلـك الوقـت العمـل القائـم علـى التجربـة، و«كتـاب الموازيـن» و«كتـاب الحديـد»؛ وفيـه يصـف جابـر عمليـة اسـتخراج الحديـد الصلـب مـن خاماتـه الأولـى. كمـا يصـف كيفيـة صنـع الفـولاذ بوسـاطة الصهـر بالبواتـق، ومـن كتبـه كذلـك «نهايـة الإتقـان»، و«رسـالة في الأفـران».

مـع جابـر، المعـروف في الغـرب باسـم (جابـر Geber أو Yeber)، وصلـت الخيميـاء الإسـلامية إلـى نقطـة لـم يتـم تجاوزهـا أبـدًا خـلال القـرون التاليـة. ينحـدر جابـر مـن الكوفـة، وأمضـى معظـم حياتـه في طـوس، ثـم جـاء إلـى بغـداد وتـوفي في (نهايـة القـرن الثانـي الهجري/الثامـن الميـلادي)، في عزلـة، إمـا في الكوفـة أو ربمـا في مـكان مـا في بـلاد فـارس. كتـب عـددًا كبيـرًا جـدًا مـن الأعمـال التـي أضـاف إليهـا فيمـا بعـد أتبـاع الإسـماعيلية، الذيـن اعتبـروا جابـر ملكًـا لهـم، العديـد مـن الرسـائل بعـد تعاليمـه وروحًـا مـن مذهبـه. يُطلـق علـى هـذه الأعمـال معًـا اسـم

(المجموعـة الجابريـة)، وتشـكل مجموعـة كبيـرة في سـجلات العلـوم الإسـلامية. وتشـمل هـذه تقريبًـا كل مجـال مـن مجـالات التعلـم وخاصـة الكيميـاء حيـث كانـت أعمـال مثـل «كتـاب السـبعين» و«كتـاب الميـزان» بمثابـة أسـس الخيميـاء الإسـلامية. تُعـد (المجموعـة الجابريـة)، التـي لـم يُـدرس معظمهـا بعـد بدقـة، أهـم مجموعـة مـن الأعمـال المنفـردة في الكيميـاء باللغـة العربيـة، والمصـدر الرئيـس ليـس فقـط للخيميـاء الإسـلامية ولكـن حتـى إلـى حـد كبيـر للكيميـاء اللاتينيـة.

كانـت عائلـة الـوزراء البرمكيـة، الذيـن كانـوا رعـاة جابـر، هـم أنفسـهم مهتمـين بالكيمياء، وقامـوا بتأليـف رسـائل حـول هـذا الموضـوع. أيضًـا، في (أوائـل القـرن الثالـث الهجـري/ التاسـع الميـلادي)، ألـف عثمـان بـن سـويد مـن أخميـم (بانوبوليـس) في مصـر النسـخة العربيـة الأصليـة لمـا أصبـح لاحقًـا أحـد أشـهر النصـوص الخيميائيـة اللاتينيـة، «Turba Philosophorurm» الـذي بقـي شـائعًا في جميـع أنحـاء العالـم في فتـرة العصـور الوسـطى وعصـر النهضـة.

ومـن الجديـر بالذكـر أيضًـا أن الصـوفي ذا النـون المصـري، الـذي كان معاصـرًا لابـن سـويد، كتـب أيضًـا في الكيميـاء اثنتـين مـن أطروحاتـه حـول هـذا الموضـوع، ذكرهـا ابـن النديـم. ولـم يكـن ذو النـون هـو سـيد الصوفيـة الوحيـد الـذي كتـب عـن الخيميـاء. ويقـال أيضـاً إن كل مـن الجنيـد والحـلاج، أسـاتذة مدرسـة بغـداد، قـد كتبـوا رسـائل كيميائيـة، وقـد نجـت الأعمـال التـي تحمـل اسـمهما.

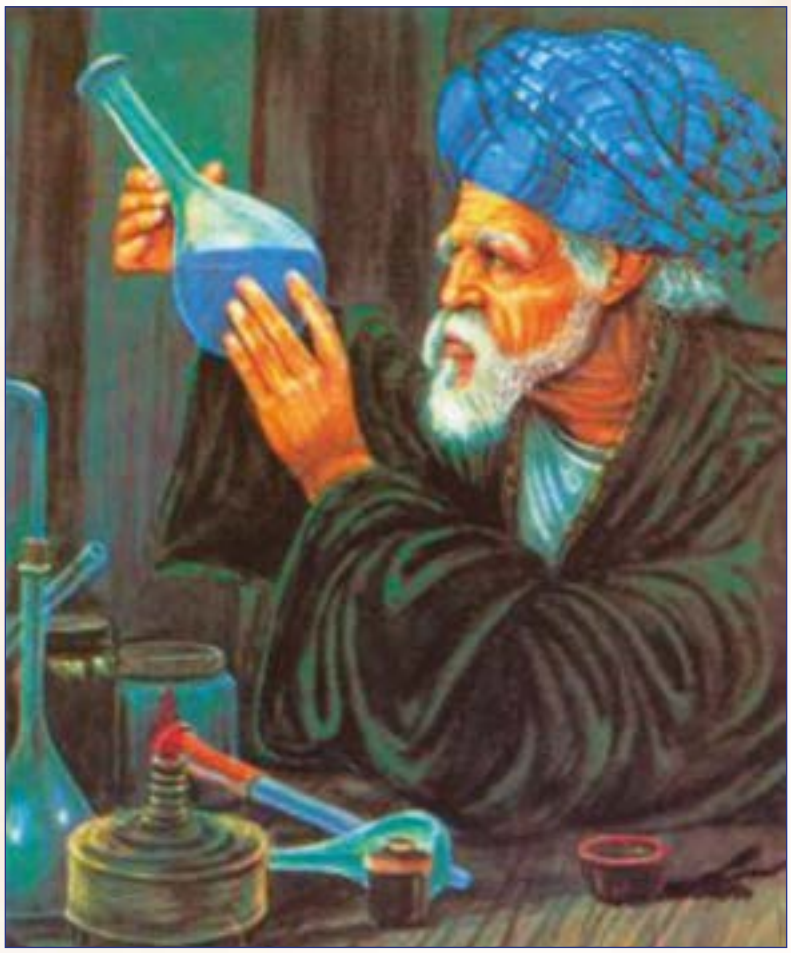
• إسهامات أبو عثمـــان عمـــرو بن بحـــر الجاحـــظ

إن موقف الجاحظ (توفي 255هـ/ 868م) إزاء الكيمياء لم يكن واضحا تمامًا؛ فهو يتشكك في جدواها، ولكنه يطرح سؤالًا عما إذا كان من الممكن خلال خمسة آلاف عام صنع الذهب، عندما تتوافق العوامل المختلفة من نوعية العناصر والفترة الزمنية المناسبة والوضع الصحيح للنجوم ... إلخ [كتاب الحيوان]. وكان يرى أنه من المفارقات أن يكون في الإمكان صنع الزجاج من الرمال. في حين أنه من غير الممكن تحويل النحاس والزئبق إلى ذهب وفضة على الرغم من أن حالة الشبه بين الزئبق والفضة الذاتية أشد منها بين الرمل والزجاج الفرعوني.

• إســـهامات الكندي

كان يعقوب بن إسحاق الكندي (توفي 260هـ/ 873م) أول من وقف معارضًا بشدة مقولة الكيميائيين بإمكان تحويل المعادن الخسيسة إلى معادن ثمينة. رسالة «إبطال دعوى المدعين صناعة الذهب والفضة من غير معادنها». وهو بمثابة تكذيب لأولئك الذين يدعون قدرتهم على الحصول على الذهب والفضة من غير خاماتهما. إذ يقول إن البشرية غير قادرة على القيام بأعمال هي مقصورة على الطبيعة. وقد رد على هذا الكتاب على الفور محمد بن زكريا الرازي. وكذلك له رسالة أخرى في «التنبيه على خدع الكيميائيين». وقد ألف في الكيمياء، إلى جانب الرسالتين السابقتين، مؤلفات أخرى منها: «رسالة في العطر وأنواعه»؛ «تلويح الزجاج»؛ «رسالة فيما يطرح على الحديد والسيوف حتى لا تتثلّم ولا تكل»؛ «رسالة في صنع أطعمة من غير عناصرها»؛ «رسالة فيما يصبغ فيعطي لونًا»؛ «قلع الآثار عن الثياب»؛ وتشتمل على بعض المواد الكيميائية

المستخدمة حاليًا في تنظيف الثياب وإزالة البقع منها. أما كتابه «كيمياء العطر والتصعيدات»، فيورد فيه الكثير من أنواع العطور التي يشتقها من عطر واحد؛ فبعد أن يستخلص العطر من مصدره الطبيعي، يأخذ مقدارًا ضئيلاً ويعالجه بمواد أخرى ليحصل على مقدار أكبر من العطر نفسه. بدأ كتابه بطُرُق صنع المسك ومجموعة أخرى من العطور المشهورة في وقته، تحدّث في طرق الحصول على هذه العطور عن عمليات كيميائية عديدة كالتقطير والترشيح والتصعيد.



نظرًا لأهمية أعمال الكندي في مجال الكيمياء والصيدلة، فقد قام كل من أرنالدوس وجيرار الكريموني بترجمتها إلى اللغة اللاتينية، وقال عنه الأخير إنه: «كان خصب القريحة، وإنه فريد عصره في معرفة العلوم بأسرها».

حضّـر الكنـدي أنواعًـا مـن الحديـد الفـولاذ بأسـلوب المـزج والصهـر؛ وهـي طريقـة لا زالـت تسـتخدم حتـى وقتنـا الحاضـر بنجـاح. يتلخـص هـذا الأسـلوب في مـزج كميتـين معلومتـين مـن الحديـد النرماهـن (المطـاوع)، والحديـد الشـبرقان (الحديـد الصلـب). ويصهـران معًـا ثـم يسـخنان إلـى درجـة حـرارة معلومـة وخـلال مـدة زمنيـة مناسـبة، بحيـث يكـون الحديـد النـاتج محتويًـا علـى نسـبة مـن الكربـون لا تقـل عـن 0.5 %، ولا تزيـد كثيـرًا علـى 1.5 %. واسـتخدم الكنـدي أشـهر السـموم المعدنيـة المعروفـة في وقتنـا الراهـن؛ وهـي التـي تتكـون مـن أيـون السـيانيد الموجـود في ورق نبـات الدفلـي، وكذلـك الزرنيـخ الأصفـر. فقـد ذكـر الكنـدي وصفـة لتلويـن حديـد السـيوف والسـكاكين يدخـل في تركيبهـا بعـض المـواد العضويـة والأعشـاب، مـن بينهـا نبـات الدفلـي الـذي ثبـت أن السـم فيـه عالـي التركيـز لاحتوائـه علـى مقـدار كبيـر نسـبياً مـن سـيانيد الصوديـوم أو البوتاسـيوم، ويكسـب الحديـد لونًـا أحمـر يضـرب إلـى الزرقـة.

• إســـهامات ابن وحشية

كان ابـن وحشـية أبـو بكـر أحمـد بـن علـي بـن قيـس بـن المختـار بـن عبـد الكريـم (القـرن الثالـث الهجري/التاسـع الميـلادي)، معاصـرًا للـرازي تقريبًـا، لكنـه كتـب في سـياق مختلـف تمامًـا. كتـب المؤلـف الشـهير للأعمـال الغامضـة التـي تتنـاول الزراعـة بشـكل خـاص العديـد مـن الرسـائل حـول الكيميـاء، والتـي يمكـن الاستشـهاد بهـا في كتـاب «الأصـول الكبيـر» كمثـال.

• إســـهامات محمد بن أميل

تبعه محمد بن أميل بن عبد اللّٰه بن أميل التميمي الذي عاش في (القرنين الثالث والرابع للهجرة/ القرنين التاسع والعاشر للميلاد)، وهو مؤلف للعديد من الأعمال الخيميائية، وأشهرها كتاب «الماء الورقي والأرض النجمية». هذا العمل هو من بين أشهر الأعمال في تاريخ الخيمياء الإسلامية، وكان يُعرف أيضًا في الغرب باسم «Tabula Chemica».

• إســـهامات أبو بكر الرازي

بدأت مرحلة جديدة في تاريخ الكيمياء الإسلامية مع محمد بن زكريا الرازي، الذي كان له تأثير كبير في هذا المجال كما في الطب. تكشف دراسة لأفكار الرازي الفلسفية أنه وقف خارج التيار الرئيس للفلسفة الإسلامية ونفى التأويل. ومن بين أمور أخرى، التمييز بين (الظاهر) و(الباطن) للأشياء وعملية التأويل الروحي. وهي الرحلة من الخارج إلى الداخل. نظرًا لأن الخيمياء علم رمزي بارز للكون، فإن نفي التأويل وبالتالي التفسير الرمزي للطبيعة، يعني أيضًا تغيير طبيعة الخيمياء نفسها. كان الرازي، أكثر من أي كيميائي مسلم آخر، مسؤولاً عن تحويل الخيمياء إلى كيمياء، رغم أنه استمر في استخدام لغة الخيمياء.

أعماله مثل «كتاب الأسرار» وكتاب «سر الأسرار» و«المدخل التعليمي» تمت دراستها كأعمال على الكيمياء من قبل الأجيال اللاحقة من المسلمين، لأنهم استمروا في استخدام لغة الخيمياء على الرغم من أنها في الواقع نصوص كيمياء أكثر من الكيمياء. هذا ينطبق بشكل خاص على «كتاب الأسرار»، الذي صار يعرف عن طريق الخطأ بسر الأسرار، وهو العمل الرئيس للرازي حول

هـذا الموضـوع. هـذا العمـل بالتأكيـد يهتـم بالكيميـاء أكثـر مـن الخيميـاء. وعلـى الرغـم مـن حقيقـة أن المؤلـف يتبـع جابـر بـن حيـان في العديـد مـن النقـاط مثـل تقسـيم المعـادن إلـى سـبعة أنـواع، بمـا في ذلـك «المعـدن الصينـي» (الخارصينـي).

وتُشكل مجموعة الكتب التي تحمل اسم جابر بن حيان موسوعة تحوي على خلاصة ما توصل إليه علم الكيمياء حتى عصره. وقد تَرْجم روبرت الشستري (توفي 539هـ/ 1144م)، وجيرار الكريموني (توفي 583هـ/ 1187م)، وغيرهما معظم كتبه إلى اللاتينية في (القرن الثاني عشر الميلادي). ومثّلت مصنفاته المترجمة الركيزة التي انطلق منها علم الكيمياء الحديث في العالم.

خلال الألف عام الماضية، كان علماء الشرق والغرب يعبرون عن إعجابهم بأبي بكر محمد بن زكريا الرازي (توفي 311هـ/ 923م) فأطلقوا عليه عدة ألقاب مثل: «كبير الأطباء بلا منازع للمسلمين»، «جالينوس العرب»، «أذكى عبقري في العصور الوسطى».

كتب الأول محمد بن إسحاق النديم من بغداد، العاصمة العباسية، حيث عاش الرازي لبضع سنوات لاكتساب الخبرة الطبية في المستشفى الرئيس المدعوم من الحكومة. والثاني كتبه سليمان بن جلجل من قرطبة، العاصمة الأموية في الأندلس، لكن مصادر معلوماته لم تعد معروفة لنا.

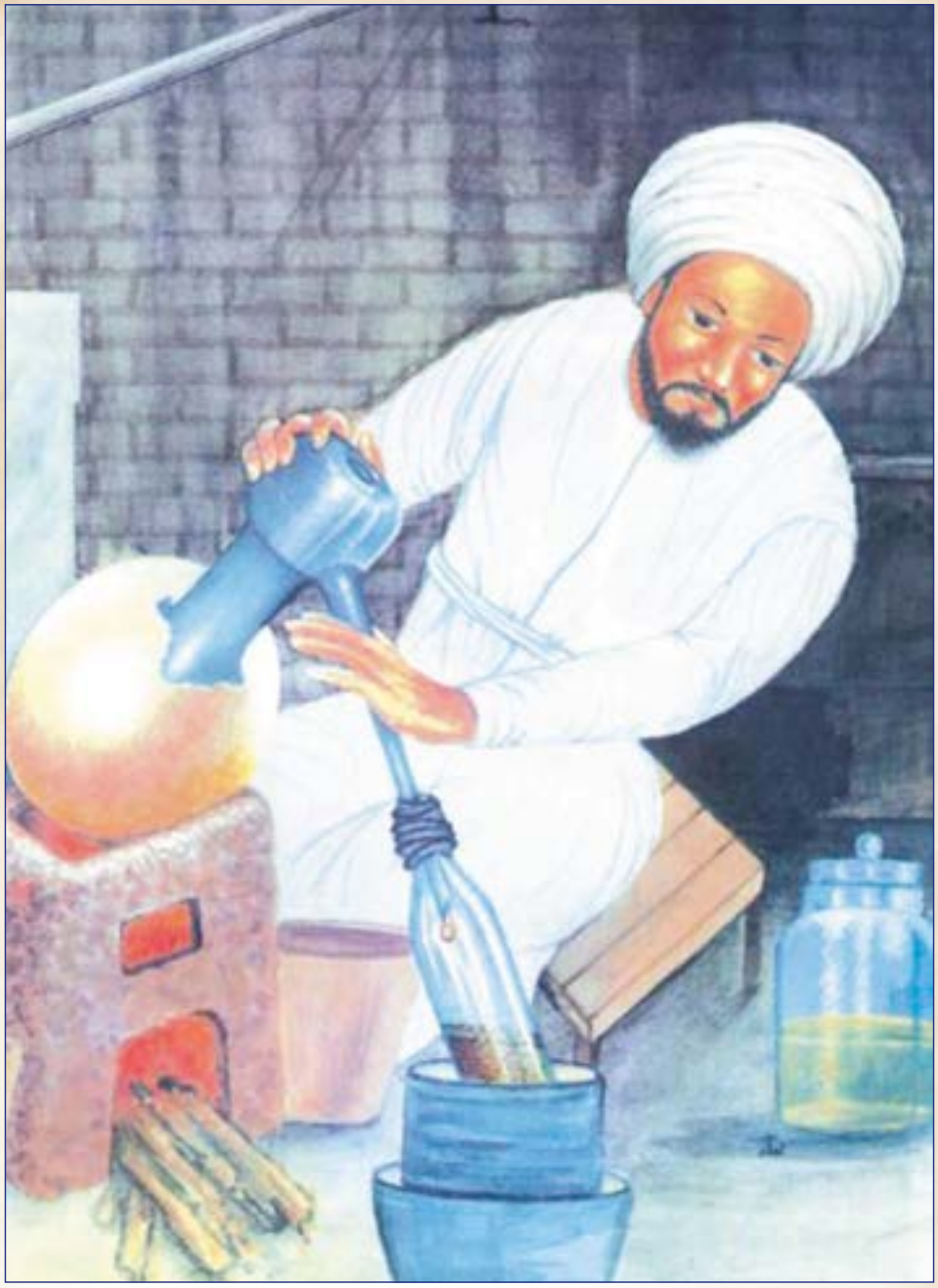
تخبرنا السيرة الذاتية كيف كان الرازي، في وقت مبكر من حياته، مهتمًا بالموسيقى ويعزف على العود. كما درس الفلسفة على يد أبو زيد البلخي، قبل أن يتحول إلى دراسة فن العلاج. بعد أن أكمل تدريبه في بغداد، عاد الرازي إلى موطنه الري، بالقرب من طهران الحديثة، حيث تولى إدارة مستشفاه.

قام بتدريس فنون الشفاء، وشهرته – كممارس تربوي- جذبت العديد من الطلاب، المبتدئين والمتقدمين. وقد أثنى عليه معاصروه على أنه طبيب كريم،

ولطيف ومراعٍ يعالج مرضاه، أغنياء كانوا أو فقراء، باهتمام ودود، وعناية فائقة. كما خدم بعض الحكام المسلمين بصفة طبيب ومستشار، ولكن فقط في إطار واجباته المهنية، وليس لتحقيق مكاسب مالية أو زيادة هيبة، كما ادعى خصومه ونقاده.

يبدو أن الرازي عاش في بغداد لبضع سنوات خلال (أوائل تسعينات القرن التاسع الميلادي)، حيث جمع البيانات وكتب كتابه عن تجارب المستشفيات (المجربات). ثم عاد إلى الري ليعمل في مستشفاها، وأصبح فيما بعد طبيبًا في بلاط حاكمها منصور بن إسحاق بن أحمد بن أسد، الذي حكم من (902م إلى 908م).

كرّس الرازي لهذا اثنين من أهم كتبه الطبية، وهما «الطب المنصوري» و«الطب الروحاني». يشمل الأول الجوانب الرئيسة لفن الشفاء، بما في ذلك علم التشريح البشري وعلم وظائف الأعضاء، وعلم التغذية والحفاظ على الصحة، وعلم السموم، وعلم الأمراض، والحمّى - والتي كانت تعتبر فيما بعد دراسة منفصلة - جرى ترجمة هذا الدليل الذي نقل جيدًا إلى اللاتينية (Medicinalis Almansoris) وكان له تأثير كبير في الغرب طوال العصور الوسطى. أما كتاب «الطبّ الروحاني» سبل معالجة العلل الأخلاقية والنفسية للروح الإنسانية.



كان الرازي من أشد المؤمنين بالطب التجريبي والاستخدام المفيد للنباتات الطبية والأدوية الأخرى المختبرة مسبقًا. وطالب بمعايير مهنية عالية للممارسين، وحث الأطباء على مواصلة تعليمهم من خلال دراسة الرسائل الطبية أو حضور المحاضرات أو الحصول على تدريب في المستشفيات

قاد الرازي المعركة ضد الدجالين والمدعين في المجال الصحي، ودعا إلى التشاور والثقة المتبادلة بين الأطباء المهرة، وفضل ممارسة طبيب الأسرة. وحذر المرضى من أن التغيير من طبيب إلى آخر سيضيع ثرواتهم وصحتهم ووقتهم.

روّج للعلاج النفسي، مشيرًا إلى أن التعليقات المتفائلة من الأطباء شجعت المرضى، وجعلتهم يشعرون بتحسن، وعززت التعافي بشكل أسرع. نصح زملاءه بالسماح لمرضاهم بتناول أنواع الأطعمة التي يفضلونها - وهي ممارسة موصى بها في الطب الحديث - لكنه شدد أيضًا على أهمية اتباع نظام غذائي متوازن للحفاظ على الصحة الجيدة أو استعادتها. ونصح الممارسين بتجنب الإسراف وارتداء الملابس والأكل والعيش ببساطة.

كان كتاب الرازي الأكثر شمولاً هو الموسوعة الطبية «الحاوي في الطب». أمضى سنوات عديدة في جمع البيانات وإعدادها، لكنه توفي قبل أن يتمكن من تنظيم الموضوع أو وضع النص في شكله النهائي. جمع طلابه على عجل بعد وفاته، تفتقر الموسوعة إلى التناغم والنظام اللذين يميزان أعماله الأخرى. في الحاوي، يقتبس الرازي الآراء الطبية للعديد من المؤلفين اليونانيين والعرب ويقارن تفسيراتهم مع تفسيراته.

هذه الموسوعة هائلة وضخمة جدًا، حتى أن الطبيب الأهوازي (توفي 994م) لم يكن يعرف سوى نسختين كاملتين. ترجم الطبيب اليهودي فرج بن سليم الكتاب إلى اللاتينية في عام 1279، وكان، تحت عنوان «كونتينينز Continens»، من أوائل الكتب الطبية بهذا الحجم التي طُبعت في الغرب (1486م).

ولأنه كان مفكرًا، حرًا، وروحًا مستقلة، لم يسمح الرازي لإعجابه الكبير بالسادة اليونانيين أن يضعف حكمه النقدي. هاجم (حِكم أبقراط)، على سبيل المثال، باعتبارها غير منظمة وغامضة ومختصرة دون داع. لتصحيح هذه

النواقص، وضع كتاب «المرشد»، الذي يقدم معالجة أفضل لموضوعات الطب العام التي تغطيها الحِكم. وفي كتابه «الشكوك حول جالينوس»، وصف بعض كتابات جالينوس بأنها مطولة وخاطئة، وحاول تصحيح محتوياتها.

كتب الرازي، وهو مؤلف غزير الإنتاج، عن الفلسفة والمنطق وعلم الفلك والعلوم الفيزيائية، لكن من الأفضل تذكره بسبب كتاباته في علوم الحياة. توافقت سعة الاطلاع العميقة لديه مع قدرة غير عادية على فهم الطبيعة البشرية. لخصت كتاباته كل المعارف الطبية النظرية والتجريبية في عصره، معززة بخبراته وملاحظاته الخاصة. في أواخر حياته أصيب الرازي بالعمى. عندما اقترح طبيب عيون جراحة علاجية للعيون، أجاب الرازي: «لقد رأيت ما يكفي من هذا العالم القديم، ولا أعتز بفكرة المعاناة من محنة عملية جراحية على أمل رؤية المزيد منها». بعد ذلك بوقت قصير، توفي الرازي [Hayes, 1983].

كانت لأبي بكر محمد بن زكريا الرازي إسهامات كبيرة في الكيمياء، ويعود له الفضل في تحويل الكيمياء القديمة (كيمياء جابر) إلى علم الكيمياء الحديث. كانت مصنفاته أول المصنفات الكيميائية في تاريخ هذا العلم. وعلى الرغم من أن أستاذه جابر بن حيان كان أول من بشَّر بالمنهج التجريبي؛ إلا أنه كان يخلط ذلك بأوهام الرمزية والتنجيم. أما الرازي فقد تجرّد عن الغموض والإيهام وعالج المواد الطبيعية من منظور حقيقتها الشكلية الخارجية دون مدلولها الرمزي. ولذا كان الرازي بطبيعة الأمر أوسع علمًا وأكثر تجربة وأدق تصنيفًا للمواد من أستاذه. ونستطيع أن نقول: إنه الرائد الأول في هذا العلم، وذلك في ضوء اتجاهه العلمي، وحرصه على التحليل وترتيب العمل المخبري، وكذلك في ضوء ما وصف من عقاقير وآلات وأدوات.

عكف الرازي - إلى جانب عمله التطبيقي في الطب والصيدلة والكيمياء - على التأليف؛ وصنَّف ما يزيد على 220 مؤلفًا ما بين كتاب ورسالة ومقالة. وأشهر

مصنفاته في حقل الكيمياء «سر الأسرار»، نقله جيرار الكريموني إلى اللاتينية، وبقيت أوروبا تعتمده في مدارسها وجامعاتها زمنًا طويلاً. بيَّن في هذا الكتاب المنهج الذي يتبعه في إجراء تجاربه؛ فكان يبتدئ على الدوام بوصف المواد التي يعالجها ويطلق عليها (المعرفة)، ثم يصف الأدوات والآلات التي يستعين بها في تجاربه؛ وسماها (معرفة الآلات)، ثم يشرح بالتفصيل أساليبه في التجربة وسماها (معرفة التدابير). ولعل براعة الرازي في حقل الطب جعلته ينبغ في حقل الكيمياء والصيدلة؛ إذ كان لابد للطبيب البارع آنذاك أن يقوم بتحضير الأدوية المركبة، ولا يمكن تحضير هذه المركبات إلا عن طريق التجربة المعملية. ويبين «سر الأسرار» ميل الرازي الكبير واهتمامه العميق بالكيمياء العملية، وترجيح الجانب التطبيقي على التأمل النظري، ولا يورد فيه سوى النتائج المستفادة من التجربة. وقسَّم المواد الكيميائية إلى أربعة: معدنية، ونباتية، وحيوانية ومشتقة.

كان الرازي من أوائل من طبقوا معارفهم الكيميائية في مجال الطب والعلاج، وكان ينسب الشفاء إلى إثارة تفاعل كيميائي في جسم المريض؛ فهو أول من استعمل الكحول في تطهير الجروح، وابتكر طريقة جديدة لتحضير الكحول الجيد من المواد النشوية والسكرية المتخمرة، كما كان أول من أدخل الزئبق في المراهم.

لم يكن لدى الخيميائيين المسلمين اللاحقين بشكل عام خبرة في المعادن بعد، والمعادن التي أفرغت من محتواها المقدس حتى جعل مفهوم الكيمياء بالمعنى الحديث ممكنًا. لذلك، رأوا الرازي كيميائيًا، على الرغم من أن بعض الكيميائيين المعاصرين في بلاد فارس يسمون نوعًا من التحويل غير الكامل للمعادن إلى ذهب (التحويل الرازي). من وجهة نظر المراحل اللاحقة من تاريخ العلم، يجب اعتبار الرازي (مؤسس الكيمياء).

من أبرز إسهامات الرازي في الكيمياء تصنيفه للمواد. تمت تلبية التصنيف المعروف للمواد إلى معدنية ونباتية وحيوانية لأول مرة في كتاباته، وهو ما يجب أن يُنسب إليه هذا التصنيف الأساسي والمهم جدًا. قدم الرازي أيضًا وصفًا دقيقًا للعديد من العمليات الكيميائية مثل: التقطير والتكلس والتعديل وما شابه، والتي تظهر أيضًا في كتابات جابر وكذلك في كتابات الخيميائيين اللاحقين، ولكن تم وصفها جيدًا بشكل خاص من قبل الرازي. نظرًا لكونه طبيبًا، كان الرازي مهتمًا أيضًا بالكيمياء العلاجية، ويعود الفضل في ذلك إلى كونه أول شخص يفصل الكحول ويستخدمه طبيًا، مع أنّ هذا الرأي التقليدي لم يتم إثباته من خلال المنح الدراسية الحديثة [Nasr, 1976].

- **إســـهامات أبو نصر الفارابي**

كان الفارابي (توفي 339 هـ/ 950م) يرى أن تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب أو فضة أمرًا ممكنًا طبقًا لرأى أرسطو عن الأحجار، لأن أنواع المعادن تنتمي إلى جنسٍ واحدٍ، لكنه استبعد ذلك، لأنه من الصعب بمكان تحقيق هذا التحويل، الذي يستلزم دراسة شاملة للمنطق والرياضيات والعلوم الطبيعية.

- **إســـهامات ابن مسكويه**

كان الفيلسوف والمؤرخ أحمد بن محمد بن يعقوب مسكويه (المعروف عادة باسم مسكويه) (توفي 421هـ / 1030م)، مهتمًا جدًا بالكيمياء. بقيت أطروحاته الخيميائية حتى يومنا هذا، ومن المعروف أنه قضى معظم حياته في البحث عن حجر الفلاسفة. من بين الفلاسفة المسلمين الأوائل - باستثناء الرازي -، كان الشخص الأكثر تكريسًا للفن الخيميائي.

- **إســـهامات أبو مسلمة المجريطي**

يُنسب إلى أبي مسلمة المجريطي (توفي 398هـ/ 1007م) العملين المشهورين «رتبة الحكيم» و«غاية الحكيم»، المعروفة في الغرب باسم «بيكاتريكس Picatrix». غالبًا ما يخطئ الناس بين أبي مسلمة المجريطي مع عالم الفلك أبو القاسم مسلمة المجريطي الذي عاش في الوقت نفسه تقريبًا في الأندلس.

أهم إنجاز للمجريطي هو قيامه بتجربة تسخين أكسيد الزئبق التي اكتشف من خلالها قانون حفظ المادة، قبل لافوازييه.

- **إســـهامات مؤيد الدين الطغرائي**

خـلال (القـرن السـادس الهجـري/ القـرن الثانـي عشـر الميـلادي)، ظهـرت أعمـال الكيميـاء ذات النطـاق الرئيـس مـرة أخـرى في كل مـن الأراضـي الشـرقية والغربيـة للإسـلام. في الشـرق، دافـع الوزيـر مؤيـد الديـن الطغرائي (القرن السـادس الهجـري/ القـرن الثانـي عشـر الميـلادي)، عـن الخيميـاء ضـد المشـككين وتـرك وراءه العديـد مـن الأطروحـات حـول هـذا الموضـوع، بمـا في ذلـك كتـاب «مفاتيـح الرحمـة ومصابيـح الحكمـة».

- **إســـهامات أبو الحسن الجياني**

ظهـر أبـو الحسـن الجيانـي (تـوفي 593هـ / 1197م) في الأندلـس، وهـو معـروف باسـم (أرفع رأس)، حيث إنه كان شـاعرًا رائعًا، له العديد من القصائد الخيميائية، وأشـهرها قصائـد (شـذور الذهب).

- **إســـهامات أبو القاسم العراقي**

أهـم الأعمـال الكيميائيـة التـي ظهـرت في (القـرن الرابـع عشـر الميـلادي) هـو كتـاب «العلـم المكتسـب في زرعـة الذهـب» لأبـي القاسـم العراقـي السـماوي (تـوفي 580هـ/ 1300م)، وهـو في الأسـاس ملخـص للكيميـاء الإسـلامية ومبنـي علـى جابـر وابـن أميـل وآخريـن. ومـع ذلـك، فهـو ملخـص مكتـوب جيـدًا اسـتمر في جـذب انتبـاه الخيميائيـين اللاحقـين الذيـن كتبـوا تعليقـات عليـه.

ومـن أشـهر مؤلفاتـه الأخـرى «عيـون الحقائـق في السـحر»، و «الكنـز الدفـين». وقـد قـال عنـه عـز الديـن الجلدكـي في كتابـه «نهايـة الطلـب»: «صـرف أبـو القاسـم سـبع عشـرة سـنة في دراسـة الكيميـاء، وقـد لخـص فكرتـه في مقدمـة كتابـه «العلـم المكتسـب» حيـث قـال: «إن المعـادن مـن أصـل واحـد، واختلافهـا ناجـم عـن صفـات عرضيـة»».

- **إســـهامات عز الدين الجلدكي**

عـز الديـن الجلدكـي (تـوفي 743هـ / 1342م) الـذي عـاش في (القـرن الثامـن الهجري/الرابـع عشـر الميـلادي)، أهـم المعلقـين علـى الكتـب الكيميائيـة السـابقة. حيث إن كتابـه «نهايـة الطلـب» هـو تعليـق علـى «علـم المكتسـب»، بينمـا يسـتمد أيضًـا مـن أعمـال خيميائيـة سـابقة. ويعـد الجلدكـي، مصـدرًا ثمينًـا للخيميـاء الإسـلامية السـابقة.

- **إســـهامات علي بن خسرو الأزنيقي**

بـدأت الكتابـات التركيـة حـول الخيميـاء بالظهـور في القـرن التاسـع الهجـري / السـادس عشـر الميـلادي بالإضافـة إلـى كتابـات العـرب والفـرس. ومـن بينهـم علـي بـن خسـرو الأزنيقـي (تـوفي 1018هـ / 1609م) الملقـب بـ (المؤلـف الجديـد)، وهـو الأهـم مـن بينهـم. كتـب العديـد مـن الأعمـال الخيميائيـة، بمـا في ذلـك كتـاب «الأسـرار في هاتـك الأسـتار»، والـذي يتضمـن مناقشـات حـول علـم الكونيـات، كمـا كتـب عـن الميـزان.

- **إســـهامات أبو القاسم فندرسكي**

كتـب الأميـر أبـو القاسـم فندرسـكي (تـوفي 1050هـ/ 1640م)، مـن بـلاد فـارس، أطروحـة عـن الخيميـاء. علـم هـذه الحكيـم الرائـع أعمـال ابـن سـينا في أسـفهان والصوفيـة في الهنـد.

- **إســـهامات ابن سلوم الحلبي**

بين القرنين (الحادي عشر والثاني عشر الهجري) الموافق (السابع عشر والثامن عشر للميلاد)، بدأت التأثيرات الكيميائية الغربية في الإمبراطورية العثمانية، وهو ما نجده عند ابن سلوم الحلبي (توفي 1081 هـ/ 1670م) في كتابه «الطب الكيميائي الجديد» (Nasr, 1976).

الكيمياء في عصر النهضة

لقد ترجمت المؤلفات العربية إلى اللاتينية في العصور الوسطى. ولم تكن المؤلفات اليونانية هي التي مهدت الطريق نحو قيام كيمياء غربية وإنما هي المؤلفات العربية. وهكذا أدخلت قدرًا من التطور مر عبر أرنالد الفيلانوفي (جابر اللاتيني) وبارسلوس إلى أن وصل إلى روبرت بويل (توفي 1691م)، وجوزيف بلاك (توفي 1799م)، وجوزيف بريستلي (توفي 1794م)، ولافوازييه (توفي 1794م)، مما أدى في نهاية المطاف إلى معجزة الكيمياء الحديثة. بل إن هذه المؤلفات العربية أعطت دفعة هامة للتاريخ الثقافي الأوربي، ويكفي أن نذكر يعقوب بوما وجمعية الروزيكروش ونوفاليس وغوته.

كما استمرت الخيمياء في التقليد (المصري –الفارسي- العربي) في جذب أتباع ذوي عقلية جادة. في (أواخر القرن الثامن عشر)، كان روبرت بويل وإسحاق نيوتن خيميائيين مختصين. لكن في نهاية المطاف، قوض عدم الثقة في السحر والتنجيم - والكيميائيين الدجالين الذين وعدوا بطريقة لتصنيع الذهب - جاذبيته بشكل أساسي لدرجة أنه تضاءل، مع أنه لم يختف تمامًا حتى الوقت الحالي.

وهكذا وضعت الكيمياء على أساس علمي ثابت وهي اليوم واحدة من التخصصات العلمية الرئيسة [Masood, 2009].

لقد كانت المحاولات العملية لتحسين تنقية الخامات واستخراجها لصهر المعادن مصدرًا مهمًا لمعلومات الكيميائيين الأوائل في (القرن السادس عشر)، ومن بينهم جورج أجريكولا (توفي 1555م)، الذي نشر عمله المهم «De Re metallica» عام 1556م. إذ وصف في عمله العمليات المتطورة والمعقدة لخامات المعادن واستخراج المعادن والتعدين في ذلك الوقت. أزال نهجه حالة التصوف المرتبطة بالموضوع، وخلق الأساس العملي الذي يمكن للآخرين البناء عليه. يصف العمل العديد من أنواع الأفران المستخدمة

لصهر الخام، ويحفز الاهتمام بالمعادن وتكوينها. ليس من قبيل المصادفة أنه يعطي إشارات عديدة إلى المؤلف السابق، بليني الأكبر وكتابه «التاريخ الطبيعي». لقد وصف أجريكولا بأنه (أبو علم المعادن) [Zittel, 1901].

في عام 1605م، نشر السير فرانسيس بيكون «الاحتراف والتقدم في التعلم»، والذي يحوي على وصف لما سيعرف فيما بعد بالطريقة العلمية .[Asarnow, 2005]

في عام 1605م، نشر ميشال سيدزيوي أطروحة الكيمياء «ضوء جديد من الكيمياء» التي اقترحت وجود (غذاء الحياة) في الهواء، والذي أمكن التعرف عليه لاحقًا على أنه الأكسجين.

في عام 1615م نشر جان بيجوين «Tyrocinium Chymicum»، وهو كتاب كيميائي مبكر، وفيه يرسم أول معادلة كيميائية على الإطلاق. في عام 1637م، نشر رينيه ديكارت «نقاش حول المنهجية»، والذي يحوي على مخطط تفصيلي للطريقة العلمية [Crosland, 1959].

نُشر عمل الكيميائي الهولندي يان بابتيست فان هيلمونت «Ortus Medicinae» بعد وفاته عام 1648م؛ وقد استشهد البعض بالكتاب باعتباره عملاً انتقاليًا رئيسًا بين الخيمياء والكيمياء، وله تأثير مهم على روبرت بويل. يحوي الكتاب على نتائج العديد من التجارب وأسس لنسخة مبكرة من قانون الحفاظ على الكتلة. أثناء العمل خلال الوقت الذي أعقب باراسيلسوس وكيمياء العلاج مباشرة، اقترح جان بابتيست فان هيلمونت أن هناك مواد غير جوهرية بخلاف الهواء، وصاغ اسمًا لها هو (الغاز)، وقد اشتقها من الكلمة اليونانية التي تعني (الفوضى). بالإضافة إلى إدخال كلمة (غاز) في مفردات العلماء، أجرى فان هيلمونت عدة تجارب على الغازات. يُذكر أيضًا جان بابتيست فان

هيلمونت اليوم إلى حد كبير لأفكاره حول التوليد التلقائي وتجربته الشجرية التي استمرت 5 سنوات، فضلاً عن اعتباره مؤسس كيمياء الهواء.

لقد أظهر أنطوان لوران دي لافوازييه بقياسات دقيقة أن تحويل الماء إلى تراب غير ممكن، لكن الرواسب التي لوحظت من الماء المغلي جاءت من الحاوية. أحرق الفوسفور والكبريت في الهواء، وأثبت أن المنتجات كانت تزن أكثر من العينات الأصلية، مع فقدان الكتلة المكتسبة من الهواء. وهكذا، في عام 1789م، أنشأ قانون الحفاظ على الكتلة، والذي يُسمى أيضًا (قانون لافوازييه) الذي يقول إن كمية المواد الداخلة في التفاعل تساوي كمية المواد الناتجة عن التفاعل، وهو قانون سبق وأن توصل إليه العالم العربي مسلمة المجريطي في تجربة أكسدة الزئبق.

في عام 1802م، أسس الكيميائي والصناعي الأمريكي الفرنسي إيلوتيه إيرين دو بونت Éleuthère Irénée du Pont، الذي تعلم صناعة البارود والمتفجرات تحت قيادة أنطوان لافوازييه، مصنعًا للبارود في ولاية ديلاوير يُعرف باسم E. I. du Pont de Nemours and Company. أجبرت الثورة الفرنسية عائلته على الانتقال إلى الولايات المتحدة حيث بدأ دو بونت طاحونة بارود على نهر براندیواین في ولاية ديلاوير. رغبة في صنع أفضل مسحوق ممكن، كان دو بونت يقظًا بشأن جودة المواد التي يستخدمها. لمدة 32 عامًا، شغل دو بونت منصب رئيس شركة E.I. du Pont de Nemours and Company، التي نمت في النهاية لتصير واحدة من أكبر الشركات وأكثرها نجاحًا في أمريكا.

طوال (القرن التاسع عشر)، جرى تقسيم الكيمياء بين أولئك الذين اتبعوا النظرية الذرية لجون دالتون وأولئك الذين لم يتبعوها، مثل فيلهلم أوستوالد وإرنست ماخ. مع أن مؤيدي النظرية الذرية مثل أميديو أفوجادرو ولودفيج بولتزمان قد أحرزوا تقدمًا كبيرًا في تفسير سلوك الغازات، إلا أن هذا الخلاف

لـم يجـر تسـويته نهائيًـا حتـى تحقيـق جـان بيريـن التجريبـي لتفسـير أينشـتاين الـذري للحركـة البراونيـة في العقـد الأول مـن (القـرن العشـرين) [Pullman, 2004].

قبـل تسـوية الخـلاف بفتـرة طويلـة، كان الكثيـر قـد طبـق بالفعـل مفهـوم الذريـة علـى الكيميـاء. ومـن الأمثلـة الرئيسـة علـى ذلـك النظريـة الأيونيـة لسـفانت أرينيوس والتـي توقعـت أفكارًا حـول البنيـة التحتيـة الذريـة التـي لـم تتطـور بشـكل كامـل حتـى (القرن العشـرين).

كان مايـكل فـاراداي عامـلاً مبكـرًا آخـر، وكانـت مسـاهمته الرئيسـة في الكيميـاء هـي الكيميـاء الكهربائيـة، حيـث (مـن بـين أشـياء أخـرى) تبـين أن كميـة معينـة مـن الكهربـاء أثنـاء التحليـل الكهربائـي أو الترسـيب الكهربائـي للمعـادن مرتبطـة بكميـات معينـة مـن العناصـر الكيميائيـة، وكميـات ثابتـة مـن العناصـر مـع بعضهـا بعضًـا، بنسـب محـددة. هـذه النتائـج، مثـل تلـك الخاصـة بنسـب الجمـع بـين دالتـون، كانـت أدلـة مبكـرة علـى الطبيعـة الذريـة للمـادة.

في عـام 1840م، اقتـرح جيرمـان هيـس (قانـون هيـس)، وهـو بيـان مبكـر لقانـون حفـظ الطاقـة، والـذي ينـص علـى أن تغيـرات الطاقـة في عمليـة كيميائيـة تعتمـد فقـط علـى حـالات المـواد الداخلـة والناتجـة، وليـس علـى المسـار المحـدد الـذي يجـري اتخـاذه بـين الاثنـين.

في عـام 1847م، حصـل هيرمـان كولبـي علـى حمـض الأسـيتيك مـن مصـادر غيـر عضويـة تمامًـا، ممـا أدى إلـى دحـض النزعـة الحيويـة.

في عـام 1848م، أسـس ويليـام طومسـون، البـارون كلفـن الأول (المعـروف باسـم اللـورد كلفـن) مفهـوم الصفـر المطلـق، وهـي درجـة الحـرارة التـي تتوقـف عندهـا جميـع الحـركات الجزيئيـة.

في عام 1849م، اكتشف لويس باستير أن الشكل الراسيمي لحمض الطرطريك هو خليط من الأشكال المستوية والهيكلية، وبالتالي توضيح طبيعة الدوران البصري، وتطوير مجال الكيمياء الفراغية.

في عام 1852م، اقترح أوغسط بيير (قانون بيير)، الذي يشرح العلاقة بين تركيبة الخليط وكمية الضوء التي سيمتصها. استنادًا جزئيًا إلى العمل السابق لبيير بوجوير ويوهان هاينريش لامبرت، أسس التقنية التحليلية المعروفة باسم المقياس الطيفي.

في عام 1855م، كان بنيامين سيليمان الابن رائداً في طرق تكسير روابط البترول، مما جعل صناعة البتروكيماويات الحديثة بكاملها ممكنة.

كان الاختراق المهم في فهم قائمة العناصر الكيميائية المعروفة (وكذلك في فهم البنية الداخلية للذرات) هو التطوير الذي قام به ديميتري مندلييف لأول جدول دوري حديث، أو التصنيف الدوري للعناصر. حيث شعر الكيميائي الروسي مندلييف أن هناك نوعًا من الترتيب للعناصر، وقضى أكثر من ثلاثة عشر عامًا من حياته في جمع البيانات وتجميع المفهوم، مبدئيًا بفكرة حل بعض الاضطرابات في المجال لطلابه.

وجد مندلييف أنه عندما جرى ترتيب جميع العناصر الكيميائية المعروفة بترتيب زيادة الوزن الذري، أظهر الجدول الناتج نمطًا متكررًا، أو دورية، للخصائص داخل مجموعات من العناصر. سمح له قانون مندلييف ببناء جدول دوري منتظم لجميع العناصر الـ 66 المعروفة آنذاك بناءً على الكتلة الذرية، والتي نشرها في كتابه «مبادئ الكيمياء» عام 1869م. جرى تجميع أول جدول دوري له على أساس ترتيب العناصر بترتيب تصاعدي للوزن الذري وتجميعها حسب تشابه الخصائص.

وفي أواخر (القرن التاسع عشر الميلادي)، شكّل اختراع المهندس الألماني كارل فون ليندي لعملية مستمرة لتسييل الغازات بكميات كبيرة أساسًا لتقنية التبريد الحديثة ووفر الزخم والوسائل لإجراء البحث العلمي في درجات حرارة منخفضة وفراغات عالية جدًا. قام بتطوير ثلاجة ثنائي ميثيل إيثر (1874م) وثلاجة الأمونيا (1876م). مع تطوير وحدات تبريد أخرى في وقت سابق، إلا أن ليندي كان أول من أكمل تصميمه بهدف إجراء حسابات دقيقة للكفاءة. في عام 1895م أنشأ مصنعًا واسع النطاق لإنتاج الهواء السائل. بعد ست سنوات، طوّر طريقةً لفصل الأكسجين السائل النقي عن الهواء السائل مما أدى إلى تحول صناعي واسع النطاق إلى عمليات تستخدم الأكسجين (على سبيل المثال، في صناعة الصلب).

في عام 1883م، طور سفانت أرينيوس نظرية الأيونات لشرح الموصلية في الإلكتروليتات. في عام 1884م، نشر جاكوبس هنريكوس فان هوف كتاب «دراسات في الكيمياء الديناميكية»، وهي دراسة أساسية للحركية الكيميائية. في هذا العمل، دخل فان هوف لأول مرة مجالَ الكيمياء الفيزيائية. كان من الأهمية بمكان تطويره للعلاقة الديناميكية الحرارية العامة بين حرارة التحويل وإزاحة التوازن، نتيجة لتغير درجات الحرارة. فعندما يكون الحجم ثابتًا، يميل التوازن في النظام إلى التحول في مثل هذا الاتجاه لمقاومة تغير درجة الحرارة الذي يتم فرضه على النظام. وبالتالي، يؤدي خفض درجة الحرارة إلى تطور الحرارة، في حين تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى امتصاص الحرارة.

جرى وضع مبدأ التوازن المتنقل هذا في وقت لاحق (1885م) في شكل عام من قبل هنري لويس لو شاتيليه، الذي وسع المبدأ ليشمل التعويض، عن طريق تغيير الحجم، لتغييرات الضغط المفروضة. يشرح مبدأ لو شاتيليه- فان هوف، أو ببساطة مبدأ لو شاتيليه، استجابة التوازن الكيميائي الديناميكي للضغوط الخارجية.

الكيميـــاء في العصـــر الحديث

في عام 1903م، اخترع ميخائيل تسفيت تقنية الكروماتوغرافيا، وهي تقنية تحليلية مهمة. في عام 1904م، اقترح هانتارو ناجاوكا نموذجًا نوويًا مبكرًا للذرة، حيث تدور الإلكترونات حول نواة كثيفة ضخمة.

في عام 1905م، طور فريتز هابر وكارل بوش (عملية هابر) لصنع الأمونيا، وهي علامة فارقة في الكيمياء الصناعية مع عواقب وخيمة في الزراعة. جمعت عملية هابر، أو عملية هابر-بوش، النيتروجين والهيدروجين لتكوين الأمونيا بكميات صناعية لإنتاج الأسمدة والذخائر.

يعتمد إنتاج الغذاء لنصف سكان العالم الحاليين على هذه الطريقة لإنتاج الأسمدة. اقترح هابر مع ماكس بورن دورة (بورن-هابر) كطريقة لتقييم الطاقة الشبكية لمادة صلبة أيونية. كما جرى وصف هابر بأنه (أبو الحرب الكيميائية) لعمله في تطوير ونشر الكلور والغازات السامة الأخرى خلال الحرب العالمية الأولى.

في عام 1905م، شرح ألبرت أينشتاين الحركة البراونية بطريقة أثبتت بشكل قاطع النظرية الذرية. واخترع ليو باكلاند مادة الباكليت، وهي واحدة من أولى اللدائن الناجحة تجاريًا.

في عام 1909م، قام الفيزيائي الأمريكي روبرت أندروس ميليكان - الذي درس في أوروبا تحت إشراف والتر نرنست وماكس بلانك - بقياس شحنة الإلكترونات الفردية بدقة غير مسبوقة من خلال تجربة قطرة الزيت، والتي قاس فيها الشحنات الكهربائية على المياه الصغيرة المتساقطة، حيث أثبتت دراسته أن الشحنة الكهربائية لأي قُطيرة معينة هي مضاعف لقيمة أساسية محددة - شحنة الإلكترون - وبالتالي فهي تأكيد على أن جميع الإلكترونات لها الشحنة والكتلة نفسها.

وابتداءً من عام 1912م، أمضى ميليكان عدة سنوات في التحقيق وإثبات العلاقة الخطية التي اقترحها ألبرت أينشتاين بين الطاقة والتردد، وتقديم أول دعم كهروضوئي مباشر لثابت بلانك. **في عام 1923م**، مُنح ميليكان جائزة نوبل في الفيزياء.

وفي عام 1909م، اخترع س. ب. ل. سورنسن مفهوم الأس الهيدروجيني وطور طرائق لقياس الحموضة.

في عام 1911م، اقترح أنطونيوس فان دن بروك فكرة أن العناصر الموجودة في الجدول الدوري يتم تنظيمها بشكل أكثر ملاءمة بواسطة الشحنة النووية الموجبة بدلاً من الوزن الذري.

في عام 1911م، عُقد أول مؤتمر سولفاي في بروكسل، وجمع معظم العلماء البارزين في ذلك الوقت.

في عام 1912م، اقترح ويليام هنري براغ وويليام لورانس براغ (قانون براغ)، وأنشأوا علم البلورات باستخدام الأشعة السينية، وهي أداة مهمة لتوضيح التركيب البلوري للمواد.

في عام 1912م، استخدم بيتر دياي مفهوم ثنائي القطب الجزيئي لوصف توزيع الشحنة غير المتماثل في بعض الجزيئات.

في عام 1913م، قدّم هنري موزلي، اعتمادًا على فكرة فان دن بروك السابقة، مفهوم العدد الذري لإصلاح بعض أوجه القصور في الجدول الدوري لمندلييف، والذي كان قائمًا على الوزن الذري.

وضع الكيميائي الفيزيائي الأمريكي جيلبرت ن. لويس الأساس لنظرية رابطة التكافؤ، حيث استمرت نظرية لويس عن الترابط الكيميائي في التطور.

وفي عام 1916م، نشر مقالته الأساسية «ذرة الجزيء»، والتي اقترحت أن الرابطة الكيميائية عبارة عن زوج من الإلكترونات تشترك فيه ذرتان. ساوى نموذج لويس الرابطة الكيميائية الكلاسيكية مع تشارك زوج من الإلكترونات بين الذرتين المترابطتين. قدم لويس ورقة علمية «المخططات النقطية للإلكترون»، لترمز إلى الهياكل الإلكترونية للذرات والجزيئات. تُعرف حاليًا باسم بُنى لويس، وتُناقش في كل كتاب كيميائي تمهيدي تقريبًا.

بالنسبة للحالات التي لم يكن هناك تشارك إلكتروني فيها، طور لويس في عام 1923م نظرية زوج الإلكترون للحمض والقاعدة؛ حيث أعاد لويس تعريف الحمض على أنه أي ذرة أو جزيء به ثماني بتات غير مكتملة قادرة على قبول إلكترونات من ذرة أخرى؛ كانت القواعد، بالطبع، مانحين للإلكترون. تُعرف نظريته بمفهوم أحماض وقواعد لويس. في عام 1923م، نشر ج. ن. لويس وميرل راندال كتاب «الديناميكا الحرارية والطاقة الحرة للمواد الكيميائية»، وهي أول دراسة حديثة عن الديناميكا الحرارية الكيميائية.

بحلول (منتصف القرن العشرين)، من حيث المبدأ، كان تكامل الفيزياء والكيمياء واسع النطاق، مع شرح الخصائص الكيميائية كنتيجة للتركيب الإلكتروني للذرة؛ وقد استخدم كتاب لينوس بولينج (طبيعة الآصرة الكيميائية The Nature of the Chemical Bond)، مبادئ ميكانيكا الكم لاستنتاج زوايا الأواصر/الروابط في الجزيئات الأكثر تعقيدًا.

مع أن بعض المبادئ المستخلصة من ميكانيكا الكم كانت قادرة على التنبؤ نوعيًا ببعض السمات الكيميائية للجزيئات ذات الصلة بيولوجيًا، إلا أنها كانت، حتى نهاية (القرن العشرين)، مجموعة من القواعد والملاحظات والوصفات أكثر من كونها طرقًا كمية صارمة.

في عام 1983م ابتكر كاري موليس طريقة لتضخيم الحمض النووي في المختبر، والمعروفة باسم تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR)، والتي أحدثت ثورة في العمليات الكيميائية المستخدمة في المختبر للتلاعب بها.

يمكن استخدام تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) لتجميع أجزاء معينة من الحمض النووي، وجعل تسلسل الحمض النووي للكائنات أمرًا ممكنًا، والذي بلغ ذروته في مشروع الجينوم البشري الضخم.

في عام 1970م، طور جون بوبل برنامج غاوسي الذي سهل بشكل كبير حسابات الكيمياء الحسابية.

في عام 1971م، قدم إيف شوفين شرحًا لآلية تفاعلات الأولفين مزدوج التبادل.

في عام 1975م، اكتشف كارل باري شاربلس ومجموعته تفاعلات الأكسدة الانتقائية الفراغية بما في ذلك إبوكسيد شاربلس، وثنائي هيدروكسيل شاربلس غير المتماثل، وأكسدة شاربلس.

في عام 1985م، اكتشف هارولد كروتو وروبرت كيرل وريتشارد سمالي (الفوليرين)، وهي فئة من جزيئات الكربون الكبيرة تشبه بشكل سطحي القبة الجيوديسية التي صممها المهندس المعماري باكمنستر فولر.

في عام 1995م، أنتج إريك كورنيل وكارل وايمان أول تكاثف (بوز آينشتاين)، وهي مادة تعرض خصائص ميكانيكا الكم على المقياس العياني.

الفصل الرابع

تاريـــخ الفيزيـــاء

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

مُقَدِّمَة

الفيزياء Physics؛ هي فرع من فروع العلم الذي يهتم بدراسة المادة والطاقة بشكل أساسي. ولاكتشافات الفيزياء تطبيقات في جميع مجالات العلوم الطبيعية والتكنولوجية. يمكن تقسيم الفيزياء اليوم بشكل فضفاض إلى؛ الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الحديثة.

بشكل عام، فإن الفيزياء علمٌ يبحث في القوانين والعمليات الطبيعية وحالات وخصائص المادة والطاقة، باستثناء ما كان مقصورًا منها على المادة الحية، والتغيرات الكيميائية، والفيزيائية الكلاسيكية أو التقليدية. ويبحث هذا المجال أيضًا، باكتشاف القوانين التي تحكم الطبيعة ومجرياتها، أي القوانين التي تحكم كلًا من المادة والطاقة.

يحمل مصطلح الفيزياء، بالنسبة لكثير من الناس مدلول العلم، حيث إنّ الاكتشافات العظمى لمشاهير العلماء، مثل؛ أرخميدس وابن الهيثم والبيروني ونيوتن وغاليليو وأينشتاين وغيرهم، كانت في مجال الفيزياء.

تعد الفيزياء القاعدة الأساسية لمختلف العلوم، فهي تقدم التفاصيل العميقة لفهم كل شيء بدءًا بأصغر جسيمات المادة، وانتهاءً بأكبر المجرات في الكون. إنها العلم الذي يدرس الظواهر الطبيعية من حركة وصوت وحرارة وضوء ومغناطيسية وكهرباء وغيرها، بل؛ وتساعدنا على تفسيرها.

يُسمى العاملون في هذا الاختصاص بالفيزيائيين، ومنهم ابن الهيثم، أشهر شخصية فيزيائية في العصور الوسطى، الذي أرسى قواعد علم الفيزياء بشكل عام، وعلم البصريات بشكل خاص، على أسس صحيحة.

أما أشهر شخصية فيزيائية في القرن العشرين، فقد كانت شخصية ألبرت أينشتاين، الذي أحدث بأفكاره الفيزيائية ثورةً في تفكير ونظرة الإنسان إلى

الطبيعـة وظواهرهـا. وتخصـص جائـزة نوبـل في الفيزيـاء للعلمـاء الذيـن قدمـوا إسـهامات مهمـة ومبتكـرة تخـدم البشـرية كلهـا، سـنويّا.

يرجـع الفضـل إلـى العلمـاء العـرب والمسـلمين في نقـل معـارف وعلـوم الحضـارات السـابقة ونقدهـا والإضافـة عليهـا، خاصـة اليونانيـة. ويعـود السـبب في ذلـك إلـى نضـج اللغـة العربيـة وقوتهـا، إضافـة إلـى دعـم وتشـجيع الحـكام للعلمـاء المتمكنـين مـن اسـتخدام أدوات البحـث العلمـي.

لقد كانت دمشق وبغداد والقاهرة والقيروان وقرطبة عواصم للثقافة العالمية، يفد إليها الدارسون من كل بقاع الدنيا، ومنها يصدر آخر ما توصلت إليه العلوم.

مـن العلـوم التـي أسـهم فيهـا العلمـاء العـرب والمسـلمون كانـت العلـوم الفيزيائيـة، وكان لإسـهاماتهم دورٌ كبيـرٌ في تقدمـه وتقـدم العلـوم الأخـرى، التـي تعتمـد عليـه كمـا سـنرى لاحقاً.

كما أن أينشتاين (إلى اليمين) يعد أبرع فيزيائي في القرن العشرين، فإن ابن الهيثم (إلى اليسار) يعد واحداً من أبرع الفيزيائيين في العصور كلها، بإجماع المؤرخين.

الفيزيـــاء في الحضـــارات القديمـــة

منذ ما يقرب من (نصف مليون سنة مضت)، كان أجدادنا الأوائل يستخدمون النار، وأنواعًا بدائية من الأدوات اليدوية. وقام أناس العصر الحجري القديم – أصحاب رسومات الكهف المشهورة – بصناعة الأقواس والسهام، منذ نحو 20000 سنة انقضت. ومنذ ذلك الحين، بدأ السباق التكنولوجي نحو تطوير أساليب الحياة، ومنذ نحو (5000) عام بدأت تباشير القواعد الأساسية للعلوم تظهر في بابل.

لقد كان البابليون أول من قام بتسجيل الظواهر التي تحيط بالإنسان. وقد عاش البابليون في المنطقة الواقعة بين نهري دجلة والفرات، والتي تعرف حاليًا باسم العراق نحو (3000 ق.م.)، وقد اعتاد هؤلاء القوم تسجيل حركات الأجرام السماوية، سواء بالكلمة أو بالرسومات. وقد عرف أن الأنابيب الماصة الكابسة اكتشفت في (القرن الثاني قبل الميلاد)، ولكن نظريتها الحقيقية لم تكتشف إلا في سنة (1642م). ويبدو أن القوم الذين يقطنون المناطق الشمالية الغربية من أوروبا، مثل منطقة ستونهينج، إبان الفترة الزمنية نفسها، كانوا يحاولون القيام بالعمل نفسه مع جهلهم بالكتابة. لذلك لجأوا إلى تسجيل حركات الأجرام السماوية بعمل دوائر حجرية على الأرض، تنم عن رغبتهم في تسجيل هذه الحركات.

الفيزياء عند اليونانيين والرومانيين

لقد نقل اليونانيون التسجيلات التي قام بها البابليون وقدماء المصريين إلى بلادهم، وحاولوا تنظيمها قدر الاستطاعة، ومن هذا التنظيم توصل اليونانيون إلى بعض المبادئ الأساسية في الميكانيكا: (علم الحركة)، والاستاتيكا (علم السكون)، وفي إرساء بعض القواعد العامة لعلم الرياضيات، وقد أدت هذه القواعد الأساسية دورًا مهمًا في تطوير الفيزياء. ولم تظهر الأساليب التكنيكية الفاعلة لعلم الجبر الذي تعتمد عليه الفيزياء إلا بعد وقت طويل، مع أنّ ديوفانتوس كان قد أرسى قواعد علم الجبر مع (نهاية القرن الثالث الميلادي).

لقد بدأ التحرك نحو الفهم العقلاني للطبيعة على الأقل منذ العصر القديم في اليونان بين عامي (480-650 قبل الميلاد)، مع فلاسفة ما قبل سقراط، حيث أعلن الفيلسوف تاليس الميلتوسي (القرنان السابع والسادس قبل الميلاد)، الملقب بأبي العلم، رفضه قبول العديد من التفسيرات الخارقة للطبيعة أو الدينية أو الأسطورية للظواهر الطبيعية، لأن لكل حدث له سبب طبيعي [Singer, 2008].

حقق تاليس أيضًا تطورات في عام 580 ق.م. من بعد اقتراحه أن الماء هو العنصر الأساسي، وقام بتجربة التجاذب بين المغناطيسات والكهرمان المفروك، وصياغة أولى علم الكونيات المُسجلة.

عارض أناكسيماندر، المشهور بنظريته التطورية الأولية أفكار تاليس، واقترح مادة كانت تسمى الأبيرون لتكون هي لبنة بناء كل المادة، بدلًا من الماء.

نحو (500 ق.م.)، اقترح هيراقليدس أن القانون الأساسي الوحيد الذي يحكم الكون هو مبدأ التغيير، وأن لا شيء يبقى في الحالة نفسها إلى أجل غير مسمى. هذه الملاحظة جعلته من أوائل العلماء في الفيزياء القديمة الذين تناولوا دور الزمن في الكون، وهو مفهوم رئيس، وأحيانًا مثير للجدل في الفيزياء الحديثة.

خـلال الفتـرة الكلاسـيكية في اليونـان (القـرون السـادس والخامـس والرابـع قبـل الميـلاد)، وفي العصـر الهلنسـتي، تطـورت الفلسـفة الطبيعيـة ببـطء إلـى مجـال دراسـة لافـت ومثيـر للجـدل. حيـث روّج أرسـطو (تـوفي 322 قبـل الميـلاد)، وهـو طالـب مـن طـلاب أفلاطـون، لمفهـوم أن ملاحظـة الظواهـر الفيزيائيـة يمكـن أن تؤدي في النهايـة إلـى اكتشـاف القوانـين الطبيعيـة التـي تحكمهـا. فقـد كتـب أرسـطو أول عمـل يشـير إلـى هـذا الخـط مـن الدراسـة باسـم (الطبيعـة)، في (القـرن الرابـع ق.م.)، حـين أسـس النظـام المعـروف باسـم الفيزيـاء الأرسـطية، حـاول فيهـا شـرح أفـكار مثـل الحركـة (والجاذبيـة) وفـق نظريـة العناصـر الأربعـة.

اعتقـد أرسـطو أن كل المـادة تتكـون مـن الأثيـر، أو مزيـج مـن أربعـة عناصـر: الأرض، والمـاء، والهـواء، والنـار. وفقًـا لأرسـطو، فـإن هـذه العناصـر الأرضيـة الأربعـة قـادرة علـى التحـول فيمـا بينهـا، والتحـرك نحـو مكانهـا الطبيعـي، لذلـك يسـقط الحجـر لأسـفل باتجـاه مركـز الكـون، لكـن اللهـب يرتفـع لأعلـى باتجـاه المحيـط.

في نهايـة المطـاف، صـارت الفيزيـاء الأرسـطية شـائعةً بشـكل كبيـر لعـدة قـرون في أوروبـا، حيـث قدمـت معلومـات عـن التطـورات العلميـة والمدرسـية في العصـور الوسـطى. وبقـي النمـوذج العلمـي السـائد في أوروبـا حتـى زمـن الحسـن بـن الهيثـم والبيرونـي وغيرهـم مـن العلمـاء العـرب والمسـلمين.

في وقـت مبكـر مـن اليونـان الكلاسـيكية، كانـت معرفـة أن الأرض كرويـة شـائعة. (نحـو 240 ق. م.)، ونتيجـة لتجربـة أساسـية قـدّر فيهـا إراتوسـتينس (تـوفي 194 قبـل الميـلاد) محيطهـا بدقـة.

علـى النقيـض مـن وجهـات نظـر أرسـطو حـول مركزيـة الأرض، قـدم أريسـتارخوس مـن سـاموس (تـوفي نحـو 230 قبـل الميـلاد)، حجـة صريحـة لنمـوذج مركزيـة الشـمس للنظـام الشـمسي، أي وضـع الشـمس وليـس الأرض في مركزهـا.

صـرح سـلوقس السـلوقي، أحـد أتبـاع نظريـة أريسـتارخوس حـول مركزيـة الشـمس، أن الأرض تـدور حـول محورهـا، والتـي هـي بدورهـا تـدور حـول الشـمس، مـع ضيـاع الحجـج التـي اسـتخدمها. ذكـر بلوتـارخ أن سـلوقس كان أول مـن أثبـت نظـام مركزيـة الشـمس مـن خـلال التفكيـر.

(في القـرن الثالـث ق.م.)، كان عالـم الرياضيـات اليونانـي أرخميـدس مـن سـيراكيوز (212-287 ق.م.)، يُعتبـر عمومًـا أعظـم عالـم رياضيـات في العصـور القديمـة، بـل واحـدًا مـن أعظـم علمـاء الرياضيـات علـى الإطـلاق، إذ وضـع أسـس الهيدروسـتاتيكا، والإحصـاءات، والرياضيـات الأساسـية للرافعـات، كمـا طـور أنظمةً متطـورةً مـن البكـرات لتحريـك الأجسـام الكبيـرة بأقـل جهـد.

يدعـم لولـب أرخميـدس الهندسـة المائيـة الحديثـة، وسـاعدت آلاتـه الحربيـة في صـد جيـوش رومـا في الحـرب البونيقيـة الأولـى. حتـى أن أرخميـدس مـزّق حجـج أرسـطو ومـا وراءه، مشـيرًا إلـى أنـه كان مـن المسـتحيل فصـل الرياضيـات عـن الطبيعـة، وأثبـت ذلـك مـن خـلال تحويـل النظريـات الرياضيـة إلـى اختراعـات عمليـة. عـلاوة علـى عملـه علـى الأجسـام الطافيـة، (نحـو عـام 250 ق.م.)، حـين طـور قانـون الطفـو، المعـروف أيضًـا باسـم مبـدأ أرخميـدس.

ومـع اكتشـاف اليونانيـين بعـض القوانـين الفيزيائيـة، إلا أن تكنولوجيـا الحيـاة اليوميـة، بقيـت خـلال العصـور الوسـطى دون تغييـر عمـا كانـت عليـه إبـان العصـر الرومانـي، بـل يمكـن القـول، إن بعـض مظاهـر التكنولوجيـا، مثـل السـباكة الصحيـة، كانـت أفضـل حـالًا خـلال العصـر الرومانـي.

تطويـــر العلمـــاء العـــرب والمســـلمين للفيزيـــاء

يـرى بعـض الباحثـين أن المسـار التجريبـي الـذي اتخـذه العلمـاء المسـلمون لـم يشـكل مجـرد اختـراق كبيـر للتحقيقـات الماديـة، ولكـن أيضًـا حـرر الفكـر العلمـي مـن فيزيـاء أرسـطو التخمينيـة وتقديسـها. فقـد كانـت المهـارات التجريبيـة للبيرونـي والخازنـي واضحـة في تحديـد أوزان معينـة. فمـن أجـل تحديـد وزن محـدد للعينـة، يجـب أن يكـون وزنهـا معروفًـا في الهـواء والمـاء، وحجـم الهـواء والمـاء الـذي جـرى إزاحتـه عـن طريـق العينـة. لهـذا الغـرض، اسـتخدم البيرونـي وعـاءً مخروطـي الشـكل، ووزن المـادة التـي يريـد دراسـتها بدقـة، ثـم غمسـها في أداتـه المخروطيـة المليئـة بالمـاء. قـام بـوزن المـاء، الـذي أزاحتـه المـادة المغمـورة، والـذي كان يخـرج مـن الجهـاز عبـر ثقـبٍ وُضـع بشـكل ملائـم. كمـا حـدد البيرونـي الـوزن النوعـي لبعـض السـوائل، وحـدد الفـروق في الأوزان النوعيـة للمـاء السـاخن والبـارد والميـاه العذبـة والمالحـة. والأهـم مـن ذلـك كلـه، كان مـن أوائـل العلمـاء المسـلمين الذيـن أدخلـوا اختبـارات التحكـم في ممارسـة التجـارب.

ومـع اهتمـام العـرب والمسـلمين بالفيزيـاء، إلا أن ذلـك الاهتمـام لـم يـرْقَ إلـى مـا نالتـه الكيميـاء مـن عنايـة. فقـد بـدا علـم الكيميـاء لديهـم مسـتقلًا واضحًـا منـذ مطلـع نهضتهـم العلميـة، أمـا الفيزيـاء فقـد كانـت تمثـل جانبًـا مـن الرياضيـات حينًـا أو فرعًـا مـن فـروع علـم الـكلام حينًـا آخـر. لـذا نجـد أن كثيـرًا مـن المعلومـات التـي أدلـوا بهـا حـول علـم الميكانيـكا مبثوثـة في كتـب الفلسـفة الكلاميـة وغيرهـا، وليـس في كتـب العلـوم كمـا قـد يتبـادر إلـى الذهـن؛ لأنهـم اعتبـروا أن فكـرة الزمـان والمـكان والحركـة كلهـا أفـكار تنتمـي إلـى الفلسـفة. ولهـم في مختلـف فـروع هـذا العلـم ملاحظـات كثيـرة صائبـة، وملاحظـات أخـرى غيـر صائبـة مبثوثـة في تصانيـف كثيـرة

متنوعة. ولا ينبغي أن يتبادر للذهن أنهم كانوا متأخرين في هذا العلم لأنهم لم يعتنوا به عنايتهم بالكيمياء، فهم في هذا العلم قد تفوقوا على الأمم المعاصرة لهم في كثير من فروعه مثل البصريات، والميكانيكا. كما قدموا آراء جيدة في الجاذبية والمغناطيسية والصوت الذي طبقوا مبادئه على علم الموسيقى، والوزن النوعي وغير ذلك. وقام علماء أفذاذٌ بطرح نظريات جديدة وبحوث مبتكرة. وكان من بين هؤلاء العلماء أبناء موسى بن شاكر وابن الهيثم والبيروني وابن سينا والخازني وغيرهم.

أخذ العرب مبادئ علم الفيزياء من اليونانيين؛ فقد ترجموا «كتاب الفيزياء» لأرسطو، و«كتاب الحيل الروحانية ورفع الأثقال» لهيرون، و«كتاب الآلات المصوتة تسمع على بعد 60 ميلًا» لمورطس. كما اهتموا بمؤلفات أرخميدس وهيرون، وطوَّروا نظرياتهما وأفكارهما في علم الميكانيكا. وبينما كان اليونانيون يعتمدون كليًا على الأفكار الفلسفية المجردة والاستنباط العقلي، نجد أن العلماء العرب والمسلمين اعتمدوا على التجربة والاستقراء، وتبنوا الطريقة العلمية في البحث والاستقصاء، وطوروا ما ورثوه عن اليونانيين، معتمدين على التجربة العلمية التطبيقية. وقد أكسبت هذه الطريقة أعمالهم العلمية الوضوح، ثم الانطلاق والإبداع الذي عرفت به منجزاتهم في مجالات: الطبيعة والكيمياء والطب والصيدلة وخلافها.

ألّف العلماء المسلمون فصولًا متخصصةً، وأحيانًا متناثرةً في علم السوائل وكيفية حساب الوزن النوعي لها؛ إذ ابتدعوا طرائق عديدة لاستخراجه. وتوصلوا إلى معرفة كثافة بعض العناصر، وكان حسابهم دقيقًا مطابقًا لما هو عليه حاليًا أو مختلفاً عنه بفارق يسير. وكانت بحوثهم في الجاذبية مبتكرة، وتوصل بعضهم

مثل البوزجاني، إلى أن هناك شيئًا من الخلل في حركة القمر يعود سببه إلى الجاذبية وخواص الجذب. وقد كانت هذه الدراسات، على بساطتها، ممهدة لمن أتى بعدهم ليكتشف قانون الجاذبية ويضع أبحاثها في إطار أكثر علمية. كما بحثوا في الضغط الجوي؛ ويبدو ذلك فيما قام به الخازني في «ميزان الحكمة». كما أن للمسلمين بحوثًا شائقة في الرافعات. وقد تقدموا في هذا الشأن كثيرًا، وكانت لديهم آلات كثيرة للرفع، كلها مبنيةٌ على قواعد ميكانيكية تيسر عملية جر الأثقال.

كما استخدموا موازين دقيقة جداً، وكان الخطأ في الوزن لا يعدو أربعة أجزاء من ألف جزء من الغرام. وكتبوا في الأنابيب الشّعريَّة ومبادئها، وتعليل ارتفاع الموائع وانخفاضها، مما قادهم إلى البحث في التوتر السطحي وأسبابه، وهم الذين اخترعوا كثيرًا من الأدوات الدقيقة لحساب الزمن والاتجاه والكثافة والوزن النوعي.

أما فيما يخص البصريات، فيمكن الجزم بأنه لولا إسهام المسلمين فيه، والنتائج التي ترتبت على ذلك، لما تقدمت الكثير من العلوم الحديثة مثل؛ الفلك والطبيعة والضوء. على رأس من يذكرهم تاريخُ العلم في هذا الصدد؛ الحسن ابن الهيثم، الذي كانت أبحاثه وأعماله في هذا المجال المرجع المعتمد لدى أهل أوروبا حتى وقت متأخر، وإليه يُعزى أول بحث عن أقسام العين وكيفية الإبصار، واكتشاف ظاهرة الانعكاس والانكسار الضوئي أو الانعطاف. كما بحث المسلمون في كيفية حدوث قوس الألوان/المطر (قوس قزح)، وسرعة الضوء والصوت.

وعرفوا أيضًا المغناطيس واستفادوا منه في إبحارهم، ومن المحتمل أن بعض العلماء قد أجرى بعض التجارب البدائية في المغناطيسية. وبالجملة كانت

المعلومات عن الميكانيكا، والبصريات والضوء، والصوت، وخلافها من مباحث علم الطبيعة، مبعثرة لا رابط بينها، وكانت تُبحث قبلهم من منظور يستند إلى المنهج العقلي والبحث الفلسفي، وكان المغلوط فيها أكثر من الصواب؛ حتى الفكرة الأولية التي تقول إن للضوء وجودًا في ذاته، لم تكن من الأمور المسلم بها. ولم يصبح علم الضوء علمًا له أهميته إلا بعد أن بحث فيه المسلمون. واستنتج العلماء المسلمون نظريات جديدة وبحوثًا مبتكرةً لبعض المسائل الفيزيائية التي طرحها اليونانيون من جانب نظري بحت، فتوصلوا من خلال أبحاثهم إلى بعض القوانين المائية، وكانت لهم آراء فذة في: الجاذبية الأرضية، والمرايا المحرقة، وخواص المرايا المقعّرة، والوزن النوعي، وانكسار الضوء وانعكاسه وعلم الرافعات.

• علـــــوم الـــــذَرَّة

الـذرة Atom هـي أصغـر جـزء مـن العنصـر النقـي والـذي يدخـل في تفاعلاتـه الكيميائيـة. علمًا أن الـذرة أصبحـت اليـوم علمـاً قائمـاً بذاته، يبحث في الكشـف عن أسـرار وخفايـا الـذرة، كمـا يعنـى بالبحـث في تركيـب الـذرة وخصائـص جسـيماتها التـي تتكون منهـا، وتفاعـلات الإشـعاعات مـع ذرات المـواد.

ويبـدو أن التفكيـر في الـذرة قـديم قـدم الحضـارات. إذ تنسـب المراجـع عمومًـا إلـى شـخص يدعـى لويقبـوس (القـرن الخامـس ق.م)، في ابتـداع فكـرة الـذرة التـي أطلـق عليهـا اسـم (أتومـوس)، والتـي تعنـي (الجـزء الـذي لا يتجـزأ)، وأن تلميـذه ديموقريطـس قـام بتطويرهـا بقولـه إنهـا كـرات.

لـم يسـمِّ العـربُ والمسـلمون الـذرة كمـا ورد اسـمها في القـرآن الكـريم، ربمـا لأن المفسـرين أعطـوا هـذا اللفـظ معنـى يختلـف عـن المعنـى العلمـي الـذي سيدرسـه العـرب والمسـلمون فيمـا بعـد، بـل أطلقـوا عليهـا مصطلـح (الجوهـر الفـرد)، وهـو الترجمـة العربيـة (للشـيء غيـر القابـل للانقسـام).

وقـد ذهبـوا في البحـث في خصائصـه مذاهـب شـتى، فقـد قـال الـرازي: « أن الأجسـام تتألـف مـن الأجـزاء التـي لا تتجـزأ ومـن الخـلاء، وللأجـزاء التـي لا تتجـزأ حجـم وهـي أزليـة».

يُعـد المعتزلـةُ مـن أوائـل الفـرق الإسـلامية التـي بحثـت في مسـألة الـذرة منـذ مطلـع القـرن الثانـي للهجـرة. وكانـوا يـرون أن الـذرة (أو الجوهـر الفـرد)، لا يمكـن أن تنقسـم، بـل أبعدوهـا عـن الحالـة الجسـمية في قولهـم: «مـن المحـال أن يكـون الجوهـر الفـرد جسـماً لأنـه ليـس لـه صفـات الأجسـام، فـلا طـول لـه ولا عـرض

ولا عمق، ولا اجتماعا فيه ولا افتراقًا، ويحتمل (الجوهر الفرد) من الأعراض كالحركة والسكون فحسب».

لقد تسربت فلسفة أرسطو الطبيعية التي أنكرت وجود الذرات بالترجمة إلى ميادين الفكر الإسلامي، فلا غرو أن نجد بين المعتزلة من أنكر وجود الذرات أيضاً. فقد نفى إبراهيم بن سيار النظام بوضوح فكرة الجزء الذي لا يتجزأ، وأوغل بالحجج والبراهين في إمكانية التجزئة أكثر الدقائق صغراً مخالفاً بذلك آراء اليونان.

قال: «لا جزء إلا وله جزء، ولا بعض إلا له بعض، ولا نصف إلا وله نصف، وأن الجزء جائزٌ تجزئته أبداً ولا غاية له من باب التجزؤ».

أما أبو القاسم البلخي المعتزلي (توفي 319هـ/931م)، فيرى مثلًا أن امتداد الجسم ناشئٌ عن التأليف بين الجواهر الأفراد، لا لأن للجواهر الأفراد حجومًا. ومن أوائل المعتزلة الذين قالوا (بالجوهر الفرد) أيضاً أبو الهذيل العلاف (توفي 227هـ/841م أو 849-235م)، والجبائي (توفي 303هـ/915م).

هذا وينسب إلى أبي بكر محمد بن زكريا الرازي (توفي 311هـ/923م) القول: «إن القدماء أو الجواهر خمسة وهي: البارئ، والنفس الكلية، والهيولى الأوَّلة، والمكان، والزمان». ويذكر البيروني في كتابه «تحقيق ما للهند من مقولة» الذي أورد ذلك، أن الرازي حكى هذا المذهب عن أوائل اليونانيين. ويذكر ابن تيمية في كتاب «منهاج السنة النبوية»، أن هذا القول يُحكى عن ديمقريطس، ثم اختاره ابن زكريا المتطبب.

وجاء العالم العربي أبو الحسن الأشعري (توفي 324هـ/935م)، فأخذ هذه النظرية عن سابقيه واعتمدها في دعم اتجاهه الديني، وهو في هذا يتفق مع

أولئك المعتزلة. حصر التناهي في المخلوقات والأشياء المحدثة وترك اللاتناهي لله. وهو أكثر العلماء تأكيداً لفكرة التقسيم اللامتناهي للذرات. فقد عرض للعديد من آراء القائلين بالجوهر الفرد سواء الذين رأوا بعدم إمكانية انقسامه، أو المؤكدين لإمكانية التقسيم اللامتناهي.

لقد اعتقد الأشعري بوجود دقائق غاية في الصغر، حتى أنه أطلق مصطلح (الدقيق) على ما هو أصغر من الذرة بقوله: « فهذا ذكر اختلاف الناس في الدقيق». ومما قاله أيضاً: «وقال قائلون: الجوهر جنسان مختلفان أحدهما نور والأخر ظلمة وأنهما متضادان». فهو يورد لنا اعتقاد البعض (دون أن يحددهم)، بإمكانية وجود جسيمات ذات طبيعة معاكسة لبعضها.

ثم أتى تلميذ الأشعري القاضي أبوبكر محمد بن الطيب الباقلاني (توفي 403هـ/1012م)، فكتب في «التمهيد» أن: «المحدثات كلها ثلاثة أقسام: فقسم مؤلف وجوهر منفرد وعرض موجود بالأجسام والجواهر... والدليل على إثباته (إثبات الجوهر)، علمنا بأن الفيل أكبر من الذرة (النملة). فلو كان لا غاية لمقادير الفيل ولا لمقادير الذرة لم يكن أحدهما أكثر مقادير من الآخر. ولو كانا كذلك لم يكن أحدهما أكبر من الآخر لما أنه ليس بأكثر مقادير منه».

ويعد الشيخ الرئيس أبو الحسين علي بن سينا (توفي 428هـ/ 1027م)، من أكبر ممثلي الفلسفة المشائية (فلسفة تلاميذ أرسطو)، وأبرزهم في الحضارة العربية الإسلامية. وقد قالوا إن الجسم كمٌّ متصل. (والاتصال معناه قبول الانقسام ويقابله الانفصال وهو وقوف الانقسام عند حدٍ ما)، وفرّقوا بين الانقسام بالفعل والانقسام بالقوة، فأجازوا الثانية إلى مالا نهاية وأنكروا الأولى.

ولما تحاور أبو الريحان البيروني (توفي 443هـ/ 1051م)، وابن سينا جاء في السؤال الرابع الذي سأله البيروني ابن سينا في الرد على المعلم الأول: «لم استشنع أرسطوطاليس قول القائلين بالجزء الذي لا يتجزأ؟» وقد شعر البيروني بالصعوبة التي تكمن في هذا القول. ولكنه وجد صعوبات أكثر في القول المقابل فأشار إلى أن «القول بأن الجسم لا يتجزأ إلى مالا نهاية أشنع».

ثم يسأل كيف التخلص من حرج كلا الموقفين. ويجيب ابن سينا أن أرسطو إنما أراد الانقسام بالقوة، ولكن البيروني يلزمه إذ ذاك بمشكلة أنه لو انقسمت الأبعاد انقساماً غير متناه لوجب أن يساوي قطر المربع إحدى أضلاعه.

ويبدو ممّا سبق أن النظرية تجاوزت الميدان الديني وأصبحت قضية مطروحة للبحث في الفلسفة الطبيعية عند الفلاسفة المسلمين من ممثلي الفلسفة المشائية. ومن المستقلين عن تلك الفلسفة البارزين الأعلام: البيروني وأبي البركات هبة الله البغدادي.

من العلماء البارزين الذين تناولوا موضوع الذرة أيضاً ابن حزم الأندلسي (توفي 406هـ/1015م)، وذلك في كتابه «الفصل في الملل والأهواء والنحل»، وقد أشار إلى أن الجزء يمكن أن يتجزأ ويفقد خصائصه الجسمية كالطول مثلاً، قال: « فإذاً قد بطل قولهم في الجزء الذي لا يتجزأ وفي كل ما أوجبوه أنه جوهر لا جسم ولا عرض، فقد صح أن العالم كله حامل قائم بنفسه، ومحمول لا يقوم بنفسه، ولا يمكن وجود أحدهما متخلياً، فالمحمول هو العرض الحامل هو الجوهر وهو الجسم، سمّه كيف شئت، ولا يمكن في الوجود غيرهما وغير الخالق لهما تعالى».

وعالج أبو البركات (توفي سنة 547هـ/1125م)، هذا الموضوع معالجة مناسبة وعرض أقوال الحكماء الطبيعيين عرضاً وافياً. فيذكر أن أجزاء الأجسام التي لا تتجزأ لا تخلو من أن تكون: «متساوية الأقدار أو مختلفتها أو لا تكون ذوات أقدار»، ويمنع ألا يكون لها أقدار لأن ما يكون كذلك لا يكون لمجموع كثير منه قدر، «اللهم إلا ألا يُعنى بلا مقدار سلب العِظَم مطلقاً بل تصغيره جداً، فيدخل حينئذ في القسمين الأولين أعني متفقات الأقدار ومختلفتها».

ثم ينفي اختلاف أقدارها ليناقش أخيراً وحدة الجسم واتصاله من جهة، وكثرته بالتجزؤ وانفصاله من جهة ثانية، فيحقق القول في وحدة الجسم الذي هو الهيولي الأولي وكثرته التي له بذاته فيقرر: «من حيث أن الجسم يقبل الاتصال والانفصال والتجدد بالصغر والكبر يُعْلم أنه بذاته، ومن حيث هو جسم لا متصل ولا منفصل أعني ولا واحد ولا كثير إذ لو كان بذاته واحداً متصلاً لما انفصل أو كثيرًا منفصلاً لما اتصل، وذلك هو قولنا لا واحد ولا كثير، (الفصل السابع والثامن من الجزء الثاني)، وهو يرد القول بالطفرة. «فإن الطفرة معناها وجود حركة سريعة بين حركات بطيئة».

ثم عمد المفكرون المسلمون - فلاسفة ومتكلمين- إلى البحث عن حجج وبراهين يؤيد بها كل منهم رأيه. وقد لخص فخر الدين الرازي (توفي 606هـ/1210م)، في الفصل الثاني من الجزء الثاني من كتابه «المباحث المشرقية»، مختلف المذاهب في احتمال الأجسام للانقسام فذكر: «إما أن تكون الانقسامات الممكنة فيه حاصلة بالفعل أو غير حاصلة بالفعل. وكلا القسمين إما أن يكون متناهياً أو غير متناه فحصل من هذا التقسيم أقسام أربعة:

- **الأول :** أن يكون في الجسم أجزاء متناهية بالفعل.
- **الثاني:** أن يكون فيه أجزاء غير متناهية بالفعل.
- **الثالث:** ألا تكون الأجزاء حاصلة فيه بالفعل بل بالقوة وتكون متناهية.
- **الرابع:** أن تكون فيه أجزاء بالقوة غير متناهية.

إذاً، لقد توصل العلماء العرب والمسلمون من خلال مناقشاتهم العلمية وبحثهم إلى تصحيح الأفكار التي جاءت من قبل اليونانيين، وأضافوا إليها أفكاراً أخرى جديدة كانت تنقصها الناحية التجريبية فقط.

لم يرتكز الأوربيون كثيراً على الدراسات والأفكار العربية في مجال الذرة، بل بدأوا بالبحث من جديد وأسسوا علم الذرة وفق المعطيات التجريبية.

• الضـــوء والبصريـــات

عُـرف علـم البصريـات عنـد العـرب باسـم (علـم المناظـر). وكان المسـلمون قـد أخـذوا أطـراف هـذا العلـم مـن اليونانيـين إبـان حركـة الترجمـة الأولـى التـي كان مـن بينهـا الكتـب المتعلقـة بعلـم المناظـر لأقليـدس؛ وقامـوا بشـرحها والتعليـق عليهـا، وتصحيـح مـا جـاء فيهـا مـن أخطـاء. وقـام علمـاء مسـلمون قبـل ابـن الهيثـم بالتأليـف في هـذا العلـم مثـل؛ الكنـدي والـرازي وإبراهيـم بـن سـنان، إلا أن هـذا العلـم لـم يأخـذ سـمَتَه العلميـة إلا علـى يـدي الحسـن بـن الهيثـم في مسـتهل القـرن (الخامـس الهجـري/ الحـادي عشـر الميـلادي). واتبـع العلمـاء المسـلمون في بحوثهـم كلهـا (ومـا يتعلـق بالضـوء منهـا خاصـة)، منهجًـا علميًـا بنـوه علـى الاسـتقراء كثيـرًا، وعلـى الاسـتنباط أحيانًـا، وكانـوا يلجـؤون في ذلـك كلـه إلـى القيـاس بعـد المشـاهدة والملاحظـة. ولربمـا بالغـوا أحيانًـا في اعتمـاد التجـارب، حتـى أن عالمًـا مثـل ابـن الهيثـم كان يعيـد إجـراء التجـارب علـى عـدد مـن الأمـور التـي كان اليونانيـون قـد جربوهـا، واسـتخرجوا لهـا القواعـد.

في بـادئ الأمـر، كان لابـد أن يتأثـر علـم المناظـر بـرؤى المنقـول عنهـم. وفي موضـوع الإبصـار كان لـدى المسـلمين ثلاثـة مذاهـب هـي: المذهـب الرياضـي، والمذهـب الطبيعـي، ومذهـب الحكمـاء الفلسـفي. فـعلمـاء الرياضيـات يقولـون إن الإبصـار يحـدث بشـعاع يخـرج مـن العينـين علـى هيئـة مخـروط، رأسـه عنـد مركـز البصـر وقاعدتـه سـطح المبصـر. أمـا الطبيعيـون (مـن أمثـال ابـن سـينا)، فيخطّئـون علمـاء الرياضيـات، ويقولـون إن الإبصـار إنمـا يكـون بالانطبـاع؛ وذلـك بصـورة تـرد مـن المُبْصَـر (الجسـم) إلـى البصـر، ومنهـا يـدرك البصـر صـورة الجسـم. أمـا المذهـب الفلسـفي فيقـول إن الإبصـار ليـس بالانطبـاع ولا بخـروج الشـعاع مـن العينـين علـى هيئـة مخـروط، بـل إن الهـواء المشـف الـذي بـين الرائـي والمرئـي يتكيـف بكيفيـة الشـعاع الـذي في البصـر، ويصيـر بذلـك آلـة للإبصـار.

بعد أن أدلى ابن الهيثم بدلوه في هذا الموضوع تبدلت الصورة، واتخذ الأمر منعطفًا جديدًا، مع أنه قبِل بعضَ المقولات السابقة، ومع مخالفة بعض آرائه لمسلمات العلم الحديث. فقد رفض ابن الهيثم (توفي 429هـ/ 1038م)، التسليم بكثير من آراء السابقين له في الضوء والبصريات مثل؛ أقليدس وبطلميوس. ومع أن أقليدس قد سبقه في تناول أحد شطري قانون الانعكاس، كما سبقه بطلميوس إلى دراسة الانعطاف، إلا أن ابن الهيثم عُني بعلم المناظر عنايةً تفوّق فيها على من سبقه، ومهّد الطريق لمن بعده؛ فلم تتحقق القياسات الموضوعية لزوايا السقوط والانكسار إلا عام 1580م على يد تيخو براهي وكاسيني عام 1661م، وحققا ذلك على النمط الذي خططه ابن الهيثم. ويُعد ابن الهيثم من أعظم علماء عصره قاطبةً في جميع فروع المعرفة وبخاصة الفيزياء، كما ويُعد العالم الذي أسس علم البصريات وأقام دعامته. وقد نال شهرة كبيرة بكتابه «المناظر» الذي يحوي على اكتشافات جديدة في الفيزياء ودراسات عميقة في انكسار الضوء وانعكاسه. وكان السابقون له في علم البصريات يؤمنون أن الإبصار يتم بخروج شعاع من البصر إلى المبصر. لا يعني هذا أن ابن الهيثم رفض كل ما جاء به من سبقه، فهو يقبل منهم تعريف الضوء الذي يقول إنه: «حرارة نارية تنبعث من الأجسام المضيئة بذاتها كالشمس والنار». والضوء في رأيه نوعان؛ عرضي يصدر من الأجسام المضيئة بغيرها؛ أي التي تعكس الضوء كالقمر والمرآة، والأجسام الأخرى التي في مقدورها أن تعكس الضوء، والثاني ذاتي يصدر عن الأجسام المضيئة من نفسها؛ كالشمس والنار والجسم المتوهج. وتناول كيفية امتداد الأضواء وانعكاسها وانعطافها، كما استقرأ الأحكام المتعلقة بذلك، وكان يدلل على صدق آرائه بالبرهان الهندسي.

يرى ابن الهيثم أن الضوءَ شيءٌ ماديٌّ، يرتد (أو ينعكس) إذا وقع على الأجسام الصَّقيلة: «فالضوء إذا لقي جسمًا صقيلًا فهو ينعكس عنه من أجل

أنه متحرك، ومن أجل أن الجسم الصقيل يمانعه، ويكون رجوعه في غاية القوة، لأن حركته في غاية القوة، ولأن الجسم الصقيل يمانعه ممانعة فعّالة». وكان يقوم بالتجريب لإثبات فرضياته، فقد قام من أجل إثبات قانون الانعكاس بفرعيه بأخذ كرات من الحديد وأسقطها من ارتفاعات مختلفة ليقف على مقدار ارتدادها، ويثبت أن زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس. هذه التجارب التي أطلق عليها ابن الهيثم اسم (الاعتبار) تكشف عن رؤية من قبيل نظرية الجسيمات في الضوء التي جاء بها نيوتن في (القرن السابع عشر الميلادي). فالضوء يتركب من دقائق متناهية الصغر، وعندما تنتشر إما أن تنعكس عن الأجسام الصقيلة أو تنكسر في الأجسام المشفة.

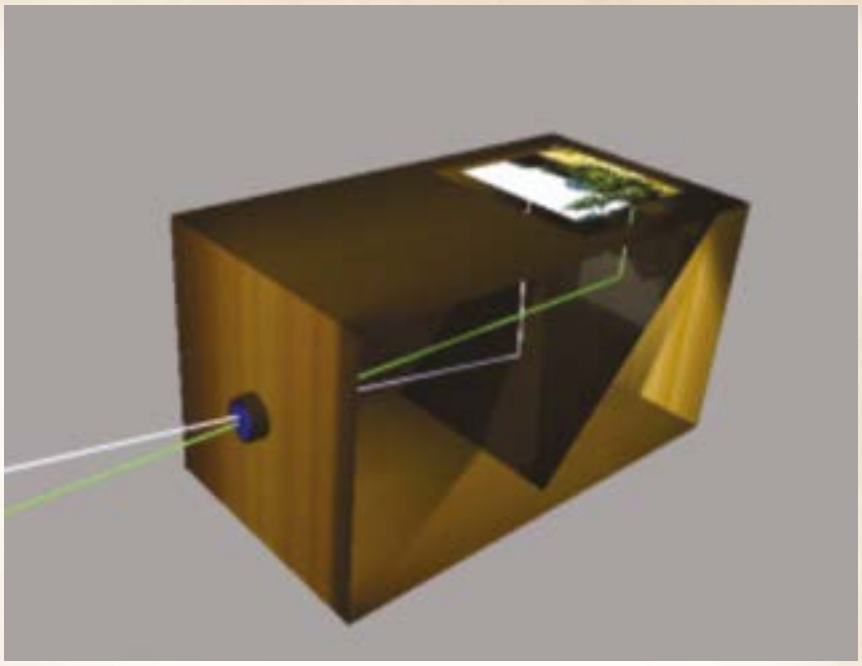
وعندما تحدّث ابن الهيثم عن انعطاف الضوء، وهو ما نسميه حاليًا (انكسار الضوء)، رأى أن ذلك لا يتم آنياً؛ أي أن انتقاله في الوسط المشف لا يكون دفعة واحدة وفي غير زمان، بل إنه يستغرق زمنًا معينًا محدودًا بسرعة معينة، وأن سرعته في المشف الألطف أعظم من سرعته في المشف الأغلظ، و«إذا كان الثقب مستترًا، ثم رفع الساتر فوصول الضوء من الثقب المقابل ليس يكون إلا في زمان، وإن كان خفيًا على العين». وهذا ما نعلمه اليوم.

عارض ديكارت (توفي 1650م)، هذه النظرية بعد 500 عام من وفاة ابن الهيثم حيث قال: «إن مادة الهواء ممتدة من الثقب حتى السطح المقابل له، حيث يرى الضوء منعكسًا مثل عصا الأعمى إذا لمس شيءٌ مقدمتها أحس به الأعمى في الطرف الذي في يده، فورًا دون زمان». وأخذ كثيرٌ من العلماء برأي ديكارت حتى منتصف القرن التاسع عشر، عندما أثبتت التجارب أن للضوء سرعة مقدارها 300 ألف كم في الثانية.

كما وجد ابن الهيثم أن هناك خصائص ميكانيكية في انعكاس الضوء وانكساره؛ فقد لاحظ أن بين امتداد الضوء وانطلاق الجسم المادي في الهواء

شبهًا، إلا أن في الجسم المنطلق قوة تحركه إلى أسفل. كما توصل ابن الهيثم إلى النسبة التي يكون بها التبدل في اتجاه الضوء وسرعته. ومن خصائص الضوء عنده، أنه يستمر في امتداده على السّمت (الاتجاه المستقيم) الذي بدأ به حتى يعترضه مقاوم، فيتبدل حينئذ سيره من حيث الاتجاه والمقدار (الزيادة والنقص في سرعته).

كما توصل ابن الهيثم من خلال النظرية التي أطلق عليها اسم (تكوين الظل) عن طريق أجسام نورانية، إلى الحصول على صورة لجسم ما، عند ولوج الضوء الوارد منه خلال ثقب ضيق إلى مكان مظلم ليقع على حاجز أبيض، على ألا يكون الثقب صغيرًا جدًا فيضعف ضوء الصورة فتختفي عن الحس، ولا يكون واسعًا فيقل شبهها بالجسم الأصل، ولا يصبح واضحًا. وقام بأول تجربة بجهاز به ثقب يشبه آلة التصوير (القمرة، التي اشتق منها اسم الكاميرا). وعندما بلغ هذه النتيجة لم يكد يصدق عينيه عندما شاهد العالم وقد أصبح أسفله أعلاه، فقد كان وضع الصورة وضعًا عكسيًا.



قام ابن الهيثم بأول تجربة بجهاز به ثقب يشبه آلة التصوير. وعندما بلغ هذه النتيجة لم يكد يصدق عينيه عندما شاهد العالم وقد أصبح أسفله أعلاه، فقد كان وضع الصورة وضعاً عكسياً.

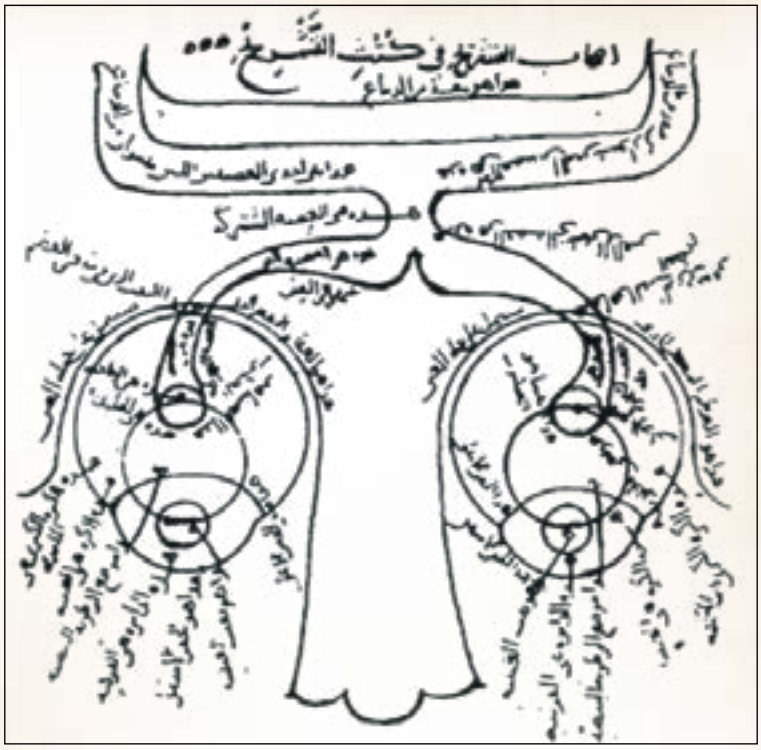
كثير من الأبحاث الخاصة بالبصريات منذ روجر بيكون وفيتليو وليوناردو دافينشي، اعتمد على الأساس البحثي الذي خلّفه ابن الهيثم. ففي ألمانيا عندما بحث كبلر (في القرن السادس عشر الميلادي)، في القوانين التي اعتمد عليها غاليليو في صنع منظاره، أدرك أن خلف عمله هذا كانت تقف أبحاث ابن الهيثم. وهناك مسألة مشهورة معقدة، نشأت في علم البصريات، حلها ابن الهيثم بمعادلة من الدرجة الرابعة تعرف اليوم باسم (مسألة الحسن).

كما أنه حسب الانعكاس الذي يحدث في قطاع المرآة الكروية أو المخروطية؛ أي الإشعاعات المتوازية التي تلتقي في نقطة الاحتراق، وفحص أثر الحرق وتكبير المرئيات ليس بوساطة المرآة المقعَّرة فحسب، بل بوساطة الزجاج الحارق والعدسة وبذلك كان من ثمرة جهده صنع أول نظارة للقراءة.

أيضًا درس ابن الهيثم خواص المرايا المقعَّرة، وكيفية تجميع أشعة الشمس في نقطة واحدة تحدث فيها حرارة شديدة، وهو المبدأ عينه الذي يقوم عليه الفرن الشمسي المستعمل في وقتنا الحاضر. وسلط الضوء على ما يسمى حاليًا الزيغ الكروي الطولي، وهو مبحث يفيد كثيرًا في صناعة الآلات البصرية، فقد بيّن بالبراهين الهندسية أن أشعة الشمس المنعكسة من سطح مرآة مقعرة لا تنعكس جميعها إلى نقطة واحدة، وإنما تنعكس على خط مستقيم.

وبطبيعة الحال، فقد اهتم ابن الهيثم في البحث في أجزاء العين المهمة، وطبقاتها لبيان عملها في نقل صور المرئيات إلى الدماغ. كما وصف انطباع صورة الجسم المرئي في العين حتى بعد غياب الشبح عن البصر، وأن أثر الضوء واللون يستمران فترة قد تطول أو تقصر بعد لفت العين عن الشبح المرئي؛ فإذا أدام الإنسان النظر إلى جسم، أو إذا نظر إلى جسم شديد الإشراق، ثم لفت عنه النظر أو أغمض عينيه؛ فإنه يظل يرى صورة ذلك الجسم متمثلة له لبضع ثوان.

وتحدَّث عن وضوح الرؤية، وإدراك الظلمة والظلال، وشروط صحة الإبصار، وأخطاء البصر التي تنتج عن غياب واحدة أو أكثر من شروط صحة الإبصار. كما تحدث عن الوهم الذي يدرك به البصر الكواكب عظيمةً عند الأفق، وصغيرة في كبد السماء، وعزا ذلك إلى خطأ البصر (خداع البصر).



صورة تشريحية للعين يوضح من خلالها ابن الهيثم نظام الرؤية،
وكيف أن العصب البصري يقع مباشرة مقابل البؤبؤ

إن معرفته القوية بالبصريات مكنته من تفسير بعض الظواهر الجوية التي تنشأ عن الانكسار. من ذلك الانكسار الفلكي؛ فالضوء الذي يأتي من الأجرام السماوية يعاني انكسارًا باختراقه الطبقة الهوائية المحيطة بالأرض. ويفسر هذا كيف أن النجم يظهر في الأفق قبل أن يبلغه بالفعل، وأننا نرى الشمس عند الشروق أو الغروب في وقت لم تصل فيه إلى مستوى الأفق بعد، بل تحته. كما لا يظهر قرصا الشمس والقمر مستديرين تمامًا قرب مستوى الأفق بسبب هذا الانكسار، بل يبدوان بيضيين.

ومـن الظواهـر الجويـة التـي بحـث فيهـا؛ الهالـة التـي تبـدو محيطـة بالشـمس أو القمـر، وعـزا وجودهـا للانكسـار؛ فحينمـا يكـون الجـو مشـبعًا بالبلـورات الصغيـرة مـن الثلـج أو الجليـد، فـإن الضـوء الـذي يمـر خلالهـا ينكسـر وينحـرف بزاويـة معلومـة، ومـن ثـم يصـل الضـوء إلـى العـين كأن مبعثـه فقـط حـول الشـمس أو القمـر.

ومـع أنـه لـم يوفـق في بعـض القضايـا التـي طرحهـا؛ مثـل قولـه في نمـاذج الألـوان وأنهـا إذا تمازجـت غلـب الأقـوى منهـا الأضعـف، وقولـه أيضًـا إن الكواكـب مضيئـة بذاتهـا، وأن ضوأهـا ليـس مكتسـبًا مـن ضـوء الشـمس، إلا أننـا نجـد في أمثلتـه وحججـه منطقًـا يدفـع إلـى الإقنـاع، ويبرهـن علـى سـلامة منهجـه ودقتـه في الاسـتنتاج، حتـى وإن لـم يوفـق في النتائـج التـي توصـل إليهـا.

صفحـة مـن كتـاب كمـال الديـن الفارسـي «تنقيـح المناظـر لـذوي الأبصـار والبصائـر»، يلخـص فيهـا أخطـاء البصـر التـي تكلـم عنهـا ابـن الهيثـم التـي تحصـل في: المرايـا المسـطحة، والمرايـا الكرويـة، والأسـطوانية، والمخروطيـة مـن محدبـة ومقعـرة

ابـن الهيثـم هـو أول مـن قـال بـأن العدسـة المحدبـة تـرى الأشـياء أكبـر ممـا هـي عليـه، وذلـك قبـل الراهـب الإنكليـزي روجـر بيكـون، كمـا يقـول المؤرخ روبـرت سـميث. وهـو أول مـن شـرّح تركيـب العـين، ووضـح أجزاءهـا بالرسـوم، وأعطاهـا أسـماء أخذهـا عنـه الغربيـون وترجموهـا إلـى لغاتهـم، مـا زالـت مسـتعملة حتـى الآن. ومـن ذلـك مثـلاً الشـبكية (Retina)، والقرنيـة (Cornea)، والسـائل الزجاجـي (Viteous Humour)، والسـائل المائـي (Aqueous Humour). كمـا أنـه تـرك بحـوثًا في تكبيـر العدسـات مهـدت لاسـتعمال العدسـات في إصـلاح عيـوب العـين.

ألّـف ابـن الهيثـم كتـاب «المناظـر» الـذي يعـد أهـم كتـاب ظهـر في عصـور الازدهـار الإسـلامية (العصـور المظلمـة في أوروبـا)، وكان أكثـر المصنفـات اسـتيفاء لبحـوث الضـوء، بعـد أن كانـت المعلومـات في هـذا المجـال قبلـه مفككـة لا رابـط بينهـا.

وبوضعـه لهـذا الكتـاب، أنشـأ ابـن الهيثـم هـذا العلـم علـى أسـس صحيحـة، سـاهمت في تطـوره، وانعكسـت نتائـج هـذا التطـور علـى العلـوم الأخـرى ذات العلاقـة بـه كالفلـك والطبيعـة. لـذا كان مـن أعظـم مآثـره أنـه أبطـل علـم المناظـر القـديم، وأنشـأ علـم الضـوء بالمعنـى المعـروف حديثـاً.

يشتمل «كتاب المناظر» على بحوث في الضوء، وتشريح العين، والرؤية. وقد أحدث الكتاب انقلاباً في علم البصريات، وكان له أثر كبير في معارف الغربيين، وظلوا يعتمدون عليه عدة قرون، إذ تمت ترجمته إلى اللاتينية مرات عديدة في القرون الوسطى. توجد مخطوطات كاملة من الكتاب أو لبعض مقالاته، في العديد من المكتبات، خاصة بإستانبول بتركيا.

لقد رفض أبو سعد العلاء بن سهل (توفي 1000م) -وهو عالم البصريات والطبيب المسلم- الخطأ الذي وقع فيه بطليموس في قانون الانكسار الجيبي ووضعه بشكله الصحيح الذي نعرفه عليه اليوم، قبل ويلبرد سنل ورينيه ديكارت.

ابن الهيثم وهو يجري تجربة انكسار الضوء، مع أن ابن سهل كان أول من وضع القانون الصحيح للانكسار، إلا أن ابن الهيثم كان له دور كبير في نشره.

إن العـرب والمسـلمين لاحظـوا التفـاوت الكبيـر بـين سـرعة الصـوت وسـرعة الضـوء، وقـد رصـد معظمهـم سـرعة الضـوء مـن خـلال رصدهـم لسـرعة الصـوت.

تنبـه الجاحـظ في كتابـه (الحيـوان) إلـى أن سـرعة الضـوء تفـوق سـرعة الصـوت، فهـو يقـول: «ومتـى رأيـت البـرق سـمعت الرعـد بعـدُ. والرعـد في الأصـل قبلـه ولكـن الصـوت لا يصـل إليـك في سـرعة البـرق، لأن البـارق والبصـر أشـد تقاربـاً مـن الصـوت والسـمع. وقـد تـرى الإنسـان وبينـك وبينـه رحْلـه فيضـرب بعصـا إمـا حجـراً، وإمـا دابـة، وإمـا ثوبـاً، فتـرى الضـرب ثـم تمكـث وقتـاً إلـى أن يأتيـك الصـوت».

وقـد اتفـق البيرونـي فيمـا بعـد مـع رأي الجاحـظ عندمـا أعلـن أن سـرعة الضـوء أعظـم كثيـراً مـن سـرعة الصـوت.

أوضح أبو سعد العلاء بن سهل قانون الانكسار الجيبي في كتابه «حول الأدوات الحارقة» الذي كتبه نحو عام 984م.

إن مسألة سرعة الضوء عند ابن الهيثم، مسألة تنبثق أصلاً عن موضوعات الآثار العلوية، وقد وجدت إجابتها الصحيحة لأول مرة عند ابن الهيثم، فهو يقول: «إن سرعة الضوء ليست سرعة طولية ولا عرضية بلا حدود».

ويتفق الشيخ الرئيس مع هذا الرأي بقوله: « لكن البرق يُرى، والرعد يُسمع ولا يُرى، فإذا كان حدوثها معا رؤي البرق في الآن، وتأخر سماع الرعد لأن مدى البصر أبعد من مدى السمع، فإن البرق يحس في الآن بلا زمان، والرعد الذي يحدث مع البرق يحس بعد زمان». يضيف ابن سينا على مقارنتي الجاحظ والبيروني السابقة بين سرعة الصوت وسرعة الضوء: « أن سرعة النور يجب أن تكون محدودة».

لقد كانت نصيحة قطب الشيرازي لتلميذه كمال الدين الفارسي لا تقدر بثمن، فقد مكنت أعمال ابن الهيثم من الظهور للعالم كله

تحدث البيروني عن الظلال وكيف تلازم الأشياء، وقد أفرد لهذا الموضوع رسالةً سماها: «إفراد المقال في أمر الظلال» ناقش فيها موضوع الظل وسبب تشكله وكيفية قياسه. قال: « لا شيء ألزم للأشياء من أظلالها»... وقال أيضاً: «إن أجزاء الأرض الناتئة عن السطوح الموازية للأفق إذا لم تشف وشرقت الشمس عليها كانت كظل الأرض في حدوث ظل لها في الجهة المقابلة لجهة الشروق...» أما الظلال التي تظل الحيوان والنبات على وجهين:

- **ظلال الأشجار وحيطان المساكن**
- **وظلال الجبال**

معلوم أن ظلال النوع الأول قاصرة في النفع عن الآخرين لشيئين:

1. أحدهما إنها عرضية وظلال الجبال ثابتة غير زائلة.
2. والثاني إن ظل كل شخص إنما تكون قوته في الوقاية من الحر والبرد معاً بحسب كثافة أجزاء الشخص السائر المولد للظل».

أما عن طريقة قياس الظل فهو يقترح استخدام القدم كوحدة للقياس، فهي شائعة ومعروفة ويمكن لأي شخص التعامل معها. قال: «وعادة العوام أن يمسحوا مقادير البيوت بالأقدام عند تأسيس جدرانها، وأخذ النموذج لبسطها وفرشها وما شابه ذلك». والقدم هي الوحدة المعتمدة حتى اليوم في بريطانيا وأمريكا.

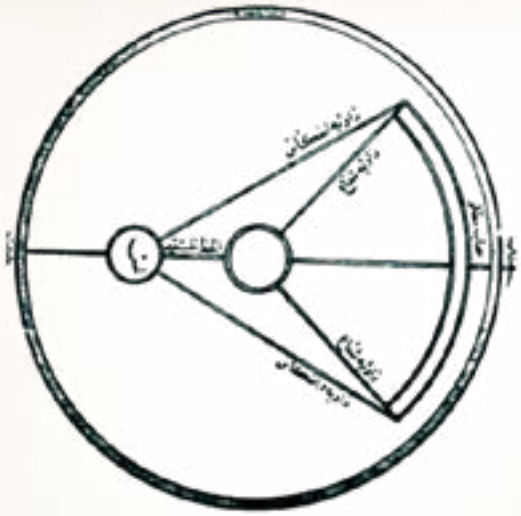
نرى الألوان بسبب امتصاص الجسم لكل ألوان الطيف ما عدا لونه. وقد بحث العلماء العرب والمسلمون في هذا الموضوع، إذ عالج الكندي في رسالته «في علة اللون اللازوردي الذي يرى في الجو في جهة السماء ويظن أنه لون السماء»، سبب اللون الأزرق للسماء، مع أن دراسة بنية الغلاف الجوي وتركيبه

لم تكن معروفة في عصره، إلا أنه استطاع أن يقدم لنا تفسيراً رائعاً لسبب هذه الظاهرة بقوله: «أن الضوء الذي نراه في الجو هو ضوء منعكس عن الجسيمات التي يحملها الهواء».

كما أشار إلى أن النار لا لون لها، وإنما اللون للأجسام التي تستحيل ناراً بحسب طبيعتها؛ وذلك لأن اللون لا يكون إلا عن الضوء المنعكس عن الجسم الصلب المتماسك.

وقد انفرد ابن الهيثم في طرح فكرة إمكانية مزج الألوان بصرياً دون مزج موادها فعلياً. وذلك بدهن الألوان منفصلة على قطاعات دولاب ثم تدوير الدولاب بسرعة كبيرة بحيث تتداخل الألوان المرئية في لون واحد. وهي الفكرة السابقة بشكل واضح (لقرص نيوتن) فهو يقول: «وذلك أن إدراك مائية اللون ليس تكون إلا بالتمييز والتشبيه، والتمييز ليس يكون إلا في زمان، فإدراك مائية اللون ليس يكون إلا في زمان. والذي يدل دليلاً ظاهراً يشهد به الحس على أن إدراك مائية اللون ليس يكون إلا في زمان ما يظهر في الدوامة عند حركتها. فإن الدوامة إذا كان فيها أصباغ مختلفة، وكانت تلك الأصباغ خطوطاً ممتدة من وسط سطحها الظاهر وما يلي عنقها إلى نهاية محيطها، ثم أديرت الدوامة بحركة شديدة فإنها تتحرك على الاستدارة حركة في غاية السرعة. وفي حال حركتها إذا تأملها الناظر فإنه يدرك لوناً واحداً مخالفاً لجميع الألوان التي فيها كأنه مركب من جميع ألوان تلك الخطوط، ولا يدرك تخطيطها ولا اختلاف ألوانها، ويدرك مع ذلك كأنها ساكنة إذا كانت حركتها شديدة السرعة».

وصف ابن سينا أكثر من مرة ظاهرة قوس المطر (قوس الألوان) الذي رآه في حمَّام أو حديقة تُروى بالماء، ثم يقارن هاتين المشاهدتين بقوس المطر الكبير الذي يظهر في السماء.



فسر ابن سينا ظاهرة قوس المطر (الألوان)، وقد نقل لنا القزويني في كتابه «عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات» هذا الرسم، لكن هذا التفسير لم يكن صحيحًا تمامًا

وقد شرح هذه الظاهرة أيضاً قطب الدين الشيرازي (توفي 634هـ/1236م) شرحاً وافيًا هو الأول من نوعه، فبين أن ظاهرة القوس هذه، تحدث من وقوع أشعة الشمس على قطيرات الماء الصغيرة الموجودة في الجو عند سقوط الأمطار، وحينئذ تعاني الأشعة انعكاساً داخلياً، وبعد ذلك تخرج الأشعة إلى عين الرائي.

ومن المؤسف أن العالم الأوروبي دي ملش المشهور في روما عندما أراد أن يتكلم عن نظريات قطب الدين الشيرازي المتعلقة بقوس المطر حكمت عليه الكنيسة بالسجن حتى الموت. وبعد موته حكم على جثته وكتبه بالحرق لا لشيء إلا أنه قال: «أن قوس قزح ليس قوسًا مرسلًا من عند الله لعقاب الناس، بل هو حقيقة علمية نتيجة لانعكاس ضوء الشمس على نقاط الماء في السماء. فلاحظ التخلف الذي كانت عليه أوربا في الوقت الذي كان فيه العالم الإسلامي متقدمًا علميًا.

نورد فيما يلي أهم الآراء والنتائج المتعلقة بالضوء والبصريات التي قدمها ابن الهيثم، (وهي مستخلصة من كتاب «تنقيح المناظر» لكمال الدين الفارسي):

- الضوء جسم مادي، وإلا لما ارتد عن الأجسام الصقيلة التي يقع عليها.
- الضوء جسم مادي متصل واحد، وليس بمجموعة من الخطوط أو الأضواء المتضامة. ومع اتصاله يمتد على خطوط مستقيمة.
- كون الضوء جسمًا ماديًا إلا أنه يختلف عن باقي الأجسام.
- الضوء نوعان: ذاتي قوي يصدر عن الأجسام المضيئة نفسها (كالشمس والشمع والسراج...)، ونوع آخر عَرَضي ضعيف يصدر عن الأجسام التي تعكس ضوء غيرها (كالقمر والمرآة).
- إذا صدر الضوء بنوعيه، الذاتي والعرضي، فإنه ينتشر في خطوط مستقيمة في جميع الجهات، ويقع على جميع الأجسام المقابلة لذلك.
- يتشتت الضوء ويضيع قسم كبير منه على السطوح الخشنة.
- تختلف سرعة الضوء في الأجسام الشفافة، فهي أكبر في الجسم الشفاف منها في الجسم الأكثف.
- سرعة الضوء بعد الانعكاس تساوي سرعته قبل الانعكاس.
- إذا أشرق ضوء من نقطة معينة على سطح جسم كثيف لم ينفذ فيه، فيحدث حينئذ لهذا الجسم ظل يمتد وراءه.

صفحة من كتاب كمال الدين الفارسي «تنقيح المناظر لذوي الأبصار والبصائر» يشرح فيها إحدى آلات ابن الهيثم والتي تسمى (آلة الانعكاس) التي استخدمها ابن الهيثم للتحقق من قانون الانعكاس في مختلف الأوضاع

وأن بعضاً من البحوث التي تنسب إلى المشهورين منهم قد وردت في مؤلفاته خاصة «المناظر»؛ فإن مستوى هذا الكتاب من منظور علمي، يفوق مستوى كثيرٍ من الكتب العلمية التي صنفها الغربيون في العصور الوسطى، وبدايات عصر النهضة في أوربا.

كما قدم الكندي الكثير في البصريات الهندسية والفيزيولوجية، وألف فيها كتاباً كان له تأثير فيما بعد على روجر بيكون وفيتلو وغيرهما. ويقول المؤرخ الإسباني خوان فيرنيه: «أن الفيلسوف الفرنسي بوريدان (القرن 14م) استفاد من آراء البطروجي في البصريات، الذي كان له آراء في توالي الصور البصرية، والتي تعد إرهاصًا بالأفكار الأساسية في علم السينماتيكا Cinematics الحديث، وهو العلم الذي يعنى بدراسة الصور المتحركة وعرضها في الأفلام.

كُرِّم الحسن بن الهيثم في الكثير من الدول والعديد من المحافل الدولية. فقد وضع اسمه (الهازن) على إحدى الحفر القمرية الواقعة على خط العرض 15.9° (إلى اليمين). كما أصدرت عدة دول طوابع تذكارية إحياء لذكراه، كان آخرها طابع مالاوي عام 2008م

• فيزيـــاء الحـــرارة

لم يقف العلماء العرب والمسلمون عند مفهوم الحرارة بشكله الوصفي فقط، وإنما انتقلوا به إلى البحث التجريبي، وقد ربطوه بسواه من المفاهيم الفيزيائية ربطاً يدل على أنهم أدركوا ضمناً عمومية مفهوم الطاقة الذي يختزل الكثير من الظواهر الطبيعية؛ كالحركة والإشعاع وغيرها. وقد أشاروا إلى وحدة أشكال الطاقة المختلفة، كما أدركوا حقيقة تحول هذه الأشكال فيما بينها.

وهذا لا يعني أنهم قد خرجوا بمصطلح الطاقة بصورته الحالية التي نعرفها، والتي تبلورت خلال القرنين الثامن والتاسع عشر، لكننا نجزم أن دراستهم للظواهر التي تعتمد على مفهوم الطاقة اليوم ومعرفتهم بارتباط هذه الظواهر ببعضها بعضاً، يدل على ميلهم الواضح لسبر أغوار الطبيعة ومحاولة توحيد مظاهرها المتعددة تحت سقف واحد.

عرّف أرسطو الحرارة في كتابه «في الكون والفساد» بقوله: «هي التي تجمع ما بين الجواهر المتجانسة، لأن التفريق الذي يقال عن النار أنها تفعله، إنما هو في حقيقة الأمر تركيب الأشياء التي من نوع واحد، مادام أن الذي يحصل أن النار تخرج الجواهر القريبة وتنقيها، والبرودة على ضد ذلك تجمع وتركب على السواء الأشياء التي من نوع واحد، والتي ليست من نوع واحد».

يوضح ابن سينا الفكرة التي طرحها أرسطو أكثر في كتابه «النجاة» ويقول: «إن الحرارة كيفية فعلية محركة لما تكون فيه إلى فوق لإحداثها الخفة، فيعرض أن تجمع المتجانسات، وتفرق المختلفات، وتحدث تخلخلاً من باب الكيف في الكثيف، وتكاثفًا من باب الوضع فيه لتحليله، وتصعيده اللطيف. أما البرودة، فهي كيفية تفعل جمعًا بين المتجانسات وغير المتجانسات، بحصرها الأجسام

بتكثيفها وعقدها اللذين من باب الكثيف، أقول ويجب أن تسقط من الحدين ما أورده لتفهم اللفظ المشترك وتستعمل الباقي».

يرى الجلدكي في كتابه «البرهان في أسرار علم الميزان» أنه قد: « دلت التجربة على أن أسباب الحرارة:

- **الاستضاءة**
- **والحركة**
- **ومجاورة النار**

إذا كان القابل لشيء من ذلك قابلاً للحرارة، وأما إذا لم يكن قابلاً لها فلا.

وأما البرودة فليست هي عدم الحرارة لأنها محسوسة بالذات ولا شيء من العدم كذلك، بل التقابل بينهما تقابل التضاد، وعلى حكم الميزان الحق وتأثيرها على خلاف تأثير مقابلها...».

أدرك العلماء العرب والمسلمون أهمية الحرارة في إجراء التجارب الفيزيائية والكيميائية، لذلك حاولوا البحث في ماهيتها وما هو تركيبها. وقد يكون لجابر بن حيان أكثر من بحث في هذا الموضوع.

نقد العلماء العرب والمسلمون تجريبياً ما قاله جالينوس حول عدم إمكانية تعديل الحرارة بالبرودة. فنجد أن ابن رشد يقول: «... فإن أكثر الصنائع التي تستعمل الحار وتستعمل البارد أثر استعمال الحار كصناعة الحدادة وصناعة الطبخ وكثير من الصنائع، حتى أن الأطباء يأمرون في ذلك بدخول الحمام على أن ينغمس العليل في الماء البارد بعد انغماسه في الماء الحار وقعوده في الهواء الحار...».

ثم نرى ابن رشد يدعم قوله بما يسمى (بالتجربة الذهنية)، فيقول: « ولنزد هذا وضوحاً فنفترض جسمين أحدهما حار والآخر بارد، اختلطا على السواء حتى صارا إلى صورة متوسطة بينهما على السواء، مثل أن يكون أحدهما في

درجة من الحرارة والآخر في درجة مثلها من البرودة، فانحط كل واحد منهما إلى نصف درجته بفعل ضده فيه فنقول: إنه ليس يأتي عنهما موجود واحد متوسط».

من المسائل الفيزيائية التي تناولها البيروني في كتاباته ظاهرة تأثير الحرارة على المعادن. فقد لاحظ أن المعادن تتمدد عند تسخينها، وتنكمش إذا تعرضت للبرودة. وأول ملاحظاته في هذا الشأن كانت في تأثير تباين درجة الحرارة على دقة أجهزة الرصد، حيث تطرأ عليها تغيرات في الطول والقصر نتيجة تفاوت حرارة النهار وبرودة آخر الليل.

يقول: «وقد كان المأمون تولى نصب عمود من حديد أدى أذرعه على عشر بدير حران من دمشق، وسواه في صدر النهار ثم قاسه بالمساء فوجده متغيراً عن نصبته قدر طول شعيرة بتأثير برودة الليل فيه وآيسه ذلك عن إدراك مقداره بالحقيقة».

كما أننا نجد في كتاب «ميزان الحكمة» للخازني مباحث غنية، ويبدو من عرضه أنه كان يملك آلات لقياس حرارة السوائل.

وقد ناقش كل من البيروني وابن سينا مسألة تمدد الأجسام وتقلصها في الحوار التالي:

قال البيروني: «إذا كانت الأجسام تنبسط بالحرارة وتنقبض بالبرودة، وكان انصداع القماقم الصيّاحة وغيرها لأجل ذلك، فلِمَ صارت الآنية تتصدع وتتكسر إذا جمد ما فيها من الماء إلى آخر الفصل؟»

فرد ابن سينا: «إن من نفس المسألة يمكن أن يخرج لها جواب، فإنه كما أن الجسم لما انبسط عند التسخين طلب مكانًا أوسع، فشق القمقمة، كذلك

الجسم إذا انقبض عند التبرد وأخذ مكانًا صغيرًا كاد أن يقع الخلاء في الإناء، فشق وانصدع لاستحالة ذلك، ولهذا من الطبيعة وجوه غير هذا، وهي العلة لأكثر ما يقع من هذا، ولكن فيما ذكرنا كفاية في الجواب».

قال البيروني: «استحالات الأشياء بعضها إلى بعض، أهو على سبيل التغير؟ ونمثل بالهواء والماء، فإن الماء إذا استحال إلى الهوائية أيصير هواء بالحقيقة أو يتفرق فيه أجزاؤه حتى يغيب عن حس البصر، فلا يرى الأجزاء المتبددة؟»

فقال ابن سينا: «استحالات بعضها إلى بعض ليست كما مثَّلت من استحالة الماء إلى هواء، بأن يضع أجزاءه بتفرق في الهواء حتى يغيب عن الحس، بل ذلك لخلع هيولى الماء صورة المائية وملابستها صورة الهوائية».

ثم يعود ابن سينا لمسألة القمقمة موضحًا أن ما حدث ليس بسبب تغير تفرق الأجزاء، وإنما هو قبول الهيولى (المادة) لصورة ثانية.

تتولد الحرارة عن الحركة بسبب ظاهرة الاحتكاك بين الأجسام، فعندما نحك كلتا اليدين ببعضهما بعضًا فإننا نشعر بسخونة فيهما، كذلك عندما يحتك أي جسم بآخر فإنه يتولد نتيجة لذلك حرارة.

كان فيلسوف العرب الكندي يحب التجربة ويمارسها، وقد طبق ذلك في دراسته للعلاقة بين الحرارة والحركة عندما نقض قول أرسطو، ففي رسالته «في العلة الفاعلة للمد والجزر» يرد على أرسطو بقوله: «وقد جربنا هذا القول، لأنه كان عندنا ممكنًا، فإن الشيء إذا كان خبرًا عن محسوس لم يكن نقضه إلا بخبر عن محسوس، فعملنا آلة كالسهم وثقبناها ثقبًا خارقًا إلى الكرة، موازية بطول السهم وأمكنا بواطن الثقب برصاص رقيق، ثم رميناها في الهواء عن قوس شديد فتبين بما قلنا إن الحركة محدثة حرارة».

وقد درس إخوان الصفا هذه العلاقة، وأدركوا أن الحركة هي سبب الحرارة، فهم يقولون: «من أجل أن الحرارة إنما تعرض للأجسام السيالة المتحللة عند الحركة»، وقالوا أيضاً: «لأن الحركة تولد الحرارة».

ويدلنا كلامهم أنهم يعدّون الحرارة شكلًا من أشكال الطاقة، وربما إشاراتهم هذه قد تكون المحاولات الأولى لصياغة القانون الأول في علم التحريك الحراري (الديناميكا الحرارية)، الذي ينص على أن الحرارة شكلٌ من أشكال الطاقة، ومرادفة بشكل خاص للطاقة الحركية.

أشار العلماء العرب والمسلمون إلى وجود مستويات للحرارة تتدرج من حيث الشدة. وقد ورد ذلك عند إخوان الصفا في رسائلهم: « لأن الحركة تولد الحرارة، والحرارة تولّد اليبوسة، واليبوسة (إذا تناهت) انطفأت الحرارة «.

فإذا عرفنا أن مفهومي السخونة والبرودة النسبيين مرتبطان أيما ارتباط بمفهوم درجة الحرارة، كما نعلم من القانون الثاني في علم التحريك الحراري، فسيكون من حقنا أن نظن أن مفهوم درجة الحرارة كان موجودًا لدى العلماء العرب والمسلمين بصورة بدائية على الأقل.

ويرى البيروني في كتابه «الآثار الباقية عن القرون الخالية»، أن الحرارة تبلغ قيمتها العظمى عند قرب انطفائها: «ولا يتعجبن متعجب من قوة البرد عند آخره واهتياجه عند انصرافه فإن ذلك للحر مثله كما سنذكر ويوجد أمثاله في الطبيعيات المعتادة كالسراج فإنه إذا قربت من الانطفاء العارض لها من فناء مادة الدهن توقد واشتد ضوؤها دفعات متواليات شبيهة بالاختلاج».

لاحظ إخوان الصفا الارتباط بين الحرارة والإشعاع من خلال رصدهم لظاهرة التبخر: «... فالبخار ما يصعد من لطائف البحار والأنهار والآجام في الهواء من إسخان الشمس والكواكب لها بمطارح شعاعاتها على سطوح البحار والأنهار والآجام».

وناقش البيروني في كتابه «الآثار الباقية عن القرون الخالية» وجود الحرارة مع شعاع الشمس: «وقد قيل في سبب الحرارة الموجودة مع شعاع الشمس أن احتداد زوايا انعكاسه وليس ذلك كذلك بل هو موجود معه».

كان ابن طفيل (توفي 581هـ/1185م)، ممن لاحظ أن الحرارة تترافق مع أشعة الضوء وأنها تتفرق على الأرض وفق نظام معلوم، فقال: «وقد ثبت في علوم التعاليم بالبراهين القطعية أن الشمس كروية وأن الأرض كذلك، وأن الشمس أعظم من الأرض كثيراً، وأن الذي يستضيء من الأرض بالشمس أعظم من نصفها، وأن هذا النصف المضيء من الأرض في كل وقت أشد ما يكون الضوء في وسطه لأنه يقابل من الشمس أجزاء أكثر. وإنما يكون الموضع وسط دائرة الضياء إذا كانت الشمس على سمت (السمت هو أعلى نقطة فوق رأس الإنسان. والمسامتة مكان الشمس في كبد السماء في نقطة قائمة على رأس الإنسان) رؤوس الساكنين فيه، فما تبعدُ الشمس فيه عن مسامتة رؤوس أهله كان شديد البرودة جداً، وإن كان مما تدوم فيه المسامتة كان شديد الحرارة».

تتغير حالة المادة وفق درجة حرارتها، فكلما زادت درجة الحرارة كلما ارتفعت درجة الحرارة، وكلما أصبحت الروابط بين جزيئات المادة أضعف، وهكذا تنتقل المادة بشكل عام بين ثلاثة أطوار: صلبة، سائلة، غازية.

هذه الحقيقة كانت معروفة لدى العلماء العرب والمسلمين، يقول إخوان الصفا: «واعلم يا أخي بأن اليبوسة نوعان:

- إحداهما تابعة للحرارة وهي فاضلة.
- والأخرى تابعة للبرودة وهي رذلة.

وذلك أن اليبوسة التابعة للحرارة هضمة نضجة، والتي تتبع البرودة فجة غير نضجة. ومثال ذلك يبوسة الياقوت والبلور وأشباهها؛ فإنها قد أنضجتها بالطبخ حرارة المعدن، فهي لا تستحيل ولا تتغير. وأما التي هي تابعة للبرودة مثال الثلج والجليد والملح وغيرها، فإنها لما كانت فجة غير نضجة، صارت رذلة مستحيلة متغيرة...».

أدرك الجلدكي بطريقة تجريبية العلاقة بين كثافة الجسم ودرجة الحرارة، فالجسم البارد يتجه نحو الأسفل، والجسم الحار يتجه نحو الأعلى، وهو ما نسيمه وفق مصطلحاتنا الحديثة بالحمل الحراري: «... والثقل هو ما يتحرك به الجسم إلى جهة السفل وموجبه البرودة، وأما الخفة فهو ما يتحرك بالجسم إلى جهة العلو وموجبه الحرارة، كل ذلك عرف بالتجربة وتكرار التجربة برهان صحيح قائم الحجة فجزمنا، لذلك أن صعود الجسم يشتد بشدة حرارته ويضعف بضعفها وأن نزوله يشتد ويضعف بحسب حال برودته في موازين درجات الشدة والضعف. ولولا أن الحرارة تقتضي التصعيد والبرودة تقتضي خلافها لما كان أحوال الأجسام كذلك».

وتكلم القزويني عن وجود الحمل الحراري في ظاهرة تشكل الغيوم، فيقول: «زعموا أن الشمس إذا أشرقت على الأرض تحللت منها أجزاء نارية تخالطها أجزاء أرضية، ويسمى ذلك المجموع دخاناً، ثم الدخان يمازجه البخار ويرتفعان معاً إلى الطبقة الباردة من الهواء فينعقد البخار سحاباً، ويحتبس الدخان فيه، فإن بقي على حرارته قصد الصعود، وإن صار برداً قصد النزول...».

نعلم في علم الأطياف أن هناك ارتباطًا وثيقًا بين درجة الحرارة والألوان، إذ يمكننا معرفة درجة حرارة نظام من خلال دراسة طيفه الصادر، كما يمكننا معرفة مدى التردد الذي يقع ضمنه. ولهذا المبدأ أهميته الكبيرة في علم الفلك عند تقدير درجة حرارة الأجرام السماوية.

وقد أشار العلماء العرب والمسلمون إلى هذه العلاقة. فقد حاول إخوان الصفا تفسير ألوان قوس المطر (قوس قزح) من خلال عملية الربط بين اللون والحرارة، وذلك بقولهم: «وأما أصباغه التي ترى فهي أربعة مطابقة للكيفيات الأربع التي هي الحرارة والبرودة والرطوبة واليبوسة...».

لاحظ ابن خلدون (توفي 808هـ/1406م)، تغير توزع الحرارة جغرافياً حسب الأقاليم وهو يقول في «مقدمته»: «وفي القول بنسبة السواد إلى حام غفلة عن طبيعة الحر والبرد وأثرهما في الهواء وما يتكون فيه من الحيوانات، وذلك أن هذا اللون شمل أهل الإقليم الأول والثاني (يقصد خط الاستواء وما يليه شمالاً) من مزاج هوائهم للحرارة المتضاعفة في الجنوب، فإن الشمس تسامت رؤوسهم مرتين في كل سنة، قريبة إحداهما من الأخرى، فتطول المسامتة عامة الفصول فيكثر الضوء لأجلها ويلح القيظ الشديد وتسوَدّ جلودهم لإفراط الحرارة «.

ويرى البيروني أن سبب حرارة الأرض: «إما أن يكون ما ينعكس من شعاعات الشمس من سطحها (للأرض)، وإما أن يكون بخاراتها التي يثيرها الحرّ المستكن في باطنها على مذهب قوم أو الطارئ عليها من خارج على مذهب آخرين، فإن حركة البخار في الهواء تكسبه حرارة، فأما حرارة النار فإنها لا تقرب ولا تبعد لأن الفلك لا يزيد سرعة ولا بطأً وأما الشعاعات المنعكسة فإنها غير منسوبة إلى الأرض، وأما البخارات فلها حد تنتهي إليه ولا تتجاوزه، وما أظن القائل إلا معتقداً أن في الأرض حرّ محتقناً يخرج من باطن الأرض إلى ظاهرها وقد احتمى الهواء بشعاعات الشمس فيلتقيان، هذا وجه إن كان ولابد».

لقد عرف الإنسان منذ زمن بعيد جداً طرائق عملية لدفع البرد والحر، فالثياب البدوية التي لا تتبدل تبدلاً أساسياً تدفع الحر عن البدوي كما تدفع البرد عنه؛ حيث أن سعتها تجعل الهواء يتخلل طياتها، والهواء العازل يساعد على الحيلولة دون انتقال الحرارة من جانب إلى آخر.

وقد كان هارون الرشيد يحمل معه الثلج في أسفاره: إذ يُؤتى له بالثلج من الجبال الشمالية في العراق، فيحمله معه أيامًا وأسابيع إلى البلاد الجنوبية (الحجاز مثلاً). وبطبيعة الحال فإن هذا يتطلب وجود وسائل لحفظ الثلج. فقد ورد في «طبقات الأطباء» أن الشبّ وهو نوع من الأملاح المتبلورة (كبريتات الألمنيوم والبوتاسيوم المائية)، وبذور الكتان المنقوعة في الخل الثقيف (الحامض جداً)، كانا يستخدمان في تجميد الماء في المشرق والمغرب حتى في أكثر الأشهر حرارة في السنة حزيران وتموز.

ومن المسائل الحرارية الجميلة التي عالجها عبد اللطيف البغدادي، مسألة توليد البرودة من الحركة، وهو ما نحصل عليه حالياً بوساطة المراوح: «ما بال الترويح يبرّد الهواء مع أن الحركة من شأنها التسخين؟»

ويجيب بقوله: «لأن من شأن الجسم الرطب المتخلخل إذا تحرّك أو سخن قَبِلَ البرد بسرعة، وكذلك الماء المغلي إذا جعل تلقاء الريح والنسيم برد سريعًا، والهواء الذي نحن فيه إنما هو بخار رطب، فإذا كان حارًا وحرّك بالمراوح قَبِلَ البرودة بسرعة...».

لم تثبت الدراسات المعاصرة مدى تأثير الدراسات العربية في مجال الحرارة على تطور فيزياء الحرارة لدى الأوربيين. لكن ربما كان التأثير غير مباشر كما هو حال الصوت، حيث تناثرت مادة الحرارة في الكثير من الكتب والمؤلفات العلمية العربية، وقلما كانت مجتمعة في مصنف واحد.

• فيزيـــاء الصـــوت

لقد انحصر الاهتمام بظاهرة الصوت Sound مع بداية تشكل الحضارات القديمة، بعدة أمور منها: اللغة والغناء والموسيقى، والطقوس الدينية كالعزف من أجل الآلهة في المعابد، والموسيقى من أجل تحميس الجيش للقتال .. إلخ.

خلال مرحلة متقدمة من تطور الفكر البشري، أصبح هناك تعمقٌ أكبر في دراسة هذه الظاهرة. فنرى أن اليونانيين قد بدأوا بدراسة أسباب الصوت وكيفية انتشاره في الهواء، مع المحاولة في وضع تعريفٍ دقيقٍ له، وصولًا لفهم آلية السمع عند الإنسان والكائنات الحية.

ولكن هذه الأعمال توقفت مع أفول شمس الحضارة اليونانية، وهجرة العلم للمشرق العربي، حيث تعهده العلماء العرب والمسلمون، ورعوه كل الرعاية، فأكملوا من حيث وصل اليونانيون بدراسة الظاهرة الصوتية وغيرها من العلوم، ووصلوا إلى نتائج مهمة كانت بمثابة الركيزة التي وقف عليها العلم في الغرب عندما انتقل إليه.

اهتم الفلاسفة العرب بالبحث في الصوت، وألموا بالمعلومات الأساسية فيه، ولهم تصانيف في الموسيقى ضمنوها مباحث في منشأ الأصوات، وكيفية انتقالها واختلاف بعضها عن بعض، وتناولوا كذلك بالبحث موضوعات يتناولها حاليًا علم الأصوات الحديث، وإن كانت أبحاثهم تفتقر إلى المعالجة الرياضية.

لقد كانت بداية الاهتمام بظاهرة الصوت عند العرب قبل عصر الترجمة من العصر الجاهلي حتى أواخر القرن الأول الهجري، وقد ميز العرب بين الأصوات والحروف العربية.

كما بحث الفلاسفة والعلماء في فهم ظاهرة الصوت وحاولوا تفسيرها. وقد لوحظ أن العلماء العرب والمسلمين بدءاً من القرن التاسع وحتى الثامن عشر للميلاد اعتمدوا خلال تلك الفترة الزمنية على خمسة مصطلحات لتعريف الصوت هي: (القرع والقلع والعارض والأثر والكيفية).

نعلم حالياً أن الصوت، بشكله الفيزيائي، شكلٌ من أشكال الطاقة، وهو يعبر عن اهتزاز ميكانيكي مرن لعناصر الوسط الذي ينتقل فيه، والذي يمكن أن يكون غازاً أو سائلاً أو صلباً، أو سلسلة من التغيرات تطرأ في الضغط المنتشر خلال وسط ذي خاصيتي الكتلة Mass والمرونة Elasticity، يعرف بالوسط المرن نتيجةً لعنصر مهتز. إنه تموجات طولية قادرة على تنبيه حاسة السمع.

وقد اعتبر الكندي «أن الصوت ناتج عن الحركة أياً كانت»، دون أن يدخل في تفصيل نوع الحركة، أو طريقة توليد الصوت من قرع أو قلع. وهو منطق علمي صحيح، قريب من مفهومنا الحالي جداً، بجعل المصدر الأساس لأي صوت هو وجود حركة.

وقد عرَّف إخوان الصفا (القرن الرابع الهجري/ العاشر الميلادي) الصوت في رسائلهم بأنه: «قرع يحدث في الهواء من تصادم الأجرام، وذلك لأن الهواء لشدة لطافته، وسرعة حركة أجزائه، يتخلل الأجسام كلها، فإذا صدم جسم جسمًا آخر، انسل ذلك الهواء من بينهما وتدافع وتموج إلى جميع الجهات، وحدث من حركته شكلٌ كروي، واتسع كما تتسع القارورة من نفخ الزجاج (صانع الزجاج) فيها. وكلما اتسع ذلك الشكل ضعفت حركته وتموجه إلى أن يسكن ويضمحل». كما درس العلماء العرب حاسة السمع عند الإنسان، وحاولوا تفسير الكيفية التي ينتقل بها الصوت عبر الأعصاب إلى الدماغ.

وقـد انقسـمت آراء العلمـاء والفلاسـفة بشـأن ماهيـة الصـوت!؛ هـل هـو ذو طبيعـة ماديـة جسـمية، أم روحانيـة غيـر ماديـة؟ وقـد بـذل كل فريـق جهـده في تقـديم الأدلـة علـى صحـة وجهـة نظـره.

وقـد بـرع العلمـاء العـرب والمسـلمون في فهـم النظريـة الموجيـة لانتشـار الصـوت بعمـق أكثـر مـن اليونانيـين، حيـث لاحـظ العلمـاء العـرب والمسـلمون انتشـار الصـوت في الأوسـاط الماديـة (الهـواء والمـاء والأجسـام الصلبـة) علـى شـكل أمـواج تشـبه تلـك التـي تتشـكل علـى سـطح المـاء، أو علـى شـكل كـرات ثلاثيـة الأبعـاد تنتشـر مبتعـدةً عـن بعضهـا بعضًـا.

لاحـظ العلمـاء العـرب والمسـلمون أن سـرعة الصـوت أقـل مـن سـرعة الضـوء، ولكـن لـم تتوفـر لديهـم أجهـزة القيـاس حينهـا ليحـددوا مقـداره كمـا توفـرت لـدى الأوروبيـين في القـرن السـابع عشـر للميـلاد. ولا يختلـف مفهـوم سـرعة الصـوت Speed of Sound عـن مفهـوم السـرعة الميكانيكيـة عمومـاً، كونـه مجـرد حركـة باتجـاه معـين، أي أن السـرعة هـي معـدل المسـافة التـي يقطعهـا الصـوت في وحـدة الزمـن.

وسـرعة الصـوت خاصيـة ذاتيـة للمـادة التـي تتحـرك فيهـا الأمـواج، وهـي تعتمـد علـى عاملـي المرونـة وكثافـة المـادة. ويجـب عـدم الخلـط بـين سـرعة تحـرك الجـزيء وسـرعة انتشـار الموجـة. إذْ تغيـر الجزيئـات المهتـزة في الحركـة التوافقيـة البسـيطة سـرعتها دائمـاً، حيـث تصـل أقصـى سـرعة لهـا وهـي فـوق نقطـة التـوازن، في حـين أن سـرعة الموجـة الصوتيـة المتحركـة في الوسـط هـي السـرعة التـي يتحـرك فيهـا الاضطـراب مـن بقعـة إلـى أخـرى ثابتـة بالمقارنـة.

وتعـرّف العلمـاء العـرب والمسـلمون علـى أبـرز خـواص الصـوت، وهـي انعـكاس الصـوت وانكسـاره وانعراجـه، وقـد وُجـد أن العلمـاء اليونانيـين والعـرب درسـوا

خاصيتي الانعكاس والانكسار، في حين تأخر البحث في خاصية الانعراج بشكل دقيق إلى القرن السابع عشر للميلاد.

لقد عرف العلماء العرب والمسلمون انعكاس الصوت عن طريق ظاهرة الصدى، لكنهم حاولوا تفسيرها بالاعتماد على النظرية الموجية، وليس اعتماداً على أفكار أرسطو، ومن هؤلاء ابن سينا وابن رشد.

فقد تحدث ابن سينا عن انعكاس الصوت عندما كان يتحدث عن ظاهرة الصدى والترداد الصوتي الذي يحصل في الأماكن المغلقة: «وأما إذا كان العاكس بعيدًا فرَّق الزمان بين الصوتين تفريقًا محسوسًا، وإن كان صلبًا أملس فهو لتواتر الانعكاس منه بسبب قوة النبوّ يبقى زمانًا كثيرًا كما في الحمامات. ويشبه أن يكون هذا هو السبب في أن يكون صوت المغني في الصحراء أضعف، وصوت المغني تحت السقوف أقوى لتضاعفه بالصدى المحسوس معه في زمان كالواحد». ويقصد أن السطح العاكس للصوت عندما يكون بعيدًا بدرجةٍ كافية عن المصدر فإنه يتبين لنا الفارق الزمني بين الصوتين الصادر والمنعكس، وعندما يكون هذا السطح أملس ناعمًا فإنه يحدث انعكاس متعدد عنه بسبب قوة الدفع التي تبقي الصوت فترة زمنية أطول، كما نلاحظ في حالة الحمامات. ثم يفسر لنا عدم وجود سطوح انعكاس في الصحراء هي سبب ضعف صوت المغني وقوته في الأماكن المغلقة، نتيجة للترداد الصوتي.

نعلم أن الانكسار في الضوء يحدث عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين بقرينة الانكسار كالماء والهواء مثلاً. لكن انكسار الصوت يحدث عندما تتغير سرعة الصوت لدى انتقاله بين وسطين أحدهما حارّ والآخر بارد أو بتأثير الرياح. ولن ندخل في مناقشة حالة تأثير الرياح، لأننا لم نعثر على نصوص للعلماء العرب تدل على ملاحظتهم لها. في حين وجدنا بعض النصوص التي

تشير إلى تأثير درجة الحرارة على الصوت، لكن طبعًا دون أن تسميها (انكسار الصوت) وهي الحالة التي سنقف عندها.

إن الهواء الذي يحيط بالأرض وسطٌ غير متجانس الحرارة. فدرجة حرارته مثلًا قرب سطح الأرض تكون في النهار أعلى منها في الطبقات العليا، والعكس في الليل. ونتيجة لذلك تنكسر موجات الصوت بين طبقات الهواء ذات الدرجات الحرارية المختلفة، ويعود السبب في ذلك إلى أن سرعة انتشار الصوت في الهواء الساخن أكبر منها في الهواء البارد، كما في الشكل الآتي:

هكذا، يمكننا تعليل سماع شخص -يجلس في قارب على سطح بحيرة- الموسيقى القادمة من مذياع يبعد مسافة كبيرة عنه ليلًا، وعدم سماعه لها نهارًا.

ويمكننا تفسير السبب الذي يجعل الصدى يظهر في المرج في أمسية باردة، ولا يظهر في النهار الحار في المرج نفسه؛ ففي النهار تسخن أشعة الشمس التربة بشدة، ولذا فإن درجة الحرارة تكون قرب سطح الأرض أعلى بشكل ملحوظ مما هي عليه في المرتفعات، التي لا يزيد علوها على عدة أمتار.

ويؤدي اللاتجانس السمعي لطبقات الهواء القريبة من سطح الأرض إلى انكسار الأشعة الصوتية. أما في المساء فيكون الهواء السطحي منتظم التسخين، ومتجانسًا صوتيًا، ولذا فإن انحراف الأشعة الصوتية لا يحدث، ويتم الصدى.

وقد لاحظ ابن الطحان (القرن الحادي عشر الميلادي)، في كتابه «حاوي الفنون وسلوة المحزون» العلاقة بين درجة الحرارة والصوت. وعبر عن ملاحظته هذه بقوله: «والمواضع الضيقة أنفع للأصوات من الواسعة لاجتماعها فيها وحصرها له. ومما يضرها وينقص منها ويتعبها ويذهب حسنها ويغطي ملحها وشجاها؛ المساكن الشعثة المتخرقة الندية المنكشفة، والبساتين والصحاري والبحار والأنهار والبراري، والمواضع المكسوة بالفرش والستور، والكلل والمواضع المرخمة والمغاير والسراديب. وينقص منها أيضًا الأزمنة واختلافها، أعني الشتاء والخريف والصيف والربيع. والتحفظ في الصيف أجود منه في الشتاء (وذلك) لنفخ المسام وتخلخل الأجسام».

هنا الربط واضحٌ بين درجة الحرارة وانتشار الصوت، فهو يحدد لنا أنَّ الصوت يكون أفضل انتشارًا وأكثر محافظةً على نقاء ووضوح الصوت في الصيف، حيث درجة الحرارة أعلى منها في الشتاء، ويعلل ذلك بأن الأجسام (ويقصد بها الهواء وغيره من المواد) متمددة (منتفخة المسام) ومتخلخلة، أي فيما بينها فراغات ومسافات. ويبدو أن ابن الطحان قد نجح في تفسير الظاهرة بشكل أفضل من سابقيه اليونانيين، بإدراكه للسبب ألا وهو درجة الحرارة.

وفيما يتعلق بشدة الصوت فقد لاحظ العرب العلاقة بين السامع ومصدر الصوت، والعلاقة بين حجم الجسم والصوت الصادر عنه، وتغير الشدة بحسب جهة الرياح وطاقة الصوت التدميرية. وتعبِّر شدة الصوت (أو قوة الصوت) Intensity of Sound عن معدل كمية الطاقة التي تتدفق في الثانية على وحدة المساحة من جبهة الموجة الصوتية. كما أنها الصفة التي تميز بها الأذن الصوت القوي (الشديد أو الجهير) من الصوت الضعيف (الخافت)، والعلة الفيزيائية لاختلاف الأصوات في الشدة هي؛ اختلاف سعة الاهتزاز لغشاء الطبل في الأذن، فتزداد شدة الصوت بازدياد هذه السعة وتنقص بنقصانها.

كما تؤثر الرياح واتجاهها على شدة الصوت؛ فنجد أنها تزداد مع اتجاه الرياح، في حين تضعف في عكسها. وقد أشار إخوان الصفا في دراستهم لظاهرة الصوت إلى تأثر شدة الصوت بحركة الهواء، وميزوا بين حالتين:

أ. الهواء يتحرك بشدة

ب. الهواء ساكنٌ

كانت دراسة إخوان الصفا لأثر حركة الهواء على شدة الصوت متميزة بين جميع العلماء العرب الذين درسوا ظاهرة الصوت، فقد تناولوا ثلاث حالات، جاء ذكرها في الرسالة السابعة عشرة من رسائلهم في الطبيعيات:

1. «ذلك أنه ربما كانت الريح عاصفة، والهواء متحركاً حركة شديدة، فيصوت المصوت في مكان قريب من المسامع، فلا يسمع من شدة حركة الهواء وهيجانه، فتكون حركة ذلك الصوت يسيرة (أي ضعيفة) مقارنة مع شدة حركة الهواء وهيجانه، فيضعف عن الوصول إلى الحاسة السامعة.
2. وإذا كان الهواء ساكنًا وصل ذلك الصوت إلى الحاسة إذا كان في مكان يمكن أن يتصل به ذلك التموج والحركة الحادثة في الهواء.
3. فأما إذا كانت المسافة بعيدة فإنها لا تدركه وتتلاشى تلك الحركة وتنفذ قبل وصولها إليها».

يمكن مقابلة الحالات الثلاث السابقة بما يأتي:

1. شدة الصوت ثابتة، والمسافة ثابتة، وسرعة الهواء متغيرة بين المرسل والمستقبل.
2. المسافة بين المرسل والمستقبل ثابتة، وسرعة الهواء ثابتة وشدة الصوت متغيرة.

3. سـرعة الهواء ثابتة، شـدة الصوت ثابتة، والمسـافة بين المرسـل والمسـتقبل متغيرة.

نلاحـظ في الحالـة رقـم (3) أنهـم ربمـا سـبقوا دراسـة الفيزيائـي كريسـتيان دوبلـر (تـوفي 1853م) C. Doppler، واكتشـافه لما يسـمى أثـر دوبلـر Doppler effect عـام 1842م. ومـن الأمثلـة المعروفـة الدالـة علـى الأثـر السـابق: أنـه لـدى مـرور سـيارة الإسـعاف في الشـارع، فإن تـردد الصـوت يـزداد عندمـا تقتـرب السـيارة منـا ويتناقـص عندمـا تبـدأ السـيارة بتجاوزنـا مبتعـدة عنـا. علماً أن دوبلـر قـد تنـاول في دراسـته لهـذه الظاهـرة مـن خـلال أربـع حـالات هـي:

1. عندما يكون المصدر متحركًا والمستمع ساكنًا.
2. عندما يكون المصدر ساكنًا والمستمع متحركًا.
3. عندما يكون المستمع والمصدر متحركين معًا.
4. إذا كان الوسط (الهواء) متحركًا.

لمعرفـة الفـرق بـين الحالـة التـي درسـها دوبلـر والحالـة التـي درسـها إخـوان الصفـا يمكننـا توضيـح ذلـك في المقارنـة الآتيـة:

إخوان الصفا (القرن ١٠م)	كريستيان دوبلر (القرن ١٩م)
تناولوا أثر حركة الهواء على شدة الصوت في الاتجاه بين المرسل والمستقبل.	تناول أثر حركة الهواء على شدة الصوت في الاتجاه من المرسل إلى المستقبل وبالعكس.

مقارنة بين حالة إخوان الصفا وحالة دوبلر.

(في القرن السابع عشر)، كانت فكرة تأثر الصوت بالرياح تعد سخيفة عند الأوروبيين، لكن إخوان الصفا في (القرن العاشر)، أثبتوا ذلك في رسائلهم. ولم يتناولوها باستخفاف، كما فعل الأوروبيون فيما بعد.

وكما تميز أرسطو بتأسيسه لعلم التصنيف وتطبيقاته على فروع المعرفة التي اهتم بها، فإن العرب والمسلمين تميزوا أيضاً بتأسيسهم لعلم تصنيف الأصوات. وهو ما لم نجده عند غيرهم - بحسب ما وصلنا من مصادر ومراجع- من الأمم السابقة.

لقد صنف العلماء العربُ والمسلمون الأصوات؛ إما حسب الحركات، وإما حسب الجهة المصدرة للصوت، أو حسب نوع الصوت. ولكل نوع من هذه التصانيف تفاصيله التي سنقف عندها بشكل موسع.

قسم إخوان الصفا الأصوات إلى أنواع منها؛ الجهير، والخفيف، والحاد، والغليظ، وعزوا ذلك إلى طبيعة الأجسام التي تصدر عنها هذه الأصوات، والى قوة تموج الأصوات بسببها. وفي اهتزاز الأوتار الصوتية وقفوا على العلاقة الكائنة بين طول الوتر وغلظه وقوة شدّه أو توتره. وهذه التقسيمات التي صنفوا إليها الأصوات، تتفق وتقسيم الأصوات في العلم الحديث من حيث الجهر والهمس والشدة والرخاوة.

قسّم إخوان الصفا الأصوات الحيوانية إلى ثلاثة أقسام:

1. أصوات حيوانية تصدر عن ذوات الرئة، وتختلف أنواعها ونغماتها باختلاف أطوال أعناقها، وسعة حلاقيمها، وتركيب حناجرها، وقوة دفع الهواء من أفواهها ومناخرها.
2. أصوات حيوانية تصدر عن ذوات الأجنحة عديمة الرئة، كالزنابير والجراد والصراصير. وتنتج الأصوات التي تصدرها بسبب تحرك

الهواء بأجنحتها، كما هو الحال عند تحريك أوتار العيدان، ويعزى اختلاف أصواتها إلى لطافة أجنحتها وغلظها وطولها وسرعة حركتها.

3. أصوات حيوانية تصدر عن حيوانات عديمة الرئة والأجنحة؛ كالأسماك والسلاحف والسرطانات، وتسمى الحيوانات الخرساء، وتختلف الأصوات التي تصدر عنها باختلاف يبسها وصلابتها، وباختلاف أحجامها من حيث الكبر والصغر، والطول والقصر، والسعة والضيق.

علل العلماء العرب والمسلمون الصدى بأنه يحدث نتيجة لانعكاس الهواء المتموّج من مصادمة جسم عالٍ كحائط أو جبلٍ أو نحوهما. وقد شرح أيدمر الجلدكي هذه الظاهرة شرحًا كيفيًا وليس قياسيًا، فيقول في كتابه «البرهان أسرار الميزان»: «ليس المراد منه حركة انتقالية من ماء أو هواء واحد بعينه، بل هو أمر يحدث بصدم بعد صدم، وسكونٍ بعد سكونٍ... والصدى يحدث عن انعكاس الهواء المتموج من مصادمةً جسم عالٍ كجبل أو حائط، ويجوز ألا يقع الشعور بالانعكاس لقرب المسافة فلا يحس بتفاوت زماني الصوت وعكسه...».

يقول درابر: « إن السمات الأساسية لمنهجية العرب كانت تقوم على ألاحظ وأجرب». وقد قدم لنا العلماء العرب والمسلمون تجربتين عمليتين، تعتبران تطبيقين مباشرين لمعارفهم عن خواص الصوت، كما يمكننا اعتبارهما البدايات الأولى للتحكم وضبط Control الصوت. الأولى تتعلق بعملية تضخيم الصوت ونقله في الهواء لمسافات بعيدة (البوق الصوتي)، والأخرى تتعلق بنقله من شخص لآخر دون تأثره بالوسط المحيط لمسافات قريبة (الأنبوب الصوتي).

هذا النوع من التجارب يكاد يكون مفقودًا عند اليونانيين، الذين عرف عنهم الترفع عن العمل التجريبي اليدوي الذي يحط من قيمة الفيلسوف ومكانته (حسب اعتقادهم). وقد تميزت تجارب العرب والمسلمين بطابعها

التعليمي الإجرائي، فهم يوجهون المجرب على خطوات إجراء التجربة ليحصل على النتيجة المطلوبة.

أورد إخوان الصفا طريقة تقنية بسيطة، لتضخيم الصوت، وذلك بوساطة تجميع الهواء في حيز ما، أيا كان شكله: «ومن أراد أن يكون له صوتٌ طويلٌ يمكث في الهواء، فليتعمد ذلك ويجتهد في جمع الهواء، حتى يكون إرساله بحسب ما اجتمع فيه فيدرك بذلك ما يريد، وإن تأذى وتألم، وإنما كان صوته متوسطاً لتوسط طبائعه واعتدالها».

فما قاموا به هو عملية حصر للأمواج الصوتية ومنعها من الانتشار في كل الجهات، مما يجعل معظم الطاقة الصوتية تندفع للأمام. والنتيجة هي أن الصوت سيغدو مسموعًا لمسافات أبعد مما هو عليه في الحالة العادية، وينخفض معدل التخامد في الهواء.

وقد أعاد العمل في هذه الفكرة كل من؛ كيرشر ومورلاند، فقد ابتكر كيرشر (عام 1672م)، بوقًا محمولًا مضخمًا للصوت بطول (3.05 أمتار) تقريبًا، وبقطر (0.91 متر)، الذي أظهرت قدرته الناقلة للصوت باستخدامه لدعوة نحو 2200 شخص تقريبًا للاجتماع من مسافة تقع على بعد (6.44 كيلومترات) لأداء طقس كنسي خاص.

يتحدث أيدمر الجلدكي (القرن الرابع عشر الميلادي)، عن نقل الصوت في الأنابيب لمسافات قصيرة (الأنبوب الصوتي)، وذلك في كتابه «البرهان في أسرار علم الميزان»، من خلال تجربته الآتية: «أخذ أنبوبة طويلة ووضع أحد أطرافها في فمه ووضع طرفها الآخر على صماخ أذن إنسان آخر، وتكلم فيها بصوت عالٍ سمعه ذلك الإنسان دون الحاضرين».

مع بساطة الفكرة المطروحة، لكنها تعطينا مؤشرًا لبداية التحكم بعملية نقل الصوت عبر الأنابيب، والتخلص من التشويش الذي قد يلحق به. علماً أننا لم نجد قبل الجلدكي من تكلم عن نقل الصوت عبر الأنابيب لمسافات قصيرة، سوى المقريزي في حديثه عن الكاهنة نونية المصرية.

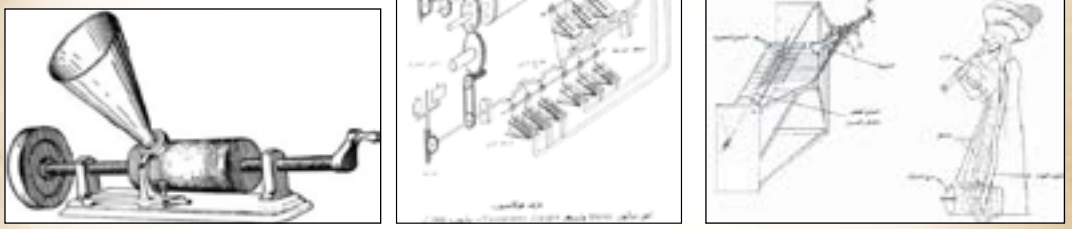
أما عن التطورات اللاحقة، فقد تكون أنبوبة دافنشي لسماع الأصوات تحت الماء هي المسامير الأوروبية الأولى. ويدّعي جيامباتيستا ديلا بورتا (توفي 1615م) G.D.Porta أن أدريانوس Adrianus (توفي 138م)، فنصل روما، قد صنع ملاقط Catches مجوفة ليسمع بها بشكل أفضل، حيث ثبتها على أذنيه وهي متجهة للأمام.

برع في مجال الموسيقى الميكانيكية من العلماء العرب والمسلمين أولاد موسى بن شاكر والجزري. فقد دمجوا بين براعتهم الهندسية الميكانيكية وخبرتهم العلمية في المجالات الأخرى؛ فكانت آلاتهم مميزة عن غيرها من الآلات الميكانيكية التي كانت موجودة لدى الحضارات السابقة.

تناول أولاد موسى بن شاكر (القرن 3هـ/9م) في مقالة لهم بعنوان: «الآلة التي تزمر بنفسها صنعة بني موسى بن شاكر». فكرة صنع آلة تقوم بتسجيل الصوت عليها (أي صوت كان) ثم استعادة الصوت المسجل بطريقة معاكسة.

ومفاد كلامهم: «اتخاذ أنبوبة كبيرة طولها (1.5-1متر) من الخشب أو النحاس (البربخ) ثم تطلى بالشمع الأسود، وهي تقنية بيزنطية قديمة، استفاد أولاد موسى بن شاكر منها في صنع آلتهم، وهذا لا يعني أن آلة التسجيل التي ابتكروها قد كان لها أصولٌ عند اليونان أو الرومان أو غيرهم. ثم إحداث شظايا (شقوق قوسية) يتناسب طولها مع طول فترة نغمة الصوت المراد تسجيلها عليها، أو وضع قطع نافرة داخل الشظايا لتقوم بنفس المهمة. ولاستعادة الصوت توضع أصابع خشبية ترتفع وتنخفض بحسب طول الشظية المحفورة على البربخ.

لقد سبق أولاد موسى بن شاكر الأوروبيين بصنع البربخ الموسيقي، ويذكر في موسوعة لاروس أن البربخ الموسيقي لم يكن له وجود قبل أواخر القرن الخامس عشر، حيث استعمله سالمون الكوسي في تصميمه لأرغن ميكانيكي، وهذا يدل على عدم معرفة المحررين بوجوده عند أولاد موسى. كما أن طريقة أولاد موسى بن شاكر تسبق طريقة توماس أديسون (توفي 1931م)، في ابتكاره للفونوغراف (أو الحاكي) Phonograph في القرن التاسع عشر. الذي يقوم على طريقة تحزيز أسطوانة معدنية (أو بربخ معدني) بشكل أخاديد، بدلاً من الشظايا النافرة التي استخدمها أولاد موسى بن شاكر. ولدى مقارنتنا بين الطريقة التي توصل إليها أديسون (عام 1877م)، مع طريقة أولاد موسى نجد أنهم قد وصلوا لعملية تسجيل واستعادة الصوت بطريقة مدروسة ومنظمة هندسيًا أكثر بكثير من طريقة أديسون التي توصل لها مصادفة.



(إلى اليسار) رسم حديث لآلة تسجيل الصوت واستعادته لأولاد موسى بن شاكر وهي الآلة التي سبقوا بها آلتي فوكانسون (في الوسط) وتوماس أديسون (إلى اليمين).

وقد طبّق العرب مبادئ علم الفيزياء في الأصوات وغيرها على الموسيقى، وكانت عندهم علمًا قائمًا بحد ذاته. والموسيقى عند ابن سينا: «علم يعرف منه حال النغم وكيفية تأليف اللحون». وعند ابن خلدون هي: «تلحين الأشعار الموزونة الأصوات على نسب منتظمة معروفة يوقع عند كل صوت منها توقيعًا عند قطعه فيكون نغمة، ثم تؤلف تلك النغمات بعضها إلى بعض على نسب متعارفة فيلذّ سماعها. والأصوات تتناسب فيكون منها؛ صوت، ونصف صوت، وربع صوت، وخمس صوت، وجزء من أحد عشر من صوت آخر. واختلاف هذه النسب عند تأديتها يخرجها من البساطة إلى التركيب».

لقد نقل العرب إبان حركة الترجمة عددًا من كتب اليونان في الموسيقى، وبذلك انتقل إليهم كثيرٌ من النظريات اليونانية في الموسيقى. وكدأبهم في العلوم الأخرى كانوا عمليين، فلم يقبلوا نظرية إلا بعد التثبت منها عمليًا. ومن المسلم به في الغرب أن ابن سينا والفارابي وغيرهما، زادوا على الموسيقى اليونانية

وأدخلوا عليها تحسينات جمّة. وكتاب الفارابي (توفي 339 هـ/950م) المسمى «كتاب الموسيقى الكبير» لا يقل في قيمته عن الكتب اليونانية في الموسيقى.

وفي الأندلس زاد زرياب (توفي 238 هـ/852م) أوتار العود وترًا خامسًا وسطًا (في المكان والقوة) سمّاه الأوسط، وجعله وسط الأوتار الأربعة، تحت المثلث وفوق المثنى. ويقال إن الفارابي هو الذي اخترع الآلة المعروفة (بالقانون)، وقد أطلق على الفارابي لقب المعلم الثاني، لأنه أول من وضع أسس التعاليم الصوتية، كما سُمي أرسطو من قبل المعلم الأول لأنه أول من وضع المنطق. ولم يكن الفارابي إلا مطورًا لمدرسة الكندي الذي يرجّح أن يكون أول من كتب في نظرية الموسيقى.

ومن تصنيفاته في هذا المجال: المصوتات الوترية، ترتيب الأنغام، المدخل إلى الموسيقى، رسالة في الإيقاع، كتاب الموسيقى. والسلم الموسيقي الذي وضعه الكندي هو سلم الموسيقى العربية المستعمل الآن، ويشتمل على 12 نغمة. ونجد في رسائل إخوان الصفا بحثًا في الموسيقى أدرجوه في القسم الرياضي من الرسالة الخامسة يتناولون فيه صناعة الموسيقى، وكيفية إدراك القوة السامعة للأصوات، وأصول الألحان وقوانينها، وكيفية صناعة الآلات وإصلاحها، ونوادر الفلاسفة في الموسيقى وتأثير الأنغام.

الواقع أنه لم يظهر أثر الصوتيات العربية مباشرة على العلم الأوروبي، كما هو الحال بالنسبة للبصريات أو باقي الفروع الفيزيائية. ويعود هذا - برأينا- لعدة أسباب :

1. عدم وجودها في مصنف واحد يسهل ترجمته ونقله، مثل كتاب «المناظر» لابن الهيثم. بل كانت مفرّقة هنا وهناك، فالملاحظة الأكثر وضوحًا على منهجية العلماء تكمن في الصورة التي جاءت فيها المادة

الصوتية. فقد وجدنا عند متابعتنا لمظان هؤلاء العلماء أنها كانت مجزأة لا تجمعها وحدة موضوعية، وهو الأمر الذي دعانا للعمل على لمِّ شتات هذه المواد وتصنيفها ضمن فقرات الموضوع الواحد للوقوف على منهج شامل للمادة العلمية عندهم، وذلك برصد جهد كل عالم، فضلًا عن رصد جهود العلماء بعضهم مع بعض، وإظهار ما أغفله السابق وذكره اللاحق، حتى ظهر لنا مدى التطور الذي أحدثه المتأخرون على المتقدمين.

2. لم تدعّم بالصيغ والعلاقات الرياضية (الجبرية منها أو الهندسية)، وارتكاز معظمها على الملاحظات الوصفية، أو المتأثرة باليونانية. فقد اتبع العلماء في دراستهم الصوتية منهجًا يخلط بين الوصفية والمعيارية في تفسير الظواهر الصوتية. إذا هم ما شعروا به من ظواهر صوتية في العملية السمعية الكلية، وفسروها بحسب خبراتهم المستمدة من تجاربهم القائمة على الملاحظة الذاتية في رصد الظواهر الطبيعية (الصوتية، السمعية)، فغلب على وصفهم الطابع الفلسفي المستند إلى الأدلة المنطقية في التعليل ومحاولة الوصول إلى الحقيقة، وحاولوا البرهنة على صحة ما توصلوا إليه من نتائج في هذا الجانب، ومنهجهم لم يكن شكليا بحتا مع أن الشكل يعد من أهم الأسس التي يستند إليها المنهج الوصفي الذي يعنى بالظاهر أكثر من عنايته بالمضمون. فقد وجدناهم يعتمدون كثيرًا على المضمون أيضًا، وبذا كان الخلط بين الوصفية والمعيارية واضحًا في منهجهم.

3. الانقطاع الحاد في متابعة بحوث الصوتيات من قبل العلماء العرب، لافتقارهم بتأسيس مدرسة علمية لها تلامذتها المتابعين لأعمال

أساتذتهم. مما جعل معظم هذه الجهود تندثر ويعود الغرب الأوروبي لاكتشافها من جديد بدءاً من عصر غاليليو في (القرن السادس عشر الميلادي).

4. قلما يأخذ أحد العلماء عن الآخر، أو أن يكمّل أحدهما الآخر، وهذا بسبب عدم درايته به، أو لعدم قناعته بصحة كلامه. مما جعل الإنجازات التي قدمها العرب والمسلمون ظواهر فردية منعزلة، وربما يكون لهذا أسبابه السياسية والثقافية السائدة في تلك العصور.

ومع ذلك فإن الأسباب السابقة لا يمكنها أن تقلل من أهمية التقدم والسبق الذي حققه العلماء العرب في مجال الصوتيات وتطبيقاتها، والتي سنوضحها في النتائج لاحقاً.

إن المعرفة تدين بظهورها لمن يطرحون التساؤلات أكثر ممن يبحثون عن الإجابة لها. ويكفي الحضارة العربية فخرًا أنها أنجبت الكثير من الذين طرحوا تساؤلات معرفية.

• الميـــكانيكـــا

عُرفت الميكانيكا التطبيقية عند المسلمين باسم (علم الحيل)، وأطلقوا عليها أحيانا علم الآلات الروحانية والحيل الروحانية. وهي فرع من العلوم الفيزيائية التي لقيت قدرًا ليس بالقليل من اعتناء العلماء العرب والمسلمين. ومع أنهم لم يبدعوا فيه إبداعهم في علم المناظر (البصريات) من الناحية النظرية، إلا أنهم توصلوا إلى استنتاج بعض مبادئه وقوانينه الأساسية.

من الممارسات المتبعة بين العلماء المسلمين أن ترتبط العلوم المتنوعة لتحديد أو تأكيد النتائج في الممارسة والنظرية. في هذه الحالة، يجري استخدام الميكانيكا، على سبيل المثال، لإثبات صحة النظريات الميكانيكية. ويمكن إثبات قانون النسب العكسية من خلال إظهار أن نسبة وزنين في التوازن على رافعة تتناسب عكسياً مع نسبة المسافة بينهما من نقطة ارتكاز. وقد استخدم البيروني الميزان لبيان قواعد الجبر والمقابلة، وعلى العكس من ذلك، استخدم الخازني قوانين التناسب لتحديد دقة الموازين.

عرف العلماء العرب والمسلمون هذا العلم من خلال حركة الترجمة الأولى التي أخذوها من اليونانيين، إلا أن ما درسوه كان محدودًا جدًا، مع ذلك طوروه، وأضافوا إليه أشياء كثيرة.

في كتاب الخوارزمي «مفاتيح العلوم»، يعد علم الحيل أحد العلوم الثمانية الأساسية. حيث يقسّمه إلى قسمين:

- الأول يبحث في جر الأثقال بالقوة اليسيرة والآلات المستخدمة فيه.
- والثاني يبحث في آلات الحركة وصنعة الأواني العجيبة.

لقد كان لدى العرب والمسلمين آلات رفع متعددة الأشكال، صمموها على أسس ميكانيكية تسهّل جر الأثقال. ذكر منها الخوارزمي؛ البرطيس، والمخل، والبيرم، والآلة كثيرة الرفع، والإسفين، واللولب، والسهم، والأسطام، والمحيط، والإسقاطولي.

وصنعوا طواحين وعجلات ومضخات تسحب الماء، من أشهرها؛ مضخة بديع الزمان بن الرزاز الجزري التي يعدها البعض الجد الأقرب للآلة البخارية. وقد كتب العلماء العرب والمسلمون في علم مراكز الأثقال، وهو علم يبحث في كيفية استخراج مركز ثقل الجسم المحمول. ومن العلماء الذين ألّفوا في هذا المجال أبو سهل القوهي الذي قدّم في أبحاثه معالجة رياضية للموضوع.

كما صنف في ذلك أيضًا عبد الرحمن الخازني، فنجد في كتابه «ميزان الحكمة» مباحث غنية في مراكز الأثقال. ويعد هذا الكتاب من أكثر الكتب استيفاء لبحوث الميكانيكا. ويبدو من عرضه أنه كان يملك آلات وطرائق رياضية لحساب الوزن النوعي لمختلف أنواع الموادن.

ويفوق كتاب بديع الزمان بن الرزاز الجزري وعنوانه «الجامع بين العلم والعمل النافع»، ما سبقه من مؤلفات في مجال الميكانيكا، ذلك أنه يوفر كثيرًا من المعلومات عن الفن الصناعي لدى العرب آنذاك. فهو أشمل منها وأكثر تنوعًا في الحيل الهندسية، جمع فيه كل وسائل الصنع التي استخدمها من سبقه، وما أضافه بنفسه بوصفه معلمًا حرفيًا، وقد وضع في هذا الكتاب تصاميم للساعات، والأواني العجيبة، والإبريق والطست، وإخراج الماء من الأعماق، والآلات الزامرة وغيرها من الآلات البديعة.

(إلى اليمين) تصميم لآلة تعطى مقدار الدم المفصود من جسم الشخص كما جاء تصميمها في كتاب الجزري، (إلى اليسار) تصميم حديث للآلة نفسها

درس هـذا المفهـوم مـن الفلاسـفة والحكمـاء كل مـن: أبـي بكـر الـرازي، وإخـوان الصفـا، وابـن سـينا، والبيرونـي، وابـن رشـد، والآمـدي. وقـد اختلفـت آراؤهـم، فمنهم مـن تأثـر بمـا قالـه أرسـطو واتبـع خطواتـه، ومنهـم مـن عـرف هـذا المفهـوم بطريقتـه الخاصـة. ومنهـم مـن جانـب الصـواب كثيـرًا للوصـول إلـى المفهـوم الحقيقـي للسـرعة.

نجـد أن أبـا بكـر الـرازي (القـرن العاشـر الميـلادي) كان يفـرق بـين التواتـر والسـرعة: «لا تقـاس حركـة بسـكون ولا سـرعة بتواتـر». فهـو يحـدد لنـا أنـه كمـا أن الحركـة تختلـف عـن السـكون، فـإن سـرعة الحركـة تختلـف عـن تواتـر الحركـة.

أما إخوان الصفا (القرن العاشر الميلادي)، فقد اقتربوا كثيرًا من مفهومنا الحالي للسرعة، لكن طبعا بصيغته النصية. وربما كانوا بذلك أول من قدم تعريفًا دقيقًا للسرعة. التعريف الذي أخرج القوة والمقاومة كعنصرين في علاقة السرعة الأساسية الأرسطية، وأدخل بدلًا عنهما المسافة والزمن.

يُعدّ ابن سينا أحد أكبر تلامذة المدرسة المشائية، إلا أننا نراه يخرج على رؤية معلمه أرسطو، بتعريف واضح ودقيق لمفهوم السرعة، وهو يختلف تمامًا عما درج عليه الأرسطيون. فهو يرى أن السرعة هي: «كون الحركة قاطعة لمسافة طويلة في زمان قصير». كما قال بذلك إخوان الصفا سابقًا.

ومع أن البيروني، معاصر ابن سينا، قد توصل أيضا إلى مفهومي السرعة الآنية والتسارع Acceleration، إلا أنه لم يجد من العرب والمسلمين من يطورهما ويبني عليهما دراسات كمية فيزيائية. وحسب موسوعة لاروس أن البيروني توصل إلى مفهوم السرعة الآنية والتسارع في كتابه «القانون المسعودي».

ومن جملة أقواله عن حركة الشمس (تبعاً لاعتقاده بالنظام البطليموسي في مركزية الأرض) أن حركتها غير منتظمة. وتفسير ذلك عنده يقوم على ما تبين له أن مسار الشمس إذا كان حقا دائرة، فإن الأرض لا تقع في مركزها. «لذلك إذا كانت حركة الشمس منتظمة بالنسبة للمركز، فهي لا تكون كذلك بالنسبة للأرض».

ثم يعطي طريقة لحساب السرعة الوسطى بتقسيم طول المدار على الزمن. والحقيقة أنه إذا كانت حركة الشمس منتظمة حول مركزها، فإن سرعتها الخطية هي نفسها بالنسبة للمركز وللأرض. ولكن ما يتغير هو السرعة الزاويّة، وهذه على الأرجح التي قصدها.

نعـرف بـأن الضغـط حاليًـا هـو القـوة المؤثـرة علـى وحـدة السـطح، وقـد ميـز العلمـاء العـرب والمسـلمون بـين نوعـين مـن الضغـوط:

1. الضغط الجوي

حيـث بحـث العلمـاء العـرب والمسـلمون في الضغـط الجـوي؛ ويبـدو ذلـك فيمـا قـام بـه الخازنـي في كتابـه «ميـزان الحكمـة».

2. ضغط السوائل وتوازنها

لقـد كتـب العلمـاء العـرب والمسـلمون في الأنابيـب الشّـعريّة ومبادئهـا، وتعليـل ارتفـاع الموائـع وانخفاضهـا، ممـا قادهـم إلـى البحـث في التوتـر السـطحي وأسـبابه. ويعـد البيرونـي أحـد الأوائـل الـذي وضعـوا أسـس علـم السـوائل وتوازنهـا. فقـد تحـدث البيرونـي في كتابـه «الآثـار الباقيـة عـن القـرون الخاليـة» عـن هـذا الموضـوع، فشـرح الظواهـر التـي تنشـأ مـن ضغـط السـوائل واسـتقرارها، كمـا شـرح نتيجـة لذلـك كيفيـة تجمـع ميـاه الآبـار بالرشـح مـن الجوانـب القريبـة إليهـا، وتكـون سـطوح مـا يجتمـع منهـا علـى الاسـتواء نفسـه لتحقيـق توازنهـا، ويقـول مصطفـى نظيـف: «إن البيرونـي شـرح صعـود ميـاه الفـوارات والعيـون إلـى أعلـى، وكيـف تنبثـق عاليًـا تحـت ضغـط السـوائل وصـولًا إلـى توازنهـا».

وقـد تنـاول البيرونـي إمكانيـة إحـداث فـرق في الضغـط، وذلـك بوسـاطة آلـة تسـمى (سـارقة المـاء)، وهـي أنبوبـة معطوفـة حيـث يمـص الـرأس الآخـر إلـى أن يصـل المـاء إليـه، وينصـب منـه فـلا يـزال يسـيل إلـى أن ينكشـف رأسـه الـذي في المـاء، ولا يمكـن ذلـك إلا أن يكـون الـرأس الـذي يمـص أسـفل مـن سـطح المـاء، فأمـا إذا كان أعلـى منـه فإنـه لا ينصـب منـه.

لقد ميز أبوبكر الرازي، قبل نيوتن بقرون، بين الفضاء المطلق والنسبي. فالفضاء المطلق، وهو ثلاثي الأبعاد ولانهائي، وهو يوجد بشكل مستقل تمامًا عن الأجسام الموجودة فيه. وقد علق على هذا الباحث بينس بقوله: «يبدو أن الرازي اقترح كدليل على وجود فضاء ثلاثي الأبعاد، حقيقة أنه إذا أزال المرء عن طريق القدرة التصورية، أو على الأرجح الخيال (الوهم)، فإن الفضاء المطلق سوف يبقى موجودا، أي أنه سيبقى الشخص يتخيل تلك الكلية (بالوهم)». في مكان آخر يقدم دليلًا على وجود مساحة فارغة خارج العالم، وعامة الناس الذين لم تفقد روحهم عفويتها، يقولون إن عقلهم يخبرهم بوجود مثل هذا الفضاء. بعبارة أخرى، يعتبر الرازي حقيقة أن المفهوم المادي أو التمثيل مقبول على أنه مؤكد عن طريق العقل، أومن قبل القوة التصورية أو الخيال، هو دليل على وجوده الحقيقي.

أبدى ابن سينا بعض الملاحظات التي تتعلق بحركة اندفاع القذائف، وقد وصل إلى نتائج مغايرة لما وصل إليه أرسطو، وهي تتفق في بعض جوانبها مع نظرية يحيى النحوي (فيليبونوس)؛ ففي حين يتفق الاثنان أن الجسم في حالة الاندفاع تكون قوته المستمدة من السبب الذي أثار حركته تكون قادرة في الأصل على دفع تلك القوة التي تعيقه عن الحركة في اتجاه معين، أي أن الجسم يتغلب على مقاومة الوسط الذي يتحرك فيه، حتى تتبدد أخيرا في الخلاء. إلا أنهما يختلفان في نقطة، إذ يرى ابن سينا أن القوة (التي يسميها بالميل القسري) لا تتبدد في الخلاء، بل إنها تستمر وتستمر لو أمكن وجود خلاء تتحرك فيه، وهذه إشارة لمبدأ القصور الذاتي أو العطالة Inertia الذي سيعود ويكتشفه غاليليو مرة أخرى بعد ابن سينا بخمسة قرون.

وقد حاول ابن سينا أن يعطي هذا النوع من الحركات معادلة كمية، فقرر أنه إذا حرّكت قوةٌ جسمًا ما، فإن سرعة هذا الجسم تكون مساويةً عكسيًّا لميله

الطبيعي أو ثقله، وإن المسافة التي يقطعها هذا الجسم المتحرك بسرعة ثابتة تكون مساوية عكسياً لثقله. وقد تبنى البطروجي الأندلسي نظرية ابن سينا هذه في الحركة القسرية (أو ما يسميه بالميل الطبيعي)، ومنه انطلقت لأوروبا فظهرت أول مرة في كتابات بيتر أوليفي الذي ترجم الاصطلاح العربي (الميل القسري) إلى Inclination Violent ثم حرف بعد ذلك على يد جون بوريدان إلى Impetus Inpressus، وحدده بأنه حاصل ضرب الكتلة في السرعة، وهو يعبر تماماً عن مفهوم الاندفاع في الفيزياء الحديثة. كما أن تعبير الميل الذي أطلقه غاليليو على الاندفاع لا يختلف عن المدلول الذي كان له عند ابن سينا، وإن كان يختلف عنه لدى كتاب العصور الوسطى. فقد كان (الميل القسري) في نظرهم له مضمون أرسطي وهو العلة الفاعلة للحركة، في حين لم يكن في نظر غاليليو سوى وسيلة لوصف الحركة رياضيّا. هذا التفسير الجديد أدى إلى قيام نوع جديد من الفيزياء، مع أنه بقي يستخدم بعض المفاهيم الأساسية في الفلسفة الطبيعية للعصور الوسطى.

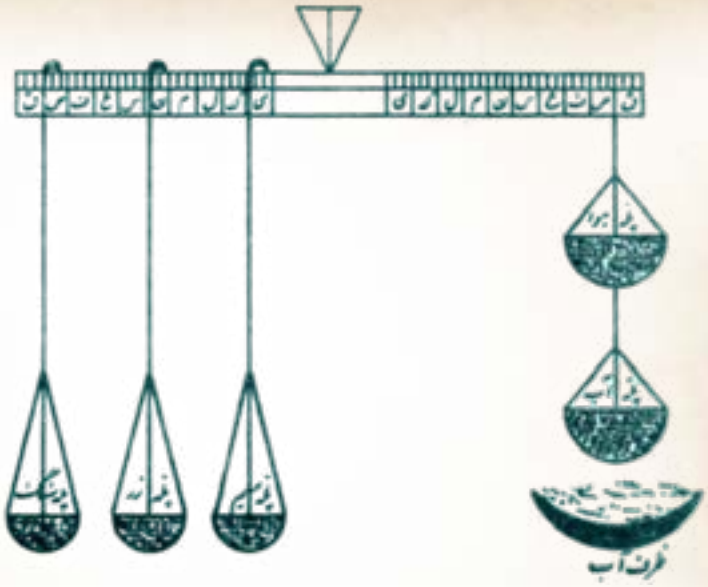
• المـــوازيـــن

لقد كانت صناعة الموازين في صدر الإسلام حرفة مستقلة، ذلك أن التجارة كانت أحد المصادر الرئيسة للاقتصاد الإسلامي، وقد أوكل إلى والي الحسبة مراقبة الموازين والمكاييل، وفحص وسائل الغش في صناعتها، ووسائل أداء التجار في استخدامها.

وقد أولى الفيزيائيون المسلمون الميزان عناية خاصة كونه أداة تتعدى وظيفتها في قياس الوزن، فقد أرادوه أيضا أداةً عمليةً لتقدير الوزن النوعي للمواد. وكانوا يعدون الميزان من عجائب النسبة، واخترعوا موازين غاية في الدقة كانت نسبة الخطأ فيها أقل من أربعة أجزاء من ألف جزء من الغرام.

بل كانت لديهم موازين أدق من ذلك، إذ نجد أنه عندما وزن الباحث فلندرز بتري ثلاث قطع نقدية إسلامية قديمة، وجد أن الفرق بين أوزانها جزء من ثلاثة آلاف جزء من الغرام. ولا يمكن الوصول إلى هذه الدقة في الوزن إلا باستعمال أدق الموازين من النوع الذي ينبغي أن يوضع في صناديق زجاجية، حتى لا تؤثر فيها تموجات الهواء، مع إعادة الوزن مرارًا.

كما استخدموا ميزان القبان، والميزان الحساس في وزن جميع السلع ابتداءً من المجوهرات وانتهاءً بالمحاصيل الزراعية. وصنّفوا في الموازين مؤلفات قيمة. فلثابت بن قرة كتابان، أحدهما: «في استواء الوزن واختلافه وشرائط ذلك»، والثاني في القرسطون (ميزان الذهب). ولعبد الرحمن الخازني كتاب «ميزان الحكمة» الذي وصف فيه أشكالا متعددة للموازين وصفًا دقيقًا مفصلًا.



أحد أشكال الموازين التي ابتكرها الخازني ووضعها في كتابه «ميزان الحكمة»

من الذين ألّفوا في الميزان أيضا: القوهي، والفارابي، وابن سينا، وقسطا بن لوقا، وابن الهيثم، وأيدمر الجلدكي، واستخدموا لموازينهم أوزاناً منوعة. وأفضل كتاب في هذا المجال هو الذي وضعه عبد الرحمن بن نصر المصري للمراقب العام (الذي كان يسمى المحتسب)، لأحوال السوق التجارية في عهد صلاح الدين الأيوبي.

ومن الطريف أن العرب عند بحثهم في خواص النسبة أشاروا إلى أن عمل القرسطون (القبان) هو من عجائب النسبة. فقد جاء في رسائل إخوان الصفا قولهم: «... ومن عجائب خاصية النسبة ما يظهر في الأبعاد والأثقال من المنافع، ومن ذلك، يظهر في القرسطون، أعني القبان، وذلك أن أحد رأسي عمود القرسطون طويل بعيد من المعلاق والآخر قصير قريب منه. فإذا عُلق على رأسه الطويل ثقلٌ قليلٌ، وعلى رأسه القصير علق ثقل كثير تساويا وتوازنا

حتى كانت نسبة الثقل القليل إلى الكثير كنسبة بعد رأس القصير إلى بعد رأس الطويل من المعلاق... «، والمعلاق هنا هو نقطة الارتكاز.

وقد بنى الخازني كتابه «ميزان الحكمة»، وكذلك ثابت بن قرة (القرسطون) على البراهين الهندسية، وكانت مسلماتهما نقطة الانطلاق في مؤلفات علماء النهضة في أوروبا. وهي مرحلة سابقة لكل من غاليليو في مؤلفه «محاورات حول علمين جديدين»، وإسحق نيوتن في عمله الكبير «المبادئ الرياضية».

ومن هذه المسلمات:

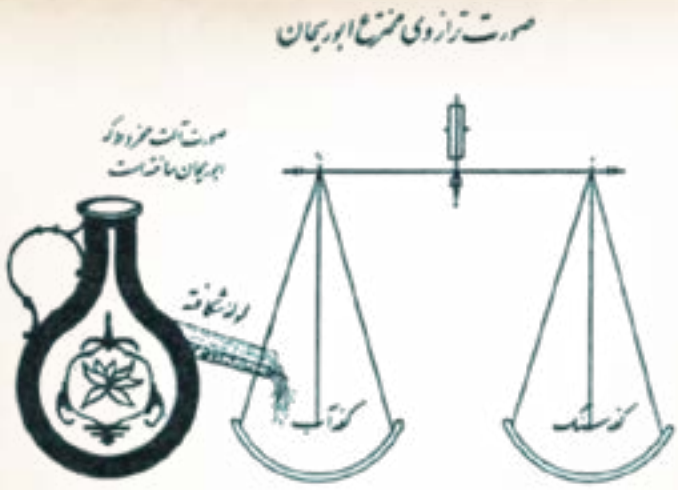
1. كل مسافتين يقطعهما متحركان في زمانين متساويين، فإن نسبة إحدى المسافتين إلى الأخرى كنسبة قوة المتحرك في المسافة المستوية إلى قوة المتحرك الآخر.
2. الأجسام الثقال قد تتساوى أثقالها، وإن كانت مختلفة في القوة ومختلفة في الشكل.
3. الأجسام الثقال مختلفة القوى؛ فمنها ما قوته أعظم، ومنها ما قوته أصغر.
4. كل خط ينقسم بقسمين متساويين ويعلق في طرفيه ثقلان متساويان، فإن ذلك الخط إذا علّق بالنقطة القاسمة له بنصفين، وازى الأفق.
5. إن معرفة أوزان الأثقال المختلفة المقادير، تكون بتفاوت أجرام رطوبات يغاص فيها الموزون رقة وخثوراً.

• الـــوزن النوعـــي

بحث العلماء المسلمون أيضا في الوزن النوعي، وعرّفوا الثقل والخفة، فقالوا: «إن الجسم إذا ما أخرج عن موضعه الطبيعي فاتجه نحو مركز الأرض؛ أي إلى أسفل يُسمّى ثقيلًا، أما إن اتجه نحو محيط العالم، أي إلى العلو سُمّي خفيفًا. واستنبطوا طرائق لحساب الوزن النوعي واخترعوا له الآلات، وقاموا بحساب ثقل عدد من الأجسام حسابًا يقارب التقدير الذي وصل إليه المعاصرون وأحيانا يطابقه، وهم أول من وصل إلى نسب حقيقية بين وزن الأجسام المختلفة وبين وزن الماء.

أول من بحث في الوزن النوعي سند بن علي في عهد المأمون (توفي 218 هـ/833م)، ومن الذين بحثوا هذا الأمر ابن سينا أيضاً. أما العالمان اللذان برزا على غيرهما في هذا المجال فهما: البيروني والخازني.

فقد كان البيروني يجري تجاربه بنفسه ليتأكد من الحقيقة العلمية، وكان يعيد التجربة مرات ومرات ليتأكد من نتائجه التي توصل إليها. ولتحديد الوزن النوعي لبعض الفلزات والجواهر قام البيروني باستخدام جهاز مخروطي الشكل ذي مصب بالقرب من فوهته، بحيث يتجه هذا المصب إلى أسفل. وكان يزن الجسم المطلوب قياس وزنه النوعي وزنًا دقيقًا، ثم يدخله في جهازه المخروطي المملوء بالماء، وهنا يحل الجسم الذي أدخله في الجهاز محل حجم مساوٍ له من الماء الذي يفيض من المصب، بعد ذلك يقوم بوزن الماء المزاح، ومن ثم يحدد الوزن النوعي للجسم بحساب النسبة بين وزن الجسم ووزن الماء الذي أزاحه.



يقول المؤرخ ألدوميلي: «يعد جهاز البيروني أقدم مقياس لكثافة المواد».

اكتشف البيروني أن هناك تباينا في الوزن النوعي للماء، فقد وجد أن الوزن النوعي للماء البارد يزيد عن الوزن النوعي للماء الساخن بمقدار 0.041677، أي أن الماء يزيد حجمه بالتبريد بنحو 4.1667 %.

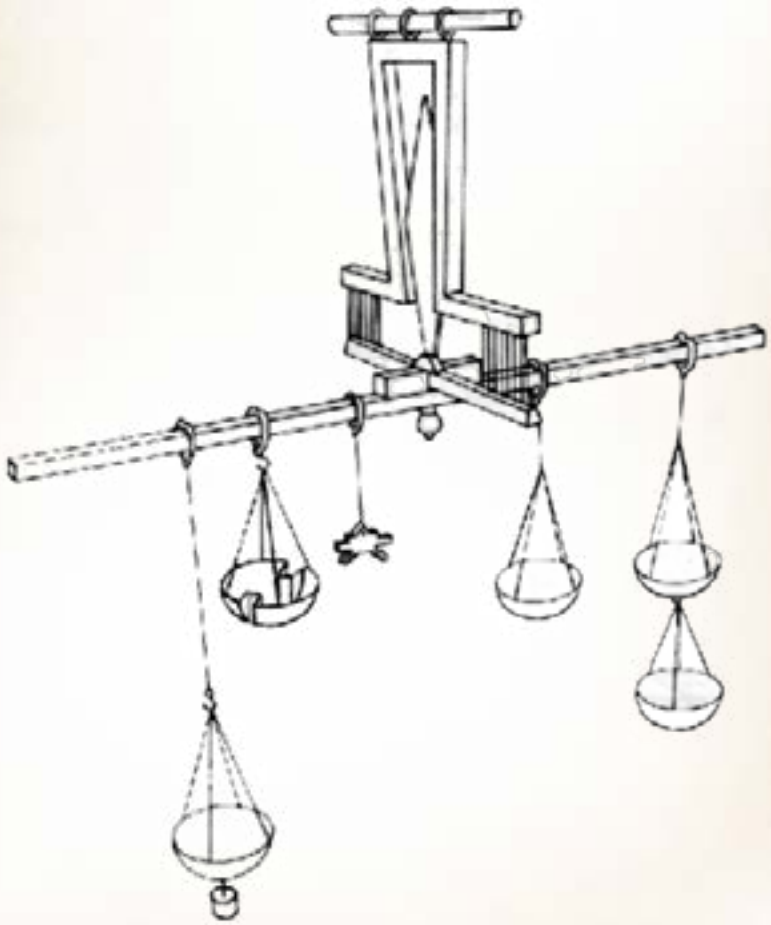
أما الخازني فقد وصف ميزانا غريب التركيب لوزن الأجسام في الهواء والماء، وقام باستخراج الوزن النوعي لكثير من المعادن والسوائل والأجسام الصلبة التي تذوب في الماء، ووضعها في جداول في غاية الدقة، وصلت صحتها في بعض الأحيان إلى درجة التطابق مع الوزن الحديث. وقد أتقن قياس الوزن النوعي للسوائل حتى لم يتعد خطؤه فيه ستة من مائة من الجرام في كل ألفين ومائتي غرام.

يجب أن ننظر إلى النسبة التي توصل إليها الخازني على أنها دقيقة جدا إذا ما أخذنا في الحسبان دقة الأجهزة العلمية الحديثة. كما أن الاختلاف الطفيف بين ما وصل إليه الخازني وما وصل إليه المعاصرون يمكن تعليله؛ فمياه البحر

تختلف في مقدار ملوحتها. فالبحار الداخلية (كالبحر الميت وبحر قزوين)، تكون نسبة ملوحتها أكثر، وبالتالي أثقل من مياه البحار المفتوحة كالمحيطات. كما أن الوزن النوعي للحليب يختلف باختلاف الأبقار والمراعي، ولم يذكر الخازني مياه البحر التي وزنها، ولا نوع وعدد البقر الذي أجرى عليها التجارب.

وصف الخازني في كتابه «ميزان الحكمة» كيفية استخدام ميزانه، ولاسيما فيما يتعلق بتحديد الأثقال النوعية. وتظهر في هذه الصفحة دراسات مختلفة لنقل أماكن ارتباط الكفتين على القضيب، وكذلك أثقالاً ذات قيم مختلفة

كذلك يمكن القول إن علماء الحضارة الإسلامية قد عرفوا خاصية اللزوجة، وأشاروا إليها عندما تكلموا عن مقاومة الحركة، أو عند تبسيط بعض الظواهر الطبيعية حتى يسهل فهمها واستيعابها. من ذلك ما قاله ابن سينا عن السقوط الحر للأجسام في أوساط مادية مختلفة، «حيث أن مقاومة المنفوذ فيه هو المبطل للقوة المحركة»، وما قاله ابن ملكا البغدادي «من أن الوسط الأكثف يبطئ حركة الجسم أكثر و(الوسط) الأرق أقل تبطئة لحركة الجسم فيه.



تصميم حديث لميزان الخازني ذي الكفات الخمس

كما اهتم العلماء العرب والمسلمون بالدراسات التي ترتبط بنظريات الرافعات والموائع لاستخراج أدق الوسائل المتعلقة بصناعة الموازين.

كما ألّف العلماء العرب والمسلمون فصولًا متخصصة، وأحياناً متناثرة في علم الموائع وكيفية حساب الوزن النوعي لها، إذ ابتدعوا طرائق عديدة لاستخراجه، وتوصلوا إلى معرفة كثافة بعض العناصر، وكان حسابهم دقيقًا مطابقًا، لما هو عليه حاليًا أو مختلفًا عنه اختلافًا يسيرًا.

فإلى جانب أبحاثه في الوزن النوعي للسوائل وغيرها، بحث البيروني في ميكانيكا الموائع؛ فشرح الظواهر التي تقوم على ضغط السوائل وتوازنها، وشرح كيفية تجمع مياه الآبار والمياه الجوفية بالرشح من الجوانب، كما تحدث عن كيفية فوران المياه وانبثاق النوافير وصعود مائها إلى أعلى.

كما يعد الخازني أبرز الذين وضعوا مؤلفًا في الموازين والهيدروستاتيكا، وكتابه «الميزان الجامع أو ميزان الحكمة»، موسوعة تشمل هذين العلمين بما في ذلك الأوزان النوعية لكثير من المعادن. واخترع الخازني آلة لمعرفة الوزن النوعي للسوائل، ووصل في تجاربه درجة كبيرة من الدقة، واستخدم ميزان الهواء للحصول على الوزن النوعي للسوائل بكل نجاح، وتوصل إلى نتائج باهرة إذا ما قورنت بالتقديرات الحديثة.

لقد أجرى الخازني تجارب لإيجاد العلاقة بين وزن الهواء وكثافته. وأوضح أن المادة يختلف وزنها في الهواء الكثيف عنه في الهواء الخفيف لاختلاف الضغط، كما بيّن أن قاعدة أرخميدس لا تسري فقط على السوائل، بل تسري أيضًا على الغازات.

وقال الخازني في كتابه «ميزان الحكمة»: إن للهواء وزنا وقوةً رافعةً كالسوائل تماماً؛ فالهواء كالماء يحدث ضغطًا من أسفل إلى أعلى على أي جسم مغمور فيه. وعلى ذلك فإن وزن أي جسم مغمور في الهواء ينقص عن وزنه الحقيقي، وأن مقدار ما ينقص من الوزن يتوقف على كثافة الهواء. ولا شك في أن هذه

الدراسـات سـبقت دراسـات تورشـيلي وباسـكال وبويـل وغيرهـم، ومهّـدت بذلـك لاختـراع مقيـاس الضغـط الجـوي (البارومتـر). وتنـاول في الكتـاب نفسـه ظاهـرة الأنابيـب الشـعرية.

نسخة مترجمة من كتاب الخازني إلى الفارسية، ألفه (عام 515هـ/1211م). حيث راجع فيه كل التراث السابق حول الميزان: من اليونانيين (أرخميدس، إقليدس، منلاوس)، وحتى العرب والمسلمين (ثابت بن قرة، البيروني)، وعمل ميزانا يفوق كل ما سبقه بدقته

وفي «الميـزان الجامـع» يبحـث الخازنـي في المقدمـات الهندسـية والطبيعيـة لصنـع الميـزان، ومراكـز الأثقـال كمـا وصفهـا ابـن الهيثـم وأبـو سـهل القوهـي، ومقدار غـوص السـفن. كمـا بحـث في أسـباب اختـلاف الـوزن، ومعرفـة النسـب بـين الفلـزات والجواهـر في الحجـم، وموازيـن المـاء وفحصهـا، واسـتخدام الصنجـات الخاصـة بالموازيـن، ووزن الدراهـم والدنانيـر دون صنجـات، وميـزان السـاعات وميـزان تسـوية الأرض. وقـد ترجمـت كتابـات الخازنـي إلـى اللاتينيـة ثـم الإيطاليـة في وقـت مبكـر، واسـتعانت بهـا أوروبـا في العصـور الوسـطى وبدايـات العصـر الحديـث.

ومـن الذيـن برعـوا في الميكانيـكا أبـو الصلـت بـن أبـي الصلـت (تـوفي 529هـ/1134م)، والـذي تسـبب علمـه في حبسـه في مصـر، إذ عـرض أبـو الصلـت خدماتـه لانتشـال سـفينة غارقـة محملـة بالنحـاس قبالـة سـاحل الإسـكندرية، وكانـت حاجـة الدولـة الإسـلامية لهـذا النحـاس ملحّـة؛ لأن الزمـن زمـن الحـروب الصليبيـة. وكان مـن الحاكـم أن بنـى مركبـا آخـر بنـاءً علـى طلـب أبـي الصلـت، ثـم ربـط المركـب الغـارق بحبـال مـن الحريـر المبـروم، وشُـدّت إلـى دواليـب (بكـرات). وارتفـع المركـب الغـارق حتـى إذا مـا حـاذى سـطح المـاء انقطعـت الحبـال وغـاص المركـب مـرة أخـرى.

ومـع إخفـاق هـذا المهنـدس في هـذه المحاولـة، إلا أن اسـتعماله الحبـال والبكـرات المتعـددة، يـدلان علـى مـا كان قـد وصـل إليـه علـم الحيـل في ذلـك الوقـت، وفي ذلـك دلالـة علـى براعتـه النظريـة والتطبيقيـة. وربمـا غـاب عنـه مبـدأ أرخميـدس الـذي يقـول إن كل جسـم مغمـور في سـائل يفقـد مـن وزنـه بقـدر وزن حجمـه مـن ذلـك السـائل. فلمـا ارتفـع المركـب إلـى السـطح صـار وزنـه أثقـل مـن وزنـه تحـت المـاء، فـكان عليـه إمـا أن يزيـد عـدد الحبـال أو يفـرغ بعضـاً مـن حمولـة المركـب.

تزيد البكرات من مضاعفة القوة، وقد كان هذا المبدأ معروفا منذ أيام أرخميدس (صاحب الثوب الأحمر في الصورة)، الذي طبقه لجر سفينة طافية (وليس لجر سفينة غارقة كما فعل أبو الصلت) للشاطئ

لقد برع العلماء العرب والمسلمون في صنع الساعات التي تعمل بالماء والرمل والزئبق والشمع أو بالأثقال المختلفة، كما اخترعوا الساعات الشمسية وأعطوها شكلاً دائرياً يتوسطه محورٌ دائري آخر. واستطاعوا عن طريقها تحديد موقع الشمس والزمن ووضع التقاويم السنوية. وكانت الساعة الشمسيةُ النقالةُ أو ساعة الرحلة كما كانوا يسمونها، أكثر اختراعاتهم أصالة في هذا المجال. كما اخترعوا نوعًا من الساعات الشمسية المنبّهة التي كانت تعلن عن الوقت بصوت رنّان وسُميّت (الرخامة). كما صنعوا نوعًا من الساعات المائية كانت تقذف على رأس كل ساعة منها كرةً معدنيةً في قدح، وتدور حول محور تظهر فيه النجوم أو رسوم أخرى، وما تلبث أن تبرق كلما جاوزت الساعة الثانية عشرة منتصف الليل، وعندها يمر فوقها هلال مضيء.

هـذه البراعـة في صناعـة السـاعات كانـت منـذ أيـام هـارون الرشـيد عـام (192 هـ/807م)، الـذي أهـدى إلـى الملـك الفرنسـي شـارلمان سـاعة نحاسـية أدهشـته، وكانـت تُسـقط كل اثنتـي عشـرة سـاعة كـرة صغيـرة تحـدث لـدى اصطدامهـا بإنـاء معدنـي إيقاعًـا جميـلًا، وكان بهـا 12 حصانًـا تقفـز مـن 12 بوابـة كلمـا دارت السـاعة دورة كاملـة. ومـن شـدة دهشـة الفرنسـيين بهـذه السـاعة اعتقـدوا أن مـن يحرّكهـا الجـن والشـياطين، ولا نعلـم شـيئًا عـن مصيرهـا بعـد ذلـك، ربمـا بسـبب هـذا الاعتقـاد حطموهـا!

ولعـل أشـهر السـاعات إلـى جانـب سـاعة هـارون الرشـيد كانـت سـاعة الجامـع الأمـوي، وكانـت هـذه السـاعة تُسـقط عنـد كل سـاعة مـن سـاعات النهـار صنجتـين (كرتـين معدنيتـين) مـن فمـي بازيـن علـى طاسـتين مثقوبتـين. أمـا بالليـل فتجهـز بمصبـاح يـدور بـه المـاء خلـف زجاجـة داخـل الجـدار، وكلمـا انقضـت سـاعة مـن سـاعات الليـل عـم الزجاجـة ضـوء المصبـاح، ولاحـت للأبصـار دائـرة متوهجـة حمـراء. ومـن السـاعات الشـهيرة أيضـاً سـاعة مرصـد سُـرَّ مَـنْ رأى (سـامراء)، وكانـت بهـا دُمـى تظهـر في أوقـات ومواعيـد ثابتـة لتـؤدي بعـض الحـركات.

لقـد عـرف العلمـاء الصينيـون واليونانيـون والرومـان حركـة الرقّـاص، وقامـوا باسـتخدامها في بعـض الأجهـزة والأدوات ذات الطابـع المسـاحي، لكننـا لا نعـرف أي شـيء عـن دراسـتهم لهـذا النـوع مـن الحـركات.

(إلى اليسار) ساعة الفيل على صفحة من كتاب الجزري (في معرفة الحيل الهندسية) 1315م.
(إلى اليمين) تصميم حديث لساعة الفيل

لقد وجدنا بعد عملية بحث طويلة – ومن خلال المصادر التي وصلتنا- أن العلماء العرب والمسلمين الذين جاؤوا بعد ذلك قد لاحظوا الحركة الدورية عند بعض الأجسام (مثل حركة الأرض حول الشمس، أو نبضات القلب)، وركزوا جهدهم وفكرهم لدراستها وذلك منذ (القرن الرابع الهجري/العاشر الميلادي) وحتى (القرن العاشر الهجري/السادس عشر الميلادي).

وقد أطلق العلماء العرب (على المستوى الاصطلاحي)، أربعة أسماء على الرقاص هي؛ الموّار والنوّاس والخطّار، ووجدنا أن لفظي (الموار أو النواس) أقرب لوصف هذه الأداة من لفظي (الرقاص أو الخطار).

ووجدنا أن أبا علي الجبائي قد أقرّ أنّ حركة الحبل المعلق في السقف لا يوجد فيها انتقال، وإنما اضطراب وحركة.

وقد قدم أبو بكر الكرجي أولى الدراسات الهندسية لحركة ثقل معلق بخيط، وذلك في كتابه «إنباط المياه الخفية». كما درس كل من أبي رشيد النيسابوري وابن مثويه حركة ثقل معلق بسلسلة بدلا من خيط، في محاولة لتفسير سبب اهتزازه بإزاحته عن وضع توازنه.

وفي مرحلة لاحقة تطورت الاستفادة من حركة الرقاص (الثقل المعلق بخيط) كثيرًا على يد كل من أبي الفتح الخازني في كتابه «ميزان الحكمة»، وأبي الحسن المراكشي «جامع المبادئ والغايات في علم الميقات»، خصوصًا لدى استخدامها كمؤشر للدلالة على مقدار استواء السطوح.

وقد عُثر في مخطوط «التحفة الشاهية في الهيئة» للفلكي قطب الدين الشيرازي، عن أول استخدام لحركة الرقاص الحرّة في قياس الزمن.

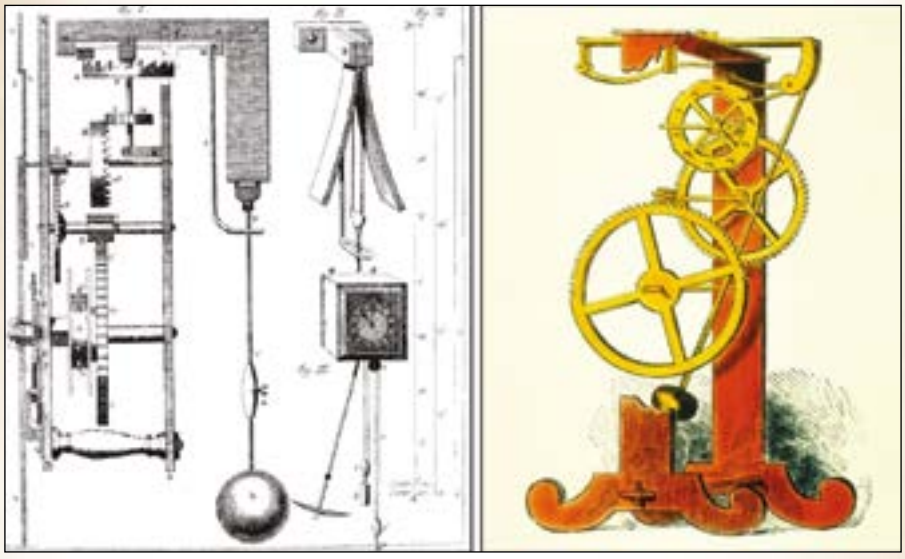
كما عُثر في مخطوطة تقي الدين الراصد الدمشقي «الكواكب الدرية في البنكامات الدورية»، على أول صنع لساعة ميكانيكية مصممة تصميما هندسيا بارعا، اتخذت من الحركة الدورية لرقاص ذي كتلتين (ميزان إلتوائي) أساسًا في عملها.

لقد كان ابتكار الرقاص أمرًا لا يُقدر بثمن، فلولاه لما وصلت العلوم الفلكية إلى المنزلة العالية التي هي عليه اليوم، فالأوربيون لم يعرفوا الرقاص إلا في القرن السابع عشر للميلاد.

للعرب اختراعات أخرى صمموا بعضها بغرض التسلية، وبعضها الآخر للأغراض العملية، وكانت كلها، تعمل وفق نظام تلقائي أو شبه تلقائي. وكانت

صناعـة اللعـب والدُّمـى المتحركـة منتشـرة بكثـرة لديهـم، وقـد أفـرد لهـا الجـزري مؤلفـاً سـماه (الجامـع بـين العلـم والعمـل النافـع في صناعـة الحيـل).

وكذلك ألّف أبو عامر أحمد الأندلسي كتاباً باسم «الباهر في عجائب الحيل». وقد وصف فيهما أنواعاً كثيرة من الدُّمى التي كانت تصنع من الشمع وخامات أخرى، كانت تتحرك بنفسها، وضمنا كتابيهما عدداً كبيراً من الرسوم الإيضاحية التي تبيّن تركيب هذه الدُّمى والآلات وطبيعتها.

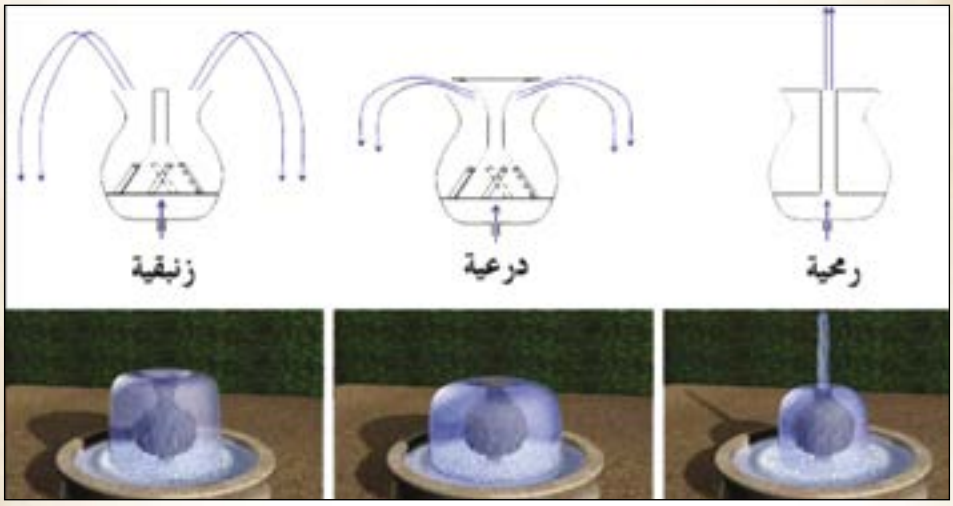


ربما عرف غاليليو الرقاص الذي وضعه في تصميم ساعته (إلى اليمين) عن طريق أعمال العلماء العرب. وتقول الوثائق أنه وضع تصميم هذه الساعة لكنه لم ينفذها، وإنما نفذها ابنه بعد وفاته وقام بتطويرها لاحقًا الفيزيائي هايغنز (إلى اليسار) في كتابه رقاص الساعة عام 1658م

مـن أشـهر مـن كتـب وعمـل في علـم الحيـل أبنـاء موسـى بـن شـاكر الثلاثـة، وهـم: محمـد والحسـن وأحمـد، (أواسـط القـرن الثالـث الهجـري). وقـد برعـوا في الرياضيـات والهندسـة وعلـم النجـوم والموسـيقى والحيـل. وقـد بلـغ أحمـد في صناعـة الحيـل مـا لـم يبلغـه أخـواه، فقـد كانـت لديـه مخيلـة مبدعـةُ قدّمـت كثيـرًا مـن المخترعـات العمليـة للتدبيـر المنزلـي، والألعـاب الميكانيكيـة المدهشـة للأطفـال

وغيرها. من الآلات التي صنعها، جرار تنزل منها كمية معلومةٌ من السوائل، تعقب كل كمية منها فترة استراحة قصيرة، وآلات تمتلئ بالسوائل ثم تفرغها تلقائياً، وقناديل ترتفع فيها الفتائل تلقائياً ويصب فيها الزيت ذاتيًا أيضاً، ولا تنطفئ بفعل الهواء.

كما اخترع آلة تحدث صوتًا ذاتيًا عند ارتفاع المياه إلى حد معين في الحقول عند سقيها، كما ابتكر عددًا من النوافير التي كانت تظهر صورًا متعددةً للمياه الصاعدة منها. ومن أعماله أيضا خزانات للحمامات، ومعالف لا تستطيع الأكل أو الشرب منها سوى الحيوانات صغيرة الحجم، ونوافير تندفع مياهها الفوارة على أشكال مختلفة.



تصميم ثلاثي الأبعاد لأنواع النوافير التي تكلم عنها أحمد بن موسى بن شاكر أعيد رسمها بالحاسوب.

ومن إنجازاته بالمشاركة مع أخيه محمد في مرصد سُرَّ مَنْ رأى (سامراء)، آلة دائرية الشكل تحوي صور النجوم، ورموز لحيوانات في وسطها تدار بالقوة المائية، وكلما غاب نجم عن القبة السماوية ظهرت صورته في الخط الأفقي من الآلة. ومن الواضح أن هذا العمل يتطلب دراية واسعة بعلم الفلك إلى جانب علم الحيل. وكان من الطبيعي أن يستفيد علم الفلك من الآلات التي يخترعها أو يطورها العلماء المشتغلون بعلم الحيل.

وفي (عـام 1975م)، اكتُشِـف في مكتبـة لورنيين بفرنسـا مخطوطٌ في الحيـل النافعـة بعنـوان «الأسـرار في نتائـج الأفكار»، يعـود إلـى العصـر العربـي الأندلسـي، ويحـوي أجـزاء مهمَّـةً عـن الطواحـين والمكابـس المائيـة، ويشـرح أكثـر مـن ثلاثين نوعاً مـن الآلات الميكانيكيـة، وسـاعة شمسـية متطـوَّرَة جـدًّا. يقـول خـوان فيرنيه أسـتاذ تاريخ العلوم العربية بجامعة برشلونة: « لقد تأكدتْ نسبة كتاب «الأسـرار في نتائج الأفكار» للمؤلـف العربـي الأندلسـي أحمـد (أو محمـد) بن خلـف المرادي الذي عاش في (القـرن الخامـس الهجري/الحـادي عشـر الميـلادي)، ويهـدف إلـى تعليـم صُنْـعِ لعـبٍ ميكانيكيـة كان الكثيـر منهـا قابـلًا للاسـتعمال، كالسـاعات المائيـة المضبوطـة مسـبقا، وقـد اسـتعمل المـرادي الزئبـق بهـدف التحكـم في لعبـه الميكانيكيـة.

كان الجـزري قـد اسـتعمل كـرات معدنيـة قبلـه، حيـث برهنـت هـذه الآلـة علـى كفـاءة آليـة حركيـة، وفي اعتقـاد المؤلـف هـي المـرة الأولـى التـي تُقـدم بهـذه الطريقـة.

ويُلِـحُّ فيرنيه علـى وجـود قَرَابَـة بـين هـذا الكتـاب وكتـاب آخـر ترجمتـه الباحثـة شـميللر إلى الألمانيـة (عـام 1922م)، كمـا أنـه يُؤَكِّـد علـى أن المهنـدس المعمـاري الفرنسـي فيلـلار دي هونيكـورت F.V.de Honnecourt (عـاش في النصـف الثانـي مـن القـرن الثانـي عشـر الميـلادي)، كان علـى عِلْـمٍ بتقنيـات العالِـم العربـي التـي تقـوم بحـركاتٍ دائمـة، وقـام بإنتـاج واحـدة منهـا علـى أقـل تقديـر.

مـن أمثلـة التقنيـات المتقدِّمَـة التـي صوَّرَهـا كتـاب المـرادي (حامـل المصحـف) الموجـود في جامـع قرطبـة، والـذي يُتِيـحُ تنـاول نسـخةً نـادرةً مـن القـرآن الكـريم، وقراءتهـا دون أن تمسَّـهَا الأيـدي، إذ ينفتـح الحامـل بطريقـة آليـة؛ حيـث تُوضَـعُ المجموعـة المكوَّنَـة مـن الحامـل والمصحـف علـى رَفٍّ متحـرِّكٍ في صنـدوق مُغْلَـقٍ بالقسـم العلـويّ مـن المسـجد، وعندمـا يـدار مفتـاح الصنـدوق ينفتـح بابـاه فـورا

وآليّا نحو الداخل، ويصعد الرفُّ من تلقاء ذاته حاملا نسخة القرآن إلى مكان مُحَدَّدٍ، وفي الوقت نفسه ينفتح حامل المصحف وينغلق بَابَا الصندوق، وإذا أدخل المفتاح من جديد في قفل الصندوق وأُدِيرَ بالاتجاه المعاكس تتوالى الحركات السابقة بالترتيب المعاكس، وذلك بفضل سيور وآليات أُخْفِيَتْ عن الأنظار.

لقد كانت هذه الأبحاث المتناثرة للعلماء المسلمين، اللبنة الأولى لعلم الميكانيكا التي بنى عليها كل من كوبرنيكوس (توفي 1543م)، ويوهانس كبلر (توفي 1630م)، نظرياتهما واستقيا من العلماء العرب والمسلمين علومهما، كما اعترفا هما بذلك. كما استفاد من هذه اللبنات أيضاً كل من غاليليو (توفي 1642م)، وإسحق نيوتن (توفي 1727م)، لوضع القوانين الميكانيكية القائمة على أسس رياضية.

• الجاذبيـــة الأرضيـــة

أما بخصوص دراسة العلماء العرب والمسلمين لموضوع الجاذبية الأرضية، فقد اصطلحوا على تسميتها بـ(الميل الطبيعي)، وهي تسمية متأثرة بالاصطلاح الأرسطي، إلا أنّهم لم يقفوا عند حدود المصطلح أو الفلسفة اليونانية الرامية إلى تفسير وفهم ظاهرة الجاذبية، بل أعملوا فيها عقولهم ومنطقهم الذي تميز بالمنهجية العلمية والتجريبية الأقرب إلى عقلية غاليليو ونيوتن. وقد درس هذه الظاهرة مجموعةٌ كبيرةٌ من العلماء والمتكلمين، في محاولة منهم لفهمها، مستخدمين من أجل ذلك كل الأمثلة الممكنة في عصرهم.

ونضم صوتنا إلى صوت الباحث قدري طوقان الذي قال: «نحن لا ندعي بأن العرب أو (غيرهم) وضعوا الجاذبية وقوانينها وما إليها في الشكل الرياضي الطبيعي الذي أتى به نيوتن، إنما جل ما في الأمر أن العرب أخذوا فكرة الجذب عن اليونان وزادوا عليها، ووضعوا بعض القوانين لسقوط الأجسام، ثم أتى بعد ذلك نيوتن وأخذ ما عمله غيره في هذا المضمار وزاد عليه، وبفضل ما وهبه الله من العبقرية وما اتصف به من المثابرة والثبات، استطاع أن يضع الجاذبية بالشكل الذي نعرفه مما لم يُسبق إليه، ولا شك أن له في ذلك فضلاً كبيرا جدا، ولكن هذا لا يعني تجريد العرب ومن قبلهم اليونان من الفضل، فلواضع الأساس في علم من الفضل ما للمكتشف أو للمخترع فيه» [طوقان، 1934م].

قال إبراهيم النظّام: «إنّ كلّ شيء قد يداخل ضده وخلافه؛ فالضد هو المانع الفاسد لغيره... وزعم أن الخفيف قد يداخل الثقيل، ورب خفيف أقل كيلا من الثقيل وأكثر قوة منه، فإذا داخله شغله»، (يعني أن قليل الكيل كثير القوة يشغل كثير الكيل، قليل القوة (الفيومي، 2010م))، وهو هنا يربط بين

كميـة المـادة وقـوة ثقلهـا، وهـذه إشـارةٌ مهمـةٌ، لأنّ ثمـة مـواد ذات حجـم صغيـرٍ وثقلٍ كبيـرٍ، وأي مـادة تمـزج معهـا تكسـبها خصائصهـا الثقاليـة، وهـو يـردّ بذلـك علـى حالـة التناقـض التـي افترضهـا أرسـطو، بأنّـه لا يمكـن إجـراء المداخلـة بـين الجسـمين الثقيـل والخفيـف. إذاً فقـد لاحـظ النظّـام هـذا التناقـض قبـل غاليليـو الـذي سـبق وذكرنـا أنـه اعتـرض عليـه بمثـال ربـط حجريـن أحدهمـا خفيـف والآخـر ثقيـل.

وقـد سـعى الكنـدي لإثبـات صيـغ القوانـين التـي تحكـم سـقوط الأجسـام، وهـو موضـوع لـم يلـق مـن علمـاء العـرب كثيـر اهتمـام، ويقـال إن لـه كتابـاً «في قوانـين التجـاذب» [عبـد الباقـي، 1991م]، لكننـا لـم نعثـرً عليـه لنبحـث في مضامـين تلـك القوانـين. وتعتقـد زيغريـد هونكـه أنّ هـذا الكتـاب قـد أُهمـل ولـم يحـظَ باهتمـام المترجمـين إلـى اللاتينيـة [هونكـه، 1981م]. ومـما يلفـت إليـه الانتبـاه أنـه ربـط مـن خـلال رسـائله بـين حركـة القمـر وحركـة المـد والجـزر [الكنـدي، 1950م]، واعتقـد بوجـود أثـرٍ متبـادلٍ فيمـا بينهمـا، فهـو كمـا نعلـم حاليـاً يقلـل مـن دوران الأرض حـول نفسـها، وهـو مـا يجعـل اليـوم علـى كوكبنـا يـدوم 24 سـاعة بعـد مـرور 4.6 مليـار سـنة، في حـين كان اليـوم 20 سـاعة فقـط قبـل مليـار سـنة، ولـو لـم يوجـد القمـر نهائيـا لـكان اليـوم علـى الأرض لا يزيـد عـن 8 سـاعات، تسـطع فيـه الشـمس مـن 3-5 سـاعات فقـط [كومنـس، 1997م].

كمـا تحـدث الكنـدي عـن حركـة الأرض والمـاء: «وإنّ حركـة الأرض والمـاء المكانيـة الطبيعيـة هـي إلـى وسـط الـكل» [الكنـدي، 1950م]. وفي هـذا إشـارة إلـى أنّ الأرض والمـاء تنجـذب إلـى مركـزٍ كلٍ مـن المـاء والأرض.

يـرى الباحـث محمـود شـلتوت أنّـه يعـزى لأحـد أولاد موسـى بـن شـاكر (أو إلـى أبيهـم) القـول (بالجاذبيـة العامـة) بـين الأجـرام السـماوية ممـا يربـط بعضهـا ببعـض. وأنّ الجاذبيـة الأرضيـة عقـل الأجسـام تقـع علـى الأرض [شـلتوت، 2009م]. بمعنـى

أنّهم بحثوا في سقوط الأجسام، وأنّهم أدركوا وجود قوة تجاذب فيما بينها تختلف عن مادتها [عبد الباقي، 1991م].

تناول مؤلفٌ مجهولٌ (يعتقد المؤرخ بول كراوس أنّه من أهل حران الموجودين في بغداد)، في كتاب «الروابيع» المنسوب لأفلاطون مسألة قوة الجذب بين الشمس والقمر، ومحاولة تفسير ظاهرة المدّ والجزر اعتمادًا على وجود قوى جذب علوية، ونجد في هذا الكتاب حوارية بين شخص اسمه أحمد وآخر فيلسوف اسمه أفلاطون، الأمر الذي يعني أن الكتاب واضعه عربي، وليس مترجماً عن اليونانية.

- قال أفلاطون: «وعند انتدابك في العمل فاستعن في التحليل بالقمر، وفي التصعيد بالشمس إلى أن قال: فإن أثرهما يظهر».
- قال أحمد: «الذي أنبأك به قول له فيه وفي سائر آرائه مذهب أنا مخرج لك جمله، فلنبدأ ببعض ما أتي به بعض تلامذة الشيخ أفلاطون، ومنهم غلوقن فيقول: إن من رأي الأوائل أن ما بين الاجتماع والاستقبال القوة للقمر، وبين الاستقبال والاجتماع القوة للشمس. فكلّ أمرٍ من الأمور التي يستولي عليها هذان الكوكبان يكون الأثر للكوكب في أوان قوته واستيلائه أكثر».
- ويقول الفيلسوف (أفلاطون): «إنّ الاختيار لأوان التحليل بعد الاجتماع، والتعقيد بعد الاستقبال. وقد تكلم في هذا النوع تلامذة الشيخ وأكثروا القول وخطّأوا الفيلسوف في رأيه هذا. وذلك أنّهم رأوا أن القوة تنجذب إلى العلو بعد الاجتماع أكثر منه بعد الاستقبال؛ واحتجوا في ذلك بالمد والجزر وغير ذلك من القوى الطالبة للعلو» [بدوي، 1997م].

إذاً، الغاية من هذه الحوارية الخيالية بين أحمد وأفلاطون، أنّ ظاهرة المد والجزر تزداد عندما يحدث ما يسمى بعلم الفلك (الاجتماع) بين جرمين وأكثر مع الأرض، كأن تصبح الشمس والقمر والأرض على خط مستقيم واحد، عندها، وهذه حقيقة صحيحة، يصبح المدّ أعظميا، فيجذب مياه البحار والمحيطات للأعلى على أحد طرفي كوكب الأرض، في حين أنه يحدث مدٌّ أعظمي على الطرفين الآخرين، وهوما يؤكد أثر الجاذبية المتبادل بين الأرض والقمر.

وتكلم ثابت بن قرة الحراني عن الجاذبية قائلاً: «إنّ المَدرة تعود إلى أسفل، لأنّ بينها وبين كلية الأرض مشابهةٌ في الأعراض من البرودة واليبوسة والكثافة، والشيء ينجذب إلى مثله، والأصغر ينجذب إلى الأعظم، وإلى المجاور الأقرب قبل انجذابه إلى مجاوره الأبعد» [أبو خليل وآخرون، 1996م].

ومن هذا النص نلاحظ إدراك ثابت بن قرة لعدة عوامل تتعلق بالجاذبية، وهي تعدّ إضافة مهمةً على ما طرحه السابقون، نوردها فيما يأتي:

- أن الأجسام ذات الوزن النوعي الأثقل من وزن الهواء النوعي تنجذب من فوق إلى تحت؛ كما هو حال المدرة (قطعة الطين اليابس).
- ينجذب الجسم الصغير إلى الكبير (أي لا بد من وجود جسمين).
- ينجذب الجسم إلى الأقرب ويتأثر به أكثر من انجذابه للجسم البعيد (الارتباط بالمسافة).

لكن ثابتًا لم يضعنا بصورة العلاقة بين هذه العوامل من جهة، وما هي علاقتها بقوة التأثير المتبادل فيما بينها من جهة أخرى، ولو فعل لكانت قفزة نوعية باتجاه قانون الجاذبية العام قبل أن يعلن عنها نيوتن.

وقال ثابت بن قرة في شرحه لسبب ميل الأجزاء الثقيلة المتجانسة فيما بينها من جميع الجوانب هو: «طلب كل جزءٍ موضعاً يكون فيه قربه من جميع الأجزاء قرباً متساوياً إذ عنده ميل المدرة إلى السفل ليس لكونها طالبة للمركز بالذات بل لأن الجنسية منشأ الانضمام، فقال: لو فُرِضَ أنّ الأرض تقطعت وتفرقت في جوانب العالم ثم أطلقت أجزاؤها لكان يتوجه بعضها إلى بعض ويقف حيث يتهيأ تلاقيها» [الحلي، (د.ت)]. وهي فرضيّةٌ مهمّةٌ جداً، تسبق فرضيّة لابلاس في شرح كيفية تشكل الأجرام السماوية المعروفة بالفرضية السديمية.

تحدث أبو القاسم ابن خرداذبة (توفي 300هـ/913م)، بشكلٍ عام، عن وجود الجاذبية الأرضية، وذكر أن قوة التصاقنا بالأرض تماثل في تأثيرها قوة التصاق المغناطيس الجاذب للأجسام الحديدية. يقول: «إنّ بنية الخلق على الأرض أنّ النسيم جاذب لما في أبدانهم من الخفة، والأرض جاذبة لما في أبدانهم من الثقل، لأنّ الأرض بمنزلة الحجر الذي يجتذب الحديد» [ابن خرداذبة، 1898م]. وليس علينا فهم النص على أنّه إشارة إلى حقل الجاذبية الأرضية الذي يماثل الحقل المغناطيسي المتولد حوله، والذي يشد إليه كل من يقع فيه، وإنّما كان يقصد بها حالة التجاذب الكائنة بين جسمين، أحدهما يشد الآخر.

وقد تناقل عدد من العلماء والجغرافيين العرب مقولة ابن خرداذبة هذه؛ إذ نجدها مكررةً لدى ابن الفقيه (كان حياً عام 290هـ/903م)، في كتابه «مختصر كتاب البلدان»، وعند أبوعبد الله المقدسي (توفي390هـ/1000م) في كتابه «أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم».

كان أبو علي الجُبَّائي (الأب) يقول، كما قالت المعتزلة: «إنّ الثقل هو الثقيل، والخفة هي الخفيف، وإنما يكون الشيء أثقل بزيادة الأجزاء» [الأشعري،

1950م]. وقوله هذا كان ردًا على بعض من قال بأنّ الثقل غير الثقيل، والخفة غير الخفيف، مثل أبي الحسين الصالحي، الذي اتفق معه أبو هاشم الجُبَّائي (الابن) الذي قال بأن الثقل عَرَضٌ يحلّ في الجسم فيصبح ثقيلًا، كما يحل اللون أو الحرارة بالجسم [البغدادي، 1928م]. وقول أبو علي بأن الثِقَلُ هو الثقيل، والخِفّة هي الخفيف، أي الثقل مادة الشيء، ومادة الشيء هي الشيء نفسه [فروخ، 1969م].

بالوقوف على عبارة أبي علي (أثقل بزيادة الأجزاء) نجده لم يكن يقصد بها الزيادة الحجمية فحسب، وإنما الزيادة الوزنية أيضا، مما يزيد من كثافة الجسم [خشيم، 1968م]. ونحن نعلم حاليًا من وجود ارتباط بين كتلة الجسم وثقله (أو وزنه). وهي فكرة من الأفكار النظرية التي عولجت من قبل المتكلمين العرب والمسلمين، وتستحق الذكر، وتكاد تقترب كثيرًا من فهمهم لحقيقة الكتلة قبل نيوتن. ويعتقد أبو علي الجبائي أن الرطوبة واليبوسة عاملان مؤثران على مقدار الثقل والخفة، فقد كان يرى: « أنّ موجب الثقل هو الرطوبة وموجب الخفة اليبوسة». والدليل على ذلك، بحسب رأيه، هو أنّ الرطوبة كامنةٌ في الجسم الثقيل ويخلو منها الجسم الخفيف، فالذهب؛ وهو جسم معروف بثقله بالنسبة للخشب، إذا صُهر ذاب وظهرت رطوبته التي كانت موجودة فيه قبل أن يعرض للنار، أما الخشب فبسبب خلوّه من الرطوبة ييبس ويتكلس ويتحول إلى رماد، فالنار تزيده يُبساً بإفناء الرطوبة القليلة الموجودة فيه. وقد أنكر أبو هاشم نظرية أبيه، وقال: إنّ الخفة والثقل (كيفيتان حقيقيتان)، في الذهب والخشب [الإيجي، 1997م].

يعود أبوبكر فيذكر المثال الذي تكلم عنه ثابت بن قرة دون أن يقدم لنا رأيا جديدا في ذلك؛ فيقول: «إننا إذا رمينا المدرة إلى فوق فإنّها ترجع إلى أسفل فتصلنا، إن فيها قوةً تقتضي الحصول في السفل، حتى إذا رميناها إلى فوق أعاد تلك القوة إلى أسفل» [الرفاعي، 1973م].

وقد طرح عبد الله بن أحمد الكعبي في أمثلته وتجاربه مثال التفاحة قبل نيوتن، لكن ليس لإثبات الجاذبية بل لتأكيد مغالطةٍ تنفي مبكرا قانون الجاذبية الأرضية. يقول الكعبي: «لو أنّ رجلا قبض على تفاحة في الهواء بإصبعه، ثم باعد بإصبعه عنها تهوي إلى الأرض، قال: «وليس يشك أنّ إبعاد إصبعه منها، هو المولد لها لذهابها نحو الأرض، وهذا المولد هو حركة عن الجسم وليس حركة إليه» [الخيون، 1997م]. فهو يحاول أن يثبت أنّ الحركة التي نشأت ليست بفعل الجاذبية الأرضية للتفاحة، وإنّما نتيجة إبعاد الأصابع وتولّد حركة ذاتية للجسم.

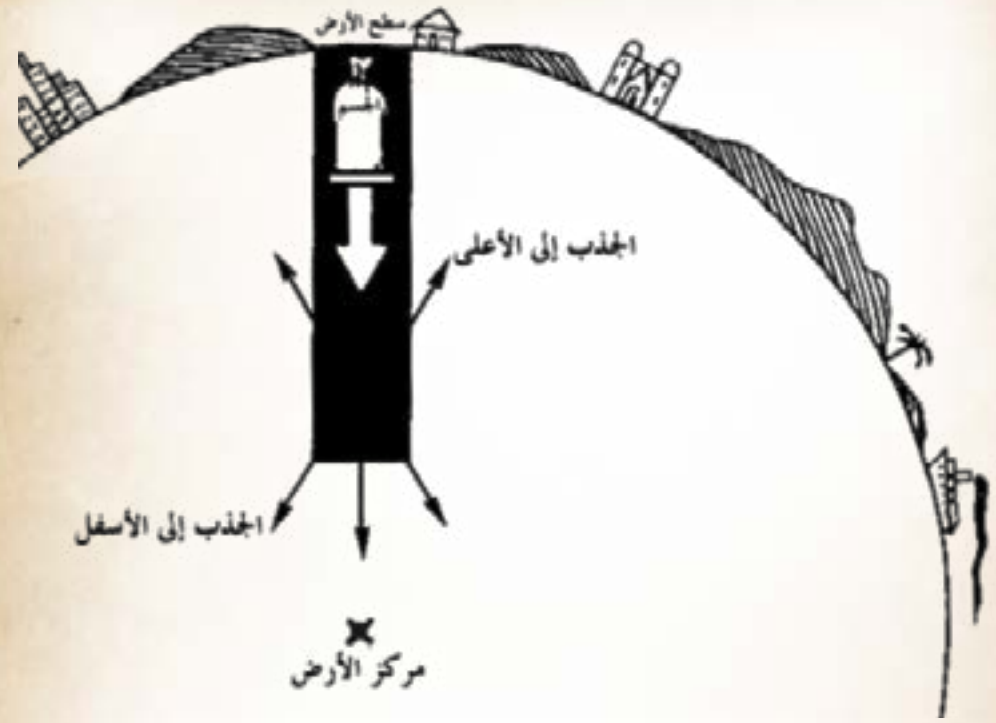
ويكشف لنا ابن مثويه عن قولٍ في منتهى الدقة كان أبو القاسم قد توصل إليه يوضح العلاقة بين الجسمين الخفيف والثقيل، وخضوعهما لتأثيرٍ واحدٍ حتى في الخلاء، فقال: «وقد فرّق أبو القاسم بين الخفيف والثقيل، فقال: إنّ الخفيف تصح حركته على هذا الحد، ومنعه في الثقيل، ولو قيل إنّ الأمر بالعكس من ذلك لكان قريبا، فإنك إذا رميت الخفيف لم تجد سرعة حركته كسرعة حركة الثقيل، والمانع الذي في الجو يمنع الخفيف بأكثر من منعه الثقيل، ولا وجه يمكن الإشارة إليه يمنع من توالي الحركات في الثقيل إذا كانت الأحوال سليمةً ولا عارض في الجو، والذي لأجله يقع الفصل بين نزول الخفيف والثقيل هو الهواء الذي في الجو، **وإلا فلولاه لكنا إذا أرسلنا حجرا وريشةً ينزلان معًا، إلا أنّ الهواء مانعٌ للخفيف من النزول، والثقيل يخرقه**، هذا هو الصحيح في علة ذلك عند شيوخنا -رحمهم الله- وإن كان أبو هاشم (الجبائي) قد استبعده» [ابن مثويه، 1975م]. وفي هذا النص دليلٌ قاطعٌ على معرفة العلماء العرب والمسلمين بتساوي سقوط الأجسام كلها في حقل الجاذبية الأرضية، مناقضين بذلك لأرسطو، وسابقين لكل من غاليليو ونيوتن أيضا في تجربته في الأنبوب

المخلّى من الهواء التي وضع فيها قطعة معدنية وريشةً، بخمسمائة عام على الأقل.

وقد أجريت تجربة إلقاء ريشةٍ ومطرقةٍ على سطح القمر من قبل رواد رحلة الفضاء أبولو 15 في (عام 1971م). وتأكد لهم ذلك فعلا.

ناقش أبو هاشم الجبائي (الابن) مسألة سقوط الجسم تحت سطح الأرض بفعل ثقله؛ لكن اعتبارًا من سطح الأرض نحو مركزها، وليس من الهواء نحو سطح الأرض، وهي حالةٌ جديدةٌ لم تدرس من قبل، إلا أنها ستعود للظهور مع نيكول أوريسم في أطروحته عن (الكون والسماوات). قال أبو هاشم: «ويلزم لو فعلنا في الأرض خرقًا وأرسلنا فيه حجرًا أن يقف ولا يذهب مع أن ما فيه من الثقل موجب الهوي» [ابن مثويه، 1975م]. لكنه لم يوضح هل الخرق يصل نحو الطرف الآخر من الأرض أم يقف عند مركزها تمامًا؟ فالجاذبية يقل تأثيرها على الجسم عندما ينزل أو يرتفع عن سطح الأرض، وتبلغ قيمتها العظمى عند السطح.

اهتم ابن الحائك، أبو محمد الحسن بن أحمد بن يعقوب بموضوع الجاذبية، وهو يقرّر بأنّ: «النار تتحرك إلى فوق، والهواء متموج يمنةً ويسرةً على وجه الأرض، والماء يتحرك ويسير سفلاً، والأرض واقفة راكدة، لذا كانت أكثر من الثلاثة قبولا، وكان تأثير الأجرام العلوية والعناصر السماوية فيها أكثر، وكانت على ما فاتها من الأجسام أغلب وأشد جذبًا من الهواء والماء من كل جهاتها؛ فهي بمنزلة حجر المغناطيس الذي تجذب قواه الحديد إلى كل جانبٍ» [الهمداني، 1983م].



يوضح الشكل الحالة التي تكلم عنها أبو هاشم الجبائي حيث توقع أن ينعدم أثر الجاذبية عليه كلما غاص الجسم أكثر تحت سطح الأرض [بيرلمان، 1977م]. في حين أنّ الجسم يخضع في هذه الحالة لنوعين من الجذب ناتج عن طبقات الأرض الداخلية والخارجية [لانداو، 1978م]، أي يظهر لدينا جذب إلى الأعلى وآخر نحو الأسفل

فهو يشير إلى خاصية الجاذبية المحيطية للأرض، ويماثل بينها وبين جاذبية المغناطيس، كما سبق وفعل ابن خرداذبة. وفي سياق حديثه عن الأرض وما يرتبط بها من أركان ومياه وهواء، نجد الهمداني يقول: «فمن كان تحتها (تحت الأرض) فهو في الثبات في قامته كمن فوقها، ومسقطه وقدمه إلى سطحها الأسفل، كمسقطه إلى سطحها الأعلى، وكثبات قدمه عليه، فهي بمنزلة حجر المغناطيس الذي تجذب قواه الحديد إلى كل جانب، فأما ما كان فوقه فإن قوته

وقوة الأرض تجتمعان على جذبه... فالأرض أغلب عليه بالجذب لأنّ القهر من هذه الحجارة لا يرفع العلاة (السندانُ) ولا سفله الحداد» [الهمداني، 1983م].

وهذا ينبهنا إلى أنّ الجاذبية قوةٌ كائنةٌ بين جسمين، لكنّ الأكبر منهما حجمًا وكتلةً هو من يشدّ الآخر إليه، وجميع من عليها يشعرون بالاستقامة في وقوفهم على سطحها، سواء كانوا في جنوب الأرض أو شمالها.

يبدو أنّ هذه الأفكار المبكرة مكتوبٌ لها أن تطمس على أيدي اللاتين الأوربيين عندما انتقلت إليهم لجهلهم بحقيقتها. فهذا معلم الكنيسة لاكتاتيتوس Lacteatus يتساءل مستنكراً: «هل هذا من المعقول؟ أيعقل أن يجنّ الناس إلى هذا الحد، فيدخل في عقولهم أنّ البلدان والأشجار تتدلى من الجانب الآخر من الأرض، وأنّ أقدام الناس تعلو رؤوسهم؟» [هونكه، 1981م].

وهوما قد يفسر لنا سبب تأخر حركة الاستكشاف الجغرافي؛ فعندما فكر كريستوفر كولومبس أن يعبر المحيط الأطلسي، كان الكثير من الناس يعتقدون أن الأرض منبسطة، فقالوا إن كولومبس سوف يسقط فور وصوله لحافتها ولم يعلموا أن الأرض كروية.

ينقل لنا ابن طاهر المقدسي تفسير ظاهرة المد والجزر لدى اليونانيين دون أن يبيّن لنا رأيه الخاص في الظاهرة، فيقول: «واختلفوا في المدّ والجزر فزعم أرسطاطاليس أنّ علة ذلك من الشمس إذا حرّكت الريح، فإذا ازدادت الرياح كان منها المد، وإذا نقصت كان عنها الجزر. وزعم طيماوس أن المد بانصباب الأنهار في البحر، والجزر بسكونها، وزعم بعضهم أنّ ذلك المد بامتلاء القمر والجزر بنقصانه» [المقدسي، (د.ت)]، ويقصد (بامتلاء القمر) طور البدر.

تكلم أبو بكر بن بشرون (كان حياً عام 390هـ/ 1000م)، عن تمركز قوة الثقل في مركز الأرض وعن إحاطة هذه القوة، التي يسميها بالروحانية الماسكة، بأية قوى أخرى، فقال في ذلك: «والرصاص حجر، ثلاث قوى مختلفة الشخوص ولكنها متشاكلةٌ ومتجانسةٌ؛ فالواحدة روحانية نيرة صافية وهي الفاعلة، والثانية نفسانية وهي متحركة حساسة، غير أنّها أغلظ من الأولى ومركزها دون مركز الأولى، والثالثة قوةٌ أرضيةٌ حاسةٌ قابضةٌ منعكسةٌ إلى مركز الأرض لثقلها، وهي الماسكة الروحانية والنفسانية جميعا والمحيطة بهما» [ابن خلدون، 1988م].

هذه الفكرة ستعود للظهور مع أفكار إخوان الصفا، لدى محاولة تفسيرهم لمفعول التأثير عن بعد.

تناول إخوان الصفا مسألة قوى الجذب بين الأجرام السماوية المختلفة، كما تحدثوا عن الجاذبية الأرضية. فنراهم يستعرضون أقوال من سبقهم: « اعلم أنّ سبب وقوف الأرض وسط الهواء فيه أربعة أقاويل:

1. منها ما قيل إنّ سبب وقوفها هو جذب الفلك لها من جميع الجهات بالسوية، فوجب لها الوقوف في الوسط لما تساوي قوة الجذب من جميع الجهات.
2. ومنها ما قيل إنه دفع الفلك لها من كل الجهات مثل ذلك، فوجب لها الوقوف في الوسط لما تساوت قوة الدفع من جميع الجهات.
3. ومنها ما قيل إن سبب وقوفها في الوسط هو جذب المركز لها بجميع أجزائها من جميع الجهات إلى الوسط، لأنه لما كان مركز الأرض مركز الفلك أيضاً، وهو مغناطيس الأثقال يعني مركز الأرض، وأجزاء الأرض لما كانت ثقيلةً فانجذبت إلى المركز، وسبق جزء واحد وحصل

في المركز، وقف باقي الأجزاء حولها، يعني حول النقط، يطلب كل جزء منها المركز فصارت الأرض بجميع أجزائها كرة واحدة بذلك السبب.

4. والوجه الرابع ما قيل في سبب وقوف الأرض في وسط الهواء هو خصوصية الموضع اللائق بها» [إخوان الصفا، (د.ت)].

وما ذكروه كان قد ورد في نظرية أرسطو وبطلميوس أنّ الأرض مركز الكون، وأنّها ثابتة والكل من حولها يسبحون، ولذلك فهي تتعرض لقوى جاذبة من قبل ما يحيط بها من كل الجهات، كما أنها تؤثر بمركزية ثقلها على كل ما يحيط بها. كما نجد أنّهم يعتنقون الرأي الأرسطي بأنّ: «الأجسام وهي في أمكنتها الطبيعية الخاصة لا توصف بالخفة أو الثقل، فإذا ما خرجت من أمكنتها وصفت بالثقيلة إن كانت حركتها نحو مركز الأرض، وبالخفيفة إن كانت حركتها نحو المحيط، ولعل الثقل والخفة تكونا أيضًا بسبب الموانع التي تعوق الجسم من أن ينتظم في مكانه الطبيعي، فيقع التنازع، ويكون على أشده في مركز الأرض وأضعفه في المحيط» [إخوان الصفا، (د.ت)]. أي أنّ الخفة والثقل تظهر في الجسم بحسب الجهة التي يتوجه نحوها، فإذا كانت نحو المحيط للأعلى فهو خفيف، وإذا كانت نحو الأسفل كان ثقيلا.

ثم يعرج إخوان الصفا إلى الحديث عن الثقل مرةً أخرى فيقولون: «وأما الثقل والخفة في بعض الأجسام، فهو من أجل أنّ الأجسام الكليّات كل واحد له موضعٌ مخصوص، ويكون واقفا فيه لا يخرج إلا بقسر قاسر، وإذا خُلّي رجع إلى مكانه الخاص به، فإن منعه مانعٌ وقع التنازع بينهما، فإن النزوع نحو مركز العالم يسمى ثقيلًا، وإن كان نحو المحيط يسمى خفيفًا، وقد بينا في رسالة السماء والعالم كيفية ذلك» [إخوان الصفا، (د.ت)].

وقد عثرنا على نص على غايةٍ من الأهمية في الرسالة السادسة من الجسمانيات الطبيعيات، الذي يتناول ماهية الطبيعة، يقول فيه إخوان الصفا: «إنّه ينبثّ من جرم الشمس قوة روحانية في جميع العالم، فتسري في أفلاكه وأركان طبائعه ومولداتها، في جميع الأجساد الكلية والجزئية، وبها يكون صلاح العالم، وتمام وجوده، وكمال بقائه» [إخوان الصفا، (د.ت)].

كما ويؤكدون أن هذه القوة الروحانية (التي سبقهم بالحديث عنها ابن بشرون)، ويمكننا تفسيرها بحقل الجاذبية حاليًا، تصدر عن كل الأجرام السماوية. وكونهم يعتقدون بصحة نظرية مركزية الأرض السائدة، فقد افترضوا أن هذه القوة الروحانية يجب أن تلتقي في نقطة واحدة هي مركز الأرض، كونها مركز الكون: «وهكذا ينبثّ من كلّ كوكبٍ من الثوابت قوة روحانيةٌ تسري في جميع جسم العالم من أعلى الفلك الثامن الذي هو الكرسي الواسع إلى منتهى مركز الأرض» [إخوان الصفا، (د.ت)].

حتى نفهم مقصدهم أكثر سنبحث في معنى (القوة الروحانية) أكثر، وهو مصطلح شائع الاستخدام كثيراً في رسائلهم، فقد ذكروه لدى حديثهم عن صفات الصوت والضوء في الرسالة 17 من الجسمانيات الطبيعيات بقولهم: «ثم إنّ لكل صوتٍ صفةً روحانيةً تختص به خلاف صوت آخر ..» [إخوان الصفا، (د.ت)].

وكذلك لدى حديثهم عن انتقال الضوء في الهواء يذكرون أنّه يجب: « أن تعلم أنّ جسم الهواء شريفٌ، وهو متوسطٌ بين الطرفين، فما هو فوقه ألطف منه وهو النور والضياء، وما هو أكثف وهو الماء والتراب، ولما كان الهواء أصفى من الماء، وألطف وأشرف جوهراً وأخف حركةً، صار النور يسري فيه ويصبغه بصبغته ويودعه روحانيته، لأنّه قاربه وجانسه بما فيه من اللطافة» [إخوان الصفا، (د.ت)].

وبذلك يكون معنى (الروحانية) التي استخدموها هو الشيء اللطيف غير المرئي الذي ينبعث من جرم أو جسم ويؤثر في جسم أو جرم آخر، بعيدًا أو قريبًا منه. وقد وضحوا معنى (اللطّافة) عندما تكلموا عن الحرارة، فهم يقصدون بها المقدرة على النفوذ في الأجسام، فقالوا: «ومن الصور المتممة لذات النار اللطافة التي تولّدها الحرارة، وتتلوها سرعة النفوذ في الأجسام» [إخوان الصفا، (د.ت)]. وهو معنى قريبٌ جدا من تعريف جابر بن حيان للروح بقوله: «الروح هو الشيء اللطيف الجاري مجرى الصورة الفاعلة» [جابر بن حيان، 1935م]. إلا أن تعريف إخوان الصفا يتضمن مفهوم التأثير عن بعد، والتأثير ضمن مجال أو حقل قوة والقدرة على النفوذ في الأجسام، وحسبنا أن هذا هو جوهر مفهوم الحقل أو المجال Field.

من ناحيةٍ أخرى نجد أن ربط إخوان الصفا بين (القوة) و(الروحانية) له دلالته؛ فكما نعلم أنّ مفهوم القوة لديهم يعني ما هو غير محسوس أو مجسّد أو غير مدرك بالحواس، بحسب المعنى الأرسطي للكلمة، وليس بالمعنى الفيزيائي الحديث.

إذاً؛ يصبح معنى (القوة الروحانية) كمصطلح مركّب: الشيء اللطيف الخفي الذي له أثرٌ عن بعد، وقد ظهر هذا المعنى تماما لدى حديثهم عن النفس الكلية، فذكروا أنها: «فاضت من العقل»، وأن لها: «قوتين ساريتين في جميع الأجسام»، وأنه تؤثر بالشخص «بحسب قبول شخص تأثيراتها» [إخوان الصفا، (د.ت)].

لنعتبر أن ما طرحوه من باب (الفرضية النظرية أو الكلامية) المصاغة بمصطلحاتهم الخاصة، لكن أليس قريبًا جدًا من الواقع الحقيقي اليوم؟! وألا يستحق النظر منّا والتأمل أن يقال مثل هذا الكلام منذ ألف سنةٍ بمثابة محاولة لتفسير الارتباط الكائن بين الشمس وبقية الأجرام؟!

لقد كان ينقصهم التعبير الرياضي ليدعم فكرتهم، كما فعل ماكسويل عندما نجح في التعبير عن خطوط الحقل المغناطيسي التي افترض وجودها الفيزيائي التجريبي فاراداي بأنها متجهات، مستفيداً قبل ذلك من أعمال اللورد كلفن.

ولو سألنا نيوتن نفسه الذي صاغ قانون الجاذبية العامة، ما هي قوة الجاذبية؟ كان سيرد علينا: «بأنه لا يعرف شيئاً عنها ومن السخف البحث في ماهيتها»، فهو (لا يختلق الفرضيات)، لذلك كان يؤكد دوما أنه يريد أن يكتفي بوصف نتائج القوى القابلة للقياس والملاحظة، أي الحركة ذاتها، وهذا التهرب يعتبره البعض (تعقلاً من جانبه)، لأنّ نظرية الحقول الكمومية التي ظهرت في القرن العشرين ستصف القوى على أنها تجلّ لتبادل جسيمات موجودة بالقوة بشكلٍ دائم، بين جسيمات مادية مثل (البوزونات)، وأخرى مثل (الفرميونات) [ليستين، 1998م].

يرى أبوبكر محمد بن الحسن الكرجي (توفي 406هـ/1030م) في كتابه «أنباط المياه الخفية»، «إلى أنّ الماء أثناء جريته يطلب الشكل الكري؛ فإذا وجده لم يجر بتة، وكذلك الأبنية والأمكنة المرتفعة عن وجه الأرض تنهار وتقع طلباً للمركز واستدارة كرة الأرض» [الكرجي، 1892م]. أي لا يمكننا تفسير سقوط الأبنية المنهارة للأسفل إلا لطلبها مركز الجذب في الأرض.

لم يقدم ابن سينا الجديد على ما قاله أرسطو في هذا الموضوع، إذ يعتقد بأنّ: « لكل جسم مكانه الطبيعي أوميزة تقتضي طبيعته أن يتحرك إليه، فالنار مثلاً تتحرك إلى أعلى، والجمر عادةً وطبيعياً يتحرك إلى أسفل، والمتحرك إلى الوسط هو الذي يسمى ثقيلاً، أما المتحرك عن الوسط فيسمى خفيفاً». وقد استخدم ابن سينا لفظ الميل الطبيعي ليعبر به عن قوة الجاذبية الأرضية، حيث قال: «وكلما كان الميل الطبيعي أقوى، كان أمنع لجسمه عن قبول الميل القسري، وكانت الحركة بالميل القسري أفتر وأبطأ» [ابن سينا، 1983م]. أي كلما كان

تأثير قوة الجاذبية أكبر كانت أكثر تأثيرًا من أي قوة خارجية أخرى. وقد شرح الفكرة أكثر بهمنيار بن المرزبان، تلميذ ابن سينا في كتابه «التحصيل»، فيقول: «ويجب أن يكون في الجسم في حال ما يتحرّك معنى زايد عن الطبيعة، وذلك لأن الجسم في مكانه الطبيعي ذو طبيعة، ولكن لا يكون ذا حركة، وهذا المعنى الزائد يسمَّى ميلاً، وهو الذي يشاهد في حال ما يتحرك الجسم إلى مكانه الطبيعي من الدفع القوي لمقاومه» [ابن المرزبان، المحصل، مخطوطة المكتبة الأحمدية بحلب، رقم 1122، الكتاب الثالث، ص 247 ظ].

ويكمل ابن المرزبان معمماً تأثير الجاذبية على كلّ حركة تحدث، وذلك لكون الجاذبية: « كل حركة فهي تصدر عن ميل كما عرفته، وهذا الميل في نفسه معنىً من المعاني، به توصّل إلى حدود الحركات، ومُحال أن يكون الواصل إلى حد ما واصلاً بلا علة موجودة موصولة، محالٌ أيضاً أن تكون هذه العلة غير التي أزيلت عن المستقر الأول، وهذه العلة يكون لها قياس إلى ما يزيله يُسمى ميلاً، ومن حيث هو موصل لا يسمى ميلاً. الميل ما لا يُقسر ولم يُقمع أولم يَفسد، فإنّ الحركة التي تجب عنه تكون موجودة» [ابن المرزبان، المحصل، ص 260 - 261 ظ].

اقترب أبو رشيد النيسابوري (توفي نحو440هـ/1048م)، كثيرا من فهمه لتأثير الجاذبية على سقوط الأجسام، ورد على الكعبي (الذي سبقه بمائة عام)، في مثال الريشة والحجر بقوله: «وعندنا أنّ المولد للهوي ما فيه من الثقل، يدلّ على ذلك أنّ الهويَ يقع بحسب ثقله، حتى إذا كانت ريشة، فارق في حالها في الهويّ حال التفاحة، وإنْ كان رفع اليد لا يختلف على أنّ تنحيه عنها، ليس لها بالتوليد في جهة من الاختصاص، ما ليس له بغيرها» [الخيون، 1997م].

وما لاحظه نيوتن من سقوط التفاحة -إن صحّت رواية التفاحة- وتأثير الجاذبية عليها، هو تماما ما لاحظه كلٌّ من الكعبي والنيسابوري، لكن الفرق

بينهم هو وضع الصياغة الرياضية للقانون من قبل نيوتن، وبأخذ الفارق الزمني (نحو ثمانية قرون) بعين الاعتبار بينهم، وما رافقه من تطور في حساب التفاضل والتكامل من جهة، والعلاقة بين الرياضيات والفيزياء من جهة أخرى، إضافة لخصوصية كل مرحلة من تاريخ العلم التي مرّ بها تطوره، كفيلٌ بأن يشفع -برأينا- لكل علماء العرب والمسلمين عدم وضعهم لصياغةٍ رياضيةٍ لمعظم الظاهرات الفيزيائية وفق الصيغ التي نعرفها بها اليوم.

وفي مسألة أخرى طرحها الكعبي في «عيون المسائل»، يقول فيها: «يجوز أن يوجد الجسم متوالي الحركات حتى لا تقع فيه سكون، إذا كان الكلام في أخفّ الأشياء، ولا يجوز ذلك في الثقيل». وفي موضعٍ آخر من الكتاب نفسه قال:» لا بد من أن ينتهي الجسم الثقيل المنحدر إلى حالٍ تتوالى حركاته، فلا يكون له في الهواء سكون البتة». فيعترض أبو رشيد النيسابوري عليه بقوله: «اعلم أن هذين القولين يتناقضان. **والصحيح عندنا، أنّ توالي الحركات ممكن في الثقيل والخفيف، ولكن إذا رمينا جسماً خفيفا، فإنه لا تكون حركته في السرعة، كحركته إذا كان ثقيلا. فلا بد أن يكون ما يعرض في الجو من العوارض، يمنع الخفيف من الحركة، مالا يمنع الثقيل.** فمتوالي الحركات في الجو في الثقيل أمكن منه في الخفيف، فلا أدري بأي وجه قال ذلك، ومتى كان الجسمان يتحركان لا في الآخر، فيعلو أحد النصفين، ويسفل الآخر، ويزول المانع فيهوي، فعلى هذا الوجه يحصل التجاذب» [الفيومي، 2010م].

ولا شك أن لدينا الآن نصًّا عربيًّا يعود للقرن (الخامس الهجري/الحادي عشر الميلادي)، قبل أن يطرح غاليليو تجربته المشهورة (في القرن السادس عشر الميلادي)، -إن صحت الرواية أنه قام بها- من على برج بيزا المائل، بإلقاء جسمين أحدهما أثقل من الآخر ليناقض بها قول أرسطو.

تناول البيروني مفهوم الجاذبية في كتابه «القانون المسعودي»، فهو يرى» أنّ جذب السماء للأرض من كل النواحي بالسواء، وذلك يبطل الجزء، ومنها المنفصل عنها، فإن ما يلحقه من الجذب من جهة الأرض أفتر، فلا محالة أنّ الخلاء الذي في باطن الأرض يمسك الناس من نحوها» [البيروني، 1952م].

وهو يشير بذلك إلى نوعين من الجاذبية هما: «جاذبية السماء للأرض (جاذبية كونية بعيدة)، وجاذبية الأرض لما فوقها وحولها (جاذبية محلية قريبة)، فالشيء ينجذب إلى النطاق الذي يقع في مجاله وإن كان هو ونطاقه منجذبين بدورهما إلى جرم السماء. والبشر بحكم معيشتهم على سطح الأرض فهم منجذبون إليها، وهي بدورها منجذبة إلى السماء، ويبلغ ذلك الجذب أقصاه في باطن الأرض، حيث تنطلق الجاذبية الأرضية، والناس على الأرض منتصبو القامات على استقامة أقطار الكرة، وعليها أيضاً تزول الأثقال إلى أسفل» [البيروني، القانون المسعودي، 1952م]. ثم يبين أنّ كل الأشياء على الأرض ملتصقة، «على مثال خروج الأنوار على أغصان الشجرة المسماة (كذنب) فإنها تحتف عليه، وكل واحد في موضعه على مثال الآخر لا يتدلى أحدها ولا ينتصب غيره، فالأرض تمسك ما عليها لأنها في جميع الجهات سفلٌ والسماء في كل الجهات علو» [البيروني، تحقيق ما للهند ...، 1925م].

ويعود البيروني مرةً أخرى لمناقشة الأمر عندما طُرِحت مسألة حركة الأرض والعلاقة بينها وبين الجاذبية، فالأرض جرم كبير مقارنةً بأي جزءٍ من أجزائها، كما أنّها أشد حركةً من هذه الأجزاء، لذلك فإن لها قدرةً على جذبها بشكل كبير، وهذه النظرية فيها ردٌّ على نظرية بطليموس في طفو الأرض وسكونها. يقول البيروني: «ولنعد الآن إلى الأصل الخامس، وهو ينقسم إلى قسمين: يقتضي أحدهما انتقال الأرض من الوسط إلى جهةٍ ما، والجهة المقابلة لكل مسكن أولاها، لأن السفل في سمتها فيتصوّر هوي أجزاء الأرض إليها، فإن

استقرت متنقلة كذلك في موضع اقتربت فيه إلى موضع من السماء وتباعدت عن نظيره، ولوكان ذلك لوجد لها في الموضع الذي انتقلت إليه حال من الأحوال التي عددناها في خروجها من الوسط وليس من ذلك شيء بموجود، وإن امتدت في الهوي ولم تستقر وجب منه وقت الحركة أن لا يلحق بها شيء ثقيل منفصل عنها لتحركهما معاً، وإن كل الأرض لا محالة أشد حركةً لفضل عظمها على ما هو أصغر منها من أجزائها، لكن الهيئة والصخرة العظيمة سيّان في اللحوق بها وإن تفاوتت المدة فيه، ولزم أيضاً أن يبلغ الأرض السماء في جهة الهُويّ إلا أن تصير للسماء أيضاً حركة نحو تلك الجهة مساويةً لحركة الأرض كما حكاها محمد بن زكريا الرازي ... فتصير حركة الأرض وسكونها بمثابة واحدة للزومها في كليهما الوسط، وهذا ما اعتمده بطليموس في هذا القسم، إلا أن دفعه تعجب المتعجب من كون الأرض مع ثقلها في الهواء طافية غير راسبة، بما أشار إليه من صغيرها بالقياس إلى السماء غير دافع له ولا مغنٍ شيئاً، فكل العالم إلى أقصى نهايته لوكان من أثقل الأشياء غير مخالف بعظمه حال الأرض في الطفو والسكون، بل لو توهمت الأرض مرتفعة وفي وسط العالم هيأة واقفة لكان التعجب على حاله بقدر حصتها من الثقل، ولن يزول مالم يتبين أنها وغيرها من الأثقال مضطر إلى الوقوف هناك وبقدر مالها من الثقل تسرع إليه وتتسابق نحوه لتستقر في حقيقة السفل، ثم الأقاويل في سبب هذا الاضطرار كثيرةٌ منها جذب السماء الأرض من كل النواحي بالسواء» [البيروني، القانون المسعودي، 1952م].

أثار هذا الكلام حفيظة ابن سينا، فدارت بينه وبين البيروني جملةٌ من المراسلات العلمية، جُمعت فيما بعد بكتابٍ واحد عنوانه «أجوبة الشيخ الرئيس عن مسائل أبي الريحان البيروني»، فقد وضع البيروني بحث أرسطو موضع الشك، وهو بحث حول أنّ الجسم الذي يُتمّ حركةً دائريةً منتظمة لا يمكن أن يكون له (ثقالة) أو(خفة)، وعلى أساس هذه العلاقة فإن كامل المنظومة الكونية

تصبح في موضع الشك. في حين أننا نجد أنّ ابن سينا يتبع أرسطو ويؤكد على أن مثل هذا الجسم، وخصوصا أن الكرة السماوية لا يمكن أن تسعى إلى الأسفل أو إلى الأعلى، وإنما تبقى في (مكانها الطبيعي)، وهنا لا يسود ثقل ولا خفة، وخصوصاً العناصر التي تسعى إلى الأعلى ليست لثقل العناصر، وإنما السعي نحو مركز الكون، وهنا يسأل البيروني في السؤال الثاني في الفيزياء: «مَنْ مِنَ الاثنين على حق؟ هل الذي يؤكد أن الماء والأرض (الجسم الثقيل) يتحركان إلى مركز الكون، والهواء والنار (الجسم الخفيف) يتحركان باتجاه معاكس، أو ذاك الذي يقول إنّ جميع العناصر تسعى إلى المركز والأثقل فيها يسبق الأخف؟» [غريغوريان وروجانسكايا، 2010م].

مع ذلك يعتمد ابن سينا وجهة نظر أرسطو، ويفترض البيروني أنّ كل الأجسام دون استثناء تسعى إلى مركز الأرض، ويستدل على هذا الرأي فيما بعد في عمله عن المساحة، حيث يقول: «إن الجاذبية هي خاصية السعي من كافة الجهات نحو المركز، وعلى هذا الأساس يفسر كروية سطح الماء، وسبب تشوش هذا السطح ناجمٌ عن انعدام التماسك بين ذراته. وبالعلاقة مع قاعدة بطليموس يقدم البيروني آراءً مختلفةً حول تفسير: «أن الأرض بغض النظر عن جاذبيتها فإنها تسبح في الهواء ولا تنحرف». ويذكر بطليموس أنّه ثمة حركتان متعاكستان بوقتٍ واحدٍ لجسمين ثقيلين، إحدى هاتين الحركتين تتوجه نحو مركز الكون، أما الثانية فتنطلق منه. وبحسب رأي البيروني فإنّ هذا مستحيل في الحالة العامة، ولكن يمكن أن ينشأ هذا الوضع عندما تكون إحدى الحركتين طبيعية، والثانية صنعية، [غريغوريان وروجانسكايا، 2010م]. يقول البيروني في ذلك: «إنّ وجود كل عنصر في مكانه الطبيعي هو أمر غير مؤكد؛ لأنّ المكان الطبيعي للثقل -أي الجهة القاعدية- هو المركز، والمكان الطبيعي للخفة -أي الجهة المرتفعة- هو المحيط. ومع ذلك فإن المركز ليس سوى نقطة، وجزء من

الأرض لا يمكن أن يتناسب مع المركز بغض النظر عن الحجم الصغير الذي يمكن تخيله له... أما فيما يتعلق بالإطار الخارجي الذي يمكن تصوره منطقة سطح، فهو أيضاً غير قادرٍ على الإمساك بأيّ جسم يكون بإمكان الأجسام الخفيفة الوزن الصعود إليه. ثم إذا ما سمحنا للماء بالجريان بحرية، وأزلنا من أمامه جميع العوائق فإنه سيصل إلى المركز من غير أدنى شك، فليس هناك أيُّ أساسٍ للادعاء القائل بأن المكان الطبيعي للماء هو على سطح الأرض. وينتج عن ذلك انتفاء وجود مكان طبيعي لأيِّ جسمٍ كان» [نصر، 1991م].

لقد مضى البيروني إلى أبعد من ذلك؛ عندما استخدم المشاهدة والتجربة والقياس مراتٍ عديدةٍ عندما تعامل مع المفاهيم الطبيعية، فهو يقدر أهمية تطبيق الرياضيات على علوم الطبيعة. لذلك نراه يعتقد بإمكانية قياس قوة الجاذبية عن طريق الوزن. يقول ما خلاصته: «إنّ الحساب من طبع الإنسان، ويصبح قياس أيّ شيء معروفًا إذا ما قارناه بشيء آخر يرقى إلى ذات النوع ومتفق عليه كوحدة قياس. وهكذا يصبح الاختلاف بين أيّ شيء وبين هذا القياس أمرًا معروفا أيضا» [نصر، 1991م]. ويستطيع الناس مثلا: «تقدير جاذبية الأجسام الثقيلة عن طريق الوزن» [البيروني، تحقيق ما للهند...، 1925م].

لم يكن ابن باجة ليقبل بمذهب أرسطو في الحركة، مع أنّه أحد أكبر الشراح له بعد ابن سينا، وقد وضع رأيه في شروحاته على كتاب (السماع الطبيعي) لأرسطو. ويمكن القول، باستخدام المفاهيم الفيزيائية الحديثة. أنّ قوة الجاذبية عند ابن باجة، لا تتحدد في جوهرها بالعلاقة بين كتل الأجسام المختلفة، وإنما هي قوة مطلقة لحركة الجسم الذاتية، تفعل على غرار فعل الروح في البدن، لذلك فإنه يرفض أن يكون للوسط دورٌ جوهريٌ في حركة الجسم، فلا يعترف له إلا بدور العائق بعد انفصاله عن الشيء الذي أعطاه الحركة أول الأمر، يجب أن تكون هي الأخرى من طبيعة داخلية، أما آلية انتقال هذه الحركة فيبسطها ابن باجة في شروحه على المقالتين السابعة والثامنة من «السماع الطبيعي» [ابن باجة، 1991م]. يقول ابن باجة: «إنّ المتحرك من ذاته فبينٌ أنه متقوّمٌ

من المحرّك والمتحرّك، وما كان غير متقوّم من هذين الجنسين فليس بمتحرك من ذاته، مثال ذلك الحجر، فإنّ المحرك فيه ليس بذاته، لكنه فيه من خارج عن ذاته بالقسر، فإن الذي للحجر بذاته كونه أسفل، وإذا كان كذلك فليس بمتحرك، وإذا كان فوق فوجوده إنما هو له بقاسر يقسره، وإذا تنحى القاسر تحرك إلى أسفل؛ فلذلك يحتاج في الحجر ضرورة إذا تحرك أن يكون أسفل بالقوة، ولا يكون أسفل بالقوة إلا بأحد وجهين: أحدهما طبيعي وهو متى كان الحجر أرضاً بالقوة، والثاني غير طبيعي: وهو متى كان بالفعل ناراً أو ماءً أو هواءً فكان فوق بالفعل، وأسفل بالقوة. وهذه القوة في النار بالطبع لأنّ النار بذاتها أن تكون فوق بالفعل، ويلزم ذلك أن تكون أسفل بالقوة من أجل الهيولى الأولى المشتركة. وقد تكون أسفل بالقوة، وهو إذا كانت أيضاً بالفعل، فأمسكها ماسكٌ فوق فهذه القوة للحجر ليست طبيعية، لكنها بالطبع من أجل الهيولى» [ابن باجة، 1991م].

إنّ نظرية ابن باجة عن حركات الأجسام الثقيلة، تشتمل على الافتراضات نفسها الأساسية التي ستكون لدى نظرية غاليليو لاحقاً، وتصوّر هذه النظرية أنّ الجاذبية تعمل كطاقة حركية ضمنية تؤثّر على الجسم الثقيل من داخله، وتبين الحسابات والقياسات الأساسية الصحيحة. هذه القوة الحركية هي عبارة عن فراغ هندسي يتجه نحو مركز العالم، والسرعات الأساسية أو الطبيعية للأجسام ذات طبيعة مختلفة ومتنوعة من الكثافة التي يتضمنها الجسم الثقيل، لتكون متناسبة في حالة كمال طبيعتها كما تتناسب مع كثافاتها [Moody, 1975].

هذا المفهوم كان واضحاً أيضاً في فكر ابن باجة، وذلك عندما تناول حركة الأجرام السماوية والتي كان يُعتقد بأنها تحدث بسبب مواد معنوية أو روحية تدعى بالعقول، وهي تختلف عن المجالات الكروية المتحركة بفعل تلك المواد، ومع هذا فهي مفعلة داخلياً، فهي مثل (الأفكار) التي هي عبارة عن رغبة (حافزة أو حثيثة) [Moody, 1975].

ثم يقوم ابن باجة بمحاولة تقديم تفسير علمي مقنع لمسألة سقوط الحجر وفق مصطلحات المنطق الأرسطي؛ فيقول: «**فأما كيف حرَّك الثقل الحجر؟ فنحن نقول فيه**: قد تبين في مواضع كثيرة أنّ الهيولى لا صورة لها، ولا هي شيءٌ موجودٌ بالفعل، وإنّما وجودها أبدا بالقوة إحدى المقولات العشر (أي مقولات أرسطو العشر التي لا تخضع للتعريف الحصري، وإنما يمكن وصفها بالكشف عن بعض خاصياتها التي تتميز بها)، وهذا هو مرتبتها في الوجود. وبيّن أيضاً أنّ الموجود ينقسم إلى المقولات العشر، وإن الجوهر الكائن الفاسد قوامه بهذا الموضع الذي هو الهيولى الأولى، وبمعنى آخر هوبه موجود، وهو الصورة. والهيولى يوجد فيها ضرورة أكثر من مقولة واحدة، فإنّه ليس يمكن أن يوجد جوهر هيولاني خلواً من أعراض كثيرة، ومثل أن يكون ذا كم وذا أين وذا كيف إلى غير ذلك من أجناس المقولات العشر، لكن تتقدم في الهيولى ضرورة أحد أنواع الجوهر، ولذلك يوجد في الهيولى ما يوجد فيها من أنواع المقولات التسع، وقوام ما فيه المقولات التسع إنما هو بما في مقولة الجوهر، وما في مقولة الجوهر يوجد في حدود ما في المقولات التسع. ولا يمكن أن يكون شيء مما في المقولات وقوامه خلو من الجوهر، وبهذا يفارق الجوهر الأعراض، فإن الجوهر إنما هو معنى يوجد في المادة الأولى، والمادة الأولى إنما هي موجودة كما قلنا بأنها بالقوة وإنما هي بالقوة أحد الجواهر من حيث هي ما هي، فهي بالقوة أحد أنواع العرض من حيث هي جوهر ما، وكذلك هي بالفعل أحد الجواهر بذاتها وهي أنواع الأعراض فإنها جوهرٌ ما» [العلوي، 1983م].

يقول ابن ملكا البغدادي: «... ثم سماءٌ بعد سماءٍ، كل في حيزه الطبيعي، إلا هذه التي تلينا (فإنّها) تسكن في أحيازها الطبيعية، وتتحرك إليها -إذا أخرجها مخرجٌ عنها- حركةً مستقيمةً تعيدها في أقرب مسافة إليها على ما يرى». ويقصد بكلامه السابق أنّ الجسم يسقط سقوطاً حرًّا تحت تأثير قوة جذب الأرض، متخذًا في ذلك أقصر الطرق في سعيه للوصول إلى موضعه الطبيعي،

وهـو الخـط المسـتقيم، ويـرى أنّ الجسـم عندمـا نقـذف بـه فإنـه: «يصعـد بطيئًـا، ويهبـط بطيئًـا، أمـا بـطء الصعـود فلضعـف الميـل القاسـر ومقاربـة الميـل الطبيعـي أن يقاومـه، وأمـا ضعـف الهبـوط فلأنـه أوّل قـوّة الميـل الطبيعـي بتولـي إبطـال مـا بقـي مـن قـوة الميـل القاسـر أولا فـأول حتـى يبطـل فيبطـل مقاومتـه؛ فلذلـك يكـون أشـد الميـل الطبيعـي في آخـره وأشـد الميـل القسـري في أولـه» [البغـدادي، 1939م].

ويؤكـد أبـو البـركات علـى مـا قـد طرحـه الكعبـي والنيسـابوري مـن قبـل، مـن تأثيـر الجاذبيـة نفسـها علـى كل الأجسـام بغـض النظـر عـن شـكلها وحجمهـا وثقلهـا: «وأيضـا، **لـو تحركـت الأجسـام في الخـلاء، لتسـاوت حركـة الثقيـل والخفيـف، والكبيـر والصغيـر، والمخـروط المتحـرك علـى رأسـه الحـاد، والمخـروط المتحـرك علـى قاعدتـه الواسـعة، في السـرعة والبـطء**، لأنّهـا إنمـا تختلـف في المـلأ بهـذه الأشـياء بسـهولة خرقهـا لمـا تخرقهـا مـن المقـاوم المخـروق كالمـاء والهـواء وغيـره» [البغـدادي، 1939م].

تكلـم أبـو الفتـح الخازنـي عـن الأجسـام السـاقطة التـي تنجـذب في سـقوطها نحـو مركـز الأرض [أبـو خليـل وآخـرون، 1996م]. وقـد بـين في كتابـه «ميـزان الحكمـة» العلاقـة بـين الجاذبيـة والمسـافة التـي يقطعهـا، كمـا تنـاول مبـدأ التثاقـل، وذكـر بـأنّ الانجـذاب يكـون باتجـاه مركـز الأرض دائمًـا (الرفاعـي، 1973م).

ويمضـي الخازنـي إلـى أعمـق مـن ذلـك بملاحظتـه للجاذبيـة التـي تتأثـر بهـا أجـزاء الجسـم نفسـه فيقـول: «وكل جسـم ثقيـل يكـون علـى مركـز العالـم، فـإنّ مركـز العالـم يكـون في وسـطه، ويكـون ميـل أجزائـه مـع جميـع جهاتـه إلـى مركـز العالـم، تقسـم كل واحـد منهـا الجسـم بقسـمين معادلـي الثقـل عنـد ذلـك السـطح». «وكل جسـم ثقيـل يتحـرّك إلـى مركـز العالـم فإنّـه لا يتجـاوز المركـز، وإنـه إذا انتهـى إليـه انتهـت حركتـه وإذا انتهـت حركتـه صـار ميـل جميـع أجزائـه إلـى المركـز ميـلًا متسـاويًا، وإذا انتهـت حركتـه فـإن وضـع المركـز منـه حينئـذ لا يتغيـر» [الرفاعـي، 1973م].

نظراً لتصنيف ابن طفيل لحركة الأجسام إما علويّة وإما سفليّة، فهو يؤكد في قصته «حي بن يقظان»، على أن ثمة شيء مشترك لجميع الأجسام، وشيء ينفرد به كل جسم عن الآخر. فالشيء المشترك هو (الجسمية) ذات الطبيعة المادية، والشيء الذي يتميز به جسم عن آخر، هو الثقل في أحدهما والخفة في الآخر، والمعنيان السابقان يميزان بشكل خاص الأجسام فقط [ابن طفيل، 1995م].

تنبه أبو عمران موسى بن ميمون القرطبي إلى أنّ القدماء لاحظوا ارتباط قوة المد والجزر بالقمر، فقال: «ذكرت الفلاسفة أن للقمر قوةً زائدةً، وخصوصيّة بأسطقس (بمادة) الماء، (و) دليل ذلك زيادة البحور والأنهار بزيادة القمر، والجزر مع إدباره أعني صعوده وانحطاطه في أرباع الفلك على ما هو بين واضح عند ترصّد ذلك» [ابن ميمون، (د. ت)].

كما طرح ابن ميمون فكرة تأثير الأجسام في بعضها بعضًا، ولا يقصد بذلك تأثر الأجسام ببعضها بسبب التمازج، بل بسبب قربها أو بعدها عن بعضها أيضًا: «وقد تبين في العلم الطبيعي أنّ كل جسم يفعلُ فِعلاً ما في جسم آخر فلا يفعل فيه إلا بأن يلقاه أو يلقى ما يلقاه، إن كان ذلك الفاعل إنما يفعله بوسائط... وهكذا نجد أسباب كل ما يحدث في الوجود من حوادث يكون سببها امتزاج الاسطقسات التي هي أجسام فاعلة بعضها في بعض ومنفعلة بعضها عن بعض، أن سبب حدوثها قرب جسم من جسم أو بُعد جسم عن جسمٍ» [ابن ميمون، (د. ت)].

وفي موقع آخر يؤكد وجود قوةٍ تمسك بين أجزاء الكون كافة، لكنه لم يجد إجابةً شافيةً فيترك السؤال: هل مصدر هذه القوة هو الفلك المحيط أم غير ذلك؟ مفتوحاً على أمل أن يظهر من يجيب عنه.

«واعلم أنّ القوى الواصلة من الفلك لهذا العالم على ما قد بان أربع قوى: قوةٌ توجب الاختلاط والتركيب ولا شك أنّ هذه كافية في توليد المعادن،

وقوة تعطي النفس النباتية لكل نبات، وقوة تعطي النفس الحيوانية لكل حي، وقوةٌ تعطي القوة الناطقة لكل ناطق، وكل ذلك بتوسط الضوء والظلام التابع لنورها ودورتها حول الأرض... كذلك في العالم بجملته قوة تربط بعضه ببعض، وتحرس أنواعه من أن تبيد، وتحرس أشخاص أنواعه أيضًا مدة ما يمكن حراستها، وتحرس أيضًا بعض أشخاص العالم، هذه القوة فيها نظر هل هي بواسطة الفلك أم لا؟» [ابن ميمون، (د. ت)]. لقد عبر ابن ميمون عن الجاذبية بأنها قوة مؤثرة عن بعد، كما فعل من قبل ابن بشرون وإخوان الصفا، لكنه لم يدرك ما يتعلق بهذه القوة من عناصر كالكتلة والبعد.

عالج الإمام فخر الدين الرازي في الفصل الخامس من كتابه «المباحث المشرقية» موضوع سقوط الأجسام وعلاقته بالجاذبية، فيستعرض أقوال السابقين ثم ينقضها واحدًا إثر الآخر، فيقول: «الفصل الخامس في اختلاف الناس في سبب حركة الناس (قد) ذكروا في ذلك وجوهًا خمسةً:

الأول : الأجرام كلها ثقالٌ طالبةً للمركز ولكنها متفاوتةٌ في الثقل، ولكن الأثقل يسبق ويضغط الأخف إلى فوق حتى يتمهد له الاستقرار في السفل، **وهذا باطل** بوجهين: أما أولاً: فلأنّ انضغاط الأعظم أبطأ ونحن نرى أن حركة النار العظيمة إلى العلو ليست أبطأ من حركة النار الصغيرة، وأمّا ثانياً: فلأن المندفع كلما بعد عن المبدأ ذهبت سرعته وهاهنا ليس كذلك.

الثاني : أنّ المقل هو يخلل الخلاء والمرسب هولا يخلل الخلاء، **وهذا باطل** لأن الجسم الذي يتخلله الخلاء لابد وأن تكون فيه أجزاء لا يتخللها الخلاء، وتلك الأجزاء صاعدةٌ وليس صعودها بسبب تخلل الخلاء.

الثالث : أن المقلّ هو اللين والمهبط هو الصلابة، **وهو باطلٌ** لأنه يلزم أن يكون الحديد والحجر أثقل من الذهب والزئبق.

الرابع : أن تحدد الزوايا هو مبدأ الحركة للأشكال المتحددة إلى فوق لسهولة الخرق والتمكن من النفوذ، وإن انفراج الزوايا واستعراض السطوح هو السبب في الثقل، **وهو باطل** لأن تحدد الأشكال معين على سهولة الحركة ولكنه لا يكون سبباً لحصولها كما أنّ حدّة السيف لا تكون علة لحصول القطع بل لا بد من قاطعٍ نعم هي علةٌ لسهولة القطع.

الخامس: أنّ الخلاء يجذب الأجسام إلى نفسه جذباً يسبق بالأثقل فالأثقل ثم يحيط به الأخف فالأخف، **وهو فاسدٌ** لما ثبت في باب الخلاء أنّ الخلاء لوكان فليس له جذبٌ للأجسام، وإذا بطلت هذه المذاهب فالحق ما قدمناه من أن لكل واحد من هذه العناصر حيزاً طبيعياً فإذا فارقت أحيازها لقاسرٍ فعند زوال ذلك القاسر تعود بطباعها إلى أحيازها الطبيعية» [الرازي، 1990م].

وقد طرح الإمام فخر الدين الرازي فكرة أنّ الجسم ينجذب إلى الجسم المجاور له أكثر مما ينجذب للجسم البعيد عنه، وهو يدخل بذلك عامل المسافة بين الأجسام وعلاقته بمفهوم التجاذب، قال: «إنّ انجذاب الجسم إلى مجاوره الأقرب، أولى من انجذابه إلى مجاوره الأبعد...» [الرازي، 1990م].

وكما تكلم قبله ثابت بن قرة، أقرّ فخر الدين الرازي في كتابه «المحصّل» بأنّ الثقل أمرٌ زائدٌ على الحركة من خلال إحدى المسائل وبرّر ذلك بقوله: «لأن الثقيل الممكن في الجو قسرا نحسّ بثقله والزق المنفوخ المسكن تحت الماء قسرًا نحس بخفته مع عدم حركتهما» [الرازي، 1991م].

ويعلق الطوسي على ذلك بقوله: «والخفة والثقل لم يذهب أحد إلى

أنهما ليسا بزائدين على الحركة، بل هما عرضان يسميهما المتكلمون اعتمادًا والحكماء ميلًا» [الرازي، 1991م].

وقد تنبه الإمام فخر الدين الرازي إلى التناسب الطردي لقوة الثقالة الأرضية مع مقدار كتلة الجسم وبالتالي ثقله، يقول: «إنّ الأجسام كلما كانت أعظم، كان ميلها إلى أحيازها الطبيعية أقوى، وكلما كان كذلك، كان قبولها للميل القسريّ أضعف، لما بيّنا أن الميل الطبيعي عائق عن القسري، والشيء كلما كان العائق عنه أقوى كان وجوده أضعف» [الرازي، 1964م].

كما كانت لديهم آلات للتطويع وتقطيع الحلقات، فقد استعمل نصير الدين الطوسي (توفي 672هـ/ 1273م) في مرصده في مراغة المحلّقة ذات الحلقات الخمس والدوائر من النحاس. كما اكتشفوا طريقة خاصة صنعوا بها الحلقة ذات القطر البالغ خمسة أمتار، وزادوا بذلك ثلاث حلقات على المحلقات الفلكية الموجودة؛ مما مكنهم من إجراء قياسات فلكية أخرى، ثم أضافوا مسطرة قياس الزوايا المعروفة باسم (العضادة)، وهي مسطرة تدور حول نقطة في طرفها وينتقل طرفها الآخر على دائرة ذات أقسام متساوية.

وتوصل عباس بن فرناس (توفي 260هـ/ 873م) إلى صنع الزجاج من الرمال والحجارة، واخترع عددًا من الآلات الفلكية الدقيقة مثل الأداة المسماة (ذات الحلق)؛ وهي آلة تتكون من عدة حلقات متداخلة تعلق في وسطها كرة تمثل حركة الكواكب السيارة. كما اخترع آلة لقياس الزمن أطلق عليها اسم (الميقاتة)، إلا أن أشهر محاولاته في علم الحيل هي تلك المحاولة التي لقي فيها حتفه؛ فقد احتال لتطيير جسمه؛ فمد لنفسه جناحين، ثم صعد إلى مكان عالٍ أمام جمع غفير من أهالي قرطبة، واندفع في الهواء طائرًا دون أن يجعل لنفسه ذنبًا يحميه في هبوطه ويعطي لمقدم جسمه ومؤخرته نوعًا من التوازن، وحلّق مسافة ليست بالقصيرة ثم سقط على مؤخرته ومات، ولعله أول إنسان حاول الطيران في العالم.

• الكهرباء والمغناطيسية

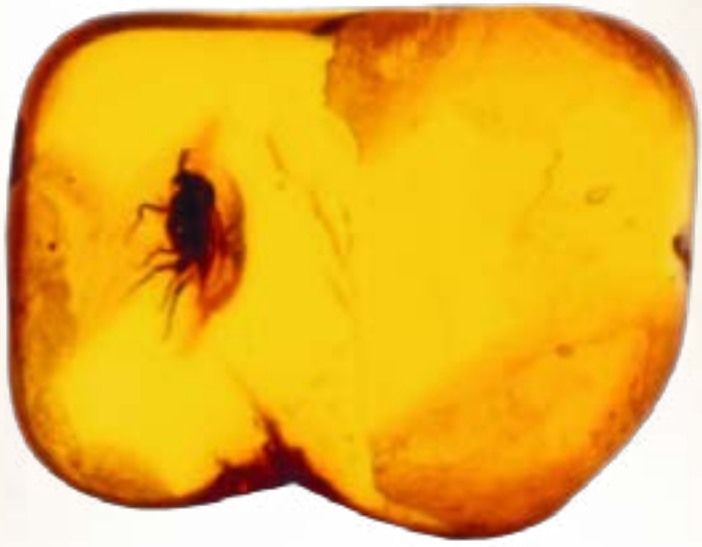
تأخـرت البحـوث الخاصـة بالكهربـاء والمغناطيسـية حتـى القرنـين السـادس والسـابع عشـر الميلاديـين. لكـن العـرب والمسـلمين كانـت لهـم بعـض الأفـكار والآراء والتجـارب البسـيطة في هـذا الموضـوع، انحصـرت تقريبـا في الجانـب التطبيقـي أكثـر منهـا في الجانـب النظـري.

نعلم أن الكهرباء عبارة عن شحن ساكنة أو متحركة موجودة في المادة، المسؤول الرئيس عن تشكلها هو الإلكترونات.

ولا يزال لغز بطارية بغداد واللوحة المكتشفة على أحد الجدران المصرية يحظى باهتمام كبير من قبل الباحثين، وتطرح تساؤلات هل كان لدى الأمم القديمة اهتمامٌ بالكهرباء وتوليدها؟ ولماذا؟ وما هي تطبيقاتها؟ في حين أننا الآن، وبعد جهود مئات من العلماء والمخترعين وعلى مدى مئتي سنة، تم التوصل لما توصلنا له من المعرفة الحالية عن الكهرباء!!

بطارية بغداد هو اسم شائع لعدة قطع صنعت في بلاد الرافدين، خلال فترة حكم الساسانيين أوپارثيا (سنوات قليلة بعد الميلاد). اكتشفت هذه القطع عام 1936 في قرية خوجوت رابه، قرب بغداد، العراق. وقد أصبحت هذه القطع ذات أهمية كبرى في عام 1938، عندما انتبه لها مشرف المتحف العراقي العالم الألماني ويليم كونيك. وفي (عام 1940) حرر كونيك ورقة يقول فيها أن البطارية تشبه في عملها خلايا جلفانية، وربما استخدمت في عملية الطلاء الكهربائي لتحويل المواد الذهبية إلى فضية. وهذا التعبير مبني على إمكانية افتراضية

لقد عرف العرب والمسلمون الكهرباء الساكنة الطبيعية من خلال تعاملهم مع حجر الكهرمان الذي يكتسب بالدلك خاصيته في جذب زغب الريش والخفيف من القش وما شابه ذلك.



حجر الكهرمان راتينج، متحجِّر قاسٍ ذو لون بنيّ مُصفر. تنشأ هذه المادة بشكل رئيس من الصمغ الراتينجي لأشجار الصنوبر التي تنمو في أوروبا الشمالية منذ ملايين السنين. وغالباً ما تحوي هذه الكتل من الكهرمان على الحشرات التي تم حبسها أثناء تدفق المواد الراتينجية من الأشجار. وقد سمى الإغريق القدماء الكهرمان الإلكترون؛ لأنهم عندما حكّوا الكهرمان بالقماش أصبح مشحونًا كهربائيًا وجذب قطعًا صغيرة من الذرات

كما عرف العرب والمسلمون الكهرباء المتحركة الطبيعية من خلال سمك الإنقليس الرعاد. فقد حدثنا البيروني في كتابه «الآثار الباقية عن القرون الخالية» أن أشخاصاً تعرضوا للأثر الروحاني (صعقة كهربائية) من سمك الرعّاد، فأصابهم بتخدير في كل أنحاء أجسامهم.

ويحدثنا أبو حامد الغرناطي (توفي 565هـ/1169م)، في كتابه «تحفة الألباب ونخبة الإعجاب»، عن طريقة جديدة في العلاج بالكهرباء بالاستفادة من سمك الرعّاد، قد تكون أولى الإشارات العلمية الموثقة لما يسمى بالعلاج الفيزيائي أو العلاج الطبيعي: «وفي بحر الرّوم (البحر الأبيض المتوسط) يسمى الرعاد...، ومن خواصه، أن يعمل من جلده طاقية، وتلبس للصُّداع فيسكن، وإذا كان (السمك الرعاد) في شبكة، فكل من يحرّك تلك الشبكة، أو يضع يده عليها أو على حبل من حبالها، تأخذه الرعدة حتى لا يملك من نفسه شيئًا، كما يرعد صاحب الحمى إذا كان مفلوجًا، فإذا أزال يده زالت الرعدة، وإن أعاد يده إلى الحبل والشبكة، أو شيء يتصل بتلك الشبكة، عادت إليه الرعدة...».

كما نلاحظ أن معرفة العرب والمسلمين بالكهرباء لم تتجاوز وصف الخواص الكهربائية الموجودة في الطبيعة، دون أن يخوضوا في محاولة تفسير هذه الظواهر أو البحث في توليدها. وكان على الحضارات الانتظار حتى مجيء فولطا وفاراداي وغيرهما ممن بحث في مجال الكهرباء حتى يتوصلوا لذلك.

الرعَّاد أو الأنقليس؛ سمك طويل رفيع يستطيع إحداث تفريغ كهربائي قوي. ويوجد نحو 500 نوع من الأسماك لها القدرة على إحداث تفريغ كهربائي. وأشهر هذه الأنواع وأقدرها على إنتاج تفريغ كهربائي قوي هو سمك الأنقليس الرعاد. ويستخدم هذا النوع من الأسماك التفريغ الرعاد في كشف الأشياء الموجودة تحت الماء، وفي الاتصال بأسماك الأنقليس الرعاد الأخرى ولشل حركة فريسته. تبلغ قيمة الجهد الذي تولده السمكة بين 350 و650 فولط، وهو كافٍ لشل حركة إنسان أو لقتل سمكة صغيرة. يولّد الأنقليس الرعاد عادة من ثلاث إلى خمس اندفاعات كهربائية في كل مرة يفرغ فيها شحنته. وتستغرق كل اندفاعة نحو1/500 من الثانية

كان الإغريق أول من اكتشف خاصية الجذب في المغناطيس، وكان ذلك قبل ما يزيد على 2000 سنة. فقد كانوا يجلبون نوعاً من الحجر من منطقة تسمى مغنسيا له قدرة على الجذب، وكان أهلها يسمونها (المغناطيين)، ومن ثم أطلقت كلمة مغناطيس على هذا الحجر.

عرف العرب والمسلمون المغناطيس والمغناطيسية، وكان الأندلسيون يسمونه (القرميط)، التي أخذت من الإسبانية Calamita التي تعني المغناطيس، وفي الوقت نفسه تشير إلى البوصلة. وقد استفادوا من خاصتين أساسيتين للمغناطيس هما؛ الجذب والإشارة نحو الشمال والجنوب، واستخدموا ذلك في أسفارهم البحرية.

مـن العلمـاء العـرب والمسـلمين الـذي بحثـوا في المغناطيسـية؛ زكريـا بـن محمـد ابـن محمـود القزوينـي (تـوفي 682هـ/1283م)، فهـو يقـول في مقدمـة كتابـه «عجائـب المخلوقـات وغرائـب الموجـودات»: «وحسـبك مـا تـرى مـن حـال المغنطيـس وجذبـة الحديـد... فـإذا رأيـت مغنطيسًـا لا يجـذب الحديـد فـلا تنكـر خاصيتـه، (بـل) اصـرف عنايتـك (إلـى) البحـث عـن أحوالـه حتـى يتضـح لـك أمـره».

وقـام جابـر بـن حيـان بقيـاس قـوة حمولـة المغناطيـس تبعًـا لقدرتـه علـى رفـع الأوزان، وقـد وجـد أنهـا تتناقـص مـع الزمـن.

كمـا بحـث أبوبكـر الـرازي في القـوة المغناطيسـية الجاذبـة، وذلـك في رسـالته «في علـة جـذب المغناطيـس للحديـد» وفي رسـالته «سـبب وقـوف الأرض وسـط السـماء».

ويؤكـد المؤرخ الصينـي تشـويو (كان حيـاً عـام 1100م)، أن الصينيـين قـد عرفـوا البوصلـة عـن طريـق ملاحـين أجانـب قـد يكونـون مـن الهنـود أو مـن المسـلمين الذيـن كانـوا يبحـرون بـين سـومطرة وكانتـون.

بوصلة دمشقية

بوصلة عثمانية

بوصلة فارسية

أنواع وأشكال متعددة من البوصلات العربية والإسلامية، والتي كانت تستخدم لأغراض الملاحة وتحديد الاتجاهات. وكانت هذه البوصلات قطعًا بسيطة من الحديد الممغنط، تطفو فوق قش أو فلين داخل محيط من الماء. (وفي نحو القرن الرابع عشر الميلادي)، كان ينقش على قرص البوصلة 32 نقطة اتجاه. وخلال السنوات التالية، تعلم البحّارة في أنحاء العالم الكثير عن الانحراف والاختلاف في البوصلات وأصبحوا يستعملون البوصلات المغنطيسية بدقة أكبر

وعرف إخوان الصفا المغناطيس وجذبه للحديد، ولكنهم جهلوا سبب ذلك. أما البيروني فقد لاحظ في كتابه «الجماهر في معرفة الجواهر»، أنّ حجر المغناطيس مثل حجر الكهرمان له خاصية الجذب، لكنه أكثر فائدة منه لأنه يستطيع أن ينتزع شفرة من الجرح، أو طرف المشرط من أحد العروق، أو خاتمًا معدنيًا ابتلعه الإنسان واستقر في بطنه.

ويقول المؤرخون إن البحارة المسلمين، على الأرجح، كانوا أول من استخدم خاصية الاتجاه في المغناطيس في صنع بيت الإبرة في رحلاتهم البحرية وذلك نحو (القرن الرابع الهجري). كما استخدموها في ضبط اتجاه القبلة وإقامة المحاريب في المساجد.

وتدل بعض المخطوطات والمؤلفات القديمة أن بعض العلماء العرب أجروا بعض التجارب الأولية في المغناطيسية. فقد ذكر بهاء الدين العاملي في كتابه «الكشكول» تجربة بسيطة عن المغنطة، وفي بيان أجزاء المغناطيس، وهذه التجربة منقولة عن نصير الدين الطوسي.

إن ادعاء البعض بأن اختراع البوصلة تم على يد الإيطالي فلافيوجيويا (عام 1302م)، لا دليل يدعمه؛ إذ إن أقدم الإشارات إلى البوصلة واستخداماتها في المصادر الأوربية وردت في كتاب فنسان دي بوفيه «المنظار الطبيعي»، وكان مصدره الوحيد في هذا الكتاب هو جيرار الكريموني الذي ترجم أعدادًا كبيرةً من المصنفات العربية، مما يؤكد أن المصدر كان عربيًا.

يقول المؤرخ مونتغمري واط: «من المحتمل أن الفضل الأساسي في تطوير البوصلة يعود إلى العرب، ولكن التحسينات اللاحقة بها تمت دون شك على أيدي الأوربيين».

إســـهامات علمـــاء العـــرب والمســـلمين في مجـــال الفيزيـــاء

يعـد القـرن (الرابـع الهجـري/ العاشـر الميـلادي) العصـر الذهبـي للحضـارة العربيـة الإسـلامية مـن ناحيـة التقـدم العلمـي. فقـد تـوج العلمـاء المسـلمون العلـوم التطبيقيـة والبحـث فيهـا بالاكتشـافات الرائعـة، خاصـة بمـا اهتـدوا إليـه في طبيعـة الضـوء ووظائفـه، والأصـوات، وقـوس المطـر، والكسـوف والخسـوف والظـلال، بالإضافـة إلـى مخترعاتهـم في علـم الحيـل. وقـد كان علـى رأس قائمـة العلمـاء الذيـن اشـتغلوا بالفيزيـاء؛ ابـن الهيثـم وأبنـاء موسـى بـن شـاكر والخـازن والبيرونـي وغيرهـم الكثيـر. وقـد سـاهم هـؤلاء جميعًـا في تطـور علـم الفيزيـاء بفروعـه المختلفـة بنسـب متفاوتـة، ولـم يكـن هنـاك مـن يفوقهـم في أي أمـة عاصرتهـم.

• إســـهامات ابن الحائـك الهمـــذاني

الحسـن بـن أحمـد بـن يعقـوب بـن يوسـف بـن داود بـن سـليمان ذو الدمينـة بـن عمـر بـن وبـان بـن بكيـل بـن خيـوان بـن نـوف بـن همـذان (تـوفي 334هـ /945م)، عالـم موسـوعي، بـرز مؤرخًـا وكيميائيًـا ونباتيًـا وفلكيًّـا وعالمًـا بالطبيعـة والفيزيـاء، وجغرافيًـا طبيبًـا. زار بغـداد ومكـة طلبـاً للعلـم، ثـم قـام برحلـة إلـى أرجـاء شـبه الجزيـرة العربيـة وسـجّل مشـاهداته في كتابـه «صفـة الجزيـرة العربيـة»، وقـد مـارس السياسـة، فقبـض عليـه الإمـام أحمـد الناصـر الزيـدي (سـنة 310هـ)، وسـجنه في صنعـاء، وقيـل إنـه فيهـا فيـه. تجـاوزت شـهرة الهمذانـي شـبه الجزيـرة العربيـة إلـى شـبه الجزيـرة الأندلسـية، فقـد ذكـر صاعـد الأندلسـي طرفًـا مـن أخبـاره، تدلـل علـى مكانـة الهمذانـي العلميـة، وتقديـر علمـاء الأندلـس لمنجزاتـه وإبداعاتـه: «لـم ينبـغ في الفلسـفة مـن العـرب سـوى اثنـين؛ أبـي إسـحاق الكنـدي، وأبـي محمـد الهمذانـي». أمـا مكانتـه بـين عـرب وعلمـاء المشـرق فيـدل عليهـا قـول القفطـي:

«نادرة زمانه، وصاحب الكتب الجليلة والمؤلفات الجميلة. لو قال قائلٌ: إنه لم تخرج اليمن مثله لم يَزِلّ، لأنه المنجم من أهلها، له خط في الطبّ، والطبيب لا بد له من الفقه، والفقيه لا بد له من علم العربية وأيام العرب وأنسابها وأشعارها. وهو قد جمع هذه الأنواع كلها وزاد عليها».

يعد أول من توصل إلى أن الهواء إذا انقطع وخلا منه مكان ما تنعدم فيه الحياة، وينطفئ أي لهب فيه أيضًا، وقد جاء ذكر هذا الأمر في كتابه «الإكليل» باب القبوريات. كما يعد أول من تكلم عن الجاذبية الأرضية، وقد سبق نيوتن، فقد ورد عن الهمذاني في معرض حديثه عن الأرض، وما يرتبط فيها من أركان ومياه وهواء، في كتابه «الجوهرتان العتيقتان المائعتان من الصفراء والبيضاء»: «فمن كان تحتها (أي تحت الأرض)، فهو في الثبات قامته كمن كان فوقها، ومسقطه وقدمه على سطحها الأسفل كمسقطه إلى سطحها الأعلى، وكثبات قدمه عليه، فهي بمنزلة حجر المغناطيس الذي تجذب قواه الحديد إلى كل جانب؛ فأما ما كان فوقه فإن قوته وقوة الأرض تجتمعان على جذبه، وما دار به فالأرض أغلب عليه بالجذب، لأن القهر من هذه الحجارة لا يرفع العلاة ولا سفلة الحداد..»، وهذا القول يدل دلالة واضحة على حقيقة فيزيائية قالها الهمذاني، وهي أن الكرة الأرضية تجذب الأجسام في كل جهاتها. من مؤلفاته أيضاً غير الكتابين السابقين: «كتاب في الكيمياء والمعادن والفيزياء»، و«كتاب المطارح والمطالع»، و«زيج اعتمده أهل اليمن» و«سرائر الحكمة»، وغرضه التعريف بمجمل علم الهيئة، ومقادير حركات الكواكب، وتبيين علم أحكام النجوم، واستيفاء ضروبه، واستيعاب أقسامه.

• إســـــهامات الحســـــن بن الهيثـــم

صنف ابن الهيثم الكثير من الأعمال العلمية المهمة، إلا أن معظم ما صنفه يقع في رسائل أو مقالات علمية قصيرة. وشملت هذ المؤلفات: الحساب، والجبر والمقابلة، والهندسة والمثلثات، وحساب المعاملات. وله كتب في: الفلك والمناظر (البصريات)، والجغرافيا والطب والصيدلة، وكذلك في المنطق والفلسفة وعلم الكلام والسياسة والأخلاق والأدب. وقد اتفقت كلمة القدماء والمحدثين على عظمة ابن الهيثم وكثرة مواهبه، وعلو شأنه في العلوم الطبيعية عمومًا، والبصريات على وجه الخصوص. اتبع ابن الهيثم في بحوثه كلها، وخاصة ما كان منها في الضوء، طريقة مثلى؛ فقد بنى منهجه العلمي على الاستقراء والقياس والتمثيل، أو كما قال: «... نبتدئ باستقراء الموجودات وتصفح أحوال المبصرات وتمييز خواص الجزئيات، ثم نرتقي في البحث والمقاييس على التدريج والترتيب، مع انتقاد المقدمات والتحفظ من الغلط في النتائج...». وكان يجعل غرضه في سائر ما يميزه وينتقده طلب الحق، لا الميل مع الرأي واتباع الهوى. ويعترف أنه بعد كل ذلك هو ليس «براء مما هو في طبيعة الإنسان من كدر البشرية»، ولكنه يجتهد بقدر ما له من القوة الإنسانية، ومن الله يستمد العون في جميع الأمور. ونخلص من آراء ابن الهيثم ومنهجه الذي أقره وسار عليه، أنه كان مخلصًا في طلب العلم، منصفًا لمن سبقه من العلماء، مدركًا لوضع البحث العلمي الصحيح ووظيفته ومهمته. إن هذا النهج الذي سلكه ابن الهيثم وألزم به نفسه، هو الذي سُمّي فيما بعد (الأسلوب العلمي)، وعلى هذا يكون قد سبق روجر بيكون (توفي 1602م)، الذي ينسب إليه هذا الفضل. ولم يسبقه فحسب، بل تفوق عليه بإضافته مبدأ العمل بالقياس والتمثيل، واستطاع أن يجمع بين المقدرة الرياضية والكتابة العلمية. وكان بيكون من أعظم علماء الغرب الذين درسوا العلم العربي ثم حملوا نتاجه إلى الأجيال الأوروبية. وكان

أشد فخرًا بفصل الضوء في كتاب «التأليف الكبير» الذي استمده من ابن الهيثم والكندي، وكان يقول: «أعجب ممن يريد أن يبحث في الفلسفة وهو لا يعرف اللغة العربية».

ألّف ابن الهيثم كتابه «المناظر» الذي يعد أهم كتاب ظهر في عصور الازدهار الإسلامية (العصور المظلمة في أوروبا)، وكان أكثر المصنفات استيفاء لبحوث الضوء. فقد كانت المعلومات في هذا المجال قبله مفككة لا رابط بينها. ولما جاء أنشأ هذا العلم على أسس صحيحة، ساهمت في تطوره، وانعكست نتائج هذا التطور في العلوم الأخرى ذات العلاقة به كالفلك والطبيعة. لذا كان من أعظم مآثره أنه أبطل علم المناظر القديم، وأنشأ علم الضوء بالمعنى المعروف حديثًا. ومن أهم البحوث والآراء التي وردت في «المناظر»:

1. طبيعة الضوء،
2. الانعكاس.
3. الانعطاف والانكسار.
4. تشريح العين.
5. الإبصار وكيفية حدوث الرؤية.
6. أغلاط البصر وأوهامه.

كان أثر ابن الهيثم كبيرًا سواءً في الشرق حيث عاش ومات، أوفي الغرب حيث انتشر ذكره وذاع صيته. ولم يكن هناك من معاصريه من كان يدانيه في ميدان البصريات وفي عبقريته العلمية، أو في حياته الشخصية التي كانت انعكاسًا لإخلاصه للعلم وحب البحث. ومن الغريب أن تأثيره في الشرق لم يكن بالقدر نفسه الذي كان في الغرب، وقد ظلت شهرته في الشرق جانبًا من التاريخ

المَرْوي لقلة من تأثر بنظرياته العلمية من العرب والمسلمين. ولم يذع صيته إلا بعد أن قام كمال الدين الفارسي (توفي 720هـ/ 1320م)، بشرح كتاب «المناظر»، وعلق عليه وسمّاه كتاب «تنقيح المناظر لذوي الألباب والبصائر».

أما في الغرب الأوروبي، فقد أقبل المترجمون والمنتحلون على كتب ابن الهيثم التي بقيت موردًا عامًا ينهل منه أكثر علماء القرون الوسطى، مثل: روجر بيكون وكبلر، ودافينشي، وفيتلو، وهوبكنز. ونقلت كتبه في الرياضيات والفلك والفيزياء إلى اللغات العبرية والإسبانية والإيطالية. أما اللغة اللاتينية فيبدو أن جيرار الكريموني (توفي 1187م) قد نقل إليها كل كتاب «المناظر» لابن الهيثم، كما نقله فيتلو إلى اللاتينية عام 1270م. ومن أوائل من تأثروا بابن الهيثم في علم الضوء روبرت غروستست (توفي 1253م)، الذي يعد من رواد الحركة العلمية في الغرب. وكذلك ويتلو الذي ضمن أبحاثه عن الضوء كثيرًا من آراء ابن الهيثم؛ من ذلك الخزانة السوداء ذات الثقب، وتعليل قوس المطر. كما نجد أن كتاب «علم المناظر» لجون بيكام (توفي 1292م)، ليس سوى اقتباس ناقص من كتاب «المناظر» لابن الهيثم. أما أعظم علماء الغرب الذين نهلوا من العلم العربي ثم حملوا نتاجه إلى أوروبا فهو روجر بيكون الذي درس العربية، وشجع على تعلمها للأخذ من العلوم الفلسفية العربية.

ونجد أن أبحاث ابن الهيثم في علم المناظر قد ألهمت الكثيرين من علماء أوروبا، وأن بعضًا من البحوث التي تنسب إلى المشهورين منهم قد وردت في مؤلفاته خاصة «المناظر»؛ فإن مستوى هذا الكتاب من منظور علمي، يفوق مستوى كثير من الكتب العلمية التي صنفها الغربيون في العصور الوسطى، وبدايات عصر النهضة في أوربا.

• إســـهامات البيـــروني

يعد البيروني من أعظم العلماء المسلمين الذين ازدانت بهم الحضارة العربية الإسلامية في الفترة من (منتصف القرن الرابع الهجري إلى منتصف القرن الخامس الهجري). ويذهب بعض مؤرخي العلوم مثل الألماني إدوارد سخّاو: «إلى أن البيروني أعظم عقلية عرفها التاريخ». لقد كان البيروني يرى في وحدة الاتجاه العلمي في العالمين الإسلامي والغربي اتحاد الشرق والغرب. وكأنه كان يدعو إلى إدراك وحدة الأصول الإنسانية والعلمية؛ فنجده يطري اليونانيين، ويطري العرب ولغتهم (مع أصله العجمي)، ويشيد بالهنود، ويعدد مزايا كل شعب من هذه الشعوب، ودعا إلى أخذ العلم من أي مصدر أو لغة أو شعب. وقد كان يجيد الفارسية، واليونانية، والسريانية، والسنسكريتية إلى جانب العربية. فعلى سبيل المثال، فإن سعة اطلاعه على تراث هذه اللغات جعلته متمكنًا من انتقاد المنهج الذي اتبعه الهنود لأنه حسب رأيه مليءٌ بالخرافات وغير علمي. كما مكّنه ذلك من بيان وجود التوافق بين الفلسفة الفيثاغورثية والأفلاطونية والحكمة الهندية.

يكاد يكون البيروني قد ألّف في كل فروع المعرفة التي عهدها عصره؛ فقد كتب في: الرياضيات والفلك والتنجيم والحكمة والأديان والتاريخ والجغرافيا والجيولوجيا والأحياء والصيدلة. أما في مجال الطبيعيات فقد اهتم بالخصائص الفيزيائية لكثير من المواد، وتناولت أبحاثه ميكانيكا الموائع والهيدروستاتيكا، ولجأ في بحوثه إلى التجربة وجعلها محورًا لاستنتاجاته. كما انضم مع ابن سينا إلى الذين شاركوا ابن الهيثم في رأيه القائل بأن الضوء يأتي من الجسم المرئي إلى العين. ومن جملة اهتماماته بالخواص الفيزيائية للمواد التي وردت في كتب متفرقة مثل «القانون المسعودي»، و«الجماهر في معرفة الجواهر»، حيث إنه وصف خشب الأبنوس عنده بأنه يضيء كاللؤلؤ، تفوح منه رائحة طيبة، ولا

يطفو على الماء لأن وزنه النوعي أكثر من واحد. كما يشير إلى أن كل الأحجار الكريمة «تطفو في الزئبق ما خلا الذهب فإنه يرسب فيه بفضل الثقل». ومن أبرز ما قام به البيروني أنه توصل إلى تحديد الوزن النوعي لـ 18 عنصرًا (مادة)، بعضها من الأحجار الكريمة مستخدمًا الجهاز المخروطي الذي سبق توضيحه. وقد استخرج قيم الوزن النوعي لهذه العناصر منسوبة إلى الذهب مرة، وإلى الماء مرة أخرى كما سبق أن ذكرنا. وله جداول حدد فيها قيم الوزن النوعي لبعض الأحجار الكريمة على أساس الوزن النوعي للياقوت = 100 ثم إلى الماء.

وفي ظاهرة الجاذبية كان البيروني، مع ابن الحائك، من الرواد الذين قالوا بأن للأرض خاصية جذب الأجسام نحو مركزها، وقد تناول ذلك في آراء بثها في كتب مختلفة، ولكن أشهر آرائه في ذلك ضمنها كتابه «القانون المسعودي».

من الموضوعات الفيزيائية التي تناولها البيروني في كتاباته؛ ظاهرة تأثير الحرارة في المعادن، وضغط السوائل وتوازنها، وتفسير بعض الظواهر المتعلقة بسريان الموائع، وظاهرة المد والجزر، وسريان الضوء. فقد لاحظ أن المعادن تتمدَّد عند تسخينها، وتتقلص إذا تعرضت للبرودة. وأولى ملاحظاته في هذا الشأن كانت في تأثير تباين درجة الحرارة في دقة أجهزة الرصد (الاسطرلابات تحديدًا)، حيث تطرأ عليها تغيرات في الطول والقصر في قيظ النهار وزمهرير آخر الليل. وتعرض في كتابه «الآثار الباقية عن القرون الخالية» لميكانيكا الموائع؛ فشرح الظواهر التي تقوم على ضغط السوائل واتزانها وتوازنها، وأوضح صعود مياه النوافير والعيون إلى أعلى، مستندًا إلى خاصية سلوك السوائل في الأواني المستطرقة. كما شرح تجمع مياه الآبار بالرشح من الجوانب، حيث يكون مصدرها من المياه القريبة منها، وتكون سطوح ما يجتمع منها موازية لتلك المياه، وبيَّن كيف تفور العيون، وكيف يمكن أن تصعد مياهها إلى القلاع ورؤوس

المنـارات. وتحـدث عـن ظاهـرة المـد والجـزر في البحـار والأنهـار، وعزاهمـا إلـى التغيـر الـدوري لوجـه القمـر. أمـا فيمـا يختـص بسـريان الضـوء فقـد تنبّـه إلـى أن سـرعة الضـوء تفـوق سـرعة الصـوت، واتفـق مـع ابـن الهيثـم وابـن سـينا في قولهمـا بـأن الرؤيـة تحـدث بانعـكاس الشـعاع الضوئـي مـن الجسـم المرئـي إلـى العـين وليـس العكـس. كمـا قـرر أن القمـر جسـمٌ معتـمٌ لا يضـيء بذاتـه، وإنمـا يضـيء بانعـكاس أشـعة الشـمس عليـه. وكان البيرونـي يشـرح كل ذلـك بوضـوح تـام، ودقـة متناهيـة، في تعبيـرات سـهلة لا تعقيـد فيهـا ولا التـواء.

• إســـــهامات عبـد الرحمـــن الخازنـــي

أبـو الفتـح عبـد الرحمـن الخازنـي (تـوفي عـام 550 هـ / 1155 م). ويخلـط كثيـر مـن المؤرخـين بينـه وبـين كل مـن أبـي جعفـر الخـازن والحسـن بـن الهيثـم، وذلـك بسـبب رسـم الأسـماء الثلاثـة باللغـات الأجنبيـة Al-Khazeni، Al-Hazen، Al-Khazen. وقـد قـال داربـر: «بـأن الخـازن هـو الحسـن بـن الهيثـم، وأن مـا ينسـب إلـى مـا يسـمى بالخـازن هـو علـى الأرجـح مـن نتـاج ابـن الهيثـم. عـاش الخازنـي في مـرو، وأخـذ العلـم في مجالـس شـيوخها. وقـد شـجعه مـولاه علـي الخـازن المـروزي علـى الـدرس والبحـث ومتابعـة علومـه. فـدرس في مدينـة مـرو وهـي مـن أشـهر مـدن خراسـان. وذلـك علـى أيـدي أكابـر علمائهـا، فنبـغ في علـوم الفيزيـاء والفلـك والرياضيـات. لقـد أفـرد الخازنـي جانبًـا كبيـرًا مـن جهـده في دراسـة جاذبيـة الأرض، ومركـز الثقـل، وسـلوك الأجسـام السـاقطة تحـت تأثيـر الجاذبيـة الأرضيـة. وقـد ضمـن كثيـرًا مـن هـذه الدراسـات في كتابـه المعـروف باسـم «ميـزان الحكمـة». فنـراه يقـول عـن مركـز الثقـل المشـترك لجسـمين: «كل جسـمين ثقيلـين بينهمـا واصـل يحفـظ وضـع أحدهمـا عنـد الآخـر، ولمجموعهمـا مركـز ثقـل وهـو نقطـة واحـدة فقـط، وإذا تعـادل جسـمان بثقلهمـا في نقطـة مفروضـة. فـإن نسـبة ثقـل أحدهمـا إلـى ثقـل الآخـر كنسـبة قسـمي الخـط الـذي يمـر بتلـك النقطـة ويمـر بمركـزي ثقلهمـا». كمـا خصـص الخازنـي جـل وقتـه لدراسـة موضـوع السـوائل السـاكنة، فاختـرع آلـة لمعرفـة الـوزن النوعـي للسـوائل. ووضـع نسـباً لهـا، كان الخطـأ فيهـا لا يتجـاوز (6 %) مـن الغـرام في كل (2200 غـرام). وناقـش ضمـن دراسـته موضـوع المقاومـة التـي يعانيهـا الجسـم مـن أسـفل إلـى أعلـى عندمـا يغمـر في سـائل. وقـد اسـتخدم الخازنـي الجهـاز نفسـه الـذي اسـتخدمه أسـتاذه الكبيـر أبـو الريحـان البيرونـي في تعيـين الـوزن النوعـي لبعـض المـواد الصلبـة. وتـكاد تقـارب القيـم والنتائـج التـي حصـل عليهـا مـن القيـم الحديثـة مـع الفـرق الشاسـع بـين ميـزان الخـازن البسـيط والموازيـن الحديثـة المتطـورة. ابتكـر أيضًـا ميزانًـا لـوزن الأجسـام في الهـواء وفي المـاء.

ولـه خمـس كفـات تتحـرك إحداهـا علـى ذراع مـدرج. يقـول طوقـان: «لقـد سـبق الخـازن تورشـيلي وباسـكال وبويـل في الإشـارة إلـى مـادة الهـواء ووزنـه، وأن لـه قـوة رافعـة كالسـوائل، وأن الجسـم المغمـور بالمـاء ينقـص وزنـه الحقيقـي، وأنّ مقـدار مـا ينقصـه مـن الـوزن يتوقـف علـى كثافـة الهـواء. وقـد حـدث أيضـاً في الكثافـة العظيمـة للمـاء عندمـا يكـون قريبًـا مـن مركـز الأرض قبـل روجـر بيكـون بمئتـي سـنة. يقـول جـون دالتـون: «إن الخـازن قـد اسـتخدم الأريومتـر (Areometer) لقيـاس الكثافـات وتقديـر حـرارة السـوائل. ويعـد الخـازن مـن أوائـل العلمـاء الذيـن مهـدوا لاختـراع البارومتـر (ميـزان الضغـط)، إذ أظهـر أن قاعـدة أرخميـدس لا تسـري علـى السـوائل فـقـط، بـل تسـري علـى الغـازات والأجسـام الموجـودة في الهـواء. وأبـدع في بحـث المقـدار الـذي يُغمـر مـن الأجسـام الطافيـة في السـوائل، وقـد مهـدت أبحاثـه هـذه إلـى ابتـكار مفرغـات الهـواء والمضخـات. تعـرّض الخازنـي لدراسـة مقاومـة السـوائل للحركـة حيـث يقـول: «إذا تحـرك جسـمٌ ثقيـل في جسـم رطـب (سـائل) فـإن حركتـه فيهـا (تكـون) بحسـب رطوبتهـا. فتكـون حركتـه في الجسـم الأرطـب أسـرع»، وقـال الخازنـي أيضًـا بوجـود قـوةٍ جاذبـةٍ علـى جميـع جزيئـات الجسـم. وإن هـذه القـوة هـي التـي تبـين صفـة الأجسـام. وقـد ثبـت حديثًـا أن لهـذه النظريـة أهميـة قصـوى في عمليـات التحليـل الكيميائـي. ابتكـر أيضًـا معادلـة سـهلة تؤدي إلـى معرفـة الـوزن المطلـق لجسـم مكـون مـن مادتـين بسـيطتين هـي:

$$س = أ \{ 1/ك - 1/ب_1 \ / \ 1/ب_2 - 1/ب_1 \}$$

حيث أنّ:

س = الوزن المطلق المطلوب.

أ = الوزن المطلق للجسم المركب.

ك = الوزن النوعي للجسم المركب.

$ب_1$: كثافة المادة الأولى.

$ب_2$: كثافة المادة الثانية.

صنف عبد الرحمن الخازني مجموعة من الكتب والرسائل. لعل أهمها: «ميزان الحكمة» أو كتاب «الميزان الجامع»، وقد أتم تأليفه عام (516 هـ)، وعثر عليه القنصل الروسي كانيكوف في تبريز بإيران في (منتصف القرن التاسع عشر). عندها بدأت الأبحاث تتوالى على هذا الكتاب في مجلات أوروبا العلمية وفي أمريكا. ويحوي الكتاب على ما يأتي:

- **القسم الأول:** يبحث في الكليات والمقدمات نحو الثقل والخفة ومراكز الأثقال، ومقدار غوص السفن في الماء، واختلاف نسب الوزن والقبان، وكيفية الوزن، في الهواء وفي المائعات. وقياس المائعات لمعرفة الأخف والأثقل منها من غير وساطة الصنجات، ومعرفة النسب بين الفلزات والجواهر في الحجم وأقوال المتقدمين والمتأخرين في ميزان الماء وما أشاروا إليه.

- **القسم الثاني:** ويبحث في صنعة الميزان وامتحانه، وإثبات مراكز الفلزات والجواهر عليه، ووضع صنجات لائقة، ثم العمل في تحقيق الفلزات وتمييز بعضها من بعض من غير سلبه ولا تخليص بعمل شامل للموازين كلها ومعرفة الجواهر وتمييز حقها من أشباهها وملوناتها، وزيادة فيه من باب الصرف ودار الضرب بالعمل الكلي السيال والمعاملات.

- **القسم الثالث:** وهو يشتمل على طرف الموازين ومحلها نحو الميزان للدراهم والدنانير من غير واسطة الصنجات. وميزان تسوية الأرض إلى موازاة السطح الأفقي. وميزان يعرف بالقسطاس المستقيم، يوزن فيه من حبة إلى ألف من الدراهم والدنانير بثلاثة رمانات، وميزان الساعات يعرف به الساعات الماضية من ليل أو نهار، وكسورها بالدقائق والثواني، وتصحيح الصالح بها بالدرج. ويشيد جورج سارتون بكتاب «ميزان الحكمة» فيقول: «إن كتاب ميزان الحكمة من أجلّ الكتب التي تبحث في حقل السوائل الساكنة، وأروع ما أنتجته القريحة الإسلامية في القرون الوسطى». وقد ترجم هذا الكتاب من اللغة العربية إلى

لغات أخرى نظرًا لأهمية ما يحتويه من العلم الطبيعي. ومن مؤلفاته أيضًا: «كتاب الآلات العجيبة»؛ وفيه تعرض لعمل آلات الرصد، وعرف الهيئة في «كتاب الآلات المخروطية»، و«الزيج السنجاري»؛ وهو جداول فلكية سجل فيها أرصاده الدقيقة، ويسمى (السنجاري السلطاني)، صنفه في زمن السلجوقي ابن ملكشاه متولي خراسان زمن المسترشد، و«كتاب التفهيم» و«كتاب جامع التواريخ» و«كتاب في الفجر والشفق».

• إســـهامات ابن ملكـا البغـدادي

اشتهر أبو البركات هبة الله بن ملكا البغدادي، المعروف بأوحد الزمان (توفي 560هـ/ 1165م)، بأعماله الطبيّة إلى جانب مساهمته في مجال (الديناميكا). ومن المعروف أن الفضل في جمع القوانين الثلاثة للحركة، وصياغتها صياغة علمية يرجع إلى إسحق نيوتن، إلا أن القانون الثالث الذي ينص على: «أن لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه»، قد تناوله ابن ملكا في كتابه «المعتبر في الحكمة»؛ إذ يصّرح بأن: «الحلقة المتجاذبة بين المصارعيْن لكل واحد من المتجاذبيْن في جذبها قوة مقاومة لقوة الآخر، وليس إذا غلب أحدهما فجذبها نحوه تكون قد خلت من قوة الجذب الآخر، بل تلك القوة موجودة مقهورة، ولولاها لما احتاج الآخر إلى كل ذلك الجذب». ولقد أشار ابن سينا إلى القانون الأول للحركة، عندما ذكر أن للجسم من طبعه ما يحافظ به على استمراره في حالة السكون أوفي حالة الحركة. وأن تغيير الوضع لا يحدث إلا بتدخل جسم خارجي فيحس هذا الجسم الخارجي بمقاومة لتدخله تحاول إبقاء الحالة التي كان عليها الجسم عند هذا التدخل.

• إســـــهامات أبو العـــز الجـــــزري

بديـع الزمـان إسـماعيل بـن الـرزاز (تـوفي عـام 602 هـ/1205م)، فيزيائـي ومهنـدس ميكانيكـي. عـاش في حصـن كيفـا مقربـاً إلـى حكامهـا مـن آل سـكمان بـن الأرتـق التابعـين لصـلاح الديـن الأيوبـي. وقـد قضـى الجـزري في خدمتهـم خمسـة وعشـرين عامـاً بـدءاً مـن عـام (570 هـ/1174م)، تولـى خلالهـا الجـزري الأعمـال في حصـن كيفـا، وأصبـح رئيسًـا للمهندسـين فيهـا. لقـد كان الجـزري يعتمـد علـى التجربـة والمشـاهدة، فقـد بـرع في الرسـم الصناعـي والهندسـي وابتكاراتـه للكثيـر مـن الآلات الميكانيكيـة، وهـي تـدل علـى ذهـن هندسـي ميكانيكـي وقّـاد. أبـدع عـدة سـاعات (أو بنكمـات)، كمـا ابتكـر عـدة آلات تحريـك ودواليـب ترفـع المـاء وفـوارات. كمـا أبـدع في رسـم أشـكال هندسـية رائعـة الجمـال التـي تزيـن أبـواب القصـور وغيرهـا. لذلـك لا غـرو أن يعتبـر مـن أشـهر علمـاء العـرب في علـم الحيـل (الميكانيكا). فهـو أول مـن اختـرع الإنسـان الآلـي المتحـرك للخدمـة في المنـزل. فقـد طلـب منـه الخليفـة أن يصنـع لـه آلـة تغنيـه عـن الخـدم كلمـا رغـب في الوضـوء للصـلاة، فصنـع لـه آلـة علـى هيئـة غـلام منتصـب القامـة، وفي يـده إبريـق مـاء وفي اليـد الأخـرى منشـفة، وعلـى عمامتـه يقـف طائـر. فـإذا حـان وقـت الصـلاة يصفـر الطائـر ثـم يتقـدم الخـادم نحـو سـيده، ويصـب المـاء مـن الإبريـق بمقـدار معـين، فـإذا انتهـى مـن وضوئـه يقـدم لـه المنشـفة ثـم يعـود إلـى مكانـه والعصفـور يغـرد. مؤلفاتـه: «كتـاب الحيـل»، و«كتـاب الحيـل في السـاعات المائيـة»، و«كتـاب الهيئـة والأشـكال»، و«الجامـع بـين العلـم والعمـل النافـع في صناعـة الحيـل»، (فـرغ منـه عـام 602هـ). وقـد صنفـه في مدينـة آمـد (مـن مـدن الجزيـرة السـورية)، بطلـب مـن ملـك ديـار بكـر الناصـر لديـن اللّـه. ويعتبـر هـذا الكتـاب مـن أهـم المؤلفـات العربيـة في صناعـة السـاعات المائيـة بصفـة خاصـة، وآلات الحيـل بصفـة عامـة، وقـد تضمـن هـذا الكتـاب صـورًا ورسـومًا توضيحيـة لـلآلات التـي اخترعهـا الجـزري، وبـيّن طريقـة صنعهـا وكيفيـة عملهـا. كمـا اشـتمل الكتـاب علـى صـور عديـدة للرافعـات والآلات المتحركـة بذاتهـا،

والبنكام الذي يعرف به ما مضى من ساعات النهار وآلات رفع الماء، والتي أشهرها مضخة صممها الجزري، وتعتبر الجد الأقرب للآلة البخارية. وتتجلى أهمية هذا الكتاب بالأقوال التي قالها بعض المستشرقين الذين اهتموا بأعمال ومنجزات الجزري وبكتابه هذا بشكل خاص. فقد قال هيل: «لم تكن بين أيدينا حتى العصور الحديثة أية وثيقة من أية حضارة أخرى في العالم فيها ما يضاهي ما في كتاب الجزري من غنى في التصاميم، وفي الشروحات الهندسية المتعلقة بطرق الصنع والتجميع للآلات. وقال سارتون: «إن هذا الكتاب من أكثر الأعمال تفصيلًا من نوعه، ويمكن اعتباره الذروة في هذا المجال بين الإنجازات الإسلامية». وقد نشر كوماراسومي دراسة عن رسومات هذا الكتاب من وجهة نظره كمؤرخ للفن، وصدرت دراسات كثيرة عنه.

- **إســـهامات أبو العبـــاس شـــهاب الدين القـــرافي**

أحمد بن إدريس بن عبد الرحمن (توفي نحو عام 685 هـ/ 1285م). عالمٌ بالبصريات والطب وصناعة الآلات الفلكية، وعمل التماثيل المتحركة. كان عنده علمٌ ومعرفةٌ بعمل الساعات. كما كان إمامًا في العلوم الشرعية. حكى ابن طولون في رسالته «قطرات الدمع فيما ورد في الشمع»، أن القرافي قال: «وعلمت أن هذا الشمعدان وزدت فيه أن الشمعة يتغير لونها في كل ساعة، وفيه أسد تتغير عيناه من السواد الشديد إلى البياض الشديد إلى الحمرة الشديدة، في كل ساعة لون، فإذا انقضت عشر ساعات طلع الشخص على أعلى الشمعدان وأصبعه في أذنه يشير إلى الأذان، غير أني عجزت عن صنعة الكل». وهذا ذكاء من الإمام القرافي. له كتاب «المناظر». وفيه ما يقارب من خمسين مسألة بصرية مع حلولها. منها:

1. **لماذا تبدو الرماح والمجاديف منحنية قليلاً إذا غمر منها في الماء؟**
2. **لماذا يبدو نجم سهيل كبيرًا عندما يكون قريبًا من الأفق؟**

- **إســـــهامات قطـــب الديـــن الشـــيرازي**

محمد بن مسعود بن مصلح أبو الثناء الشيرازي (توفي 711هـ/ 1311م)، وهو ينحدر من بيت اشتهر بالعلم. وقد تلقّى قطب الدين علم الطب عن والده، ثم كانت له فرصة الاتصال بنصير الدين الطوسي وأن يتتلمذ على يديه. وكان الشيرازي كثير التنقل والترحال، حيث جال ربوع فارس وخراسان والعراق وديار بكر وبلاد الروم. ولما بلغ الشيرازي الخمسين من العمر التحق بخدمة تكدار أحمد سلطان بن هولاكوخان (680.683هـ). كان قطب الدين الشيرازي ولا شك علماً من أعلام المسلمين في عصره، فقد اشتغل بعلوم كثيرة منها؛ علم المناظر (البصريات) وعلم الفلك والطب والفلسفة. وقد اتجه في أواخر أيامه إلى التصوف. لقد زار الشيرازي معظم بلاد فارس والعراق وتركيا للبحث عن كبار العلماء، وقضى ردحًا من الزمن في مصر لطلب العلم، واتصل بكبار العلماء هناك لأخذ آرائهم في كثير من الموضوعات العلمية؛ فيزيائية وفلكية وغيرها. وعندما نبغ قطب الدين في كل من علمي الفيزياء والفلك، دعاه نصير الدين الطوسي لزيارة مرصده في مراغة ليبحث معه الاهتمامات العلمية المشتركة. ومما يخص علم الضوء ما أورده قطب الدين الشيرازي في خاتمة الباب الثاني عشر من المقالة الثانية من كتابه «نهاية الإدراك في دراية الأفلاك»، وذلك في معرض كلامه عن (اختلاف نور القمر، وفي الخسوف والكسوف)، حيث أوضح الشيرازي رأيه في الأضواء الصادرة عن هذه الكواكب، كذا في ألوان هذه الكواكب، وفي أن القمر جسم يقبل ضوء الشمس وينعكس عن سطحه. وقد أشار الشيرازي إلى قضية الخزانة المظلمة ذات الثقب المستدير الضيق، ففي حالة الكسوف الجزئي للشمس بحيث يبقى منها شكل الهلال، لوحظ أن ما ينفذ من أشعتها في الثقب الضيق للخزانة المظلمة بحيث يسقط على سطح مستوٍ أبيض موضوع في مقابل الثقب، تكون هذه الأشعة النافذة شكلا هلاليا،

بيد أن ذلك لا يحدث من ضوء القمر، لا عندما ينخسف بعضه، ولا عندما يكون القمر في حالته العادية على هيئة هلال. والواقع أن الحسن بن الهيثم كان قد سبق وتناول هذا الموضوع بالتفصيل في مقالته عن صورة الكسوف.

اهتم الشيرازي بالظواهر الطبيعية، مثل دراسات قوس المطر. فهو يعد أول من فسر هذه الظاهرة تفسيرًا علميًا صحيحًا، كما يقول سارتون، وبأنه يحدث كنتيجة لانعطاف ضوء الشمس في قطرات الماء مصحوباً بانعكاس داخلي. وبعد ذلك تخرج للرائي.

يقول الباحث عز الدين فرج في كتابه «فضل المسلمين على الحضارة الأوروبية»: «سجن دي ملش في روما حتى مات، وبعد موته حكم على جثته وكتبه بالحرق لا لشيء إلا لأنه قال: «أن قوس قزح ليس قوساً مرسلًا من عند الله لعقاب الناس، بل هو حقيقة علمية نتيجة لانعكاس ضوء الشمس على نقاط الماء في السماء». فأيّة مسافة كانت بين عالمنا آنذاك، وبين التخلف الأوروبي. وكان قطب الدين الشيرازي يعتمد على التجربة والاستنباط في بحوثه. وكان يعتمد على المشاهدة الحسّية، ثم التدليل بالبرهان الرياضي على المسألة الفيزيائية أو الفلكية، فلم يكن ممن يستند على المحاكاة المنطقية كما كان يفعل علماء اليونان».

كذلك اعتمد قطب الدين على نتاج ابن الهيثم والخازني، والطوسي في حقلي الفيزياء والفلك، وشجع طلابه على الاهتداء بهديه. يقول سيد حسين نصر في كتابه «العلوم والحضارة في الإسلام»: «لقد طور قطب الدين الشيرازي نموذجًا فلكيًا لعطارد، ذلك النموذج الذي بدأ فيه نصير الدين الطوسي». لقد كانت حياة قطب الدين الشيرازي حافلةً بالتأليف والشرح والتعليق، وقد خلف وراءه عددًا كبيرًا من المصنفات نذكر أهمها: كتاب «نهاية الإدراك في

دراية الأفلاك»، وقد أتم تأليفه (عام 680هـ)، وهو كتاب في الفلك يقع في أربع مقالات:

- **المقالة الأولى:** فيما يحتاج إلى تقديمه قبل الشروع في المقاصد.
- **المقالة الثانية:** في هيئة الأجرام العلوية، وما يتعلق بها من أوضاع بعضها عند بعض ونحوه.
- **المقالة الثالثة:** في هيئة الأرض وقسمتها إلى العامر والغامر، وما يلزمها بحسب اختلاف أوضاع العلويات ونحوه.
- **المقالة الرابعة:** في معرفة مقادير الأبعاد والأجرام، «كتاب التحفة الشاهية في الهيئة»، و«كتاب شرح التذكرة النصيرية في الهيئة»، و«كتاب فعلت فلا تلم في الهيئة» و«كتاب التبصرة في الهيئة» و«كتاب خلاصة إصلاح المجسطي» لجابر بن أفلح و«كتاب يحوي على بعض مشكلات المجسطي» و«كتاب تحرير الزيج الجديد الرضواني» و«كتاب الزيج السلطاني» و«رسالة في حركة الدحرجة»، و«النسبة بين المستوي والمنحني».

• إسهامات كمال الدين أبو الحسن الفارسي

كمال الدين أبو الحسن الفارسي (توفي عام 720هـ / 1320م)، عالم فيزياء ورياضيات. تتلمذ على قطب الدين الشيرازي محمود بن مسعود، (وهو الذي وجهه لدراسة علم المناظر في الضوء)، ووضع بين يديه كتاب «المناظر» لابن الهيثم، فعكف الفارسي على دراسته، ولم يخف إعجابه الشديد به، إذ يقول في ذلك: «فوجدت برد اليقين مما فيه، مع ما لم أحصه من الفوائد واللطائف والغرائب، مستندة إلى تجارب صحيحة، واعتبارات محررة بآلات هندسية ورصدية، وقياسات مؤلفة من مقدمات صادقة. بعد ذلك قام بتنقيح كتاب «المناظر» للحسن ابن الهيثم، وعدّل بعض ما ورد فيه. وكان ذلك من أهم أعماله إذ أسهم في تعريف العالم بابن الهيثم كأول مؤسس لعلم الضوء. هذا، ولم يكتف كمال الدين الفارسي بتحرير كتاب ابن الهيثم والتعليق عليه، وإنما عارضه في بعض آرائه، بل وأضاف إضافات قيمة على علم الضوء.

كما اهتم اهتمامًا كبيرا لتعليل الهالة، وقدم نظرية لها في الأثر المعروف بقوس المطر (الألوان). وقد احتاج في دراسته هذه أن يعرض لعدة مباحث منها؛ الانعطاف في الكرة المشفة والإبصار خلالها. كذا الانعطاف والإبصار خلال الكرتين المشفتين، وقد دعم مباحثه هذه بالأشكال والبراهين الهندسية المؤيدة لما ذهب إليه. وأوضح أيضاً بعض مظاهر الخداع البصري، وأجرى تجربة على ذلك؛ إذ صبغ وجه حجر الطاحون بعدة ألوان مختلفة وأدارها بسرعة، فوجد أنه لا يظهر إلا لون واحد لتمازجها (وبذلك يكون قد سبق قرص نيوتن بعدة قرون). من مؤلفاته: «تنقيح المناظر لذوي الأبصار والبصائر»، وهو شرح وتنقيح واختصار لكتاب «المناظر» لابن الهيثم، و«رسالة في أمر الشفق»، وكتاب «البصائر في علم المناظر في الحكمة»، و«كتاب في الهالة وقوس قزح»، ومقالة عن عمل لنصير الدين الطوسي.

الفيزيـــاء في عصـــر النهضـــة

تعد انجازات الحضارة العربية والإسلامية الأساس الذي اعتمدت عليه علوم الأوروبيين في كل مناحي الحياة من الفلسفة إلى العلوم التطبيقية منذ العصور الوسطى المتأخرة، (وهي الفترة الممتدة من انهيار الإمبراطورية الرومانية الغربية عام 455م، وحتى اختراع الطباعة نحو عام 1450م)، مرورًا بعصر النهضة (1450–1600م) وحتى عصر العلم الحديث (1600–1765م).

وقد تسارع تطور الفيزياء التقليدية (الكلاسيكية) في القرن السابع عشر، حيث أرسى قواعد الفيزياء التقليدية مجموعة من جهابذة العلماء، مثل غاليليو وكيبلر وبويل ونيوتن وهوك وهايجنز وغيريكه وتورشيلي. في ذلك الوقت، كان مستوى الحضارة البشرية قد أرتفع بدرجة كافية لتقبل هذه القواعد. كما شهد القرن السابع عشر كذلك، تباعدا بين كل الفلسفة والفيزياء، وإثر هذا التباعد، أطلق على الفيزياء مصطلح (الفلسفة الطبيعية)، ومن هنا نشأت تسمية درجة الدكتوراه في العلوم، بالدكتوراه في الفلسفة، وهي التسمية السائدة حتى اليوم.

القرن السابع عشر؛ يعتبر غاليليو (توفي 1642م)، أول سلسلة علماء الفيزياء المبرزين الأوروبيين، إذ كانت تجاربه الأساسية عن الديناميكا واستخدامه بعض الأجهزة العلمية مثل التلسكوب والمجهر (الميكروسكوب) والترمومتر، بمثابة الطلقة الأولى في المعركة الشرسة التي استهدفت تحطيم العقائد البالية للفيلسوف اليوناني أرسطو. وكان غاليليو أول من درس القوى وتأثيراتها على حركات الأجرام السماوية، بفكر صاف، وخطا في هذا العالم أولى خطوات التوصل إلى القوانين التي تربط بين هذه الكميات، بدلًا من الأقوال الساذجة التي كان أرسطو لا يمل من ذكرها، عن سقوط الأحجار الثقيلة إلى الأرض، بسرعة أكبر من سقوط الأحجار الخفيفة. وأثبت غاليليو خطأ هذه الأقوال، عن طريق الحسابات الخاصة بطريقة سقوط الأحجار، ونشأت مشاكل حادة

بـين غاليليـو ورجـال الكنيسـة المسـيحية، بشـأن اكتشـافاته، التـي تعارضـت مـع آراء أرسـطو. وإثـر ذلـك، لـم يكتـرث علمـاء المدرسـة الأوروبيـة الشـمالية بتعـارض اكتشـافاتهم مـع الآراء الفلسـفية.

في الواقـع ابتـدأ علـم الفيزيـاء يسـتحق هـذا الاسـم في أواخـر القـرن السـادس عشـر بهمـة العالـم غاليليـو، ولكـن لـم تنضبـط أصولـه إلا في القـرن السـابع عشـر. ففـي (سـنة 1602م)، اكتشـف العلامـة غاليليـو قوانـين سـقوط الأجسـام، فصـادف اكتشـافه معارضـات كثيـرة مـن أنصـار الفيلسـوف ديـكارت. ثـم جـاء بعـده الفلكـي نيوتـن فبرهـن علـى أن الثقـل ليـس إلا حالـة خاصـة مـن أحـوال الجاذبيـة العامـة، وأن السـبب الـذي يسـقط الأجسـام علـى سـطح الأرض هـو عينـه السـبب الـذي يمسـك الأجـرام مـن السـقوط، فـكان هـذا الاكتشـاف هـو المهـد الأول لاكتشـاف قانـون عـام يشـمل عـدداً عظيمـاً مـن الظواهـر. وقـد أثبـت نيوتـن نفسـه أن الغـازات خاضعـة لنامـوس الجاذبيـة العامـة، وأن للهـواء ثقـلاً كمـا لجميـع الأجسـام. تبـع غاليليـو كلٌّ مـن نيوتـن وهايغنـز وبويـل وكثيـر غيرهـم، سـاروا علـى نهـج غاليليـو في التفكيـر العلمـي. وكان المجمـع العلمـي في لنـدن، بمثابـة المدرسـة التـي قامـت بتخريـج كل هـؤلاء الجهابـذة، وبجانـب هـؤلاء العلمـاء الفيزيائيـين، كان هنـاك عـدد مـن الأسـماء اللامعـة، مـن أمثـال: عالـم الفلـك إدمونـد هالـي، وعالـم الفلـك والمعمـار كريسـتوفر رين، وكاتبـي اليوميـات ايفلـين وبيبـس، والفيلسـوف جـون لـوك. وكانـت الريـادة في مجـال الديناميـكا والرياضيـات والبصريـات معقـودًا لواؤهـا للعالـم نيوتـن، إذ اكتشـف أن هنـاك معامـلاً ثابتًـا، يجـب أن تضمـه أيّـة معادلـة تختـص بالجاذبيـة، وهـو المعامـل الـذي يعـرف حاليًـا باسـم ثابـت التثاقـل (أو ثابـت الجاذبيـة)، ويعـد أحـد ثلاثـة ثوابـت أساسـية لفهـم خـواص المـادة.

ثـم جـاء تورشـيلي وباسـكال وماريـوت، وبحثـوا في ضغـط المـاء والهـواء، وخرجـوا مـن تجاربهـم بمعـارف جمـة. ثـم أن الظواهـر الخاصـة بالحـرارة تقدمـت في هـذا

القرن تقدمًا عظيمًا، وعلى الأخص باكتشاف الترمومتر. وفي هذا القرن نفسه اكتشفت نواميس كثيرة للضوء، حيث أن المتقدمين لم يكونوا يعلمون عن الضوء إلا أنه أشعة تتحرك باتجاه مستقيم، وتنعكس بموجب قانون كشفه الفيلسوف ديكارت الفرنسي، كما وعرفت كذلك خواص العدسات. وفي (سنة 1646م)، اكتشف كرشر أول فانوس سحري، ثم توالت اكتشافات الظواهر الضوئية.

وفي هذا القرن، أعاد العالم جيلبيرت اكتشاف الكهرمان، الذي يكتسب خاصية جذب الأجسام عند دلكه، وهو أول ما عُرف من الكهرباء، ثم جاء أوتو غيريكه فاكتشف أول آلة كهربائية.

القرن الثامن عشر: ثابر العلماء طوال القرن الثامن عشر تقريبا، على دعم الفيزياء التقليدية، وتضمنت الكتب الخاصة بالديناميكا كثيرًا من المعلومات المعروفة في أيامنا هذه، وتركزت الجهود خلال هذا القرن على الحرارة وتأثيراتها، مما أدى إلى ظهور وتطوير المحركات البخارية، التي كانت بمثابة الرابطة الأولى بين العلم والتكنولوجيا. كما شهد القرن كذلك، إجراء أولى التجارب في مجال الكهرباء الاستاتيكية (أو الساكنة)، على يد كل من فرانكلين وكولوم.

وفي (سنة 1670م)، حاول الباحث لانا أن يستحدث آلة للطيران، ولكن كان يصعب جدًا توفير آلة أخف من الهواء لتسبح فيه، وقوية لا تتمزق بضغط الجو عليها، فاهتدى الأخوان مونتجولفييه في (سنة 1782) إلى اكتشاف البالون، بوضع غاز الورق المحروق في كرة كبيرة، ولخفته عن الهواء كانت تلك الكرة تسبح في الجو، ولكنها سباحة على غير هدى، فكانت كثيرًا ما تقع بركابها على الأرض. وفي هذا القرن أيضًا درست خواص الأبخرة جيداً، واكتشفت آلات (مقياس الرطوبة) الهيغرومتر لقياس درجة تشبع الهواء بالماء.

أما من جهة قوانين الصوت، فإن الفيزيائي سوفور اكتشف بعض نواميسها (سنة 1700م)، فجاء غاسندي فقاس سرعة الصوت (سنة 1728). وفي هذه الأثناء، عُرفت خواصٌ كثيرةٌ للحرارة، واكتُشفت خواصٌ كثيرة للكهرباء بهمة غلفاني وفولطا. واكتشف هذا الأخير (سنة 1800م)، العمود الكهربائي المسمى باسمه، وكان هذا فاتحة اكتشاف الكهرباء الديناميكية، وجاء فرانكلين فدرس أحوال الكهرباء الجوية واكتشف مانعة الصواعق.

القرن التاسع عشر: لقد كثرت الاكتشافات الطبيعية في هذا القرن، حتى أنه ليتعذر سردها في مثل هذا الفصل. فتم بناء الصرح الطبيعي على ما نشاهده اليوم، ولم يكن ذلك إلا بمجهودات متواصلة، ومتاعب جمة قام بها رجال العلم، فاستحقوا جزيل الشكر وأطيب الثناء. فقد شهدت السنوات الأولى من القرن التاسع عشر، اكتشافًا بالغ الأهمية، ألا وهو الكهرباء، وقام كل من فولتا وأرستد وأمبير وأوم بدراسة التيار الكهربائي وعلاقته بالمغنطيسية، وهو المجال الذي اكتسب فيه فاراداي شهرة واسعة. وتوصل ماكسويل إلى المعادلة المعروفة باسمه، خلال الستينات من هذا القرن، التي حددت العلاقة بين ظواهر الكهرباء والمغناطيسية والضوء. وأوضحت معادلات ماكسويل وجود فائق له أهمية قصوى، ألا وهو سرعة الضوء. وأدى تزايد استخدام المحركات البخارية خلال القرن التاسع عشر، إلى إجراء المزيد من الأبحاث عن العلاقة بين الحرارة والشغل المبذول والطاقة، وكان سعدي كارنو أول من أثبت وجود علاقة بين الحرارة والشغل المبذول، وتعتبر هذه العلاقة بمثابة حجر الأساس في علم الديناميكا الحرارية، حيث قام جيمس جول بدراساته المثمرة عن المكافئ الميكانيكي للحرارة، وسار على نهجه بعد ذلك كل من هلمهولتز واللورد كلفن. وساد الاعتقاد بعد ذلك، باكتمال معرفة البشرية بأساسيات علم الفيزياء، ولم يعد هنالك سوى التثبت من عدد قليل من النتائج، وزيادة الدقة حسابات معينة. ولكن المهمة الأخيرة لم تكن سهلة المنال، بل ظهرت صعوبات بالغة في إنجاز بعض منها، مثل توزيع الضوء المنبعث من الأجسام المتوهجة.

الفيزيـــاء في العصـــر الحديـــث

حتى نهاية القرن التاسع عشر، عنيت الفيزياء في المقام الأول بدراسة الأجسام المرئية الكبيرة (أو الماكروية)، ولكنها تبنت تركيز عنايتها في القرن العشرين على الأجسام الدقيقة غير المرئية، وعلى ظواهر الطبيعيات الذرية والنووية، وتعليل جميع الظواهر المرئية بلغة الجسيمات Particles والجزيئات Molecules، وقد سيطرت على ميدان الفيزياء كله منذ الربع الأول من القرن العشرين نظريتان أساسيتان هما؛ نظرية الكم Quantum Theory، ونظرية النسبية Relativity. إن غرض الفيزياء هو دراسة الخواص العامة للمادة، هذه الخواص تتكشف أولاً لحواسنا، ومنها تصل إلى شعورنا، فالعين ترينا صور الكائنات وألوانها، والأذن تجعلنا نستشعر الأصوات المختلفة، واللمس الإحساس بآثار الضغط والحرارة، أما الذوق والشم فإنهما لم يبلغا مبلغ الحواس الثلاث السابق ذكرها في هداية الإنسان للعلم بالطبيعة.

تعتبر خواص المادة ناتجة من تركيبها، فإذا عُرف هذا التركيب استحال علم الطبيعة إلى فصل من فصول علم الميكانيكا. كان من عادة الطبيعيين الأقدمين متى علموا خواص جسم بحثوا عن تركيبه فيكثرون القيل والقال، ويضيعون أعمارهم سدى وراء مجاهيل قد لا تتكشف للناس إلا بعد أجيال، ولكن المعاصرين صرفوا النظر عن البحث في تركيب الأجسام، وأخذوا يستجمعون المشاهدات المدققة.

تنقسم الفيزياء عادة إلى أبواب عدة هي: الميكانيك Mechanics والحرارة Heat والصوت Sound والكهرباء Electricity والمغناطيسية Magnetism والبصريات Optics. أما الفيزياء الحديثة فتسمى أيضا بالبنية الجوهرية للمادة، أي الجزيئات والذرات، والفيزياء بوصفها علمًا ولدت مع البحوث التي أجراها غاليليو وكبلر ونيوتن في حركة الأجسام، ثم اتسع نطاقها فشمل دراسة الكهرباء والمغناطيسية وطبيعة الضوء والحرارة والخصائص الحرارية للمادة.

وتعتبر الكيمياء، التي تختص بتركيب المواد، وتفاعلاتها المختلفة مع بعضها البعض، مجالًا منفصلًا عن الفيزياء، ولكنها تعتمد إلى حد كبير على التقدم في علم الفيزياء لتوضيح تركيب المواد، وتفسير التفاعلات الكيميائية، وينطبق الشيء نفسه على علمي البيولوجيا (الأحياء) والكيمياء الحيوية. ويمكن القول إن الفيزياء، تختص بإلقاء الضوء على كل ما يتعلق بفهم الكون والحياة الموجودة فيه.

أما عن تطور الفيزياء في القرن العشرين، فتنص النظرية التقليدية على تزايد الطاقة المنبعثة، مع الاتجاه ناحية طرف الأشعة فوق البنفسجية من طيف الضوء، ولكن الواقع العلمي أثبت خطأ ذلك، وبدا الأمر وكأن هناك شيئًا يحد من الأطوال الموجية المنبعثة ذات الطول الموجي القصير، وهو المسؤول عن عدم حدوث (الكارثة فوق البنفسجية). واقترح ماكس بلانك وضع افتراض يساعد على تفسير هذه الظاهرة، وهو أن الضوء ينتقل على هيئة حزمات منفصلة، تسمى بالكميات الضوئية، وهو سلوك يشبه سلوك المواد التي تتألف من ذرات منفصلة، وتعتبر الطبيعة الكمية للإشعاع هي العامل المحدد. واستأنف أينشتاين السير على الدرب نفسه، عندما برهن على قدرة هذا الفرض على تفسير شتى الظواهر، كالتأثير الكهروضوئي.

واتسعت جهود العلماء، خصوصًا بور ورذرفورد، حتى شملت مجال الفيزياء الذرية، وأمكن تفسير وجود الالكترونيات في مستويات للطاقة بعينها، وأن الذي يتحكم في هذه الظاهرة، هو معامل يسمى (ثابت بلانك)، ومن ثم أمكن وضع النتائج التي توصل إليها ماكسويل في نصابها السليم.

وبغض النظر عن دور هذه الاكتشافات في تصحيح مفاهيم الفيزياء التقليدية، فقد فتحت الباب أمام ما يسمى بالفيزياء الحديثة، التي تعنى بالبحث في مجال النشاط الإشعاعي، فقد تبوأ مكان الريادة في هذا المجال كل من؛ بيكريل وبيير ومدام كوري. وكذلك الربط بين نتائج البحث في هذا المجال، وبين اكتشاف طومسون للإلكترونيات، وكذلك الربط بين الجميع وبين نظرية

النسبية لأينشتاين. حتى تم التوصل إلى العلاقة بين الطاقة والكتلة، والتي تنص على أن:

الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء

وهي العلاقة الخاصة بالمقدرة النووية.

يؤمن العلماء حاليًا أن البحث في العلوم الفيزيائية لا تحده آفاق أو حواجز. ومن الخطأ القول بلوغ أي علم مرحلة الكمال، رغم ما يبدو حاليًا من عدم توقع حدوث تغييرات جوهرية في المبادئ الأساسية للفيزياء. وتتركز الأبحاث الأساسية حاليًا في مجالين، هما فيزياء الجسيمات والفلك.

وتجري المحاولات في المجال الأول، سعيا وراء التوصل إلى معرفة كنه الجسيمات الأولية التي تتألف منها جميع المواد، وتحديد كيفية تفاعلها مع بعضها البعض. أما في مجال الفلك، فتجري دراسات عن المادة على نطاق واسع، وعن الظروف التي يتعذر حدوثها مرة أخرى على الأرض، أوفي الكون، وسبق لها أن حدثت في الأزمنة الغابرة من عمر الكون نتيجة للفرق الزمني الذي استغرقه الضوء في بلوغ الأرض من الأجرام البعيدة جدًا. وينتج الضوء من النجوم، نتيجة تفاعلات نووية حرارية، تحدث على نطاق ميكروسكوبي، وتتضمن أعدادًا هائلةً من الذرات.

ويؤثر فعل مجال أضعف القوى المعروفة وهي قوة الجاذبية على أبعاد فلكية، وتجري محاولات في الوقت الحالي، للبحث عن نظرية موحدة للمجالات تربط بين مجالات القوى الأربع المعروفة، وتعطي تفسيرًا لكل القيم الثابتة الخاصة بالثوابت: الجاذبية الأرضية، وسرعة الضوء، وثابت بلانك. وقد تظهر مجالات ثوابت جديدة، أثناء ذلك، تكشف عن نواح جديدة في مجال الفيزياء، لم تُعرف حتى الوقت الحالي.

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

الفصل الخامس

تاريـخ علــم الفــلك

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

مُقَدِّمَة

علم الفلك Astronomy هو علم طبيعي يدرس الظواهر والأجرام السماوية. وهو يستخدم الرياضيات والفيزياء والكيمياء لشرح أصلها وتطورها. تشمل الأجرام المثيرة لاهتمام علماء الفلك؛ الكواكب والأقمار والنجوم والسدم والمجرات والنيازك والكويكبات والمذنبات. بشكل عام، يدرس علم الفلك كل ما ينشأ خارج الغلاف الجوي للأرض. أما علم الكونيات Cosmology فهو فرع من فروع علم الفلك يدرس الكون ككل.

علم الفلك هو أحد أقدم العلوم الطبيعية، وقد قدمت الحضارات المبكرة في التاريخ المسجل أرصادًا منهجيةً لسماء الليل. ومن هؤلاء؛ المصريون والبابليون واليونانيون والهنود والصينيون وشعوب المايا، والعديد من الشعوب الأصلية القديمة في الأمريكتين. في الماضي، تضمّن علم الفلك تخصصات متنوعة مثل: قياس الفلك، والملاحة السماوية، وعلم الفلك الرصدي، وصنع التقويمات.

سنتعرف في هذا الفصل على مراحل تطور علم الفلك، وتحديد إسهامات علماء الفلك العرب والمسلمين.

علـم الفـلك في الحضـارات القديمـة

يرجع تاريخ نشوء علم الفلك إلى العصور القديمة، حيث ظهرت أصوله في المعتقدات والممارسات الدينية والأسطورية والكونية والتقويمية والتنجيمية في عصور ما قبل التاريخ؛ إذ لا تزال بقايا هذه الأشياء موجودةً في التنجيم، وهو نظام متشابك مع علم الفلك العام، منذ أمد بعيد. حيث لم يجر فصلهما تمامًا عن بعضهما إلا أيام وصوله إلى الحضارة العربية والإسلامية. في بعض الثقافات، أمكن استخدام البيانات الفلكية للتنبؤ الفلكي.

وقد حددت الثقافات المبكرة الأجرام السماوية بالآلهة والأرواح [Krupp, 2003]. حيث أنهم ربطوا هذه الأجرام (وحركاتها) بظواهر مثل: المطر والجفاف والفصول والمد والجزر. يُعتقد عمومًا أن الفلكيين الأوائل كانوا كهنةً، وأنهم فهموا أن الأجرام السماوية والأحداث السماوية هي مظاهر للإله، ومن هنا جاءت علاقة علم الفلك المبكر بما يسمى حاليًا التنجيم. وقد يكون ناب الماموث العاجي المنحوت الذي يبلغ عمره 32500 عام، يحوي أقدم مخطط نجمي معروف (يشبه كوكبة الجبار)، [Whitehouse, 2003].

كما جرى اقتراح أن الرسم على جدار كهوف لاسكو في فرنسا التي يرجع تاريخها إلى ما قبل (33000 إلى 10000 عام)، يمكن أن يكون تمثيلًا بيانيًا للثريا، والمثلث الصيفي والتاج الشمالي [Lucentini, 2009].

من المحتمل أن تكون الهياكل القديمة ذات المحاذاة الفلكية (مثل ستونهنج) قد أدت وظائف فلكية ودينية واجتماعية.

غالبًا ما يتم تعيين تقويمات العالم من خلال أرصاد الشمس والقمر (لتحديد اليوم والشهر والسنة)، وهي مهمة جدًا للمجتمعات الزراعية، حيث اعتمد الحصاد على الزراعة في وقتها الصحيح من العام، والتي من أجلها كان البدر تقريبًا هو الإضاءة الوحيدة للسفر ليلًا في أسواق المدينة [Nilsson, 1920].

يمكن العثور على أصول علم الفلك الغربي في بلاد ما بين النهرين، وهي الأرض الواقعة بين نهري دجلة والفرات، حيث كانت تقع الممالك القديمة لسومر وآشور وبابل.

ظهر شكل من أشكال الكتابة يعرف باسم الكتابة المسمارية بين السومريين نحو (3000-3500 قبل الميلاد). معرفتنا بعلم الفلك السومري غير مباشرة، جاءت عبر أقدم فهارس النجوم البابلية التي يرجع تاريخها إلى نحو (1200 قبل الميلاد).

تشير حقيقة ظهور العديد من أسماء النجوم باللغة السومرية إلى استمرارية تصل إلى العصر البرونزي المبكر. بدأ علم اللاهوت النجمي، الذي منح لآلهة الكواكب دورًا مهمًا في أساطير ودين بلاد ما بين النهرين، مع السومريين. وقد استخدموا أيضًا النظام الستيني (القائم على أساس 60)، والذي سهّل مهمة تسجيل أعداد كبيرة جدًا وصغيرة جدًا. إذ بدأت الممارسة الحديثة لتقسيم الدائرة إلى 360 درجة، أو الساعة إلى 60 دقيقة، مع السومريين.

كثيرًا ما تستخدم المصادر الكلاسيكية مصطلح الكلدان للإشارة إلى علماء الفلك في بلاد ما بين النهرين، الذين كانوا في الواقع كتبةً متخصصين في التنجيم، وأشكال أخرى من العرافة.

أول دليل للاعتراف بأن الظواهر الفلكية دورية، وأنّ تطبيق الرياضيات على تنبؤاتها هو دليل بابلي، توثق الرُّقم التي تعود إلى الفترة البابلية القديمة وتطبيق الرياضيات على التباين في طول ضوء النهار على مدار السنة الشمسية، إذ جرى تسجيل الأرصاد البابلية للظواهر السماوية على مدى قرون في سلسلة الرُّقم المسمارية المعروفة باسم إنوما آنو إنليل Enūma Anu Enlil.

أقـدم نـص فلكـي مهـم نمتلكـه هـو الرُّقـم 63 مـن إنومـا آنـو إنليـل، والرُّقـم فينـوس لآمـي صادوقـا Ammi-Saduqa، والـذي يسـرد أول وآخـر ظهـور مرئـي لكوكـب الزهـرة علـى مـدار نحـو 21 عامًـا، وهـو أول دليـل علـى هـذه الظاهـرة مـن كوكـب أمكـن التعـرف عليـه علـى أنـه ظاهـرة دوريـة.

يحـوي الرُّقـم مولبـان MUL.APIN علـى فهـارس للنجـوم والأبـراج بالإضافـة إلـى مخططـات للتنبـؤ بالارتفاعـات الشمسـية، وإعـدادات الكواكـب، وأطـوال ضـوء النهـار المقاسـة بسـاعة مائيـة وعقـارب وظـلال وتقاطعـات.

يرتـب نـص الرُّقـم GU البابلـي النجـوم في سلاسـل تقـع علـى طـول دوائـر الانحـراف، وبالتالـي تقيـس الصعـود الأيمـن أو الفواصـل الزمنيـة، كمـا يسـتخدم نجـوم السـمت، والتـي يجـري فصلهـا أيضًـا عـن طريـق اختلافـات تصاعديـة معينـة [Pingree, 1998].

يعـود علـم الفلـك في شـبه القـارة الهنديـة إلـى فتـرة حضـارة وادي السـند خـلال (الألفيـة الثالثـة قبـل الميـلاد)، عندمـا جـرى اسـتخدامه لإنشـاء التقويمـات [Pierre-Yves Bely et al. 2010].

نظـرًا لأن حضـارة وادي السـند لـم تتـرك وراءهـا وثائـق مكتوبـة، فـإن أقـدم نـص فلكـي هنـدي موجـود هـو فيدانجـا جيوتيشـا Vedanga Jyotisha، الـذي يرجـع تاريخـه إلـى الفتـرة الفيديـة [Subbarayappa, 1989].

يُنسـب فيدانجـا جيوتيشـا إلـى لاجـادا Lagadha، ويبلـغ تاريخـه الداخلـي نحـو (1350 قبـل الميـلاد)، ويصـف قواعـد تتبـع حـركات الشـمس والقمـر لأغـراض الطقـوس الدينيـة. وهـي متوفـرة في نسـختين، أحداهمـا تنتمـي إلـى ريـج فيـدا

Rig Veda، والأخرى إلى ياجور فيدا Yajur Veda . ووفقًا لفيدانجا جيوتيشا، في يوغا yuga أو «عصر»، هناك 5 سنوات شمسية و67 دورةً فلكية قمرية، و1830 يومًا و1835 يومًا فلكيًا و62 شهرًا سينوديًا Synodic Month (وهو الفترة الزمنية (الشهر القمري أو الشهر المجمعي) التي يستغرقها القمر لإحداث ثورة كاملة واحدة حول الأرض، تقاس بين قمرين جديدين متتاليين). وخلال (القرن السادس)، تأثر علم الفلك بالتقاليد الفلكية اليونانية والبيزنطية، [Kak, 1995].

طور اليونانيون القدماء علم الفلك، الذي عاملوه كفرع للرياضيات، إلى مستوى متقدم جدًا . حيث جرى تطوير أول نماذج هندسية ثلاثية الأبعاد لشرح الحركة الظاهرية للكواكب في (القرن الرابع قبل الميلاد)، بوساطة إيدوكسوس السينودي Eudoxus of Cnidus وكاليبوس سيزيكوس Callippus of Cyzicus، حيث استندت نماذجهم على مجالات متداخلة متجانسة متمركزة على الأرض. كما اقترح هيراقليدس البونتيكوسي، أصغرهم والمعاصر لهم أن الأرض تدور حول محورها .

جرى اتباع نهج مختلف للظواهر السماوية من قبل الفلاسفة الطبيعيين مثل أفلاطون وأرسطو. كانوا أقل اهتمامًا بتطوير النماذج التنبؤية الرياضية من تطوير تفسير لأسباب حركات الكون. وصف أفلاطون في كتابه «طيماوس Timaeus» الكون بأنه جسمٌ كرويٌّ مقسمٌ إلى دوائر، تحمل الكواكب وتحكمه روحُ العالم وفقًا لفترات متناسقة. اقترح أرسطو، بالاعتماد على النموذج الرياضي لإيدوكسوس، أن الكون مكونٌ من نظام معقد من كرات متحدة المركز، والتي تتحد حركاتها الدائرية لتحمل الكواكب حول الأرض. ساد هذا النموذج الكوني الأساسي، بأشكال مختلفة، حتى (القرن السادس عشر للميلاد).

في (القرن الثالث قبل الميلاد)، كان أريستارخوس الساموسي Aristarchus of Samos أول من اقترح نظام مركزية الشمس، على الرغم من بقاء أوصاف مجزأة لفكرته فقط، وقدر إيراتوستينس محيط الأرض بدقة كبيرة، [Pedersen, 1993] .

تطور علم الفلك الهندسي اليوناني بعيدًا عن نموذج الكرات متحدة المركز، لتوظيف نماذج أكثر تعقيدًا، حيث يمكن لدائرة غريبة الأطوار أن تحمل حول دائرة أصغر تسمى (فلك التدوير)، التي بدورها تحمل حول كوكب. يُنسب أول نموذج من هذا القبيل إلى أبولونيوس البرجي Apollonius of Perga، وتم تنفيذ المزيد من التطورات فيه في (القرن الثاني قبل الميلاد) من قبل هيبارخوس النيقي Hipparchus of Nicea. قدم هيبارخوس عددًا من المساهمات الأخرى، بما في ذلك القياس الأول لظاهرة الاعتدالين، وتجميع أول فهرس للنجوم الذي اقترح فيه نظامنا الحديث للأقدار الظاهرية.

اعتمادًا على وجهة نظر المؤرخ، شوهدت ذروة أو قمة علم الفلك الفيزيائي الكلاسيكي عند بطليموس، عالم الفلك اليوناني الروماني من الإسكندرية في مصر، الذي كتب العرض التقديمي الشامل الكلاسيكي لعلم الفلك المتمركز حول الأرض، «التركيب العظيم»، والمعروف بشكل أفضل من قبل عنوانه العربي «المجسطي»، الذي كان له تأثيرٌ دائمٌ على علم الفلك حتى عصر النهضة. في فرضياته الكوكبية، غامر بطليموس في عالم الكونيات، وطور نموذجًا فيزيائيًا لنظامه الهندسي، في كون أصغر عدة مرات من المفهوم الأكثر واقعية لأريستارخوس الساموسي قبل أربعة قرون.

يوفر التوجيه الدقيق للأهرامات المصرية دليلاً دائمًا على درجة المهارة الفنية العالية في مشاهدة السماوات التي أمكن بلوغها في (الألفية الثالثة قبل الميلاد). لقد تبين أن الأهرامات كانت موجهة نحو نجم قطبي، كان في ذلك الوقت نجمًا خافتًا في كوكبة التنين، بسبب بداية الاعتدالين [Ruggles, 2005].

أظهر تقييم موقع معبد آمون رع في الكرنك، مع الأخذ في الاعتبار التغير بمرور الوقت في ميل مسار الشمس، أن المعبد الكبير كان مواجهًا لشروق شمس منتصف الشتاء [Krupp, 1988]. إذ سيكون طول المسار الذي ينتقل أسفله ضوء الشمس محدودًا في أوقات أخرى من العام. وجد المصريون أيضًا مكانة سيريوس (نجم الكلب) الذي اعتقدوا أنه أنوبيس، إلههم الذي يرأسه ابن آوى، وهو يتحرك في السماء. كان موقعها حاسمًا لحضارتهم، فعندما ترتفع شمسيًا في الشرق قبل شروق الشمس، تنبأوا بفيضان النيل. وهو أيضًا أصل عبارة «أيام الصيف للكلاب».

أدى علم الفلك دورًا كبيرًا في الأمور الدينية في تحديد مواعيد الأعياد، وتحديد ساعات الليل. يجري الاحتفاظ بعناوين العديد من كتب المعابد لتسجيل حركات ومراحل الشمس والقمر والنجوم. كان صعود سيريوس (سوبديت بالمصري، وسوثيس باليوناني) في بداية الطوفان، نقطة مهمة بشكل خاص، يجب إصلاحها في التقويم السنوي.

علم الفلك في الصين له تاريخ طويل. جرى الاحتفاظ بسجلات مفصلة للأرصاد الفلكية منذ نحو (القرن السادس قبل الميلاد)، حتى إدخال علم الفلك الغربي والتلسكوب في (القرن السابع عشر)، كان علماء الفلك الصينيون قادرين على التنبؤ بدقة بالكسوف.

كان علم الفلك الصيني المبكر يهدف كثيرًا لضبط الوقت، فقد استخدم الصينيون التقويم القمري، ولكن نظرًا لاختلاف دورات الشمس والقمر، غالبًا ما قام علماء الفلك بإعداد تقاويم جديدة، وبأرصاد لهذا الغرض.

كانت العرافة الفلكية جزءًا مهمًا من علم الفلك الصيني. أخذ علماء الفلك أرصادًا دقيقة عن (النجوم الضيفة)، التي ظهرت فجأة بين النجوم الثابتة. كانوا أول من سجل سوبر نوفا (نجم فائق الاستعار)، في الحوليات الفلكية لهوهانشو (عام 185م). كما أن المستعر الأعظم الذي أنشأ سديم السرطان (عام 1054م)، هو مثال على «نجم ضيف» لاحظه علماء الفلك الصينيون، على الرغم من أنه لم يسجله معاصروهم الأوروبيون، ولكن سجله معاصروهم من العرب، وتحديدًا ابن رضوان.

تستخدم السجلات الفلكية القديمة ظواهر مثل: المستعرات العظمى، والمذنبات أحيانًا، في الدراسات الفلكية الحديثة. كما جرى إعداد أول كتالوج للنجوم في العالم بواسطة عالم الفلك الصيني جان دي، في (القرن الرابع قبل الميلاد).

تطـور علـم الفـلك عند العلمـاء العـرب والمسـلمين

أطلق المسلمون على علم الفلك أسماء شتى؛ فقد اشتهر عندهم باسم (علم الهيئة، وعلم النجوم، وعلم النجوم التعليمي، وعلم صناعة النجوم). وقد تطور تطورًا كبيرًا نظرًا لارتباطه بالصلوات الخمس كل يوم، وبصيام شهر رمضان، وبالحج، إضافةً لارتباطه بطرق التجارة والملاحة البحرية.

• مصـــادر علـــم الفـــلك الإســـلامي

كان علم الفلك يسمى عند العرب (علم الهيئة) أي هيئة السماوات، وهو ذلك الفرع من المعرفة الذي يختص بدراسة التركيب الهندسي للكون، وتحديد القوانين التي تحكم الحركات الدورية للأجرام السماوية، وابتداع نماذج تصويرية لوصف تلك الحركات، واختزال المعلومات في صورة جدولية تسمح للفلكي بتحديد مواقع الأجرام السماوية على النحو الذي تشاهد به من أي منطقة على سطح الأرض بكل دقة ويسر، وابتكار واستخدام الأدوات اللازمة لضمان أقصى دقة في الرصد.

طور الفلكيون المسلمون علم الفلك كثيرًا، فقد كانوا يجمعون بين الجانب النظري والجانب العملي

إن التركيب الهندسي للكون على النحو الذي أدركه الفلكيون المسلمون بعد (القرن 9م)، يتطابق عمومًا مع التركيب الذي اقترحه بطليموس في كتابه «المجسطي»؛ فالأرض مستقرة دون حركة بالقرب من مركز مجموعة من ثمانية أفلاك، يحيط بها آخرها مرصعًا بالنجوم الثابتة، وهي تدور كل يوم من الشرق إلى الغرب، كما تتحرك أيضا في الاتجاه العكسي، أو تتذبذب بحركة تعرف بـ (الارتعاش)، وكرات الكواكب النجمية الخمس التي لا ينطبق مركزها المشترك على مركز الأرض، تدور بأسلوب يجعل مراكز حركتها المنتظمة غير متطابقة مع مراكزها الهندسية.

لقد كان علم الفلك عند المسلمين معنيًا بدرجة كبيرة بشرح تعقيدات هذا النظام وتهذيب القيم العددية التي من شأنها تحويله من نموذج (وصفي) إلى نموذج (كمي) لحركات الأجرام السماوية؛ ووضع هذه القيم العددية في كتب (الزيج) القائمة على الجداول المبنية على الحركات المنتظمة لمختلف أجزاء النموذج الكوني وقيمها العددية المحددة.

لهذا اعتبر الفلكيون المسلمون بصفة عامة، وبناء على مؤلف «المجسطي» فإن النظام الكوني إنما هو تركيب رياضي بحت لا حاجة به إلى صورة فيزيائية مناظرة. لكن ابن الهيثم اعتبر النماذج الواردة في المجسطي حقائق فيزيائية في واقعها، وكانت المشكلة التي واجهت الذين قبلوا هذا الرأي هي التوفيق بين هذه النماذج وبين الفيزياء الأرسطية التي لا مجال فيها إلا لأجرام سماوية تتحرك حركة دائرية منتظمة في دوائر متحدة المراكز مع مركز الأرض.

وقد حاول فلاسفة الأندلس (ابتداء بابن باجة ثم ابن طفيل وابن رشد والبطروجي من بعده) حل هذه المشكلة إما جزئيًا عن طريق استبعاد أفلاك الدوران، أو كليًا عن طريق إزالة كل من أفلاك الدوران والدوائر المتحدة المراكز من الأجزاء السماوية للكون، غير أن جهودهم في ذلك لم تكن ذات آثار مهمة على علم الفلك. ثم تنولت هذه المشكلة من منطلقٍ أكثر واقعية في: مراغة وتبريز ودمشق في أواخر (القرن السابع الهجري /الثالث عشر الميلادي) وأوائل (القرن الثامن الهجري/ الرابع عشر الميلادي)، وكان الهدف من وراء ذلك استبعاد معظم العناصر غير الأرسطية من النظام البطليموسي (مراكز الحركة المنتظمة والنقطة المقابلة للقمر)، كي يتسنى شرح حركات الأجرام السماوية على وجه الخصوص باعتبارها اتحادات بين الحركات الدائرية المنتظمة.

كان علم الهيئة في عصر ما قبل الإسلام وفي (القرن الأول) من ظهوره قاصرًا على أسلوب بسيط جدًا لتحديد الوقت من الليل عن طريق منازل

القمر، وتقدير تقريبيّ لمواقيت الفصول عن طريق حركات النجوم. لكن حدث في (القرنين الثاني والثالث الهجريين) أن ترجمت الكثير من النصوص الفلكية إلى العربية، من اللغات السنسكريتية والبهلوية واليونانية والسريانية، وقد بقي المترجمون العرب انتقائيين جدًا طوال النصف الأول أو نحو ذلك من فترة الترجمة هذه، وقد تواصلت هذه النزعة الانتقائية وقويت لفترة زمنية طويلة في مناطق معينة مثل الأندلس، لكن إدخال أساليب بطليموس الدقيقة وبراهينه الهندسية، التي وصلت إلى المسلمين في أوائل (القرن الثالث الهجري)، أدت إلى نمو سريع في علم الفلك الرصدي الذي استهدف في جانب منه استقصاء أسباب التناقضات بين النظم اليونانية والفارسية والهندية، واستهدف في الجانب الآخر تحسين القيم العددية التي توصل إليها بطليموس. وبتنامي الاعتراف بتفوق النظام البطليموسي في ديار الإسلام، ظفر كتاب «المجسطي» عند أغلب الفلكيين المسلمين بمكانة سامية لا يرقى إليها كتاب آخر. وقد اكتملت هذه العملية بظهور كتاب «الزيج الصابئ» للبتاني نحو (عام 900م). ومع نزوع الأندلسيين إلى الفلك الهندي، وهجمات الأرسطيين وما حققته مدرسة مراغة من نجاحات، إلا أنه بقيت لبطليموس المكانة السائدة حتى مقدم علم الفلك الغربي الحديث.

1. الترجمة من السنسكريتية

كانت أول ترجمة لنص فلكي سنسكريتي إلى العربية على ما يبدو هي «زيج الأركند Zidj al-Arkand»، واللفظ (أركند) عبارة عن تحريف للفظ السنسكريتي أهرجانا (Ahargana)، وقد تمت الترجمة بعد حين من عام (117هـ/ 735م)، في السند، وقد بُني على هذا الزيج زيجان آخران هما: «زيج الهزور» و«الزيج الجامع»، اللذان جرى وضعهما في قندهار في (القرن الثاني هـ/ الثامن م).

ومن الجلي أن زيج الأركند قد استمد عناصره أساسًا من كتاب «كاندا كادياكا Khandakhadyaka»، الذي وضعه براهما جوبتا البهيلامالى عام(665م).

وفى عام (742م)، تُرجم زيج سنسكريتي آخر إلى العربية، وقد صيغ نظمًا محاكاة للنصوص الهندية وأطلق عليه اسم «زيج الهرقن»، حيث من الواضح أن اللفظ «هرقن» عبارة عن تحريف آخر للفظ السنسكريتى «أهرجانا Ahargana".

إلا أن أهم ترجمة من السنسكريتية إلى العربية كانت ترجمة الـ «المهاسيدانتا Mahasiddhanta» التابعة لمدرسة البراهما، وقد أنجزت الترجمة عام (154هـ/ 771م)، ويعتقد أن المترجم هو إبراهيم بن حبيب الفزاري الذي مزج في زيجه «السند هند الكبير» بين المعارف الفارسية والهندية. وكما وضع الفزاري أيضًا نحو عام (90م) «زيجًا على سني العرب» بناه على عمله الأول، ولا شك أن هذا الزيج كان أول مجموعة من الجداول الفلكية تستخدم التقويم العربي. وهناك عالم آخر، من الجلي أنه تناول «المهاسيدانتا» على نحو مستقل، هو يعقوب بن طارق الذي وضع كتابًا سماه «تركيب الأفلاك» عام (777 أو 778م)، بالإضافة إلى زيج «كتاب العلل»، وجميعها تعكس مزيجًا من العناصر الهندية والفارسية. وأعمال الفزاري واليعقوبي هذه تشكل أسس (تراث السند هند).

لقد وضعت أسس تراث السند هند في مصنفات الفزاري ويعقوب بن طارق التي امتزجت فيها كما رأينا عناصر ساسانية وإغريقية بأخرى هندية. وأقوى ممثلي هذا التراث أثرًا هو «زيج السند هند» للخوارزمي، الذي وضع نحو عام (215هـ/ 830م)؛ والذي لم يتبقّ من نصه الأصلي سوى نتف قليلة، وإن كان لدينا ترجمة لاتينية للنص الذي راجعه المجريطي في قرطبة نحو (390هـ/ 1000م)، والمترجم هو أديلارد الباثي Adelard of Bath.

ولدينا شروح على زيج الخوارزمي كتبها المنصور نحو عام (261هـ/ 875م)، وابن المثنّى في (القرن الرابع الهجري)، (وهذا الشرح بقي محفوظًا فقط في الترجمات اللاتينية والعبرية التي أنجزت في الأندلس)، هذا إلى جانب أجزاء من تعليق الفرغاني الذي وضعه نحو عام (235هـ/ 850م)، وتفاصيل الحفاظ على زيج الخوارزمي هي دليل على الولع الأندلسي الشديد بكتاب «السند هند»، ويعمق من هذا الانطباع حقيقة أن كتاب «نظم العقد» الذي وضعه ابن الآدمي نحو (308هـ/ 920م)، وهو أحد ممثلي ميراث السند هند الرئيسين في المشرق، عُرف أصلًا من خلال قطعة نص نقلها صاعد الأندلسي.

وقد تواصل هذا التراث في الأندلس على يد ابن السمح (تلميذ المجريطي)؛ الذي بقي زيجه في صورة مشتتة. ومن المحتمل أن زيج ابن الصفار قد فقد بدوره، وإن كان هناك مخطوط بباريس ربما كان يحويه. أما الزيج الأندلسي الرئيس فهو «الجداول الطليطلية» الذي وضعه رزق الله نحو عام (476هـ/ 1080م)، وهو مزيج بين مواد مأخوذة من الخوارزمي والبتاني، وكان له تأثير عظيم في غرب أوربا حتى نهاية (القرن 15م) بين الفلكيين المسلمين (مثل ابن الكماد، وابن البناء، . . إلخ)، واليهود (مثل أبراهام بن عزرا، وبروفاتيوس، . . إلخ)، والمسيحيين (في «الجداول الألفونسية» وما أعقبها).

2. الترجمـــة من البهلويـــة:

الكتابـات الساسـانية في الفلـك مثلهـا مثـل الكتابـات الساسـانية في التنجيـم، (وكلتاهمـا عرفت أساسًـا من خـلال ترجماتها العربيـة وصورهـا العربيـة المعدلـة). كانـت عبـارة عـن تركيـب متمـازج بين مـواد إغريقية وأخرى هندية، وكان «مجسـطي» بطليمـوس مترجمًـا إلـى البهلويـة مـن قبـل في (القـرن الثالـث الميـلادي)؛ وهنـاك نـص تابـع لمدرسـة منتصـف الليـل الموجـودة في آراييهـا، كان موجـودًا اعتبـارًا مـن عـام (556م)، وآخـر ينتمـي لمدرسـة البراهمـا تكصـا، كان معروفًـا في وقـت مبكـر يرجع إلـى عـام (450م)، و«الجـداول الفلكيـة الملكيـة أو زيكـى شـاهرياران» الـذي تم تهذيبـه مـن أجـل أنـو شـروان عـام (556م)، استخدمه بالفعل الفلكي مـا شـاء اللّه نحـو عـام (780 - 810م)، ولكـن يظهـر أنـه لـم يترجـم قـط إلـى العربيـة. والترجمـة الأخيـرة، والتـي طبعـت في ظـل يزدجـرد الثالـث، نقلـت إلـى العربيـة علـى يـد الفلكـي التميمـي تحـت عنـوان «زيـج الشـاه»، وقـد اعتمـد عليهـا كل مـن الفـزاري، بصفـة خاصـة، لمـا تحويـه مـن معـادلات كوكبيـة، وأبـو معشـر، وكانـت مخطوطاتهـا مـا تـزال متداولـة في عصـر البيرونـي.

3. الترجمـــة من اليونانيـــة والسريانيـــة:

إن أهـم نـص يونانـي في الفلـك ترجـم إلـى العربيـة هـو بالطبـع «مجسـطي» بطليمـوس؛ وقـد جـرت الترجمـات عـن كل مـن النسـخة الإغريقيـة الأصليـة والنسـخة السـريانية. وطبقـا لمـا ذكـره الحجـاج كان لهـذه الترجمـة أثـر كبيـر في السـنين الأولـى مـن (القـرن الثالـث الهجـري/ التاسـع الميـلادي) علـى الفلكيـين الذيـن جمعهـم المأمـون؛ إلّا أنّ أهـم ترجمـة دقيقـة هـي تلـك التـي أنجزهـا إسـحاق بـن حنـين وصوبهـا ثابـت بـن قـرة. وفي غضـون (القـرن الثالـث الهجـري /التاسـع

الميـلادي)، نجـد أن «الفـروض» لبطليمـوس و«الجـداول المسـيّرة» لثيـون Theon، وكذلـك مجموعـة الكتابـات الفلكيـة الإغريقيـة الثانويـة التـي عرفـت باسـم «الفلـك الصغيـر»، (عرفـت فيمـا بعـد، حينمـا أضحـى العـرف يقضـي باسـتهلال دراسـة الفلـك بالاسـتيعاب التـام لكتـاب «العناصـر» لأقليـدس، باسـم «الفلـك الوسـيط»، قـد ترجمـت جميعهـا إلـى العربيـة، كمـا نشـر عـدد مـن الرسـائل في الإسـطرلاب بنيـت علـى مصـادر إغريقيـة وسـريانية. وهـذه المـادة التـي تأثـرت كثيـرًا أو قليـلًا بالترجمـات التـي أنجـزت مـن السنسـكريتية والبهلويـة، ولعـل أروع التأثيـرات هـو تطويـر المسـلمين لحسـاب المثلثـات عمـا كان لـدى بطليمـوس؛ وذلـك بالإفـادة مـن النظـام الهنـدي الـذي اسـتخدم دوال الجيـب وجيـب التمـام وقاطـع التمـام فقـط، والتـي باتـت تشـكل لـب علـم الفلـك عنـد المسـلمين بعـد (القـرن التاسـع للميـلاد).

تعكـس المصنفـات العربيـة في نظريـة الكواكـب وتركيـب الكـون بطبيعـة الحـال النظـام البطليموسـي، لكـن بسـبب نـدرة الدراسـات التفصيليـة أضحـى مـن الصعـب حاليًـا تقديـر المـدى الـذي ذهبـت إليـه أيـة مجموعـة بعينهـا مـن الجـداول الفلكيـة (الزيـج) في الاعتمـاد علـى مـادة هنديـة أو فارسـية أو إغريقيـة. ومـع ذلـك، فمـن الواضـح أنـه حتـى في أغلـب الأزيـاج البطليموسـية سـيجد المـرء قيمـا عدديـة وطرائـق حسـابية أو عناصـر أخـرى مسـتمدة مـن «السـند هنـد» أو مـن «الشـاه»؛ وهـذا يصـدق علـى «الزيـج الممتحـن» ليحيـى بـن أبـي المنصـور، وفـى الأزيـاج العديـدة التـي وضعهـا حبـش الحاسـب. أمـا أبـو معشـر في «زيـج الهـزارات»، فقـد بـذل جهـدًا ملموسًـا مـن أجـل المـزج بـين النظـم الثلاثـة حتـى يقيـم الدليـل علـى زعمـه بأنهـا قـد انحـدرت جميعًـا مـن وحـي فريـد أوحـي بـه في زمـن يسـبق زمـن الفيضـان.

ومـع ذلـك، نجـد «الـزاج الصابـئ» للبتانـي، المؤلـف نحـو (عـام 287 هـ/ 900 م)، يـكاد يكـون بطليموسـيًا بكاملـه، وهـو مـن هـذه الناحيـة ربمـا كان يعكـس المنـاخ الهيلنسـتى الواضـح الـذي اتسـمت بـه مـدارس الفلـك والتنجيـم السـريانية، وبصفـة

خاصـة المـدارس الحرانيـة، وقـد تبنـى الفلكـي كوشـيار بـن لبـان القيـم العدديـة التـي توصـل إليهـا البتانـي، مـع أن كوشـيار كان بصفـة عامـة مـن تابعـي (أبـو معشـر الفلكـي) في أعمالـه التنجيميـة، والمـرء يشـك في أن هـذا التأثيـر يمكـن تتبعـه إلـى أزياجـه. و«الزيـج الكبيـر الحاكمـي» الـذي وضعـه ابـن يونـس نحـو (عـام 380هـ/ 990م) في القاهـرة، ذو أهميـة فائقـة نظـرًا لمـا يحويـه مـن معلومـات تاريخيـة. كمـا يعتبـر «القانـون المسـعودي» الـذي وصفـه للبيرونـي (421هـ / 1030م)، والـذي تتسـم أعمالـه أيضًـا بأهميـة كبيـرة نظـرًا للمعلومـات التاريخيـة التـي تضمنهـا، يعكـس كثيـرًا اهتمـام مؤلفـه بعلـم الفلـك الهنـدي. وأمـا «الزيـج السـنجاري»، فقـد وضعـه الخازنـي في بـلاد فـارس نحـو عـام (514هـ/ 1120م)، ترجمـت خلاصتـه إلـى اليونانيـة علـى يـد غريغـوري خيونيـادس Gregory Chioniades الـذي ترجـم أيضـا «الزيـج العلائـي» للفهّـاد، وبقـي الخازنـي، رغـم اهتمامـه بنظريـة الـدورات الهنديـة لأبـي معشـر، يواصـل الحسـاب وفقًـا للتـراث البطليموسـي.

• علـــم الفـــلك والتنجيـــم

اختلف علم الفلك عند علماء المسلمين عن التنجيم أو ما يسمى أحيانًا علم أحكام النجوم. ومع أن الدين الإسلامي قد بيَّن فساد الاعتقاد بالتنجيم وعلاقته بما يجري على الأرض، ودلالة الكواكب والنجوم على مصير البشر والأحوال المستقبلية، إلا أن ذلك لم يمنع بعض القائمين على الأمر، لاسيما الخلفاء العباسيون، أن يعنوا به في بادئ الأمر. لذا نجد أنهم لجأوا إلى المنجمين قبل إقدامهم على الكثير من أعمالهم المهمة. فنجد المنصور قد قرب كافة المنجمين إليه، ومنحهم أموالاً وهبات كثيرة، بل عمل بأحكام النجوم، وكان يصطحب معه المنجمين؛ مثل نوبخت الفارسي، وإبراهيم بن حبيب الفزاري، وعليّ الإسطرلابي المنجم. وعمل بتوجيهاتهم في كثير من الأحوال السياسية والإدارية والعمرانية والعسكرية، بل نجدهم أحيانًا يعالجون الأمراض بمقتضى مواقع النجوم والكواكب.

جاءت المعرفة الفلكية للعرب قبل الإسلام من تراث أجدادهم، بالإضافة إلى ما أخذوه من الأقوام المجاورين لهم كالكلدانيين والفرس والسريان. فقد ألموا بمواقع النجوم، وسيرها التقريبي بالملاحظة اليومية، واستدلوا بذلك على فصول السنة، وأطلقوا على الشهور أسماء مأخوذة من صفات هذه الفصول. كما عرفوا عددًا كبيرًا من الكواكب والنجوم بأسمائها العربية أو الفارسية أو الكلدانية، كالمريخ الذي عرّبوه من الاسم الكلداني البابلي مردوخ، ثم في فترة لاحقة استعاروا أسماء بعضها من الفارسية مثل: كيوان؛ وبرجيس؛ وبهرام؛ وأناهيد التي أطلقوها على زحل، والمشتري، والمريخ، والزُّهرة على التوالي.

لم ترسُ قواعد علم الهيئة على منهج علمي وقواعد ثابتة إلا في العصر العباسي، شأنه في ذلك شأن سائر فروع المعرفة بعد أن اتسعت حركة النقل والترجمة. إلا أنه من الغريب أن أول كتاب تُرجم في علم الفلك لم يكن في

العصـر العباسـي، بـل في العصـر الأمـوي قبـل زوال الدولـة الأمويـة بسـبع سـنين، ولعلـه كان كتـاب عـرض «مفتـاح النجـوم»، للفلكـي المصـري هرمـس.

ونظـرًا لشـغف المنصـور بعلـم أحـكام النجـوم؛ أمـر بنقـل كتـاب «السـدَّهانتا / السـند هنـد» إلـى اللغـة العربيـة، وكان ذلـك عـام (154هـ/ 771م). كمـا أمـر أيضًـا بنقـل كتـاب «المجسـطي» لبطليمـوس، وعمـل في ذلـك الخوارزمـي والفـزاري وأبنـاء موسـى بـن شـاكر المنجـم. ثـم قـام إبراهيـم بـن حبيـب الفـزاري بتصنيـف كتـاب في الفلـك علـى غـرار كتـاب «السـند هنـد»، اتخـذه العـرب أصـلاً في حـركات الكواكـب، واسـتخرج منـه زيجًـا (أي جدولًا فلكيًـا) حـوّل فيـه سـني الهنـود النجوميـة إلـى سـنين عربيـة قمريـة. وأطلـق المسـلمون علـى هـذا الكتـاب اسـم «السـند هنـد الكبيـر»، وقـام الخوارزمـي باختصـاره. وبقـي المسـلمون يعملـون بـه إلـى زمـن المأمـون.

عندمـا توافـرت المصنفـات الفلكيـة، بـدأ المسـلمون يطـوّرون مـا وصـل إليهـم مـن هـذا العلـم، وانتقـل العلـم مـن المجـال النظـري إلـى المجـال العملـي التطبيقـي القائـم علـى الرصـد والمشـاهدة. ومـع أن التنجيـم لـم يَـزُلْ نهائيًـا مـن قلـوب الخاصـة والعامـة، إلا أن علـم الهيئـة ازدهـر بسـرعة لحاجـة المسـلمين إليـه لمعرفـة أوقـات الصلـوات والأعيـاد والصيـام واتجـاه القبلـة، ولعنايـة الخلفـاء العباسـيين الكبيـرة بـه.

نقـل العلمـاء العـرب في عهـد المنصـور، بالإضافـة إلـى كتابـي «السـند هنـد» و«المجسـطي»، كتـاب «الأربـع مقـالات في صناعـة أحـكام النجـوم» لبطليمـوس، وقـام بهـذا النقـل أبـو يحيـى البطريـق. وجـاء مـن بعـده عمـر بـن الفرخـان (تـوفي 200هـ/ 815م)، صديـق يحيـى البرمكـي فعلّـق عليـه. ونقلـت في عهـد المنصـور كتـب أخـرى أرسـل في طلبهـا مـن ملـك الـروم آنـذاك. كمـا أمـر يحيـى البرمكـي بنقـل كتـاب «التصنيـف العظيـم في الحسـاب» لبطليمـوس مـن السـريانية إلـى العربيـة.

أبرز مثال على تغلغل التنجيم في نفوس الخاصة والعامة في بداية العصر العباسي، ما حدث عندما فكر المنصور في بناء بغداد (145هـ/ 762م)، إذ وضع أساسها في الوقت الذي حدده له المنجمان ما شاء الله اليهودي ونوبخت الفارسي. وجرت هندستها بحضورهما وبحضور مشاهير المنجمين من أمثال؛ الفزاري والطبري، ويؤكد ذلك البيروني في كتبه «الآثار الباقية عن القرون الخالية».

وضع العرب عددًا من المؤلفات في التنجيم سواء في المشرق أو المغرب. ومن أبرز هؤلاء في الشرق؛ أبو معشر الفلكي البلخي (توفي 272هـ/ 886م). وكان يعمل في بدء حياته في علم الحساب والهندسة، إلا أنه رأى أن ليس لديه الصبر وقوة التحمل لصعوبتهما؛ فترك ذلك واشتغل بأحكام النجوم. وله مؤلفات كثيرة في علم الهيئة والتنجيم، أشهرها: كتاب «المُدخل الكبير»، و«الزيج الكبير»، و«الزيج الصغير». ومن الذين ألّفوا في التنجيم من أهل المغرب ابن أبي الرجال المغربي القيرواني (توفي بعد سنة 432هـ/ 1040م)، من فاس بالمغرب. كان يعيش في تونس حيث كان في خدمة شرف الدولة المعز بن باديس في القيروان. ولابن أبي الرجال عدة مؤلفات أهمها كتاب «البارع في أحكام النجوم والطوالع»، وكان أكثر كتب التنجيم رواجًا في تلك الحقبة وترجم إلى اللاتينية وطبع مرارًا، وكذلك إلى الإسبانية والبرتغالية ثم ترجم ثلاث مرات إلى العبرية.

عندما بالغ الناس في الاهتمام بأمر التنجيم قام بعض العلماء والمفكرين المسلمين والعرب بمحاربته، ودعوا إلى بطلان الاعتقاد به وبيان سخف المشتغلين به. ولم يقتصر الأمر على الشرق الإسلامي، بل عم كل أرجاء العالم الإسلامي ومثّل هذه الحملة كلٌ من العلماء: الكندي، والفارابي، وابن سينا، وابن حزم. فالكندي انتقد أقوال المنجمين في تنبؤاتهم القائمة على حركات الكواكب. وربما كان إيمانه بعدم تأثير الكواكب في بني البشر انعكاسًا لنظرياته في النفس الإنسانية وعلم الفلك. والمطلع على رسائله في العلة القريبة الفاعلة للكون

والفساد يستنتج أنه كان بعيدًا عن التنجيم، ولا يؤمن بأن للكواكب صفات معينة من النحس أو السعد أو العناية بأمم معينة، في حين خالف الفارابي معاصريه عندما قال ببطلان صناعة التنجيم، وقد استدل على ذلك بحجج وبراهين عقلية تشوبها السخرية، وكتب آراءه عن التنجيم في رسالة بعنوان «النكت»، فيما يصح وفيما لا يصح من أحكام النجوم، وبيّن في هذه الرسالة فساد أحكام علم النجوم الذي يعزو المنجمون كل كبيرة وصغيرة فيه إلى الكواكب وقراناتها. كما يوضح في رسالة أخرى الخطأ الكبير فيما يزعمه الزاعمون من أن بعض الكواكب يجلب السعادة وبعضها الآخر يجلب النحس. ويخلص الفارابي إلى أن: «هناك معرفة برهانية يقينية إلى إكمال درجات اليقين نجدها في علم النجوم التعليمي (علم الفلك). أما دراسة خصائص الأفلاك وفعلها في الأرض فلا نظفر منها إلا بمعرفة ظنّية، ودعاوي المنجمين ونبوءاتهم لا تستحق إلا الشك والارتياب».

أما ابن سينا كان رأيه فيما يقوله المنجمون هادئًا ومنطقيًا. وقد ضمّن رأيه في بطلان دعاوي التنجيم في رسالة عنوانها؛ «رسالة في إبطال أحكام النجوم»؛ بيّن في هذه الرسالة كذب المشتغلين به، إذ ليس لديهم من دليل أو قياس فيما يقولون من سعود الكواكب ونحوسها: "فليس على شيء مما وصفوه دليل، ولا يشهد على صحته قياس. وقد أخذوه من غير برهان ولا قياس". وفنّد أقوالهم في أحكام النجوم وأثرها على الناس وبيّن فساد هذه الأحكام باللجوء إلى المنطق الذي استعان به ليدلل على صحة ما ذهب إليه.

أخيرًا، فقد حارب ابن حزم الظاهري الآراء والأقوال التي تزعم تحكُّم النجوم والكواكب في حياة الناس بقوله في «الفصل في الملل والأهواء والنحل»: "زعم قوم أن الفلك والنجوم تعقل، وأنها ترى وتسمع، وهذه دعوى باطلة بلا برهان. وصحّة الحكم بأن النجوم لا تعقل أصلاً وأن حركتها أبدًا على رتبة

واحدة لا تتبدل عنها. وهذه صفة الجماد الذي لا اختيار له... وليس للنجوم تأثير في أعمالنا، ولا لها عقل تدبرنا به إلا إذا كان المقصود أنها تدبّرنا طبيعيًا كتدبير الغذاء لنا، وكتدبير الماء والهواء، ونحو أثرها في المد والجزر... وكتأثير الشمس في عكس الحر وتصعيد الرطوبات (التبخير)، والنجوم لا تدلل على الحوادث المقبلة".

لقد استفاد العلماء العرب والمسلمون من المؤلفات الفلكية التي ترجموها من الأمم السابقة لهم، وصححوا أو نقحوا بعضها، وزادوا عليها. وقد أدّت انتقادات كبار العلماء من أمثال: ابن سينا والفارابي والكندي وابن حزم، إلى نبذ الاتجاه الخرافي الذي ساد وقتًا طويلاً، ومن ثَمّ انطلق العلماء إلى مرحلة التطوير فيما نقلوا ثم الإبداع الذي جاء من خلال التطبيق وعمليات الرّصد.

أهم إنجازات العرب والمسلمين في هذا العلم أنهم كانوا الأسبق في الحصول على طول درجة من خط نصف النهار بطريقة علمية؛ فقد توصلوا إلى طريقة مبتكرة لحساب ذلك، مكنتهم من الحصول على نتائج دقيقة يعدها العلماء المعاصرون من أجلّ آثارهم في ميدان الفلك، وتمّ ذلك في عهد المأمون وبأمر منه. وقد ذكر ذلك ابن يونس في كتابه «الزيج الكبير الحاكمي». وقام بهذا العمل فريقان اتجه أحدهما إلى منطقة بين واسط وتَدْمُر وقاسوا هنالك مقدار هذه الدرجة فكانت 56 من الأميال (الميل العربي أطول من الميل الروماني)، أما الفريق الآخر فاتجه إلى صحراء سنجار وتوصلوا إلى أن مقدار هذه الدرجة 57 ميلاً؛ لذا اتخذ المأمون متوسط القياسين فكان 56 من الأميال تقريبًا. ويعد هذا القياس قريبًا جدًا من القياس الذي توصل إليه العلماء في العصر الحديث وهو 56.93 ميلاً؛ وهذا يعني أن محيط الأرض يبلغ 41248 كم؛ أي نحو 20400 ميل. أما الرقم الصحيح لمحيط الأرض كما حسب في العصر الحديث بالحواسيب والأقمار الصناعية فهو 40070 كم. أما البيروني فقد

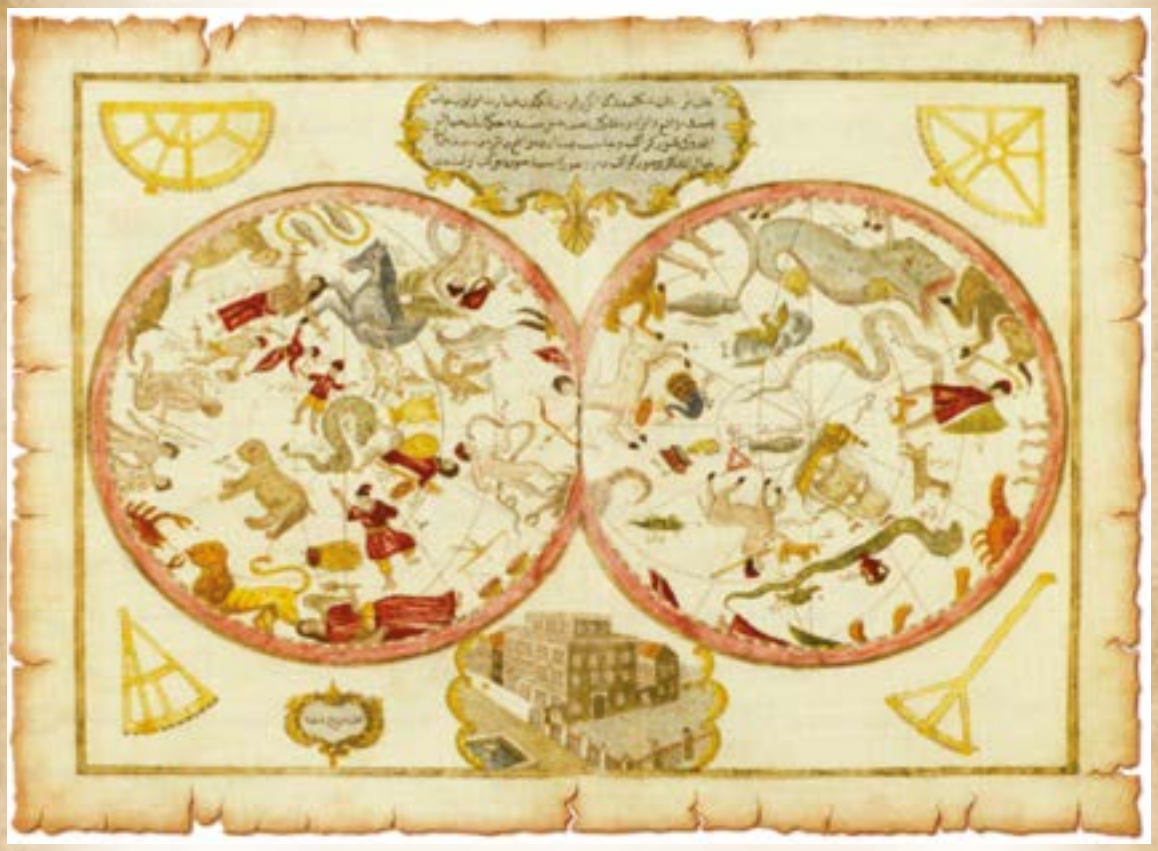
ابتكر طريقة لقياس درجة من خط نصف النهار ذكرها في كتابه «الاسطرلاب»، فوجدها 56.50 ميلاً. ولاتزال هذه الطريقة مستخدمة وتعرف عند الغرب والشرق بقاعدة البيروني لحساب نصف قطر الأرض.

ومن إنجازاتهم أنهم كانوا أول من عرف أصول الرسم على سطح الكرة، وقالوا باستدارة الأرض ودورانها حول محورها، وقاموا بضبط حركة أوج الشمس وتداخل فلكها في أفلاك أخرى. كما حسبوا الحركة المتوسطة للشمس في السنة الفارسية. وعندما حسب البُتَّاني ميل فلك البروج على فلك معدل النهار وجده 23 ° و35 دقيقة، وكان أبرخس قد حسبه 23 ° و 51 دقيقة، وهو متغير فقد كان في زمانه 23 ° و34 دقيقة. وقد أكد العلم الحديث أنه قد أصاب في هذا الحساب إلى حد دقيقة واحدة. كما حقق البتاني مواقع كثير من النجوم، فوجد أن بعضها لم يعد في المكان الذي كانت عليه على عهد بطليموس. كما صحح البتاني نفسه طول السنة الشمسية؛ فقد حددها بـ 365 يومًا و 5 ساعات و46 دقيقة و32 ثانية. وكان حساب بطليموس لها 365 يومًا و 5 ساعات و55 دقيقة و12 ثانية.

انتقد الفلكيون العرب من أمثال؛ ابن الأفلح والأشبيلي كتاب بطليموس «المجسطي» في كتابيهما؛ «إصلاح المجسطي» و«الهيئة» على التوالي. كما اكتشف العلماء المسلمون أنواع الخلل في حركة القمر. فقد ثبت لدى المؤرخين أن الخلل الثالث كان من اكتشاف أبي الوفاء البوزجاني وليس تيخو براهي. وأدّى هذا الاكتشاف إلى اتساع نطاق البحث في علمي الفلك والميكانيكا.

بحث علماء الفلك المسلمون والعرب في حساب إهليلجية الشمس أيضًا، واستنتجوا أن بعد الشمس عن مركز الأرض إذا كانت عند أقصى بُعد لها يساوي 1146 مرة مثل نصف قطر الأرض، وإذا كانت عند أدنى بُعد لها يساوي 1070 مرة مثل نصف قطر الأرض، وإذا كانت في متوسط بعدها يساوي 1108 مرة مثل نصف قطر الأرض. وهذه التقديرات قريبة جدًا من النتائج التي خرج بها العلماء في العصر الحديث.

وضـع الفلكيـون العـرب جـداول دقيقـة للنجـوم الثوابـت، وأول مـن قـام بذلـك عبـد الرحمـن الصـوفي، وصنّـف في ذلـك كتابًـا بعنـوان «صـور الكواكـب الثابتـة»، أوضـح فيـه النجـوم الثابتـة لعـام (299هـ/ 911م)، وهـذه الجـداول مهمـة حتـى في العصـر الحديـث، لمـن أراد البحـث في تاريـخ بعـض الكواكـب ومواقعهـا وحركاتهـا. ويمتـاز هـذا الكتـاب برسـومه الملونـة للأبـراج وبقيـة الصـور السـماوية، وقـد رسـم فيـه أكثـر مـن 1000 نجـم وصورهـا علـى هيئـة أناسـي وحيوانـات؛ فمنهـا مـا هـو بصـورة كهـل في يـده اليسـرى صولجـان وعلـى رأسـه عمامـة أو قلنسـوة فوقهـا تـاج. ومنهـا مـا هـو علـى هيئـة امـرأة جالسـة علـى كرسـي لـه قائمـة كقائمـة المنبـر. ومنهـا مـا صـوِّر علـى هيئـة حيوانـات؛ كالـدب والأسـد والظبـي والتنّـين وغيـر ذلـك.



خريطة نجوم سماوية وضعها كاتب جلبي في عمله «جهان نامه»، تعود لعام (1732م)، وهي تعتمد كثيرًا على كتاب «صور الكواكب الثابتة» لعبد الرحمن الصوفي

مـن إسـهامات العـرب في علـم الفلـك أيضًـا رصدهـم للاعتدالـيْن؛ الربيعـي والخريفـي؛ وكذلـك الانقلابـيْن الصيفـي والشـتوي. وكتبـوا عـن كلـف الشـمس قبـل غيرهم، وأول من قام بذلك ابن رشـد (توفي 595هـ/ 1198م)، كما توصل بالحساب الفلكـي إلـى وقـت عبـور عطـارد علـى قـرص الشـمس، فرصـده وشـاهده بمثابـة بقعـة سـوداء علـى قرصهـا في الوقـت الـذي تنبّـأ بـه تمامًـا. كمـا رصـدوا الخسـوف والكسـوف وحـددوا مواقيـت حدوثهمـا. وممـن قـام بذلـك ابـن باجـة الأندلسـي (توفي 533هـ/ 1138م)، وكذلـك القزوينـي الـذي يقـول في «عجائـب المخلوقـات»: "إذا صـار القمـر في مقابلـة الشـمس، كان النصـف المواجـه للشـمس هـو النصـف المواجـه لنـا (أيضًـا) فنـراه بـدرًا... حتـى إذا صـار القمـر في مقابلـة الشـمس تمامًـا واسـتحال علينـا أن نـرى شـيئًا مـن جانبـه المضـيء انمحـق نـوره؛ فرأينـاه نحـن مظلمًـا". كمـا تحـدث الفلكيـون كثيـرًا عـن أثـر القمـر في ظاهـرة المـد والجـزر في البحـار والأنهـار.

يوجـد إنجـازان عظيمـان في علـم الفلـك ينسـبان لابـن الهيثـم، أولهمـا تحـدث عنـه في رسـالة بعنـوان «رسـالة ارتفـاع القطـب»، يسـتنتج فيهـا أن ارتفـاع القطـب يسـاوي عـرض المـكان. وهـو إنجـاز ذو أهميـة بالغـة في أعمـال المسـاحة والأعمـال المشـابهة لهـا. وعملـه يتلخـص في رصـد الزمـن الـذي يسـتغرقه الكوكـب للوصـول مـن ارتفـاع شـرقي قريـب مـن خـط نصـف النهـار إلـى ارتفـاع مسـاوٍ لـه في الغـرب، ومعرفـة قيمـة هـذا الارتفـاع الشـرقي أو الغربـي، وارتفـاع الكوكـب عنـد مـروره بخـط نصـف النهـار. ويوضـح ابـن الهيثـم طريقـة عمـل ذلـك مبينًـا القانـون الخـاص بعلاقـة الارتفاعـات المذكـورة والزمـن الـذي يسـتغرقه الكوكـب في الحالـة الأولـى التـي يمـر فيهـا بسـمت الـرأس، أو يكـون عنـد عبـوره قريبًـا منهـا. وفي الحالـة الثانيـة؛ عندمـا يكـون عبـوره علـى نقطـة مـن خـط نصـف النهـار تختلـف عـن سـمت الـرأس. ويدلـل ابـن الهيثـم علـى كيفيـة الحصـول علـى هـذه العلاقـات بالبرهـان الهندسـي الدقيـق. ويبـيّن أن تأثيـر الانعطـاف في أرصـاد الكواكـب عنـد قربهـا مـن سـمت الـرأس يـكاد يكـون معدومًـا؛ لـذا فالأخطـاء الناشـئة مـن يقـين الارتفـاع بوسـاطة الأجهـزة

تخلو من هذا العامل كما تخلو أيضًا من عامل زاوية اختلاف القطر لأن بُعد الكواكب عن الأرض نسبة إلى نصف قطر الأرض كبير جدًا.

أما الإنجاز الثاني؛ فلايزال العلم الحديث يأخذ به أيضًا، وهو أن ظاهرة إدراك الكواكب عند الأفق أعظم منها في وسط السماء، فيقول: «إن كل كوكب إذا كان على سمت الرأس، فإن البصر يدرك مقداره أصغر... وكلما كان أبعد عن سمت الرأس كان ما يدركه البصر من مقداره أعظم من مقداره الذي يدركه وهو أقرب إلى سمت الرأس».

ومن تطويرات الفلكيين المسلمين أيضًا إصلاح التقاويم الخاطئة، ويتمثل ذلك في عمل عمر الخيام الذي قام به سنة (467هـ/ 1074م)، عندما دُعي لإصلاح التقويم الفارسي في مرصد الري. فكانت السنة الفارسية تتألف من 12 شهرًا يحوي كل منها على 30 يومًا، ثم تجيء خمسة أيام بيض يتخذونها عيدًا لإتمام السنة 365 يومًا. وقام الخيام بتعديل هذا التقويم بزيادة 15 يومًا في كل 62 سنة، فبقي خطأ مقداره يوم واحد يتكرر مرة واحدة كل 3770 سنة. كما صحح أبو علي المراكشي خريطة المغرب الفلكية، وكان أول من استعمل خطوط الطول التي تدل على الساعات المتساوية على الخريطة، ولم تكن موجودة عند من سبقه من العلماء سواء في بلاد اليونان أو في العالم الإسلامي. وألّف كتابًا في الفلك جمع فيه كثيرًا من المعارف المتعلقة بالفلك وآلات الرصد، وتضمن جدولاً يضم 240 نجمًا رصدها في عام (622هـ/ 1225م).

ومن إنجازات العلماء العرب في الفلك صنع الكرات التي بيّنوا عليها السماء وكواكبها ونجومها. وكان أول من صنع كرة سماوية من هذا القبيل إبراهيم السهلي عام (473هـ/1080م)، وهو أحد علماء بلنسية في الأندلس. كما أن الزرقالي (توفي 493هـ/ 1099م)، وضع ما اشتهر في تاريخ هذا العلم باللوائح الطليطلية التي ترجمت إلى اللاتينية، ونشرت بعنوان اللوائح الألفونسية نسبة إلى الملك ألفونسو

العاشر الذي أمر بترجمة جميع آثار الزرقالي إلى اللغة القشتالية، ومن بينها «زيج الزرقالي» الذي اعتمد عليه فيما بعد علماء الفلك في أوروبا. وإلى الزرقالي تُنسب أدق درجة عرفت في عصره لحركة أوج الشمس بالنسبة إلى النجوم. وقد بلغ مقدارها عنده 12,04 دقيقة، في حين بلغ مقدارها حالياً 12,08 دقيقة.

صنعت هذه الكرة السماوية بهدف تعليمي، وهي ترتكز على ما جاء في كتاب «صور الكواكب الثابتة» لمؤلفه عبد الرحمن الصوفي.

• علـــم الأزيـــاج

تعد الأزياج جداول حسابية تبين مواقع النجوم والكواكب، مع حسبان حركاتها في كل زمن ووقت. وعلم الأزياج فرع من فروع علم الفلك عرَّفه ابن خلدون في المقدمة بأنّه: "صناعة حسابية على قوانين عددية فيما يخص كل كوكب من طريق حركته، وما أدّى إليه برهان الهيئة في وضعه من سرعة وبطء، واستقامة ورجوع، وغير ذلك، يعرف به مواضع الكواكب في أفلاكها لأي وقت فرض من قبل حسبان حركاتها على تلك القوانين المستخرجة من كتب الهيئة. ولهذه الصناعة قوانين في معرفة الشهور والأيام والتواريخ الماضية، وأصول متقررة في معرفة الأوج والحضيض والميول وأصناف الحركات، واستخراج بعضها من بعض، يضعونها في جداول مرتبة تسهيلاً على المتعلمين وتسمى الأزياج. ويُسمى استخراج مواضع الكواكب للوقت المفروض لهذه الصناعة تعديلاً وتقويمًا".

لقد استفاد الفلكيون في علم الأزياج من الهنود ومن الفرس، وكلمة زيج نفسها أصلها فارسي أخذت من كلمة (زيك) التي تعني خيوط النسيج الطولية. برع كثير من العلماء العرب في وضع هذه الجداول الفلكية، وتركوا آثارًا قيمة في هذا المجال، ومن أوائل من قام بذلك إبراهيم بن حبيب الفزاري (توفي 154هـ/ 771م)؛ ومنهم الذين قاموا بعمل أزياج المأمون مثل: سند بن علي، والمروزي، والإسطرلابي.

أحد أشهر الأزياج العربية هو الذي وضعه المروزي، ذلك الذي ألّفه على مذهب «السند هند»، وقد خالف الفزاري والخوارزمي في كثير منه. أما عمله الثاني في الأزياج فهو «الزيج الممتحن» أو «الزيج المأموني الممتحن»، وهو أشهر أعماله في علم الأزياج. أشار إليه البيروني وأثنى عليه في كتابه «الآثار الباقية».

وقد ألّفه بعد رحلته التي طلب إليه المأمون فيها قياس محيط الأرض، وضمنه حركات الكواكب على ما يوجبه الامتحان في زمانه. وثالث أزياج المروزي «الزيج الصغير».

ولعل أشهر الأزياج قاطبة «الزيج الصابئ» الذي وضعه البتاني (بطليموس العرب) (توفي 317هـ/ 929م)، وكان أنبغ علماء عصره في الفلك والرياضيات. ويعد البتاني من مشاهير علماء الفلك على نطاق العالم. وهو الذي بيّن حركة نقطة الذنب للأرض وأصلح قيمة الاعتدالين الصيفي والشتوي، وقيمة فلك البروج على فلك معدل النهار. وله مآثر جليلة في رصد الكسوف والخسوف اعتمد عليها الفلكيون في أوروبا في تحديد حركة القمر حول الأرض. وقد أصلح زيج بطليموس ولم يكن مضبوطًا. وقام بتأليف «الزيج الصابئ»، عام (299هـ/ 911م). وهو يحوي على جداول تتعلق بحركات الأجرام التي هي من اكتشافاته الخاصة. وتعدّت آثار هذا الزيج العالم الإسلامي إلى التأثير في علم الفلك، وعلم المثلثات الكُروي عامةً في أوروبا في العصور الوسطى وأوائل عصر النهضة. وقد ترجم هذا الزيج إلى اللاتينية في (القرن الثاني عشر الميلادي)، وطبع في نورمبرغ (عام 944هـ/ 1537م). كما ترجم من العربية إلى الإسبانية بأمر من ألفونسو العاشر ملك قشتالة. واعتمد البتاني في هذا الزيج على عمليات الأرصاد التي قام بها بنفسه في كل من الرقة وأنطاكية وعلى كتاب «الزيج الممتحن» للمروزي.

ومن أشهر من ألّف في علم الأزياج نصير الدين الطوسي (توفي 672هـ/ 1274م)، وقد كان يُلقَّب بالعلّامة، وهو أحد الفلكيين والرياضيين الكبار. وقد قام ببناء مرصد مراغة عام (657هـ/ 1259م)، وأنشأ فيه مكتبة ضخمة حوت 400000 مجلد من المخطوطات، معظمها نُهب في عهد صديقه هولاكو من بغداد والشام والجزيرة.

نصير الدين الطوسي كما يظهر مع فريقه في مرصد مراغة مع فريق الرصد.

للطوسي مؤلفات كثيرة في الفلك منها: كتاب «ظاهرات الفلك» و«التذكرة في علم الهيئة»، و«كتاب جرمي الشمس والقمر»، و«زيج الشاهي»، الذي اختصره ابن اللبودي وسمّاه «الزاهي». كما وضع أيضًا «زيج الإيلخاني» بالفارسية الذي احتوى على أربع مقالات، الأولى: في التواريخ، والثانية: في سير الكواكب ومواضعها طولاً وعرضًا، والثالثة: في أوقات المطالع، والرابعة: في أعمال النجوم. وقام حسين بن أحمد النيسابوري بشرح هذا الزيج. ثم قام الكاشاني من بعده بإضافة ما استدركه على الطوسي وما استنبطه من أعمال المنجمين وسماه «الزيج الخاقاني». وانتقد في كتابه «التذكرة في علم الهيئة» كتاب «المجسطي» لبطليموس، واقترح فيه نظامًا جديدًا للكون أكثر يسرًا من ذلك الذي وضعه بطليموس، وكان انتقاده «للمجسطي» خطوة تمهيدية للإصلاحات التي قام بها كوبرنيكوس فيما بعد.

وقد وضع عمر الخيام «زيج الملكشاهي» الذي كان من أشهر الأزياج التي وضعت خلال (نهاية القرن الخامس الهجري/ الحادي عشر للميلاد)، وهو من أنبغ من اشتغل بالفلك والرياضيات ولاسيما الجبر، إلا أن شهرته في الشعر والفلسفة طغت على نبوغه العلمي. وقد أنجز أفضل أعماله بعد أن اعتزل العمل في صناعة الخيام، وانقطع للتأليف في عهد السلطان ملكشاه. وقد طلب منه ملكشاه عام (467هـ/ 1074م)، مساعدته في تعديل التقويم السنوي، فاستطاع أن يقوم بهذا التعديل الذي صار أدق من التقويم الغريغوري.

وقد وضع أولغ بك أشهر الأزياج في أقصى الشرق الإسلامي وهو «الزيج السلطاني الجديد»، نحو (منتصف القرن التاسع الهجري/ القرن السادس عشر الميلادي)، بناءً على عمله في مرصد سمرقند الذي رأسه جمشيد الكاشي. ويتألف هذا الزيج من أربع مقالات، الأولى: في حساب التوقيعات على اختلافها والتواريخ الزمنية؛ وهي مقدمة وخمسة أبواب، أبان في المقدمة هدفه من وضع

هـذا الزيـج وأثنـى على العلمـاء الذيـن عاونـوه في ذلـك العمـل. أمـا المقالـة الثانيـة: في معرفـة الأوقـات والمطالـع لـكل وقـت وتحـوي على 24 بابًـا، والثالثـة: في معرفـة مسـير الكواكـب ومواضعهـا وتقـع في ثلاثـة عشـر بابًـا. أمـا المقالـة الأخيـرة فقـد أوضـح فيهـا مواقـع النجـوم الثابتـة. وكان هـذا الزيـج دقيقًـا جـدًا، وقـد شـرحه كل من ميـرم جلبـي وعلـيّ القوشـجي، وقـام باختصـاره محمـد بـن أبـي الفتـح الصـوفي المصـري وطبـع في لنـدن عـام (1060هـ/ 1650م)، وترجمـت جداولـه إلـى الفرنسـية عـام (1264هـ/ 1847م). وبقـي النـاس يعملـون بهـذا الزيـج قرونًـا عديـدة في الشـرق والغـرب.

أخيـرًا؛ فقـد وضـع جمشـيد الكاشـي زيجًـا نحـو عـام (815هـ/ 1412م). وهـو الـذي رصـد الكسـوفات الثلاثـة التـي حدثـت في الفتـرة مـن (809 811-هـ/ 1406 - 1408م)، ولـه في ذلـك مؤلفـات بالعربيـة والفارسـية؛ مـن ذلـك «زيـج الخاقانـي». وكان قصـده مـن وضـع هـذا الزيـج تصحيـح «زيـج الإيلخانـي» للطوسـي. ودقـق في جـداول النجـوم التـي وضعهـا الفلكيـون في مرصـد مراغـة تحـت إشـراف الطوسـي. وأضـاف إلـى هـذا التدقيـق البراهـين الرياضيـة والفلكيـة التـي سـبق فيهـا معاصريـه مـن الفلكيـين، ثـم أهـدى هـذا العمـل لأولـغ بـك. وقـد صنّـف الكثيـر مـن الكتـب في علـم الهيئـة باللغتـين العربيـة والفارسـية مـن ذلـك «نزهـة الحدائـق»، وقـد شـرح فيـه كيفيـة اسـتخدام بعـض آلات الرصـد التـي صنعهـا بنفسـه لمرصـد سـمرقند، وتمكـن بوسـاطتها مـن الحصـول علـى تقـويم الكواكـب وبُعدهـا وحسـاب خسـوف الشـمس وكسـوف القمـر. كمـا ألّـف أيضًـا «رسـالة سـلم السـماء»، و«زيـج التسـهيلات».

• حســـابات الشمـــس والقمـــر

أخذ العرب فكرتهم في الكون عن علم الفلك عند الإغريق، فجعلوا الشمس تدور حول الأرض من الشرق إلى الغرب في سنة (مدارية) كاملة، ومن ثم لا ينطبق مركز فلك تدوير الشمس على مركز الأرض، وإنما هو خارج عن هذا المركز مما يعلل اختلاف الفصول الذي قرره هيبارخوس من قبل. والشمس نفسها جرم كروي مغمور فيما يسمى بفلك الشمس، بحيث لا تخرج كرة الشمس في أي موضع عن سطح هذا الفلك. فإذا فرضنا بأن نصف قطر فلك الشمس يساوي 60 نقطة، فإن المسافة بين مركز هذا الفلك ومركز الأرض، تكون وفقًا لحسابات هيبارخوس 2.30 نقطة تقريبًا، وتساوي $1\frac{1}{24}$ نقطة من نصف قطر الفلك؛ وبحساب البتاني $2\ \frac{3}{4}$ من الدقائق، في حين تؤدي حسابات محمد بن موسى الخوارزمي إلى انحراف اختلف في قياس قدره ما بين 2.10 و 2.20 . وعلى هذا الأساس يكون الاتجاهان اللذان يرى فيهما المرء الشمس من المركزين المذكورين، زاوية تساوي بحساب هيبارخوس + 2 13. على الأكثر (تساوي وفقًا لحسابات فلكيي المأمون 1. 59، ووفقًا لحسابات البتاني 1. 58)؛ ويسمى هذا القدر «تعديل الحاصة والمركز». وتبعًا لفلك الشمس خارج المركز الذي يُعرف في لغتنا الحديثة بمسقط مسار القطع الناقص للأرض حول الشمس على الكرة السماوية، توجد نقطتان ظاهرتان على هذا المسار: الأولى؛ هي تلك النقطة التي تصير فيها الشمس أقرب ما تكون من الأرض (الحضيض أو البعد الأقرب)، والثانية؛ هي التي تصير فيها الشمس أبعد ما تكون عن الأرض (الأوج أو البعد الأبعد). ومن أكبر أفضال البتاني على العلم اكتشافه حركة دوران الأوج حول المركز، تلك الحركة التي نستطيع الآن أن نبرهن على أنها نتيجة محتومة لاضطراب مسار الأرض بفعل جذب القمر لها (مسألة الأجسام الثلاثة): قد وجد البتاني أنها تساوي 31 في العام، وهي تعادل وفقًا لحسابات الفلك الحديث

50 . 11 . وليس لحركة الأوج هذه صلة ما بتلك الحركة التي تحدث نتيجة تقدم الاعتدالين، وهي تضاد في الاتجاه نفسه. وبينما نجد هيبارخوس وبطليموس يقدران قيمتها السنوية بـ 36، نجد البتاني أقرب منهما إلى الدقة فيقدرها بين 54 و 55 . أما نصير الدين الطوسي فقد حسبها بالقيمة 51 نحو عام (1260م)، ويكاد يكون هذا هو الحساب الصحيح.

ولا يسمح المقام هنا بأن نناقش مسألة: هل إدخال الارتجاف الذي يلازم تقدم الاعتدالين في الدائرة المدارية، أو بعبارة أخرى: هل افتراض عدم التساوي في هذا التقدم الذي تمثله حركات الإقبال والإدبار يرجع إلى اختلاف الحسابات التي عملت، كما يرى الباحث س. غونتر S.Gunther .

لقد قيل إن العرب قد أخذوا هذه الفكرة من الهندوس، وحسبنا أن نحيل القارئ إلى كتاب ثابت بن قرة الذي ترجمه إلى اللاتينية جيرارد الكريموني بعنوان «Liber Thebit de Motu Accessiones et Recessionis»

وكلا النصين، العربي واللاتيني، مخطوطان محفوظان في المكتبة الأهلية بباريس.

وقد درس دلامبر Delambre المخطوط اللاتينى وسماه في استشهاداته

«Thebit Ben de Motu Octavao Ghorath: Shperae»

ووجد أن ثابتًا قد استحدث فلك بروج آخر متحركًا، يرتفع فوق فلك البروج ويهبط تحته، وتتقدم نقطتا الاعتدال في الوقت نفسه وتتأخران بمقدار 10: 45 . وينقسم الوقت تبعا لحركتين مختلفتين من حركات الشمس، أما الأولى: فهي التي تتم في سنة مدارية كاملة حول فلك الشمس الخارج المركز، وتعبر الشمس فيها البروج الاثني عشر لفلك البروج لتعود ثانية إلى نقطة الابتداء (أول الربيع = نقطة الاعتدال). وقد حسب البتاني السنة المدارية فوجدها 365 يومًا

وخمس ساعات و 46 دقيقة و 24 ثانية (وهي في الحقيقة 365 يومًا وخمس ساعات و 48 دقيقة و 47 ثانية)، أي أن حسابه أدق من حساب بطليموس الذي جعلها 365 يومًا وخمس ساعات و 55 دقيقة و 12 ثانية. وأما الثانية فهي التي تتم فيها الشمس دورتها اليومية في السماء من الشرق إلى الغرب نتيجة لدوران كرة السماء حول الأرض.

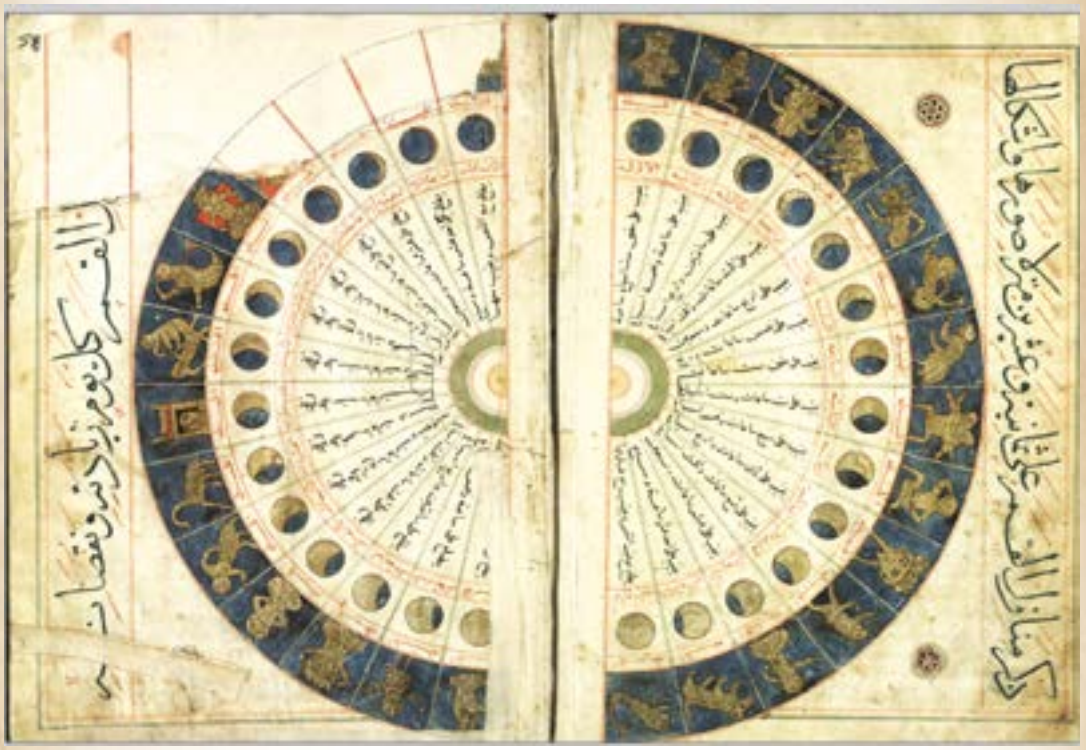
والعرب يقولون إن اليوم هو النهار والليل معًا، وترتبط شعائر الدين الإسلامي ارتباطًا وثيقًا باليوم في مراحله المختلفة، فالفجر والشفق من أوقات الصلاة، ومن ثم يجب تحديدها فلكيًا. وعندما ينتصف النهار تبلغ الشمس غاية الارتفاع ثم تبدأ في الزوال. والظهر هو وقت الصلاة الذي يحين عقب نصف النهار مباشرة، ويُسمى بُعد الشمس عن خط منتصف النهار (فضل الدائر). وكان موضع الشمس من السماء يُحدد عادة بطول ظل المقياس واتجاهه. وقد نبّه الفلكي ابن يونس المصري الأذهان إلى نصف الظل الذي ينجم عن تسطّح قرص الشمس. وكانت مزاول العرب التي يقيسون بها الظل مختلفة الأنواع. ويبدأ وقت العصر عندما تحين اللحظة التي يزيد فيها ظل ما بعد الظهيرة على البسيطة (المزاولة الأفقية) عن ظل الظهيرة بمقدار طول المقياس (الشخص). والساعات إما ساعات معتدلة، أي متساوية، أو ساعات زمانية أي غير متساوية. وقد حددت الساعات المعتدلة أيضًا على المزولة بعد ذلك.

وقد اعتمد العرب على «المجسطي» لبطليموس في معرفة بداية كسوف الشمس وقدره. وكانت طريقتهم في حساب كسوف الشمس بالدقة ورصده هي طريقتهم في حساب خسوف القمر. وقد نهج العرب نهج الإغريق بالضبط في تلك المسائل التي من قبيل الاختلافات الظاهرية للشمس، وحجمها الظاهري، وبعدها عن الأرض وما إلى ذلك. وقد لاحظ ابن الهيثم أن ما يشاهد على قرص الشمس وقت الكسوف من اصطباغه بلون أسود ضارب إلى الحمرة

يشاهد مثله على قرص القمر في خسوفه الكلي. وإذ رأى ابن الهيثم أن الضوء يكون في الكسوف غاية في الحدة، وخاصة أثناء الكسوف الكلى، فقد أوصى بأن يرصد في انعكاسه على آنية مملوءة بالماء.

أما بالنسبة لحسابات القمر، فقد كان القمر يحظى بأهميةٍ خاصةٍ في الشريعة الإسلامية، لأنه به يتحدد التاريخ الهجري الإسلامي بالسنة القمرية، بما في ذلك مواعيد الحج والصوم وغير ذلك.

ويشير القرآن الكريم للهلال في [الآية: 189] من سورة البقرة بقوله تعالى: ﴿يَسْـَٔلُونَكَ عَنِ ٱلْأَهِلَّةِ ۖ قُلْ هِىَ مَوَٰقِيتُ لِلنَّاسِ وَٱلْحَجِّ﴾. وفى [الآية: 184] يشير القرآن الكريم إلى الصوم على أنه أيام معدودات، ولما كانت رؤية الهلال قد تتعذر أحيانًا، والعبارات «مواقيت» و«أيام معدودات» توحي بانضباط في الحساب، فإن ذلك يستتبع اللجوء للحساب حين تتعذر رؤية الهلال. وقد وضعت عدة أنظمة للقيام بهذا الحساب. ويعضد اللجوء للحساب نص [الآية: 5] من سورة يونس ﴿. . وَقَدَّرَهُۥ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا۟ عَدَدَ ٱلسِّنِينَ وَٱلْحِسَابَ . .﴾.



لقد كان الفلكيون المسلمون يراقبون أطوار القمر وتغيراتها خلال الشهر القمري، وكان أكثر ما يهمهم بدايته لتحديد مواقيت الصيام والحج. (الصورة عن كتاب «أحكام الكواكب السبعة»، مكتبة حسن حسني باشا رقم 1288).

• المـراصـــد

بُني النجاح الذي بلغه العرب في علم الفلك على استخدامهم لآلات الرصد وأدواته. وكانت هذه الآلات والأدوات قليلة قبل عصر النهضة العلمية العباسية. ولا يعرف على وجه التحديد متى وأين أقيم أول المراصد في العالم. فبعض مؤرخي العلوم يقولون إن أول مرصد هو مرصد الإسكندرية الذي أنشئ في (القرن 13 ق.م)، في حين يدعي آخرون أن أول المراصد كان في ستونهينج في إنجلترا، ويعود تاريخه إلى الفترة الواقعة بين (2800 و1500 ق.م).

المرصد اسم مكان من الفعل رصد، ويستخدم على أنه مسمى لمكان رصد الأجرام السماوية بوجه عام. ويرجع تاريخ أول عمليات الرصد وأقدمها في العالم الإسلامي إلى (نهاية القرن الثاني للهجرة/ الثامن الميلادي)، عندما بدأ المسلمون في استخدام حصيلة المعارف الهندية والفارسية في دراسة الفلك، وتُرجمت أعمال بطليموس إلى العربية، وكان من أوائل الفلكيين المسلمين أحمد بن محمد النهاوندي (توفي 174هـ) في جنديسابور.

أهم دور الرصد الشهيرة في العالم الإسلامي.

وقد أقيم أول برنامج منظم للرصد الفلكي في عصر الخليفة المأمون (198-218هـ)، وهو الخليفة الذي شجع الفلكيين لحسم التناقض القائم بين المعلومات المستمدة من المدارس الفلكية الثلاث المعروفة لديهم وهي؛ الهندية والفارسية واليونانية. وأمر المأمون بإجراء قياس دقيق لميل خط الزوال في كل من سوريا والعراق. وتفيد المصادر بأن الرصد الفلكي جرى في بغداد في حي الشماسية، غير أنها لا تشير إلى وجود مرصد بالمعنى الصحيح للكلمة، أي مكان مخصص لهذا الغرض، وإن كان تكرار الإشارة إلى دائرة الشماسية يوحي بوجود جهاز كبير في مبنى قائم. أما في دمشق فقد جرى الرصد في دير جبلي بالاستعانة بمزولة شمسية ضخمة يبلغ قطرها نحو خمسة أمتار. بنيت هناك، كما بنيت مزولة أخرى جدارية قطرها 10 أذرع.

علماء فلك مسلمون يقومون بعملية الرصد داخل مرصد فلكي، ونلاحظ كيف كان الإسطرلاب إحدى أهم الأدوات الفلكية حينها.

وشملت عمليات الرصد في عصر المأمون؛ الشمس والقمر والنجوم الثابتة والكواكب السيارة، سجلت نتائجها في عددٍ من الكتب التي تعرف باسم الزيج ومن أشهرها؛ «زيج يحيى بن أبي منصور»، وهي تظهر أن منهج هؤلاء الفلكيين كان أكثر تقدمًا من منهج بطليموس في بعض جوانبه.

وفي العقود اللاحقة تابع بعض الفلكيين المسلمين نشاطهم في مراصد صغيرة خاصة، تتلمذ فيها عدد من الفلكيين الشباب، ومنها ذلك المرصد الذي أسسه الأخوان: محمد وأحمد بن موسى بن شاكر في بغداد.

ومع مطلع (القرن الرابع الهجري/ العاشر الميلادي)، عاد الحكام المسلمون إلى الاهتمام بعلم الفلك مما ساعد على توسيع نطاق البحث والدراسة، وأجريت مراجعة شاملة لخريطة النجوم البطلمية في ذلك العصر. حيث بُني مرصدٌ ضخم في حديقة قصر الخلافة في بغداد، ضم عددًا من الأجهزة الكبيرة في عهد البويهيين.

ولم يقتصر الاهتمام بالفلك على المشرق الإسلامي، بل امتد إلى المغرب؛ فأول فلكي أندلسي هو مسلمة المجريطي، ولكن أبرزهم هو الزرقالي الذي عكف بمساعدة آخرين على متابعة الشمس والقمر والنجوم التابعة، لأكثر من 25 عامًا في كل من طليطلة وقرطبة، ولكن لا يوجد دليل على وجود مرصد حقيقي.

أما ظهور المرصد المؤسسة، فهو ابتكار شرقي ظهر في أواخر العصور الوسطى، وأقدم أمثلته: المرصد الذي أقامه ملك شاه في أصفهان نحو عام (467هـ)، وبقي مستخدمًا طيلة 18 سنة، وأتم فيه عمر الخيام وفلكيون آخرون زيجًا يتضمن تعديلًا للتقويم الشمسي الفارسي. ومن هذا المرصد انطلقت لأول مرة فكرة أن الحد الزمني الأدنى لإتمام دورة مشاهدات فلكية هو 30 سنة (وهو زمن دورة الكوكب زحل).

كان أول مرصد إسلامي كبير تتوافر لنا عنه معلومات تفصيلية هو مرصد مراغة، الذي تأسس في (القرن السابع الهجري / الرابع عشر للميلاد)، بإيعاز من نصير الدين الطوسي، وكان يشتمل على مسكن ومسجد ومكتبة غنية تحوي، كما ذكرنا سابقًا، على 400 ألف كتاب وأجهزة ضخمة، كما جرت عليه أوقاف لتمويل نشاطه. وقد عمل في هذا المرصد عددٌ من أبرز علماء الفلك المسلمين في ذلك العصر، حيث إنهم أدخلوا الكثير من التحسينات على النظام البطليموسي، وكان في مقدمتهم؛ محي الدين المغربي، وقطب الدين الشيرازي. واستمر العمل بمرصد مراغة لمدة تتراوح بين 55 و 60 عامًا بعد ذلك.

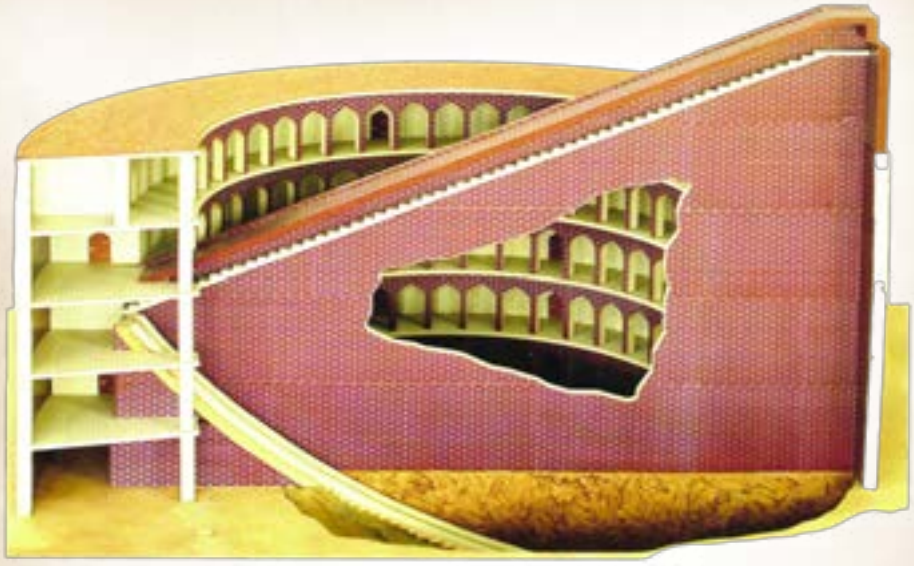
نموذج مصغر لمرصد مراغة.

في الواقع، إن الأثر العميق لمرصد مراغة من الناحية الفلكية، كان للجهد المبذول في تعديل نظرية بطليموس، والذي استمر بعد ذلك في تبريز ودمشق. وفي مراغة نفسها، حيث عاون الفلكيون الصينيون زملاءهم المسلمين، كانت مشكلة مراجعة فلك بطليموس يُنظر إليها باعتبارها أساسًا (مشكلة استبدال مركز الحركة المنتظمة equant)، لكل كوكب من أجل أن تصبح كل حركات الأجرام السماوية دائرية منتظمة. وكانت (مزدوجة الطوسي The Tusi Couple)، التي توصل إليها نصير الدين في تذكرته، قد وفرت المقاربة الأساسية للحلول التي اقترحها فيما بعد تلميذه قطب الدين الشيرازي عامي (680هـ/ 1281م) و(683هـ/ 1284م)، ومن بعده ابن الشاطر الدمشقي نحو عام (750هـ/ 1350م)، وإن كان كل منهما قد اقترح أعدادًا وأبعادًا وترتيبات لأفلاك الدوران مختلفةً بعضها عن بعض، وكان ابن الشاطر دون غيره هو من توصل أخيرًا إلى حلٍ مقنع لأصعب جرمين وهما عطارد والقمر. لكن علم الفلك الإسلامي توصل، بحلولٍ منتصف (القرن 8هـ/ 14م)، إلى نماذج كوكبية تعتمد فقط على اتحادات بين الحركات الدائرية المنتظمة، مسقطًا بذلك مراكز الحركة المنتظمة من نماذج الكواكب النجمية الخمسة، ومسقطًا (آلية ذراع الدوران) و(النقطة المقابلة) من نموذج القمر.

وهذا الإنجاز الذي حققه ابن الشاطر يشترك في الكثير من الملامح مع النماذج التي اقترحها كوبرنيكوس Kopernicus بعد ذلك بقرنين من الزمان، حتى إننا نجد اندماجاتها الخاصة بالقمر وعطارد متطابقة؛ فكلاهما يستخدم (مزدوجة الطوسي)، وكلاهما يسقط مراكز الحركة المنتظمة بالطريقة نفسها أساسًا. ومن ثم فهناك القليل من الشك في أن كوبرنيكوس كان على علم بإنجازات ابن الشاطر، ومع ذلك تبقى تفاصيل انتقالها غامضة. وصحيح أن مخطوطات الترجمات اليونانية التي أنجزها غريغوري كيونيادس لمختلف الأزياج العربية نحو (1300م)، عقب عودته إلى القسطنطينية بعد دراسته في مرصد

تبريز، كانت موجودة في إيطاليا بحلول (منتصف القرن 15م)، وأنها كانت تحوي أشكالاً توضيحيةً من الجلي أنها تشرح مزدوجة الطوسي؛ لكنها لا تتضمن أية تفاصيل حول إنجاز قطب الدين الشيرازي، كما أنها بالطبع كانت أبكر من أن تتأثر بابن الشاطر، ولابد أنه كانت هناك بعض الأعمال الوسيطة.

لقد كان مرصد مراغة نموذجًا بنيت على طرازه مراصد في أماكن أخرى، مثل: مرصد الشام في تبريز (أواخر القرن السابع الهجري/ الرابع عشر الميلادي)، غير أنه لم يشيد مرصد في مثل حجم مرصد مراغة قبل (القرن 9 هـ/ 15م). ففي عام (823هـ)، تأسست في سمرقند مدرسة متخصصة في علم الفلك، صارت فيما بعد نواةً لمركز علمي مزدهر. وفي العام ذاته بُني مرصدٌ ضخم على ربوة بجوار المدينة، وبقي المرصد يعمل لمدة 50 سنة أخرى، وفيه أعد الزيج الجرجاني.



نموذج مصغر لمرصد سمرقند.

كما أقيم مرصدان مماثلان لمرصد سمرقند، أحدهما: إستانبول، بناه تقي الدين بن معروف الدمشقي بين عامي (983 هـ/ 1575 م - 985 هـ/ 1577م)، تحت إشراف السلطان مراد الثالث. ويقال: إن هذا المرصد كان على مستوى مرصدي مراغة وسمرقند نفسه، إلا أنه ما أن انتهى بناؤه أمر السلطان في عام (988هـ) بهدمه، وذلك أنه كان موضع سخط من جانب القطاعات المعاصرة من المجتمع، وخصوصًا قاضي زادة.

تقي الدين الراصد مع فريقه في مرصد إستانبول. نلاحظ كم كان بين أيديهم من آلات فلكية متقدمة في (القرن السادس عشر الميلادي).

أما أكبر وآخر المراصد الإسلامية المهمة فهي تلك التي أقامها المهراجا جاى سنغ ساوي (توفي 1156 هـ/ 1743م) في الهند، وجهزها بمعدات مصنوعة من الحديد على غرار النماذج الموجود في مراغة وسمرقند. كما أشرف سينغ على إعداد جداول فلكية بالفارسية وأهداها إلى الإمبراطور محمد شاه في عام (1141هـ/ 1758م). وانتهى العمل بهذه المراصد جميعها بوفاة مؤسسها.

مرصد جايبور، أحد المراصد الفلكية التي أنشأها سينغ، مستوحى من شهرة مرصد سمرقند الرائع، ومجهز بأدوات ذات أبعاد ضخمة.

كما بنى شرف الدولة البويهي أيضًا مرصدًا في بستان دار المملكة، ويسمى المرصد الشريفي. ومن أشهر الفلكيين الذين قاموا بالرصد فيه: الكوهي والصاغاني والبوزجاني والحراني والصوفي. ويقال إنه لما عهد إلى الكوهي عملية الرصد في هذه الدار أمده شرف الدولة بمختلف الآلات، وقد تمكن الكوهي بوساطة هذه الآلات من رصد الكواكب السبعة في مسيرها وتنقلها في بروجها. وكان يكتب محضرًا في أعمال الرصد التي تجري في هذا المرصد بحضور علماء الدولة وحكمائها وقضاتها ويوقعون على هذا المحضر. وفيما يلي نص أول هذه المحاضر: "بسم الله الرحمن الرحيم، اجتمع من ثبت خطه وشهادته في أسفل هذا الكتاب؛ من القضاة، ووجوه أهل العلم، والكتّاب، والمنجمين، والمهندسين بموضع الرصد الشريفي الميمون - عظم الله بركته وسعادته - في البستان من دار مولانا الملك السيد الأجل المنصور، وولي النعم شاهنشاه شرف الدولة... بالجانب الشرقي من مدينة السلام، في يوم السبت لليلتين بقيتا من صفر

سنة ثمان وسبعين وثلاثمائة، وهو اليوم السادس عشر من حزيران سنة ألف ومائتين وتسع وتسعين للإسكندر. فتقرر الأمر فيما شاهدوه من الأدلة التي أخبر عنها أبو سهل ويجن بن رستم الكوهي، على أن دلت على صحة مدخل الشمس رأس السرطان بعد مضي ساعة واحدة معتدلة سواء من الليلة الماضية التي صاحبها المذكور في صدر هذا الكتاب، واتفقوا جميعًا على التيقن لذلك والثقة به، بعد أن سلم جميع من حضر من المنجمين والمهندسين وغيرهم ممن له تعلق بهذه الصناعة وخبرة بها تسليمًا لا خلاف فيه بينهم: أن هذه الآلة جليلة الخطر، بديعة المعنى، محكمة الصنعة، واضحة الدلالة، زائدة في التدقيق على جميع الآلات التي عرضت وعهدت، وأنه قد وصل بها إلى أبعد الغايات في الأمر المرصود، والغرض المقصود. وأدّى الرصد بها أن يكون بعد سمت الرأس من مدار رأس السرطان سبع درج وخمسين دقيقة وثانية، وأن يكون عرض الموضع الذي تقدم ذكره ووقع الرصد فيه كذا وكذا... وذلك هو ارتفاع قطب معدل النهار عن أفق هذا الموضع وحسبنا الله ونعم الوكيل".

ومن المراصد الشهيرة المرصد الحاكمي الذي أقامه الفاطميون على جبل المقطم بالقاهرة. وأشهر من عمل به ابن يونس الصدفي المصري، وقام فيه بأرصاد من سنة (380-397هـ/ 990-1006م).

ومن أشهر المراصد التي أقيمت في (أواسط القرن السابع الهجري)، مرصد مراغة وهو أكبر المراصد قام ببنائه نصير الدين الطوسي، الذي عهد إليه هولاكو مراقبة أوقاف جميع الممالك التي استولى عليها، ومن تلك الأموال قام ببناء هذا المرصد، وجلب إليه أفضل آلات الرصد. ومن الفلكيين الذين عملوا في هذا المرصد؛ المؤيد العرضي من دمشق، والفخر المراغي من الموصل، والفخر الخلاطي من تفليس، ونجم الدين القزويني، ومحي الدين المغربي. واشتهرت أرصاد هذا المرصد بالدقة، واعتمد عليها علماء أوروبا في عصر النهضة وما بعده في بحوثهم الفلكية.

بالإضافة إلى ما تقدم، كانت هناك مراصد أخرى خاصة مبثوثة في شتى أرجاء العالم الإسلامي منها؛ مرصد ابن الشاطر في بلاد الشام، ومرصد الدينوري في أصبهان، ومرصد البتاني في الرقة، ومرصد البيروني ومرصد بني الأعلم وغيرها في الأندلس ومصر وبلاد فارس.

التأثير الأعظم للمراصد الإسلامية المتأخرة على جيران المسلمين، هو ذلك الذي مارسته مراصد مراغة وسمرقند واستانبول على الفلك الأوربي، فالعديد من الآلات والأدوات وكذلك بعض الملامح التنظيمية لتلك المؤسسات قد ظهرت في المراصد التي أسسها تيخو براهي Tycho Brahe فى أورانيبورغ عام (1576م)، وسترنبورغ عام (1584م). ذلك أن تطور المرصد الفلكي، وإنجازات مدرسة مراغة، وخطى التقدم التي تحققت في حساب المثلثات وفى تركيب الجداول، والمحاولات المتواصلة لتصحيح القيم العددية؛ تبرز جميعها باعتبارها أكثر منجزات علم الفلك روعة عند المسلمين.

• آلات الرصـــــد

لـم يكـن العلمـاء العـرب والمسـلمون ليبلغـوا مـا بلغـوه مـن دقـة في الرصـد لـولا اسـتخدامهم أفضـل الآلات المتوافـرة آنـذاك. بعـض هـذه الآلات اقتبسـوه مـن غيرهـم وطـوّروه، وبعضهـا الآخـر كان مـن اختراعهـم. ومـن العلمـاء مـن صنّـف كتبًـا في الآلات التـي اخترعهـا بنفسـه مثـل: تقـي الديـن الراصـد، أو كتـب عـن آلات الرصـد مـن بـين الآلات التـي كتـب عنهـا، مثـل: غيـاث الديـن الكاشـي في أحـد مؤلفاتـه بالفارسـية، أو الخـازن: في كتـاب الآلات العجيبـة.

أشهر الآلات الفلكية التي استخدموها في مراصدهم هي:

اللبنة : وهـي مـن صنـع تقـي الديـن الراصـد، وهـي جسـم مربـع مسـتوٍ، تسـتخدم لقيـاس الميـل الكلّـي وأبعـاد الكواكـب وعـرض البلـدان.

الحلقة الاعتدالية: صنعها تقي الدين الراصد؛ وهي حلقة في وسطها محور تقاس بها أقواس على دائرة المعدّل، ويعلم بها التحويل الاعتدالي.

آلة دائرة المعدّل.

ذات الأوتار: صنعها تقي الدين الراصد؛ وهي أربع أسطوانات مربعة تغني عن الحلقة الاعتدالية، إلا أنها تستخدم ليعلم بها تحويل الليل أيضًا.

الآلة ذات الأوتار.

ذات الحلَق: صنعها ابن خلف المروزي، وهي أعظم الآلات هيئة ومدلولاً، ويقال إنها أول آلة رصد صنعت في الإسلام. وهي خمس دوائر نحاسية، تمثل الأولى: دائرة نصف النهار؛ وهي مثبتة في الأرض، والثانية: الدائرة الشمسية ويعرف بها سمت الكواكب، والثالثة: دائرة منطقة البروج، والرابعة: دائرة العروض، والخامسة: دائرة الميل.

ذات الحلق تم ذكرها في المرتبة الثانية من قبل مؤيد الدين العرضي في كتابه عن الأدوات الفلكية لمرصد المراغة.

ذات الشعبتين: وهي ثلاث مساطر منتظمة على كرسي يعلم بها الارتفاع.

ذات السمت والارتفاع: من اختراع المسلمين، وهي آلة لقياس زاويتي السمت والارتفاع.

ذات الجيب: آلة تتألف من مسطرتيْن منتظمتين انتظام ذات الشعبتين.

هذه الآلة ذات الجيب والسمت، كانت تستخدم لقياس الارتفاعات والسموت.

المشبّهة بالمناطق: من اختراع تقي الدين الراصد، وهي آلة كثيرة الفوائد في معرفة بُعد ما بين الكوكبين، وتتألف من ثلاث مساطر؛ اثنتان منتظمتان انتظام ذات الشعبتين.

الآلة المشبّهة بالمناطق.

طبق المناطق: صنعها غياث الدين الكاشي لمرصد سمرقند، وتستخدم للحصول على تقاويم الكواكب وعرضها وبُعدها مع الخسوف والكسوف وخلافهما.

الأرميلاد: آلة لتحديد مواعيد الصلاة واتجاه القبلة.

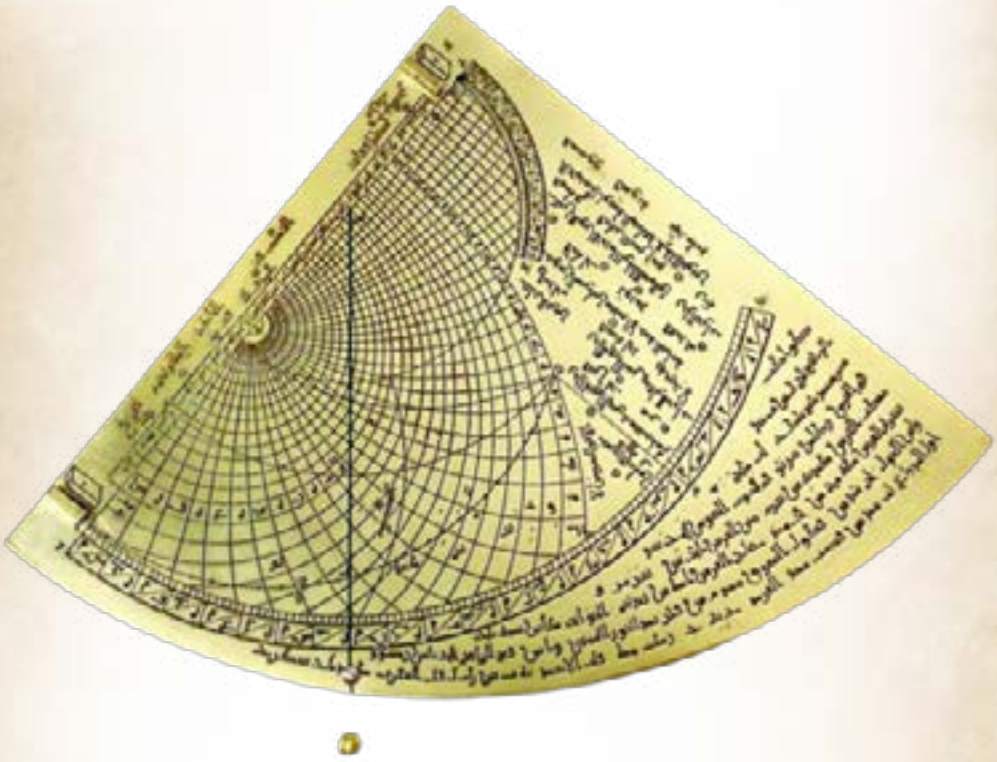
العضادة: آلة لقياس الزوايا.

صندوق اليواقيت: صنعها ابن الشاطر يمكن بوساطتها معرفة الاتجاهات عامة واتجاه القبلة خاصة، وكذلك الوقت والمطالع الفلكية.

يضم صندوق اليواقيت، ثلاث آلات فلكية مجتمعة مع بعضها: بوصلة ومزولة شمسية وإسطرلاب.

الربع ذو الثقب: صنعها ابن يونس الصفدي المصري.

الربع المُجَيَّب: آلة تتألف من ربع دائرة يطلق عليها الربع المقطوع والربع المقنطر، وتصنع من الخشب الجيد أو البرونز أو الذهب والفضة.



يستخدم الربع المجيّب إلى جانب معرفة البروج في حساب المثلثات ومعرفة الأعماق وخلافها

المزولة الشمسية: من أهم الآلات التي طورها المسلمون، ويقاس بها الوقت خلال ساعات النهار مبنياً على ظل الشمس. طوّر الفلكيون هذه الآلة التي لم تكن تضبط الوقت إلا عند السادسة مساءً والسادسة صباحًا فقط، أما بقية ساعات النهار فكانت خاطئة، وباستخدام معادلات حساب المثلثات الكروية توصلوا إلى المعادلة الآتية:

زاوية خيال الشاخص = ظا (زاوية الساعة) × جا (عرض المكان)

وطوروا نوعيْن من هذه المزاول، المزاول الثابتة: كالمزولة الأفقية، والمزولة الرأسية، والمزولة الاستوائية، والمزولة الكروية. والمزاول المتنقلة: وهي على أنواع منها ما يحمل باليد، ومنها ما يحمل في الجيب، ومنها ما يعمل بحساب الظل، ومنها ما يعمل بحساب ميل الشمس. وقد ألّف أبو الحسن علي المراكشي كتابًا تناول فيه أنواع المزاول ومنافعها.

الكرات الأرضية والسماوية: مثل كرة الصوفي، وكرة الإدريسي التي صنعها لروجر ملك صقلية، وكرة علم الدين قيصر (توفي 564هـ/ 1168م)، وصنعها من الخشب، ورسم فيها جميع الكواكب المرصودة، وكرات رضوان الفلكي المصنوعة من النحاس الأصفر، ونقش عليها الكواكب المرصودة وصورها، ورسم عليها دوائر العرض والميول وأسماءها بالعربية وطلاها بالذهب.

الإسطرلاب: أداة ابتكرها اليونانيون بمدرسة الإسكندرية نحو (320 ق.م)، وكلمة اسطرلاب يونانية الأصل من أسترلابوس، وتعني قياس النجوم. ولما آل علم الفلك إلى العرب، اهتموا بهذه الآلة وتطورت على أيديهم بعد أن كانت بدائية بسيطة. وأول من ابتكر إسطرلابًا عربياً إبراهيم بن حبيب الفزاري، فهو الذي اخترع الإسطرلاب ذا الحلقة، والإسطرلاب المسطح. وقد طوّر العرب عدة أنواع من الإسطرلابات، منها على سبيل المثال: الإسطرلاب الخطي والإسطرلاب الكروي، ولكل منها أنواع تتفرع عنها مثل: المسرطن، والزورقي، والعقربي، والعنكبوتي والآسي، والأسطواني، والجنوبي، والشمالي، والتام، والطوماري، وحُق القمر، والمغني، والجامعة.

حُق القمر آلة اخترعها البيروني ليستدل بها على أطوار القمر خلال الشهر.

يتألف الإسطرلاب المسطح، ويسمى أيضًا (ذا الصفائح)، وهو أول ما صنع من الإسطرلابات، من قرص دائري يتراوح قطره بين 10 و20 سم، وله عروة اسمها (الحبس)، متصلة بحلقة أو علاقة تصلح لتعليق الإسطرلاب، بحيث يكون في وضع رأسي، وبه قطعة تسمّى (الأم)، وهي الصفيحة السفلى التي تحتوي على بقية الصفائح. وهذه الصفائح أقراص مستديرة تعلوها الشبكة أو العنكبوت؛ وهي صفيحة موضوعة فوق أخواتها، تتألف من شرائط معدنية مثقبة بشكل يبقى معه ظاهرًا فلك البروج ومواقع النجوم الرئيسة وأسماؤها. وهذه الشبكة تتألف من شرائط معدنية قطعت في شكل فني تنتهي بأطراف عديدة تشير إلى مواقع النجوم. ويسمى الطرف (شظية)، ثم هناك المسطرة وتسمى أيضًا (العضادة)، وتدور حول مركز الظهر، ولها ذراعان ينتهي كل منهما بشظية يؤخذ منها ارتفاع الشمس. ورسمت إلى جانب الصفائح خطوط الساعات وخط الاستواء.

صورة اسطرلاب مصنوع من النحاس والفضة، محفوظ في مكتبة تشيستربيتي، وقد صنعه عبد الحسين بن عبد الإمة في أصفهان، ويعود (للقرن 18م).

كان استخدام الإسطرلاب عند اليونانيين مقصورًا على استعمالات معينة مثل؛ ارتفاع النجوم والبروج وغيرها. لكن العرب ذكروا له ما يزيد على 300 استعمال؛ منها ما يتعلق بأوقات الصلاة وتعيين اتجاه القبلة، ومنها ما يتعلق بشؤون المساحة وقياس عمق الآبار وارتفاع الجبال، وفي الملاحة ومعرفة درجات الطول والعرض، وحساب الشهور والتواريخ. ومن أمثلة إسطرلابات تحديد القبلة ما أطلق عليه (القبلة نامة)، وغالبًا ما تكون هذه الآلة دائرية الشكل، غير أنها تكون أحيانًا مستطيلة يكتب على أحد وجهيها أسماء المدن الإسلامية

مثل: إيران والعراق والجزيرة وبقية بلاد العالم الإسلامي، وعلى الوجه الآخر الجهات الأربع، وفي وسطها إبرة تشير إلى اتجاه القبلة عندما تضبط في المكان المطلوب.

آلة تحديد القبلة.

ويوجد لنوع من الإسطرلاب صفيحة تبين بالنسبة لخط معين من خطوط العرض الأرضية مسقط دوائر الوضع. وتلك الإسطرلابات مستعملة في استخراج حساب النجوم المعبر عنه بـ (التسيير). وهناك إسطرلابات غير هذه تصلح صفيحتها لجميع العروض، وتسمى لهذا السبب جامع العروض أو الصفيحة الآفاقية أو الجامعة، ولكن وجوه استعمالها لم تكن واضحةً تمامًا.

ويسمى الإسطرلاب، طبقًا لتقسيم مقنطرات جميع الصفائح إلى: درجتين فدرجتين أو ثلاث درجات فثلاث أو خمس فخمس أو ست فست أو تسع فتسع أو عشر فعشر، بالإسطرلاب التام أو النصفي أو الثلاثي أو الخمسي أو السدسي أو التسعي أو العشري.

وعلـى كل حـال، فـإن الإسـطرلاب السـطحي شـائع الاسـتعمال، ينقسـم إلـى شـمالي وجنوبـي تبعـا لمـا إذا كان مسـتوى المسـقط مماسًـا للقطـب الشـمالي أو القطـب الجنوبـي مـن الكـرة. والأول هـو أكثـر شـيوعًا بطبيعـة الحـال. وبإضافـة علامـات أخـرى إلـى الصفائـح وتغييـر علامـات البـروج في الشـبكة، تيسـر الحصـول علـى إسـطرلابات شـمالية وجنوبيـة معـا سـميت، وفقًـا للشـكل الوهمـي الـذي جمعت فيـه علامـات البـروج في الشـبكة، بالطبلـي نسـبة إلـى الطبـل، أو الآسـي، أو السـرطاني، أو المسـرطن، أو الصـدفي، أو الثـوري، أو الشـقائقي ... إلـخ. والراجـح أن يكـون الإسـطرلاب الزورقـي المنسـوب إلـى أحمـد السـجزي (نحـو عـام 400هـ / 1009م) مـن إسـطرلابات هـذا النـوع.

طوّر السجزي نموذجًا مصغرًا للكون، حيث وضع فيه الأرض في المركز.

وكان الإسطرلاب الكامل يحمل إلى جانب العلامات الأخرى دائرة المعادلة الشمسية. وهناك إسطرلابات مسطحة قائمة على أساس مسقط مخالف للمسقط الأستريوغرافى، ولكن ينبغي اعتبارها من المنشآت النظرية التي لا مجال لها في ميدان التطبيق العملي. نذكر منها على سبيل المثال: الإسطرلاب الذي تخيله أبو الريحان البيروني وأسماه (الإسطرلاب الأسطواني) نسبة إلى مسقطه، ونسميه نحن حاليًا بالإسطرلاب (ذي المسقط الجانبي). ومساقط دوائر الكرة في الإسطرلاب مرسومة على هيئة خطوط مستقيمة ودوائر وقطاعات

ناقصـة، أمـا الإسـطرلاب المسـطح الـذي وصفـه أبـو الريحـان البيرونـي، الآنـف الذكـر، في كتابـه «الآثـار الباقيـة»، فالظاهـر أنـه لا يعـدو أن يكـون خريطـة للنجـوم في مسـاقطها القطبيـة المتسـاوية الأبعـاد فيمـا بينهـا. أي أن يكـون قطـب الدائـرة الكسـوفية مركـزًا للمسـقط، وأن تكـون خطـوط العـرض الموازيـة لهـذه الدائـرة دوائـر متحـدة المركـز ومتسـاوية الأبعـاد بعضهـا عـن بعـض، ودوائـر العـروض أنصـاف أقطـار متسـاوية الأبعـاد فيمـا بينهـا.

ويعطـي الإسـطرلاب بالرصـد النظـري المسـتقيم ارتفـاع نجـم مـا، وبالتالـي مقـدار مـا انقضـى مـن سـاعات النهـار والليـل. ويمهـد السـبيل بعـد هـذا إلـى حـل جميـع مسـائل علـم الفلـك الكـري دون الالتجـاء إلـى العمليـات الحسـابية. ويصلـح إلـى جانـب مـا تقـدم لأداء العمليـات الجيوديزيـة الخاصـة بقيـاس الأرض، مثـل حسـاب بعـد مـكان يتعـذر الوصـول إليـه، وارتفـاع بنـاء، وعمـق بئـر يكـون مـن الميسـور قيـاس قطرهـا ... الـخ. وبدهـي ألا ينتظـر الضبـط المطلـق مـن أداة بالغـة مـن صغـر الحجـم مبلـغ الإسـطرلاب. ولا يمكـن أن يكـون صالحًـا ولا مفيـدًا إذا انقضـت علـى صنعـه سـنوات كثيـرة وعهـد طويـل، بسـبب حركـة مبـادرة الاعتدالـين وتناقـص ميـل الدائـرة الكسـوفية.

وكل علامـة مـن علامـات الصفائـح لا تصلـح إلا لخـط واحـد مـن خطـوط العـرض الأرضيـة. ومـن ثـم يكـون لزامًـا وجـود عـدد كبيـر مـن الصفائـح لكـي يتيسـر اسـتخدام تلـك الأداة لـكل خطـوط العـرض.

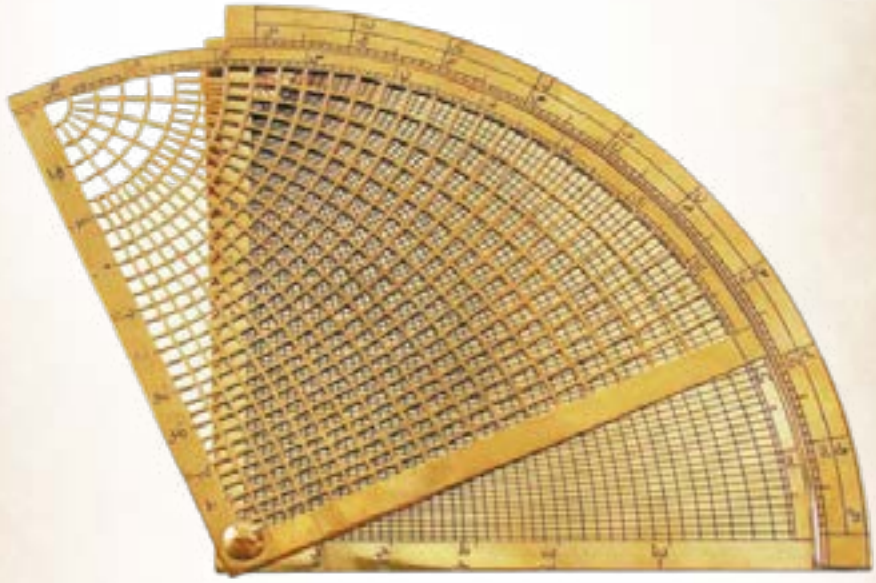
ولقـد وُفـق للتغلـب علـى هـذه الصعوبـة عالـم مـن علمـاء الأندلـس، هـو الزرقالـة (Arzachel) الـذي اسـتطاع أن يحـول الإسـطرلاب مـن إسـطرلاب خـاص إلـى إسـطرلاب عـام، باسـتبداله المسـقط القطبـي الأسـتريوغرافى إلـى المسـقط الأفقـي الأسـتريوغرافى. وبمقتضـى هـذا التحويـل يكـون موضـع عـين الراصـد في نقطتـين مـن نقـط الأفـق إحداهمـا؛ شـرقية والأخـرى غربيـة، أي في نقطتـي الاعتدالـين،

ويكون مستوى المسقط هو بعينه مستوى الدائرة الكبرى المارة بنقطتي الانقلابين، ويكون مسقطا نصفي الكرة السماوية متطابقين تمام التطابق، بحيث تكفي الدلالة عليهما بعلامة واحدة.

وقد سمّي إسطرلاب الزرقالة في شكله النهائي (العبادية)، نسبة إلى عباد ملك إشبيلية (461 - 484 هـ / 1068 - 1091)، حيث اختصرت هذه الأداة، فأصبحت صفيحة واحدة وقطعتين أخريين تتصلان بها. ويُرى في وجه الصفيحة في المسقط الأستريوغرافي الأفقي خط الاستواء ومداراته، ودوائر ممراته، كما ترى الدائرة الكسوفية بدوائر عرضها ودوائر طولها. وعلى هذا النمط، لا يصلح هذا الإسطرلاب لتعيين أي خط من خطوط العرض الأرضية فحسب، بل يقوم مقام الشبكة في الإسطرلابات الأخرى، بسبب تراكب مساقط نصفي الكرة السماوية تراكبا تامًا ومطابقتها لإحداثيات الدائرة الكسوفية والنجوم الرئيسة. وفي مركز الوجه المدرج مسطرة مثبتة تسمى (الأفق المائل)، وهي تقوم بكل ما تقوم به الصفائح الموجودة في الإسطرلاب العادي. فإذا أُميلت هذه المسطرة كثيرًا أو قليلًا بالنسبة لخط الاستواء فإننا نحصل على بيان أفق المكان المرئي، ونستطيع حينئذ أن نستنتج من أقسامه بعد الجرم السماوي عن الأفق شرقًا وغربًا.

وبظهر الصفيحة المفردة، الآنفة الذكر، توجد العضادة، كما توجد العلامات التي في الإسطرلابات العادية، غير أن الزرقالة أضاف إلى ذلك الإسطرلاب دائرة القمر التي تؤذن بتتبع حركات هذا الجرم التابع للأرض في مجراه، كما أضاف إليه مربعًا لحساب المثلثات، يبين للباحث على الفور الأظلال المبسوطة والمنكوسة للزوايا المُقاسة، منسوبة إلى نصف قطر مقسم إلى 12 جزءًا. وقد سمى العرب هذا الإسطرلاب البسيط المنقح (بالصفيحة الزرقالية)، وهو الذي ذاع صيته في أوروبا واشتهر باسم Saphaea أي (الصفيحة). وهناك صنف آخر

من الإسطرلاب الزرقالي يعرف (بالصفيحة الشكازية). جرى تصميمه بحيث يمكن إجراء الحسابات الخاصة بعلم الفلك الكروي باستخدام هذه الأداة. الآلة نفسها ليست موجودة، لكن كتاب الماردينـي موجود، مع وصف وتوجيهات لاستخدامها.



تشبه الصفيحة الشكازية آلة الربع، وقد طورها جمال الدين الماردينـي (توفي 809هـ/ 1406م) اعتمادًا على الصفيحة الزرقالية.

وهناك، الإسطرلاب الخطي ويسمى أيضا (عصا الطوسي)، نسبة إلى مخترعه المظفر بن المظفر الطوسي، وهو يشبه بهيئته مسطرة الحساب، غير أن مسقط الإسطرلاب العادي للكرة المسطحة يقع فيه على خط من خطوط سطحه المستوي بنفسه، وأما هذه الأداة فتمثل خط تقاطع سطح الهاجرة مع سطح مسقط إسطرلاب الكرة المسطحة. وتشير النقط المعلمة على العصا إلى الصعودات المستقيمة والمائلة، كما تشير أيضا إلى أقسام الدائرة الكسوفية والمقنطرات .. إلخ. وفي الإسطرلاب خيوط مربوطة بالعصا، تصلح لقياس الزوايا.

باستخدام الإسطرلاب الخطي يتيسر إجراء العمليات المألوفة بالإسطرلاب السطحي، لكن ينقصها الدقة الملحوظة في هذا الأخير.

الإسـطرلاب الكـروي أو الأكـري ويسـمى Astrolabio redondo، في تواليـف ألفونسـو العاشـر ملـك قشـتالة المؤلفـة باللغـة الإسـبانية. وهـذا الإسـطرلاب يمثـل الحركـة اليوميـة للكـرة بالنسـبة لأفـق مـكان معلـوم دون التجـاء إلـى المسـقط. فهـو إذن صالـحٌ لقيـاس ارتفاعـات الكواكـب عـن الأفـق وتعيـين الزمـن، وحـل طائفـة مـن مسـائل علـم الفلـك الكـروي.

الإسطرلاب الكروي

ويتألف هذا الإسطرلاب من القطع الآتية:

أ . كرة معدنية رسمت فيها الدائرة الكسوفية وخط الاستواء، وأفق مكان معين بمقنطراته ودوائر ارتفاعه، وكذا أوضاع النجوم الثوابت الرئيسة، وخطوط العرض لأماكن ما من الأرض، وتقسيم اليوم إلى ساعات زمنية وانقلابية.

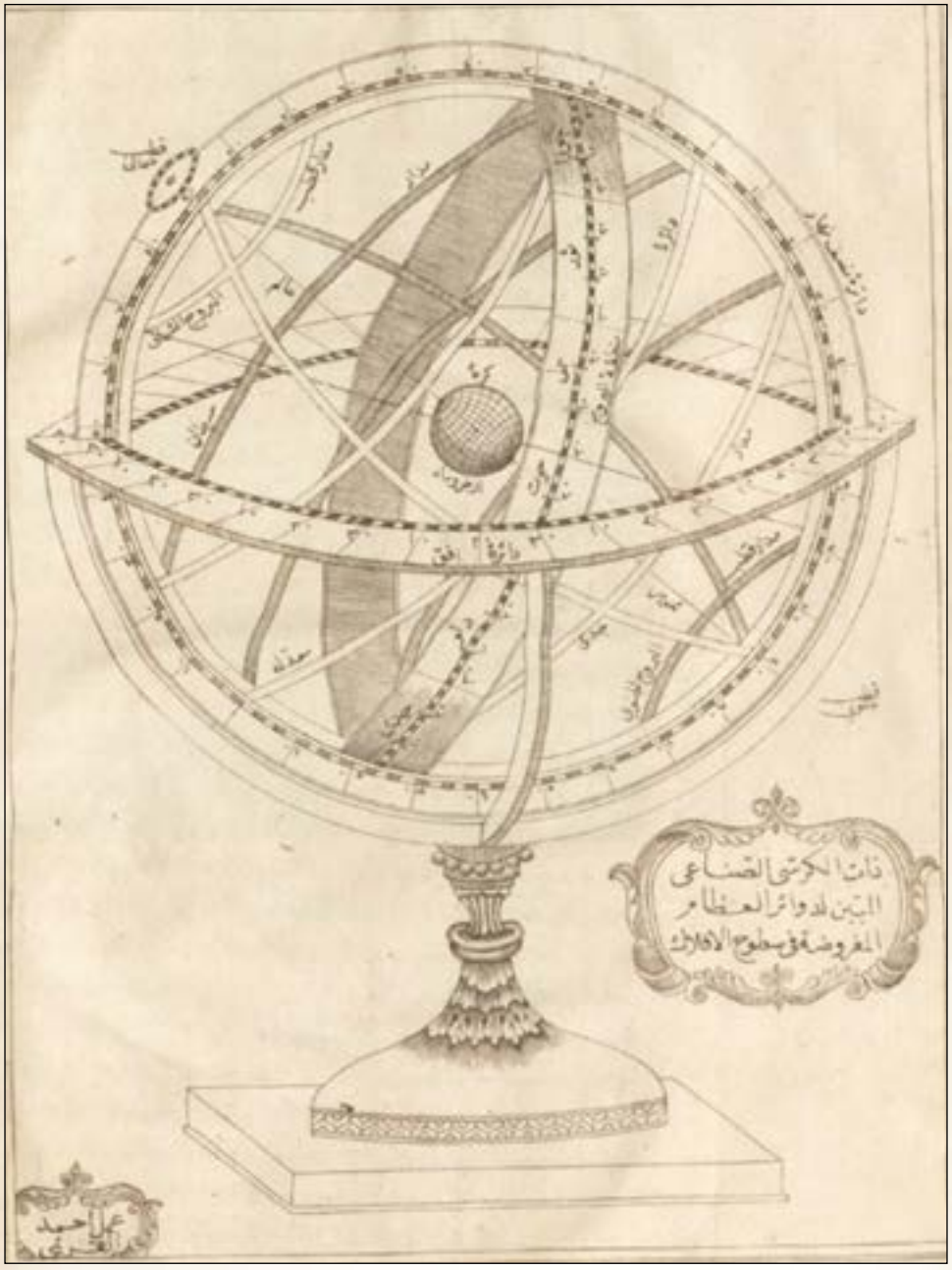
ب. العنكبوت أو الشبكة؛ وهي نصف كرة معدنية تلامس الكرة تمام الملامسة في جميع نقاطها، وهي مثقبة تثقيبًا لا يبقى معه منها سوى الدائرة الكسوفية التي تنزل منها في منزلة الحافة، ومواضع النجوم الرئيسة ونصف خط الاستواء.

جـ. صفيحة معدنية ضيقة تنطبق تمام الانطباق على سطح الشبكة، ومثبتة في القطب الاستوائي بأحد طرفيها، على أن يبقى الطرف الآخر مرتكزًا دائمًا على خط الاستواء.

د . عقرب معامدٌ على الصفيحة المعدنية.

هـ. محور يخترق الكرة والشبكة والصفيحة المعدنية في اتجاه القطبين الاستوائيين.

بالإضافة إلى الآلات السابق ذكرها، استخدم علماء الفلك العرب والمسلمون آلات رصد أخرى مثل: الربع المسطري، وذات النقبتين، والبنكام الرصدي، والربع التام، وهو من اختراع ابن الشاطر، والزرقالة وتنسب إلى الزرقالي الفلكي الأندلسي، والشكازي، والآفاقي، وذات الكرسي، وعصا الطوسي، وهي الآلة التي اخترعها المظفّر بن المظفّر الطوسي (توفي 610هـ/ 1214م)، وتشبه مسطرة الحساب، ودائرة المعدل، واخترعها الفلكي المصري عز الدين الوفائي، وذات السدس، وهي مقياس مدرج على هيئة قوس طوله سدس محيط الدائرة، وذات الثمن.



آلة ذات الكرسي، كما وردت في كتاب جهان نامه لكاتب جلبي، (1732م).

وقد وصلنا ما يُسمى (دستور الإسطرلاب)، وفيه مجموعة المبادئ والمعايير الأساسية المنظمة لكيفية صناعة الإسطرلاب، والمبينة لطريقة عمل كل من الراصدين والصانعين له. إضافة لذلك، فإنه يفيد كل من يريد أن يصنع المزاول أو أدوات تحديد القبلة أو الربعية أو صناعة أية أداة فلكية أخرى.

صنع دستور الإسطرلاب في (القرن الثامن عشر)،
وهو فارسي الأصل، وموجود في متحف تاريخ العلوم في أوكسفورد.

إسـهامات العلمـــاء العـــرب والمسلمين في علـم الفـلك

اشـتهر مـن الفلكيـين المسـلمين والعـرب عـدد مـن العلمـاء نبغـوا في هـذا العلـم وكانـوا فيـه مبتكريـن. ولعـل هـذا العلـم كان مـن أكثـر العلـوم التـي أثـر فيهـا المسـلمون على نطـاق العالـم؛ ففيـه نـرى بصمـات عربيـة واضحـة تتمثـل في المسـميات العربيـة للكثيـر مـن المصطلحـات والنجـوم التـي عرفت في القرون الوسـطى في اللغة اللاتينية وغيرهـا، ومازالـت تحمـل حتـى اليـوم أسـماء عربيـة يزيـد عددهـا على 100 تسـمية.

خريطة بأسماء النجوم العربية كما توزع في السماء.

بعـد عصـر المنصـور، عكـف العلمـاء علـى التصنيـف واختـراع الآلات وبنـاء المراصـد. وكان مـن هـؤلاء الخوارزمـي، ومـا شـاء اللّه الـذي صنّـف كتابًـا في الإسـطرلاب ودوائـره النحاسـية، ويحيـى بـن أبـي منصـور الـذي ألّـف زيجًـا مـع سـند ابـن علـي، وموسـى بـن شـاكر وبنيـه، والبتانـي، والصـوفي، وإخـوان الصفـا.

تغطي حقبة ما بين القرن الثالث إلى الخامس الهجري إنجازات بعض العلماء الذين أسهموا في تطور علم الفلك، بدءًا من الخوارزمي إلى الزرقالي، وهي حقبة نبغ فيها علماء أسهموا بقسط كبير في تطور هذا العلم منهم: المجريطي، والصوفي، والبوزجاني، وابن يونس المصري وغيرهم.

• إســـهامات الخـــوارزمي

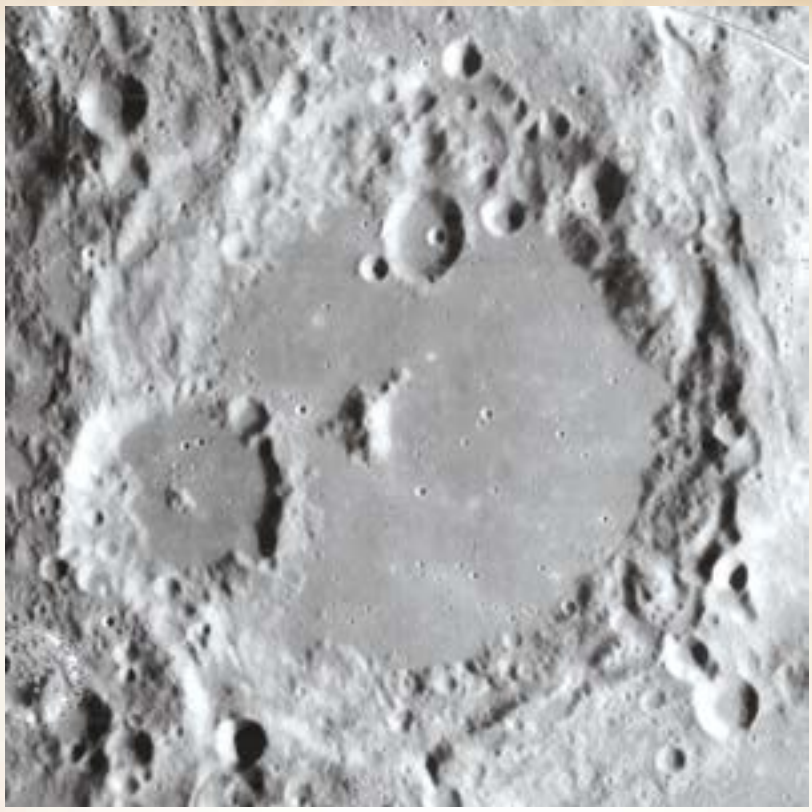
ظهر الخوارزمي (توفي 232هـ/ 846م) في عهد المأمون، وهو أول من ألّف في الفلك والحساب والجبر. وقد وضع الزيج المعروف باسم «السند هند الصغير»، جمع فيه بين مذاهب الهند والفرس واليونان، وقد خالف بمؤلفه هذا كتاب «السند هند» الأصلي «سدهانتا» المنقول عن الهندية في التعاديل والميل، فجعل تعاديله على مذهب الفرس، وجعل ميل الشمس على مذهب بطليموس اليوناني، وذاعت شهرته بهذا الكتاب. وللخوارزمي في علم الفلك مؤلفات أخرى منها: «كتاب زيج الخوارزمي»، و«تقويم البلدان» الذي شرح فيه آراء بطلميوس.

• إســـهامات ثابت بن قُـــرّة

اختصر ثابت بن قُرّة (توفي 288هـ/ 901م)، «المجسطي» لبطليموس، وقام بعمل أرصاد دقيقة في بغداد جمعها في بعض مؤلفاته، واستخرج فيها حركة الشمس وطول السنة النجمية، وحسب ميل دائرة البروج. ومن مؤلفاته في الفلك «مختصر في علم الهيئة»، و«مختصر في علم النجوم»، و«إبطاء الحركة في فلك البروج»، و«علة الكسوف»، و«حساب كسوف الشمس والقمر» وغيرها.

• إســـهامات البتانـــي

البتاني هو صاحب «الزيج الصابئ» المشهور (توفي 317هـ/ 929م)، وكان من الذين حققوا مواقع كثيرة من النجوم، وصحح بعض حركات القمر والكواكب السيارة، وخالف بطليموس في ثبات الأوج الشمسي، وقد أقام الدليل على تبعيته لحركة المبادرة الاعتدالية، واستنتج من ذلك أن معادلة الزمن تتغير تغيرًا بطيئًا على مر الأجيال. ومن مصنفاته: «معرفة مطالع النجوم»، و«تعديل الكواكب».



تكريمًا لجهود البتاني، أطلق اسمه على هذه الفوهة القمرية.

• إســـهامات أبـو الوفـــاء البوزجاني

اكتشف أبو الوفاء البوزجاني (توفي 388هـ/ 998م)، إحدى المعادلات لتقويم مواقع القمر سُميت معادلة السرعة. ومن أهم إسهاماته في علم الفلك اكتشافه للخلل في حركة القمر، وهو الاكتشاف الذي أدى فيما بعد إلى اتساع نطاق علمي الفلك والميكانيكا. وقد بقي المؤرخون مختلفين فيما إذا كان تيخو براهي (توفي 1601م)، الفلكي الدنماركي هو صاحب هذا الاكتشاف أم البوزجاني، إلى أن ثبت حديثًا بعد التحريات الدقيقة، أن الخلل الثالث هو من اكتشاف البوزجاني. ومن أشهر مؤلفاته في الفلك: «معرفة الدائرة من الفلك»، و«الكامل»، و«الزيج الشامل»، وكتاب «المجسطي».

تكريمًا لجهود أبي الوفاء البوزجاني فقد أطلق اسمه على هذه الفوهة القمرية.

• إســـهامات مسلمة بن أحمد المجريطـــي

يُعد مسلمة بن أحمد المجريطي (توفي 398هـ/ 1007م)، من علماء الأندلس، يُنسب إليه إدخال علوم التعاليم والفلك والكيمياء إلى الأندلس. وقد عني «بزيج الخوارزمي» وحوّله من السنين الفارسية إلى العربية، ثم اختصره وأصلحه، وله من المؤلفات في الفلك: «رسالة في الإسطرلاب»، و«اختصار تعديل الكواكب» من زيج البتاني.

• إســـهامات ابن يونس الصّفدي المصـــري

اقتفى ابن يونس الصّفدي المصري (توفي 397هـ/ 1007م)، أثر البوزجاني. وهو مخترع رقّاص الساعة الدقاقة (البندول)، والربع ذي الثقب. بنى الفاطميون له مرصدًا شرقي القاهرة أجرى فيه أرصاده من سنة (380هـ إلى 397هـ). ووضع في هذا المرصد زيجًا سماه «الزيج الحاكمي الكبير» نسبة إلى الحاكم بأمر الله (توفي 411هـ/ 1020م)، وضم فيه جميع الخسوفات والكسوفات، وأثبت من ذلك تزايد حركة القمر، وحسب ميل دائرة البروج. وقام كوسان بترجمة «الزيج الحاكمي» إلى الفرنسية (1804م). وابن يونس هو الذي أصلح «زيج يحيى بن منصور»، وهو الزيج الذي عمل به في مصر زمنًا طويلاً قبل ظهور «الزيج الحاكمي».

• إســـهامات أبو إسحاق النقاش الزرقـــالي

كان أبو إسحاق النقاش الزرقالي (توفي 493هـ/ 1099م)، من أشهر الفلكيين والرياضيين في (نهاية القرن الخامس الهجري/ الحادي عشر الميلادي). وهو واضع ما سمي في الفلك باللوائح الطليطلية نسبة إلى مدينة طليطلة في الأندلس. وبنى هذه اللوائح على المعارف التي استقاها ممن سبقه من العلماء كبطليموس والخوارزمي وغيرهما. وقد سجل في هذه اللوائح نتائج أرصاده الفلكية. وله كتاب «الصحيفة الزيجية» بين فيها استعمال الإسطرلاب على نحو جديد، واخترع على منوال الإسطرلاب آلة سميت (الصفيحة أو الزرقالة). وهو أول من جاء بدليل على أن حركة ميل أوج الشمس بالنسبة للنجوم الثوابت تبلغ 12.04 دقيقة، بيد أن الرقم الحقيقي هو 12.8 دقيقة.

- **إســـهامات عبد الرحمن الخـــازن**

وضع أبو الفتح عبد الرحمن الخازن زيجًا فلكيًا سمّاه «الزيج المعتبر السنجاري»، نسبة إلى السلطان سنجر، نحو سنة (509هـ/ 1115م). وجمع فيه أرصادًا دقيقةً جدًا، وحسب مواقع النجوم لتلك السنة. وكانت له مؤلفات شهيرة في آلات الرصد. ومن أهم مؤلفاته: «ميزان الحكمة في الميكانيكا»، وله اختراعات في الميكانيكا من أهمها جهاز لقياس وزن الأجسام في الهواء والماء.

- **إســـهامات عمـــر الخيام**

برع عمر الخيام (توفي 515هـ/ 1121م) في الفلك إلى جانب نبوغه في الشعر وعلوم أخرى. دعاه السلطان ملكشاه إلى المرصد الذي شيّده في مدينة الرِّي لإصلاح التقويم الفارسي. ونجح الخيام في ذلك، وخصص ملكشاه له راتبًا سنوياً من خزينة نيسابور، تمكّن به من اعتزال الناس والعكوف على البحث والدراسة. وللخيّام تصانيف كثيرة في الرياضيات والفلسفة والشعر، ومن أهمها في الفلك «زيج ملكشاه».

- **إســـهامات ابن باجـــة**

كان الفيلسوف ابن باجة الأندلسي (توفي 533هـ/ 1139م)، من الأعلام الذين ظهروا في الأندلس في (أوائل القرن السادس الهجري)، وكان ذا نبوغ في الفلك والرياضيات، إلى جانب الطب والفلسفة. وهو أول فيلسوف يفصل بين الدين والفلسفة في العصور الوسطى. وأعطى الفلسفة العربية في الأندلس

دفعة ضد الميول الصوفية. وكان لذلك تأثير في فكر ابن رشد، وبالتالي لدى الفرق النصرانية وفلاسفة الكنيسة. وقد نسبت إليه أقوال اتهمه فيها منافسوه بالزندقة وقتلوه بالسم. وكانت له أرصادٌ قيمة على نظام بطليموس في الفلك، وانتقده وأبان مواضع الضعف فيه. وكان من جراء ذلك أن تأثّر به تلاميذه مثل جابر بن الأفلح الذي دفعه قول ابن باجة لإصلاح «المجسطي». وكذا البطروجي مما جعله يقول بالحركة اللولبية. كما كان أثره واضحًا في الطريقة التي سار عليها ابن طفيل في «حي بن يقظان».

• إســـهامات بهـــاء الدين الخرقي

يعد أبو اليسر بهاء الدين الخرقي (توفي 533هـ/ 1138م)، من أشهر المشتغلين بعلم الفلك في (القرن السادس الهجري)، كما برع في الرياضيات والجغرافيا، وأشهر مصنفاته في الفلك «منتهى الإدراك في تقسيم الأفلاك»، وقد اعتمد في بعض أجزائه على نظريات ابن الهيثم الفلكية. واحتوى هذا الكتاب على ثلاثة أبواب، الأول: في بيان تركيب الأفلاك وحركاتها، والثاني: في هيئة الأرض وتقسيمها إلى ثلاثة أقسام: مسكونة، وغير مسكونة، والبحار الخمسة، والثالث: في ذكر التواريخ وتقسيمها وأدوار القرانات وعودتها، وقد ترجمت بعض أجزاء هذا الكتاب إلى اللاتينية. ومن مصنفاته في الفلك أيضًا «التبصرة»، وقسّمه إلى قسمين: قسم في الأفلاك، وقسم في الأرض. ذكر في القسم الأول 22 بابًا وفي الثاني 14 بابًا.

- **إســـهامات البديـــع الإسطرلابي**

أما البديع الإسطرلابي (توفي 534هـ/ 1139م)، فقد برع في صنع الآلات الفلكية. من آثاره جداول فلكية أنجزها في قصر السلطان السلجوقي في بغداد، ووضعها في كتاب سمّاه «الزيج المحمودي»، نسبة إلى السلطان محمود أبي القاسم بن محمد. وكان شاعرًا غلبت على شعره الصبغة العلمية، فغالبًا ما كان يُضمِّن شعره معلومات في الفلك والهندسة.

- **إســـهامات نصير الدين الطوسي**

أنجز نصير الدين الطوسي (توفي 672هـ/ 1274م) أكثر أعماله في الرياضيات والفلك وهو سجين في قلعة ألموت في عهد المستعصم. وله إسهامات جليلة وإضافات في علم الفلك. ويكفي أن «زيج الإيلخاني» كان من المصادر التي اعتُمد عليها في إحياء العلوم في أوروبا. ومن مصنفاته في الفلك كتاب «ظاهرات الفلك»، و«جرمي الشمس والقمر»، و«زيج الشاهي»، و«زيج الإيلخاني»، و«زبدة الإدراك في هيئة الأفلاك»، و«التذكرة في علم الهيئة»، و«التسهيل في النجوم».

- **إســـهامات قطب الدين الشـــيرازي**

من أهم آثار قطب الدين الشيرازي (توفي 710هـ/ 1311م)، في الفلك؛ «نهاية الإدراك في دراية الأفلاك»، وهو في أربع مقالات: الأولى: في المقدمة، الثانية: في هيئة الأجرام، الثالثة في هيئة الأرض، الرابعة: في مقادير الأجرام. ومن آثاره أيضًا؛ «التحفة الشاهية في الهيئة»، و«التبصرة في الهيئة»، و«شرح النصيرية في الهيئة».

• إســـهامات ابن الشـــاطر

بقيت رسائل ابن الشاطر (توفي 777هـ/ 1375م)، المتخصصة في علم الفلك، وكذا الآلات التي قام بصنعها متداولةً عدة قرون في الشرق والغرب. ومن أهم آثاره في الفلك: «زيج ابن الشاطر»، و«إيضاح المغيَّب في العمل بالربع المجيَّب»، و«رسالة في الإسطرلاب»، و«مختصر في العمل بالإسطرلاب»، و«النفع العام في العمل بالربع التام»، و«نزهة السامع في العمل بالربع الجامع»، و«كفاية القنوع في العمل بالربع المقطوع»، و«الزيج الجديد»، وقد وضعه بطلب من مراد الأول الخليفة العثماني. وقدم ابن الشاطر فيه نماذج فلكية ونظريات وقياسات لم يُسبق إليها، إلا أنها ظهرت فيما بعد باسم كوبرنيكوس. واكتشف الباحث ديفيد كينج عام (1970م)، أن كثيرًا من النظريات المنسوبة لكوبرنيكوس البولندي هي لابن الشاطر، وبعد ذلك بثلاثة أعوام (1973م) عثر على مخطوطات عربية في بولندا، اتضح منها أن كوبرنيكوس قد اطلع عليها.

• إســـهامات أولـــغ بك

بلغت الحضارة الإسلامية أوجها في بلاد التركستان في عهد أولغ بك (ت 853هـ، 1449م). وكان هذا الأمير فلكياً وأديبًا ومؤرخًا وفقيهًا. بنى في عاصمته سمرقند مرصدًا عام (823هـ/ 1420م)، جلب إليه أحدث الآلات في زمنه. وكانت آلة ذات الربع موجودة في هذا المرصد، ويبلغ ارتفاعها ارتفاع قباب مسجد آيا صوفيا في تركيا. وتمكن أولغ بك أثناء عمله مع فريق الرصد من ابتكار آلات جديدة. واستمرت أرصاده من عام (727هـ/ 1327م إلى عام 839هـ/ 1435م)، وقد أخرج منها زيجًا شاملًا سُمي «زيج أولغ بك» أو«السلطاني»، حسب فيه مواقع النجوم بدقة بالغة، وكذلك الخسوف والكسوف، ووضع الجداول للنجوم الثابتة ولحركات الشمس والقمر والكواكب، ولخطوط الطول والعرض لأهم المدن الإسلامية.

- **إســـهامات شمس الدين الفاسي الروداني**

اختـرع شـمس الديـن الفاسـي الروداني (تـوفي 1094هـ/ 1683م)، آلـة كرويـة الشـكل تبـيّن التوقيـت؛ وعليهـا دوائـر ورسـوم مدهونـة بالبيـاض المُمَـوَّه بدهـن الكتّان، وقـد رُكّبـت عليهـا كـرة أخـرى مقسـومة نصفـين، وفيهـا تخـاريم وتجاويـف لدوائـر البـروج وغيرهـا، وهـي مسـتديرة كالتـي تحتهـا ومصبوغـة بلـون أخضـر. وكانـت سـهلة الاسـتعمال صالحـة لبيـان الأوقـات في كل البلدان. وقـد ألّـف لهـا رسـالة بـيّن فيهـا كيفيـة صنعهـا واسـتخدامها.

علـم الفـلك في عصـر النهضـة الأوربيـة

خلال عصر النهضة، بدأ علم الفلك في الخضوع لثورة فكرية عُرفت باسم ثورة كوبرنيكوس، نسبة لعالم الفلك نيكولاس كوبرنيكوس، الذي اقترح نظام مركزية الشمس، حيث تدور الكواكب حول الشمس، وليس حول الأرض. نُشر كتابه «De Revolutionibus Orbium Coelestium» في عام (1543م). وبينما كان هذا الادعاء مثيرًا للجدل على المدى الطويل، إلا أنه أثار في البداية جدلًا بسيطًا [Westman, 2011].

أصبحت هذه النظرية هي الرأي السائد لأن العديد من الشخصيات، وعلى الأخص: غاليليو غاليلي، ويوهانس كبلر، وإسحاق نيوتن، الذين دافعوا عن العمل وحسنوه. كما ساندت شخصيات أخرى أيضًا هذا النموذج الجديد، على الرغم من عدم تصديق النظرية الشاملة، مثل: تيخو براهي، بأرصاده المعروفة [Dreyer, 1890].

بعد وفاة براهي، اعتبر كبلر خليفته وجرى تكليفه بمهمة إكمال أعمال براهي غير المكتملة، مثل الجداول الرودولفية Rudolphine. أكمل الجداول الرودولفية في عام (1624م)، وإن تأخر في نشرها عدة سنوات [Athreya, 1996].

كالعديد من الشخصيات الأخرى في هذا العصر، كان كبلر يتعرض لمشاكل دينية وسياسية، مثل حرب الثلاثين عامًا التي أدت إلى فوضى كادت أن تدمر بعض أعماله. لقد كان كبلر، مع ذلك، أول من حاول استنباط تنبؤات رياضية للحركات السماوية من أسباب فيزيائية مفترضة. كما اكتشف قوانين كبلر الثلاثة لحركة الكواكب التي تحمل اسمه الآن، وهذه القوانين على النحو الآتي:

1. مدار كوكب ما، هو شكل بيضوي مع وجود الشمس في إحدى البؤرتين.
2. تقطع الشمس مناطق متساوية خلال فترات زمنية متساوية.
3. يتناسب مربع الفترة المدارية لكوكب ما مع مكعب المحور شبه الرئيس في مداره [Stephenson, 1994].

مع ظهور هذه القوانين، تمكن من تحسين نموذج مركزية الشمس الحالي. تم نشر أول اثنين في عام (1609م). تحسنت مساهمات كبلر في النظام ككل، مما منحه مزيدًا من المصداقية، لأنه يشرح الأحداث بشكل مناسب، ويمكن أن يتسبب في تنبؤات أكثر موثوقية. قبل ذلك، كان النموذج الكوبرنيكي غير موثوق به تمامًا، مثل النموذج البطليموسي. جاء هذا التطور لأن كبلر أدرك أن المدارات ليست دوائر كاملة، بل بيضوية.

كان غاليليو غاليلي من أوائل من استخدم تلسكوبًا لمراقبة السماء، وبعد بناء تلسكوب عاكس يكبر عشرين مرة، اكتشف غاليليو أكبر أربعة أقمار لكوكب المشتري في عام (1610م)، والتي تُعرف حاليًا مجتمعة باسم أقمار الغالبلية، تكريمًا له. كان هذا الاكتشاف أول رصدٍ معروف للأقمار التي تدور حول كوكب آخر. ووجد أيضًا أن القمر فيه حُفر، ورصد البقع الشمسية وفسّرها بشكل صحيح، وأن كوكب الزهرة أظهر مجموعةً كاملةً من الأطوار التي تشبه الأطوار القمرية. [Gingrich, 2011].

جادل غاليليو بأن هذه الحقائق أظهرت عدم التوافق مع النموذج البطليموسي، الذي لا يستطيع تفسير الظاهرة بل يتعارض معها. ومن خلال رصد الأقمار، أظهر أن الأرض لا يجب أن يدور حولها كل شيء، وأن أجزاء أخرى من النظام الشمسي يمكن أن تدور حول جرم آخر، مثل الأرض التي تدور حول الشمس. في النظام البطليموسي، كان من المفترض أن تكون الأجرام السماوية مثالية، لذا لا ينبغي أن تحوي هذه الأجرام على حفر أو بقع شمسية [Lawson, 2004].

يمكـن أن تحـدث أطـوار كوكـب الزهـرة فقـط في حالـة وجـود مـدار كوكـب الزهـرة داخـل مـدار الأرض، وهـو مـا لا يمكـن أن يحـدث إذا كانـت الأرض هـي المركـز. باعتبـاره المثـال الأكثـر شـهرة، كان عليـه أن يواجـه تحديـات مـن مسـؤولي الكنيسـة، وبشـكل أكثـر تحديـدًا محاكـم التفتيـش الرومانيـة. واتهمـوه بالهرطقـة لأن هـذه المعتقـدات تتعـارض مـع تعاليـم الكنيسـة الرومانيـة الكاثوليكيـة، وتتحـدى سـلطتها عندمـا كانـت في أضعـف حالاتهـا. وعلـى الرغـم مـن أن غاليليـو تجنـب العقوبـة لفتـرة قصيـرة إلا أنـه حوكـم في النهايـة، وأقـر بالذنـب عـام (1633م)، [Finnocchiaro, 1989].

مع أن ذلك كان وفق حساب ما، فقد مُنع كتابه من النشر، ووضع غاليليو قيد الإقامة الجبرية حتى وفاته عام (1642م)، [Hirschfeld, 2001].

طـور السـير إسـحاق نيوتـن روابـط إضافيـة بـين الفيزيـاء وعلـم الفلـك مـن خـلال قانـون الجاذبيـة الكونيـة. أدرك نيوتـن أن القـوة نفسـها التـي تجـذب الأجسـام إلـى سـطح الأرض تحمـل القمـر في مـدار حـول الأرض، وكان قـادرًا علـى تفسـير جميـع ظواهـر الجاذبيـة المعروفـة في إطـار نظـري واحـد. اشـتق في كتابـه «المبـادئ الطبيعيـة للفلسـفة الطبيعيـة Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica»، قوانـين كبلـر مـن المبـادئ الأولـى. وهكـذا، بينمـا يفسّـر كبلـر كيـف تتحـرك الكواكـب، تمكـن نيوتـن بدقـة مـن شـرح سـبب تحـرك الكواكـب بالطريقـة التـي تتحـرك بهـا. وضعـت التطـورات النظريـة لنيوتـن العديـد مـن أسـس الفيزيـاء الحديثـة.

علـــم الفـــلك في العصـــر الحديـــث

قبل ظهور التصوير الفوتوغرافي، كان تسجيل البيانات الفلكية محدودًا بالعين البشرية. في عام (1840م)، رسم الكيميائي جون دبليو درايبر أول صورة فلكية معروفة للقمر. وبحلول أواخر القرن التاسع عشر، جرى إنشاء آلاف اللوحات الفوتوغرافية لصور الكواكب والنجوم والمجرات. كان معظم التصوير الفوتوغرافي ذا كفاءة كمية أقل من عيون الإنسان، (أي جرى التقاط أقل من فوتونات الحدث)، ولكن تمتاز بأوقات تكامل طويلة (100 مللي ثانية للعين البشرية مقارنة بساعات للصور). أدى هذا إلى زيادة كبيرة في البيانات المتاحة لعلماء الفلك، مما أدى إلى ظهور الحوسبة البشرية، المشهورة بمُحوِّسبات هارفارد، لتتبع وتحليل البيانات.

بدأ العلماء في اكتشاف أشكال الضوء التي كانت غير مرئية للعين المجردة؛ كالأشعة السينية، وأشعة غاما، وموجات الراديو والميكروويف، والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة تحت الحمراء. مما كان له الأثر الكبير في علم الفلك، مما أدى إلى ظهور مجالات مختلفة في علوم الفلك منها: علم فلك الأشعة تحت الحمراء، وعلم الفلك الراديوي، وعلم فلك الأشعة السينية، ومؤخرًا علم فلك أشعة غاما. ومع ظهور التحليل الطيفي، ثبت أن النجوم الأخرى كانت مشابهة للشمس، ولكن مع درجات حرارة وكتل وأحجام مختلفة.

كان جوزيف فون فراونهوفر وأنجيلو سيكي هما الرائدين في علم التحليل الطيفي النجمي. بمقارنة أطياف النجوم مثل نجم الكلب مع الشمس، وجدوا اختلافات في قوة وعدد خطوط الامتصاص الخاصة بهما، الخطوط المظلمة في الأطياف النجمية الناتجة عن امتصاص الغلاف الجوي لترددات معينة. في عام (1865م)، بدأ سيكي في تصنيف النجوم إلى أنواع طيفية [MacDonnell, 2011].

رُصد أول دليل على وجود الهيليوم في (18 أغسطس 1868م)، كخط طيفي أصفر لامع بطول موجي 587.49 نانومتر، في طيف الكروموسفير للشمس. واكتشف عالم الفلك الفرنسي جول يانسن هذا الخط خلال كسوف كلي للشمس في جونتور، الهند.

أمكن إجراء أول قياس مباشر للمسافة إلى نجم البجعة 61- (61 Cygni)، على بعد (11.4 سنة ضوئية) في عام (1838م)، من قبل فريدريك بيسيل باستخدام تقنية المنظر. كما أظهرت قياسات اختلاف المنظر المسافة الفاصلة بين النجوم في السماء.

اكتسبت مراقبة النجوم المزدوجة أهمية متزايدة (خلال القرن التاسع عشر). في عام (1834م)، لاحظ فريدريك بيسل تغيرات في الحركة الصحيحة لنجم الكلب، واستنتج توأمًا خفيًا.

اكتشف إدوارد بيكرينغ أول ثنائي طيفي في عام (1899م)، عندما لاحظ الانقسام الدوري للخطوط الطيفية لنجم الميزار في فترة 104 أيام. جرى جمع الأرصاد التفصيلية للعديد من أنظمة النجوم الثنائية من قبل علماء الفلك مثل: فريدريش جورج فيلهلم فون شتروف، وإس دبليو بورنهام، مما سمح بتحديد كتل النجوم من خلال حساب العناصر المدارية. والحل الأول لمشكلة اشتقاق مدار النجوم الثنائية من أرصاد التلسكوب قدمه فيليكس سافاري، عام (1827م)، [Aitken, 1964].

في عام (1847م)، اكتشفت ماريا ميتشل مذنبًا باستخدام التلسكوب. ومع تراكم كميات كبيرة من البيانات الفلكية، برزت مجموعة من النسوة اُعتبرن كآلات حاسبة قدمن مساهمات كبيرة في علم الفلك، واللاتي نشرن الكثير منها في مقالات بحثية، وأصبحن عالمات فلك، بعد أن كن مساعدات لعلماء الفلك الذكور. هذا الطاقم أصبح معروفاً باسم مُحَوسِبات هارفرد.

استأجر المرصد البحري للولايات المتحدة (USNO) ومؤسسات بحثية أخرى في علم الفلك حاسبات بشرية، أجرت الحسابات المملة، في حين أجرى العلماء أبحاثًا تتطلب المزيد من المعرفة الأساسية.

أمكن تسجيل عدد من الاكتشافات في هذه الفترة من قبل الحاسبات البشرية النسائية، وجرى إبلاغ المشرفين بها. حيث اكتشفت هنريتا سوان ليفيتا Henrietta Swan Leavitt العلاقة المتغيرة للنجوم القيفاوية Cepheid مع لمعان الفترة التي طورتها إلى طريقة لقياس المسافة خارج النظام الشمسي. كما طوّرت آني جيه كانون، المخضرمة في حاسبات هارفارد، النسخة الحديثة من مخطط التصنيف النجمي في أوائل القرن العشرين (O B A F G K M)، بناءً على اللون ودرجة الحرارة)، حيث صنفت يدويًا أكبر عدد من النجوم في حياتها، وأكثر من أي شخص آخر (نحو 350000 نجم)، [Hubeny & Dimitri, 2014].

شهد القرن العشرون تقدمًا سريعًا متزايدًا في الدراسة العلمية للنجوم. اكتشف كارل شوارتزشيلد أنه يمكن تحديد لون النجم، وبالتالي درجة حرارته، من خلال مقارنة الحجم المرئي مع الحجم الفوتوغرافي. سمح تطوير مقياس الضوء الكهروضوئي بقياسات دقيقة للمقدار على فترات متعددة للأطوال الموجية.

في عام (1921م)، أجرى ألبرت ميكلسون أول قياسات لقطر نجم باستخدام مقياس تداخل على تلسكوب هوكر في مرصد جبل ويلسون (Michelson, 1921).

حدث عمل نظري مهم حول البنية الفيزيائية للنجوم خلال العقود الأولى من القرن العشرين. ففي عام (1913م)، أمكن تطوير مخطط هرتزسبرونغ-راسّل Hertzsprung-Russell، مما عزز الدراسة الفيزيائية الفلكية للنجوم.

في بوتسدام عام (1906م)، نشر عالم الفلك الدنماركي إيغنار هرتزسبرونغ أول مخططات لونية مقابل لمعان هذه النجوم. أظهرت هذه المخططات تسلسلًا بارزًا ومستمرًا للنجوم، أطلق عليه اسم التسلسل الرئيس. وفي جامعة برينستون، رسم هنري نوريس راسّل الأنواع الطيفية لهذه النجوم مقابل حجمها المطلق، ووجد أن النجوم القزمة تتبع علاقة مميزة. سمح ذلك بالتنبؤ بالسطوع الحقيقي للنجم القزم بدقة معقولة. جرى تطوير نماذج ناجحة لشرح الأجزاء الداخلية للنجوم وتطور النجوم.

اقترحت سيسيليا باين-جابوشكين لأول مرة أن النجوم تتكون أساسًا من الهيدروجين والهيليوم في أطروحتها للدكتوراه عام (1925م). تم فهم أطياف النجوم بشكل أكبر من خلال التقدم في فيزياء الكم. سمح ذلك بتحديد التركيب الكيميائي للغلاف الجوي النجمي [Unsöld, 2001].

كما جرى تطوير النماذج التطورية للنجوم.

خلال ثلاثينات القرن الماضي، قدم بينجت ستورمغرين مصطلح مخطط هيرتسبرونج – راسل للدلالة على مخطط فئة اللمعان الطيفي. تم نشر مخطط دقيق للتصنيف النجمي في عام (1943م)، من قبل ويليام ويلسون مورغان وفيليب تشايلدز كينان.

أمكن إثبات وجود مجرتنا (درب التبانة)، كمجموعة منفصلة من النجوم فقط في القرن العشرين، جنبًا إلى جنب مع وجود مجرات (خارجية)، وبعد فترة وجيزة، توسع الكون الذي شوهد في انحسار معظم المجرات عنا [Weaver, 2013].

مع ظهور فيزياء الكم، أمكن تحسين التحليل الطيفي. عثر على الشمس لتكون جزءًا من مجرة مكونة من أكثر من 10^{10} نجم (10 مليارات نجم). كان

وجـود مجـرات أخـرى، أحـد الأمـور التـي كانـت موضـع جـدل كبيـر، قـد حسـمه إدويـن هابـل، الـذي حـدد سـديم المـرأة المسلسـلة علـى أنـه مجـرة مختلفـة، والعديـد مـن المجـرات الأخـرى علـى مسـافات كبيـرة، وتتراجـع مبتعـدة عـن مجرتنـا.

علـم الكونيـات الفيزيائـي، تخصـص ذو تقاطـع كبيـر مـع علـم الفلـك، حقـق تقدمًـا عظيمًـا خـلال القـرن العشـرين، مـع نمـوذج الانفجـار العظيـم المدعـوم بشـدة بالأدلـة المقدمـة مـن علـم الفلـك والفيزيـاء، مثـل الانزيـاح الأحمـر للمجـرات البعيـدة جـدًا، ومصـادر الراديـو، وإشـعاع الخلفيـة الكونيـة الميكـروي، وقانـون هابـل ووفـرة العناصـر الكونيـة.

الفصل السادس

تاريـخ الرياضيات

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

مُقَدِّمَة

الرياضيات Mathematics هو مجال معرفي يتضمن موضوعات الأرقام والصيغ والتراكيب ذات الصلة، والأشكال والمسافات التي تحويها والكميات وتغيراتها. يتم تمثيل هذه الموضوعات في الرياضيات الحديثة مع التخصصات الفرعية الرئيسة لنظرية الأعداد والجبر والهندسة والتحليل، على التوالي. لا يوجد إجماع عام بين علماء الرياضيات حول تعريف مشترك لنظامهم الأكاديمي.

يتعامل تاريخ الرياضيات مع أصل الاكتشافات في الرياضيات والطرائق الرياضياتية وتدوين الماضي.

الرياضيـــات عنـــد الحضـــارات القديمـــة

قبل العصر الحديث وانتشار المعرفة في جميع أنحاء العالم، ظهرت أمثلة مكتوبة للتطورات الرياضياتية في أماكن قليلة فقط. تكمن أصول الفكر الرياضياتي في مفاهيم العدد وأنماط الطبيعة والحجم والشكل. وقد أظهرت الدراسات الحديثة للإدراك الحيواني أن هذه المفاهيم ليست مقصورةً على البشر. كانت مثل هذه المفاهيم جزءًا من الحياة اليومية في مجتمعات الصيد والجمع. إن فكرة تطور مفهوم «العدد» تدريجيًا بمرور الوقت، يدعمها وجود اللغات التي تحافظ على التمييز بين «واحد» و «اثنين» و «كثير»، ولكن ليس بين الأعداد الأكبر من اثنين. [Boyer,1991]

عظم إيشانجو Ishango Bone، المكتشف بالقرب من منابع نهر النيل (شمال شرق الكونغو)، قد يكون عمره أكثر من 20000 عام، ويتكون من سلسلة من العلامات المنحوتة في ثلاثة أعمدة تمتد على طول العظم. التفسيرات الشائعة هي أن عظم إيشانجو إما أنه يظهر بوصفه أقدم عرض معروف لتسلسل الأعداد الأولية حصرًا، أو أنه تقويم قمري يغطي ستة أشهر. [Williams, 2005]

يجادل الباحث بيتر رودمان بأن تطوير مفهوم الأعداد الأولية لايمكن أن يحدث إلا بعد مفهوم القسمة، الذي يعود تاريخه إلى ما بعد (10000 سنة ق. م)، مع احتمال عدم فهم الأعداد الأولية حتى نحو (500 سنة ق. م). وكتب أيضًا أنه: «لم تجر أي محاولة لشرح لماذا يجب أن يعرض حساب شيء ما مضاعفات الرقمين، والأعداد الأولية بين 10 و20، وبعض الأعـــداد التي تكاد تكـون مضاعفات العـــدد 10». [Rudman, 2007]

ووفقًا للباحث ألكسندر مارشاك، ربما أثر عظم إيشانجو على التطور اللاحق للرياضيات في مصر، مثل بعض الإدخالات على عظم إيشانجو، كاستخدام الحساب المصري الضرب في 2؛ ومع ذلك، فهو أمر فيه جدل. [Marshack,1972]

يمثل المصريون في فترة ما قبل حكم الأسرات (الألفية الخامسة ق. م)، تصميمات هندسية تصويريًا. لقد زُعم أن الآثار الصخرية في إنجلترا واسكتلندا، التي يعود تاريخها إلى (الألفية الثالثة ق. م)، تتضمن في تصاميمها أفكارًا هندسية، كالدوائر والقطوع الناقصة وثلاثيات فيثاغورس. [Thom, 1988]

كل ما سبق متنازع عليه، وأقدم الوثائق الرياضياتية غير المتنازع عليها حاليًا هي من مصادر بابلية ومصرية. [Damerow, 1996]

قبل (عام 3000 ق. م)، بدأت دول بلاد ما بين النهرين؛ سومر وأكاد وآشور، تليها عن كثب مصر القديمة وحضارة إيبلا شمال سورية، باستخدام الحساب والجبر والهندسة لأغراض الضرائب والتجارة، وأيضًا في أنماط الطبيعة، مثل علم الفلك وتسجيل الزمن، وصياغة التقويمات.

تشير الرياضيات البابلية إلى تلك الرياضيات التي ظهرت عند شعوب بلاد ما بين النهرين (العراق الحديث)، منذ عهد السومريين الأوائل إلى الفترة الهلنستية تقريبًا وحتى ظهور المسيحية. وتأتي غالبية الأعمال الرياضياتية البابلية من فترتين منفصلتين على نطاق واسع: القرون الأولى من (الألفية الثانية ق. م)، أي الفترة البابلية القديمة، والقرون القليلة الأخيرة من (الألفية الأولى ق. م)، في العصر السلوقي. [Boyer,1991]

سميت الرياضيات البابلية نسبة للدور المركزي لبابل بصفتها مكان للدراسة، ثم ما لبثت أن أصبحت بلاد ما بين النهرين، وخاصة بغداد، مرة أخرى مركزًا مهمًا لدراسة الرياضيات في وقت لاحق، تحت الحكم العربي الإسلامي.

امتازت الرياضيات البابلية باستخدام نظام العد الستيني (الأساس 60). ومن هذا المنطلق جاء الاستخدام الحديث لـ 60 ثانية في الدقيقة، و60 دقيقة في الساعة، و360 درجة (60 × 6) في الدائرة، بالإضافة إلى استخدام الثواني

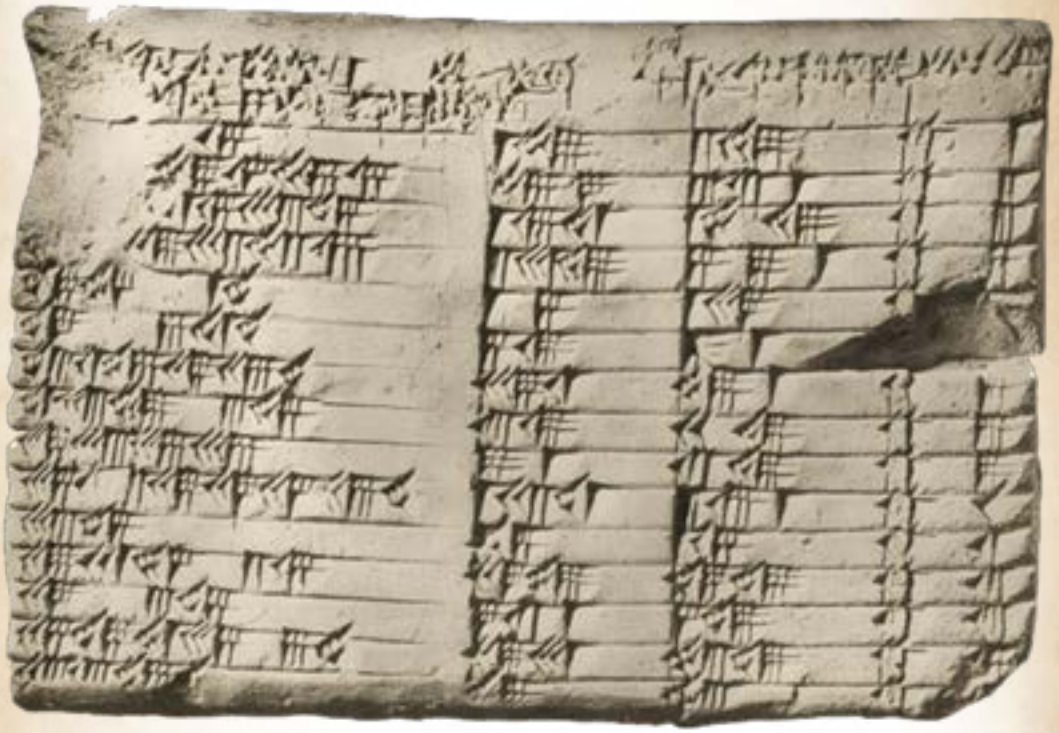
والدقائق من قوس الدائرة للإشارة إلى كسور الدرجة. يُعتقد أن الكتبة السومريين استخدموا النظام الستيني في البداية، لأنه يمكن تقسيم 60 على الأعداد: 2 و3 و4 و5 و6 و10 و12 و15 و20 و30، بدون باق. ولهؤلاء الكتبة القدرة على الحساب بسهولة يدويًا (وهو أمرٌ ضروريٌ لتوزيع مخصصات الحبوب، وتسجيل أوزان الفضة، وما إلى ذلك)، ومن ثمّ فإن النظام الستيني أسهل من الناحية العملية في الحساب اليدوي؛ ومع ذلك، هناك احتمال أن استخدام النظام الستيني كان ظاهرة عرقية لغوية (قد لا تكون معروفة على الإطلاق)، وليس قرارًا رياضيًا أو عمليًا. [Powell, 1976]

وعلى عكس المصريين والإغريق والرومان، كان لدى البابليين أيضًا، نظام القيمة المكانية، حيث تمثل الأرقام المكتوبة في العمود الأيسر قيمًا أكبر، كما هو الحال في النظام العشري. تكمن قوة نظام الترقيم البابلي في أنه يمكن استخدامه لتمثيل الكسور بسهولة مثل الأعداد الصحيحة؛ ومن ثمّ، فإن ضرب عددين يحتويان على كسور لا يختلف عن ضرب الأعداد الصحيحة، على غرار التدوين الحديث.

كما تشمل الموضوعات الأخرى التي تغطيها الرياضيات البابلية؛ الكسور، والجبر، والمعادلات التربيعية والتكعيبية، وحساب الأعداد المنتظمة وأزواجها المقلوبة. [Aaboe, 1998]

وتحوي الألواح الطينية على جداول الضرب وطرائق حل المعادلات الخطية والتربيعية والمعادلات التكعيبية، وهو إنجاز عظيم في ذلك الزمان. كما تحوي الأقراص من العصر البابلي القديم على أقدم بيان معروف لنظرية فيثاغورس.

مـع ذلـك، وكمـا هـو الحـال مـع الرياضيـات المصريـة، لا تُظهـر الرياضيـات البابليـة أي وعـي حـول الفـرق بـين الحلـول الدقيقـة والتقريبيـة، أو قابليـة حـل مشـكلة مـا، والأهـم مـن ذلـك، عـدم وجـود بيـان صريـح بالحاجـة إلـى البراهـين أو المبـادئ المنطقيـة. [Boyer,1991]



اللوح الرياضياتي البابلي بليمبتون 322، يعود تاريخه إلى عام 1800 قبل الميلاد.

أما بالنسبة للرياضيات عند المصريين القدماء. فإنّ النص الرياضي المصري الأكثر شمولاً هو بردية رايند (تسمى أحيانًا بردية أحمس نسبةً لمؤلفها)، وهي مؤرخة في نحو (1650 ق. م)، ولكن يحتمل أنها نُسخت من وثيقة قديمة من المملكة الوسطى نحو (2000–1800 ق. م). [Boyer,1991]

وهذه البردية دليل إرشادي للطلاب في الحساب والهندسة، وفضلًا عن إعطائها صيغ المنطقة وطرائق الضرب والقسمة والعمل مع كسور الوحدة، فهي تحوي أيضًا على أدلة على المعارف الرياضياتية الأخرى، بما في ذلك الأعداد المركبة والأولية؛ والوسائل الحسابية والهندسية والتوافقية؛ والمفاهيم المبسطة لنظرية الأعداد المثالية (أي نظرية العدد 6). كما أنها توضح كيفية حل المعادلات الخطية من الدرجة الأولى، بالإضافة إلى السلاسل الحسابية والهندسية.

نص رياضياتي مصري آخر مهم هو (بردية موسكو)، التي تعود أيضًا لفترة المملكة الوسطى، وهي مؤرخة في نحو (1890 ق. م)، وهو نص يتألف مما يسمى اليوم مسائل الكلمات أو مسائل القصة، والتي يبدو أنها كانت تهدف إلى الترفيه. والنص عبارة عن مسألة واحدة ذات أهمية خاصة لأنها تعطي طريقة لإيجاد حجم (الهرم المقطوع).

أخيرًا، تُظهر (بردية برلين 6619) (نحو 1800 ق.م)، أن المصريين القدماء أمكنهم حل معادلة جبرية من الدرجة الثانية.

يعتقد المؤرخون أن الرياضيات اليونانية قد بدأت مع طاليس من ميليتس (624 – 546 ق. م)، وفيثاغورس من ساموس (582 – 507 ق.م). وعلى الرغم من الجدل القائم حول مدى التأثير، فمن المحتمل أن تكون مستوحاة من الرياضيات المصرية والبابلية. فوفقًا للأسطورة، سافر فيثاغورس إلى مصر لتعلم الرياضيات والهندسة وعلم الفلك من الكهنة المصريين.

استخدم طاليس الهندسة لحل مسائل مثل؛ حساب ارتفاع الأهرامات، وبعد السفن عن الشاطئ. يُنسب إليه أول استخدام للمنطق الاستنتاجي المطبق على الهندسة، من خلال اشتقاق أربع نتائج طبيعية لنظرية طاليس. نتيجة لذلك، اعتبر أول عالم رياضيات حقيقي، وأول فردٍ معروفٍ يُنسب إليه اكتشاف رياضياتي. أسس فيثاغورس مدرسته، التي كان مذهبها أن الرياضيات تحكم الكون وشعارها (كل شيء هو عدد). [Boyer,1991]

لقد كان أتباع فيثاغورس هم من صاغ مصطلح «الرياضيات»، والذين تبدأ معهم دراسة الرياضيات لذاتها. كما يُنسب إلى فيثاغورس أول دليل على نظرية فيثاغورس، [Eves, 1990]، مع أن بيان النظرية ذو تاريخ طويل، ومع إثبات وجود أرقام غير منطقية. [Von Fritz, 1945]

ومع أن البابليين والهنود والصينيين قد سبقوه، إلا أن عالم الرياضيات الفيثاغورسي الجديد نيقوماخوس (60-120م)، قد قدم أحد أقدم جداول الضرب اليونانية الرومانية، علمًا أن أقدم جدول ضرب يوناني موجود على لوح شمعي مؤرخ في (القرن الأول الميلادي)، (وهو موجود حاليًا في المتحف البريطاني). يتضح ارتباط أتباع فيثاغورس الجدد بالاختراع الغربي لجدول الضرب من اسمه المتأخر في العصور الوسطى: (مينسا فيثاغوريكا [Smith, 1958] [mensa Pythagorica)

في (القرن الثالث ق.م)، كان متحف الإسكندرية هو المركز الأول للتعليم والبحث الرياضي، حيث قام أقليدس (نحو 300 ق. م) بالتدريس، وألف «كتاب العناصر»، الذي يعتبر أكثر الكتب المدرسية نجاحًا وتأثيرًا في كل العصور. قدم كتاب «العناصر» صرامة رياضياتية من خلال الطريقة البديهية، وهي أول مثال على النسق الذي لا يزال مستخدمًا إلى اليوم في الرياضيات، وهو: التعريف، والبديهية، والنظرية، والبرهان. ومع أن معظم محتويات كتاب «العناصر» كانت معروفة بالفعل، إلا أن أقليدس رتبها في إطار منطقي واحد متماسك. [Boyer,1991]

كان كتـاب «العناصـر»، معروفًـا لجميـع المتعلمـين في الغـرب حتـى (منتصـف القـرن العشـرين)، ومـا زالـت محتوياتـه تُـدرس في فصـول الهندسـة الأقليديـة حتـى اليـوم. [Eves, 1990]

بالإضافـة إلـى النظريـات المألوفـة في الهندسـة الأقليديـة، كان مـن المفتـرض أن يكـون كتـاب «العناصـر»، بمثابـة كتـاب مدرسـي تمهيـدي لجميـع الموضوعـات الرياضياتيـة في ذلـك الحـين، مثـل نظريـة الأعـداد والجبـر والهندسـة الصلبـة، بمـا في ذلـك الأدلـة علـى أن الجـذر التربيعـي لاثنـين غيـر منطقـي، وأن هنـاك عـددًا لا نهائيًـا مـن الأعـداد الأوليـة. كتـبَ أقليـدس أيضًـا، وعلـى نطـاق واسـع، في مواضيـع أخـرى، مثـل المقاطـع المخروطيـة والبصريـات والهندسـة الكرويـة والميكانيـكا، لكـن نصـف كتاباتـه اختفـت أو اندثـرت.

قـام أرخميـدس (287–212 ق. م) مـن سـيراكيوز، والـذي يُعتبـر إلـى حـد بعيـد أعظـم عالـم رياضيـات في العصـور القديمـة، باسـتخدام طريقـة الاسـتنفاد لحسـاب المنطقـة الواقعـة تحـت قـوس القطـع المكافـئ، مـع جمـع سلسـلة لا نهائيـة بطريقـة لا تختلـف كثيـرًا عـن حسـاب التفاضـل والتكامـل الحديـث. كمـا أظهـر أنـه يمكـن للمـرء اسـتخدام طريقـة الاسـتنفاد لحسـاب قيمـة بأكبـر قـدر مـن الدقـة كمـا هـو مطلـوب، والحصـول علـى أدق قيمـة للنسـبة التقريبيـة π المعروفـة آنـذاك. درس أيضًـا اللولـب الـذي يحمـل اسـمه، كمـا وضـع صيغًـا لأحجـام الأسـطح الدورانيـة (المكافـئ، والإهليلجـي، والقطـع الزائـد)، واسـتحدث طريقـة بارعـة في الأس للتعبيـر عـن أعـداد كبيـرة جـدًا. وبينمـا هـو معـروف أيضًـا بمسـاهماته في الفيزيـاء والعديـد مـن الأجهـزة الميكانيكيـة المتقدمـة، فقـد أعطـى أرخميـدس نفسـه قيمـة أكبـر بكثيـر لمنتجـات فكـره ومبادئـه الرياضياتيـة العامـة. لقـد اعتُبـر اكتشـافه لمسـاحة وحجـم الكـرة أعظـم إنجـاز لـه، والـذي حصـل عليـه مـن خـلال إثبـات أنـه يعبـر عـن 3/2 مسـاحة السـطح وحجـم الأسـطوانة التـي تحيـط بالكـرة. [Boyer,1991]

مـن بـين أواخـر علمـاء الرياضيـات اليونانيـين العظمـاء بابـوس الإسـكندرية (القـرن الرابـع الميـلادي). وهـو معـروف بنظريـة السداسـي ونظريـة النقطـة الوسـطى، بالإضافـة إلـى تكويـن بابـوس، ورسـم بابـوس البيانـي. تعـد مجموعتـه مصـدرًا رئيسًـا للمعرفـة في الرياضيـات اليونانيـة حيـث نجـا معظمهـا. يعتبـر بابـوس آخـر مبتكـر رئيـس في الرياضيـات اليونانيـة، مـع العمـل اللاحـق الـذي يتكـون في الغالـب مـن التعليقـات علـى العمـل السـابق.

أظـهر تحليل الرياضيـــات الصينيـــة المبكرة تطـــورها الفريـــد مقارنـــة بأجـزاء أخـــرى مـن العالـــم، ممـا دفـع العلمـاء إلـى افتـراض تطـور مســـتقل تمامًـا. أقـدم نـص رياضـــي موجـود مـن الصـين هـو زهوبـي سـوانجينغ Zhoubi Suanjing (周髀算經)، ويرجـع تاريخـه إلـى مـا بـين (1200 – 100 ق. م)، مـع أن تاريخـه نحـو (300 ق. م) خـلال فتـرة الممالـك المتحاربـة يبـدو معقـولاً. ومـع ذلـك، فـإن عُصيـات خيـزران تسـنغهاو Tsinghua Bamboo Slips، التـي تحـوي علـى أقـدم جـدول للضـرب العشـري المعـروف، قـد يكـون أقـدم نـص رياضـي موجـــود في الصـــين، (علـى الرغـم مـن أن البابلـيين القدمـاء كان لديهـم جـداول بقاعـدة 60، مؤرخـــة نحـو (305 ق. م)). [Qiu, 2014]

وتجدر الإشـارة بشـكل خاص إلى اسـتخدام نظام التدوين الموضعي العشـري في الرياضيـات الصينيـة، وهـو مـا يسـمى بـ (الأرقـام العصويـة)، حيـث جـرى اسـتخدام الأصفـار المميـزة للأرقـام بـين 1 و10، وأصفـار إضافيـة لقـوى العـدد عشـرة. وهكـذا، فـإن الرقـم 123 سـيُكتب باسـتخدام رمـز «1»، متبوعًـا برمـز «100»، ثـم رمـز «2» متبوعًـا برمـز «10»، متبوعًـا برمـز «3». كان هـذا هـو نظـام الأرقـام الأكثـر تقدمًـا في العالـم في ذلـك الحـين، ويبـدو أنـه اسـتخدم قبـل عـدة قـرون مـن العصـر المشـترك، وقبـل تطويـر نظـام الأرقـام الهنديـة بزمـن طويـل. [Boyer,1991]

عُصيات الخيزران في تسينغهاوا، التي تحوي على أقدم جدول ضرب عشري في العالم، يعود تاريخه إلى عام 305 قبل الميلاد خلال فترة الممالك المتحاربة.

تسمح الأرقام العصوية بتمثيل الأعداد بأكبر قدر ممكن، وتسمح بإجراء الحسابات على العداد الصيني (صوان بان). تاريخ اختراع (صوان بان) غير مؤكد، ولكن أقدم ذكر له مكتوب يعود إلى عام (190 م)، في الملاحظات التكميلية لزو يوي Xu Yue حول فن الأشكال.

أقدم عمل موجود في الهندسة في الصين يأتي من الفيلسوف موهيست كانون Mohist canon (نحو 330 ق. م)، جمعها أتباع موزي (470–390 ق. م). وقد وصف مو جينغ Mo Jing جوانب مختلفة من العديد من المجالات المرتبطة بالعلوم الفيزيائية، كما وقدم بعضًا من النظريات الهندسية، وحدد مفاهيم؛ المحيط والقطر ونصف القطر والحجم. [Needham, & Wang, 1995]

إن أقدم حضارة في شبه القارة الهندية هي حضارة وادي السند (المرحلة الثانية الناضجة 2600 إلى 1900 ق. م)، والتي ازدهرت في حوض نهر السند. جرى تصميم مدنهم بانتظام هندسي، ولكن هذه الحضارة تفتقد إلى وثائق رياضياتية معروفة باقية. [Puttaswamy, 2000]

كما هو الحال مع مصر، يشير الانشغال بوظائف المعبد إلى الأصل الديني للرياضيات في الطقوس الدينية الهندية. يعطي سولبا سوتراس Sulba Sutras طرائقا لإنشاء دائرة مساحتها تكافئ مساحة مربع محدد تقريبًا، مما يعني عدة تقديرات تقريبية مختلفة لقيمة π. [Kulkarni, 1978]

بالإضافة إلى ذلك، فإنهم كانوا يحسبون الجذر التربيعي للرقم 2 إلى عدة منازل عشرية، ويسردون ثلاثيات فيثاغورس، ويعطون بيانًا بنظرية فيثاغورس. كل هذه النتائج موجودة في الرياضيات البابلية، مما يشير إلى تأثرهم بأفكار بلاد ما بين النهرين. من غير المعروف إلى أي مدى أثر سولبا سوتراس على علماء الرياضيات الهنود اللاحقين. كما هو الحال في الصين، هناك نقص في

استمرارية الرياضيات الهندية، حيث يقطع التقدمَ الكبير فتراتٌ طويلةٌ من الخمول. [Boyer,1991]

صاغ باشيني (القرن الخامس ق. م) قواعد اللغة السنسكريتية. كان تدوينه مشابهًا للتدوين الرياضياتي الحديث، واستخدم التحويلات. استخدم بينغالا Pingala (تقريبًا القرنين الثالث والأول ق. م) في أطروحته عن العروض جهازًا يتوافق مع نظام الترقيم الثنائي، كما أن مناقشته لتوليفات العدادات يتوافق مع نسخة أولية من نظرية ذات الحدين. يحتوي عمل بينغالا أيضًا على الأفكار الأساسية لأرقام فيبوناتشي (تحت مسمى ماتراموير Mātrāmeru). [(Hall, 2008]

الوثائق الرياضياتية المهمة التالية من الهند بعد سولبا سوتراس هي سيدهانتاس Siddhantas، الأطروحات الفلكية من (القرنين الرابع والخامس للميلاد) (عصر جوبتا) تظهر تأثيرًا هيلينيًا قويًا. إنها مهمة كونها تحوي على المثال الأول للعلاقات المثلثية القائمة على نصف الوتر، كما هو الحال في علم المثلثات الحديث، بدلاً من الوتر الكامل، كما كان الحال في علم المثلثات البطلمي. من خلال سلسلة من أخطاء الترجمة، اشتقت الكلمتان «الجيب» و «جيب التمام» من اللغتين السنسكريتية «جيا» و «كوجيا». [Boyer,1991]

نحو (عام 500 م)، كُتب أرياباتيا Aryabhatiya، وهو مجلد صغير مكتوب بلغة شعرية، يهدف إلى استكمال قواعد الحساب المستخدمة في علم الفلك والحساب الرياضياتي، مع عدم الشعور بالمنطق أو المنهجية الاستنتاجية. ظهر في أرياباتيا نظام القيمة المكانية العشري لأول مرة. بعد عدة قرون، وصف عالم الرياضيات المسلم أبو الريحان بيروني الأرياباتيا بأنها: «مزيج من الحصى العادي والبلورات باهظة الثمن». [Boyer,1991]

في (القـرن السـابع للميـلاد)، حـدد براهماجوبتـا نظريـة براهماجوبتـا، وهويـة براهماجوبتـا، وصيغـة براهماجوبتـا. ولأول مـرة في براهمـا-سبوتـا-سـيدانتا، شـرح بوضـوح اسـتخدام الصفـر بكونـه منزلـة خاليـة ورقمًـا عشـريًا، وشـرح نظـام الترقيـم الهندي-عربـي. [Boyer,1991]

كان مـن ترجمـة هـذا النـص الهنـدي عـن الرياضيـات (نحـو 770 م)، أن علمـاء الرياضيـات الإسـلاميين جـرى إدخالهـم إلـى هـذا النظـام العـددي، والـذي قامـوا بتعديلـه كأرقـام عربيـة. حمـل العلمـاء المسـلمون نظـام الأرقـام هـذا إلـى أوروبـا بحلـول (القـرن الثانـي عشـر)، وقـد أزاح حاليًـا جميـع أنظمـة الأرقـام القديمـة في جميـع أنحـاء العالـم. تُسـتخدم مجموعـات الرمـوز المختلفـة لتمثيـل الأرقـام في نظـام الترقيـم الهندي-العربـي. يحـوي كل نـص مـن نصـوص الهنـد العشـرة تقريبًـا علـى صـور رمزيـة رقميـة خاصـة بـه. في (القـرن العاشـر)، احتـوى تعليـق هلايـوذا علـى عمـل بينغـالا، علـى دراسـة لسلسـلة فيبوناتشـي، ومثلـث باسـكال، ووصـفٍ لتشـكيل مصفوفـة.

في (القـرن الثانـي عشـر)، عـاش بهاسـكارا الثانـي في جنـوب الهنـد، وكتـب بإسـهاب عـن جميـع فـروع الرياضيـات المعروفـة آنـذاك. يحتـوي عملـه علـى كائنـات رياضياتيـة مكافئـة أو شـبه مكافئـة تقريبًـا للمتناهيـات في الصغـر، والمشـتقات، ونظريـة القيمـة المتوسـطة، ومشـتق دالـة الجيـب. لذلـك يتوقـع أن يكـون اختـراع حسـاب التفاضـل والتكامـل موضوعًـا مثيـرًا للجـدل بـين مؤرخـي الرياضيـات. [Plofker, 2001]

الرياضيـات عنـد العلمـاء العـرب والمسـلمين

الرياضيات، من العلوم التي برع فيها العرب والمسلمون، وأضافوا إليها إضافات كانت من جملة أسباب تطور هذا العلم في العصر الحديث. فقد تقدم هذا العلم بفضل العرب خلال (القرنين التاسع والعاشر للميلاد). فبعد أن اطلعوا على حساب الهنود أخذوا عنهم نظام الترقيم بدلاً من نظام الترقيم المعتمد على حساب الجُمَّل.

• الحسـاب

علم الحساب هو الاسم الذي أطلقه العرب على جميع مواضيع هذا العلم. ويقال لمن يمارسه الحاسب أو الحسَّاب. والحساب أحد العلوم الرياضياتية أو التعليمية الأربعة، وهي تشمل، كما كان الحال قديمًا؛ الحساب والهندسة والفلك والموسيقى.

وقد نقل علماء الهند إلى بلاط بغداد نحو (عام 770 م) مؤلفاتهم في الفلك المعروفة (بسدهانتا)، ونقلوا معها معارفهم في الحساب وخاصة طريقة العد الهندية، ومنها الصفر (بالسنسكريتية سونيا، وتعني الفراغ أو الخواء). على أن البحوث الحديثة قد جوزت أن يكون العلم بطريقة العد الهندية ذات الصفر قد انتشر قبل ذلك في بلاد الشام، وأن يكون الأمويون الذين فتحوا شمالي إفريقية والأندلس قد نقلوا معهم أرقام الغبار القديمة من الشام إلى الغرب، قبل أن تنتشر الأرقام الحديثة من بغداد الى المشرق.

مع أن هذه الأرقام الهندية كانت معروفة في بعض دوائر أهل العلم، إلا أن الغالبية الكبرى من الحاسبين العرب وفلكييهم كانوا يتوجسون من أن تكون لهم أية صلة بهذا الابتكار الهندي البارع. ويصدق هذا تمامًا على الأرقام

العربيـة. فقـد كانـت تنـازع الأرقـام الرومانيـة في بـطء شـديد بعـد ذلـك، أي إبـان العصـور الوسـطى المسـيحية، وكانـت غالبيـة مـن ألفـوا في الحسـاب العربـي في (القـرن الحـادي عشـر)، لا يزالـون يكتبـون أسـماء الأرقـام كلهـا.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩

الأرقـام العربية المشـرقية (الهندية) في الأسـفل، والأرقام العربية المغربية (الغبارية) في الأعلى.

ونذكـر مـن أنصـار هـذه المدرسـة المحافظـة، أبـا بكـر محمـد بـن الحسـن الكرخـي (970 – 1036 م) صاحـب كتـاب «الـكافي في الحسـاب». وهنـاك مخطـوط مـن هـذا الكتـاب في مكتبـة غوتـه، نشـر ترجمتـه الألمانيـة هوشـهايم Hochheim بـين (عامـي 1878–1880 م). واسـتخدم آخـرون، وخاصـة أصحـاب الأزيـاج، الطريقـة السـامية واليونانيـة، وهـي اسـتعمال أحـرف الهجـاء للدلالـة على الأرقـام. ونذكـر مـن أنصـار اسـتخدام الأرقـام الهنديـة في الحسـاب محمـد بـن موسـى الخوارزمـي (780 – 840 م)، وهـو صاحـب أقـدم مـا نعـرف مـن كتـب الحسـاب، وأقـدم مـا نعـرف مـن كتـب الجبـر والأزيـاج الفلكيـة. وقـد قـام كاتـب مجهـول بنقـل كتـاب الخوارزمـي في الحسـاب إلـى اللغـة اللاتينيـة، ونشـر بونكمبانـى Bon Compagni هـذه الترجمـة بعنـوان Trattati d'arithmetica في رومـة (سـنة 1857م).

وممـن اسـتعملوا الأرقـام الهنديـة عليّ بـن أحمـد النسـوي (980 – 1040م)، وهـو معاصـر للكرخـي، وصاحـب كتـاب «المقنـع في الحسـاب الهنـدي»، ولـم ينشـر هـذا العمـل كاملاً. في هذيـن الكتابـين المتعاصريـن، وهمـا «الـكافي والمقنـع». جاهـدت كل

من هاتين المدرستين أن تكون لها الغلبة والسيادة، ويظهر أن الحساب الهندي أهمل في الشرق مدة طويلة، أما في الغرب فقد استطاع أن يحتفظ بمقامه. ونذكر من تواليف عرب المغرب في الحساب؛ الكتب الآتية:

- «الكتاب الصغير في الحساب» لأبي زكريا محمد الحصّار، ولعله عاش في (القرن الثاني عشر).
- «التلخيص»، وهو تلخيص للكتاب السابق بقلم ابن البناء (1260 – 1340م). وقد نشر مار A. Marre ترجمة فرنسية لهذا التلخيص في رومة (سنة 1865م)، وظهر لأول مرة في (سنة 1864م).
- «كتاب كشف الأسرار عن علم الغبار» لأبي الحسن عليّ القلصادي (توفي بتونس عام 1486م). وقد نشر فوبكه Woepcke ترجمة فرنسية لهذا الكتاب، ونشر هذا الكتاب بالعربية في فاس عام (1315هـ /1897 – 1898م).

لقد خالف محمد بن موسى الخوارزمي الهندوس، فبدأ عملية الجمع والطرح من الجانب الأيسر. وتقتضي هذه الطريقة محو الأرقام التي على اليسار، وكان ذلك ميسورًا على العرب لاعتيادهم استعمال لوحة الغبار في الحساب، أما القلصادي فهو أول من بدأ تلك العمليتين من اليمين. وتطلب الأمر ستة قرون كاملة حتى تحل هذه الطريقة الطبيعية البسيطة نهائيًا محل الطرائق الأخرى، ولكن ليس من شك في أن الحاسبين العمليين في جهات مختلفة كانوا خلال هذه الفترة يأخذون بهذه الطريقة الطبيعية.

وبقي عليّ بن أحمد النسوي يستعمل الخط الأفقي للدلالة على الكسور، ذلك أنه قنع كما قنع الهندوس بوضع البسط فوق المقام. وكان أبو زكريا محمد الحصّار أول من كتب الكسور في صورتها الحاضرة مستعملًا الخط الأفقي. وكان الفلكيون في حساباتهم يستعملون في الغالب الكسور الستينية كما فعل البابليون والروم من قبلهم.

وقد استخرج الجذر التربيعي بالطريقة نفسها التي نستخرجه بها في الوقت الحاضر. وعبر العرب عن الجذور الصماء بصيغة الكسور العادية تقريبًا، لأنهم لم يكونوا على دراية بعد بالكسور العشرية. ولم يهتدوا إلى علامة خاصة بالجذر التربيعي إلا على يد القلصادي الذي استعمل للدلالة عليه الحرف الأول من كلمة جذر.

ويشمل الحساب العربي تطبيقات للعمليات الأساسية المستعملة في الحياة اليومية، وفي الأغراض التجارية، وفي الهندسة أيضًا، أي حساب المساحات والأحجام.

ومما يدخل في موضوع الحساب النظري، وإن كان يتعلق في الغالب بكتب الحساب العملي؛ الطرائق المتبعة في اختبار صحة العمليات الحسابية (أي اختبار العمليات بإطراح العمليات الحسابية، أي بإطراح السبعات والتسعات)، وجميع المتواليات الحسابية والهندسية، وجميع الأرقام الخاصة بالجذور التربيعية والتكعيبية، ومربع مربع الكمية، وكذلك النظريات الخاصة بالأرقام الكاملة والنسبية الخ ...

لقد قسّم الفارابي في كتابه «إحصاء العلوم»، علم الحساب (علوم التعاليم) إلى سبعة فروع كبيرة على رأسها (علم العدد). ويقول الفارابي إنه يوجد في الحقيقة علمان للعدد: «علم عملي وآخر نظري»، وهو يستوحي بعض فقرات من أفلاطون فيشرح العلم الأول؛ بأنه يبحث في الأعداد من حيث هي أعداد لمعدودات مثل رجال وخيول ودنانير، أما العلم الآخر؛ وهو الذي يطلق عليه بحق لفظ علم، فإنه يبحث في الأعداد المجردة من الأشياء المحسوسة.

ويضيف الفارابي إلى ذلك؛ أن العلم النظري للعدد يختص بالطبائع الكامنة في الأعداد بأعيانها سواءً كانت أزواجًا أو أفرادًا، كما يختص بالطبائع التي تكتسبها الأعداد حين يضاف بعضها إلى بعض، أو يتركب بعضها على بعض، أو ينفصل بعضها من بعض.

إلا أننا نجد بصفة عامة في كتب الحساب العربية تفرقة أخرى من أصل يوناني أيضًا، بين «علم العدد» و«علم الحساب» تضاهي التفرقة بين المفهومين الإغريقيين «آلو أريثمتيكى تكنى» و «آلوجيوتيكى تكنى». والموضوعات التي عولجت في «علم العدد» هي موضوعات الأبواب السابع والثامن والتاسع، نفسها من «كتاب الأصول» لأقليدس، (ترجم لأول مرة في عهد هارون الرشيد على يد الحجاج بن يوسف بن مطر)، ومقدمة الأريثماطيقى لنيقوماخوس المنسوب إلى كيراسا. وقد نهج الكتاب العرب بصفة عامة نهج أسلافهم الإغريق فرأوا أن المقادير التخيلية، وهي موضوع الفصل العاشر من «كتاب الأصول»، تدخل في الهندسة أكثر من دخولها في الحساب، ولو أن بعضهم، مثل عمر الخيام، قد اتخذ خطوات لها مغزاها نحو اعتبار المقادير التخيلية أعدادًا. أما علم الحساب فيختص أساسًا بالعمليات الحسابية الجوهرية، وعمليات استخراج الجذور. ومع ذلك فإنه تمشيًا مع المفهوم العام للحساب الذي يختص بإيجاد الكميات المجهولة عدديًا من الكميات المعروفة، فإن كتب الحساب تتضمن في العادة فصولًا في القضايا الجبرية. والحق أن عددًا من الرسائل في الحساب قد انصرفت انصرافًا تامًا أو يكاد إلى الجبر. والشواهد على ذلك: «طرائف الحساب» لأبي كامل شجاع بن أسلم (توفي 287هـ /900م)، و«الكافي والبديع» وكلاهما لأبي بكر محمد بن الحسن الكرخي (توفي 390هـ /1000م)، و«الباهر في علم الحساب» للسموأل بن يحيى المغربي (توفي نحو سنة 570هـ /1175م). وقد يلاحظ أن هذه الرسائل جميعًا تختلف عن الكتب التي تتناول طرائق الحساب الهندي، ذلك أن الأعداد فيها تكتب أساسًا بالكلمات، وبالتطبيق لمصطلح «علم حساب النجوم» يمكن القول إنّ مصطلح «الحاسب» يدل على الفلكي أو المنجم أو العالم بالحساب.

وقد قام ثابت بن قرّة الحراني (توفي 288هـ /901 م)، بترجمة مقدمة نيقوماخوس إلى العربية، وسرعان ما حظيت الترجمة بالشهرة التي حظيت

بها المقدمة في العصور القديمة المتأخرة. وعن طريقها عرف علماء الحساب في الإسلام عرضًا منهجيًا للعلم الفيثاغوري في الحساب، أي ارتباط الحساب بالموضوعات الأخرى للأسطقسات (الهندسة والفلك والموسيقى)، وتصنيف العدد إلى تام وزائد وناقص، وكذلك إلى أعداد متحابة ومتواليات... إلخ. ويظهر تأثير هذا العمل في كتابات إخوان الصفا إذ تبدأ رسالتهم الأولى بالعدد. وهذه الرسالة ليست في معظمها إلا شرحًا للمقدمة، وهي تستشهد كثيرًا بنيقوماخوس وفيثاغورس، ويقول إخوان الصفا: «إن الحساب هو المرحلة الأولى في الطريق إلى الحكمة، وهو دراسة لخواص الأشياء الموجودة بدراسة وحدانيات الأعداد التي تطابق هذه الأشياء: والأشياء الموجودة تتفق وطبيعة الأعداد، بل إننا حين نصنف الأعداد تصنيفًا تقليديًا كتصنيفها آحاد وعشرات ومئات وآلاف فإن هذا التصنيف يستوحي نمطًا كونيًا في الطبيعة، وفي هذه الحالة يكون التصنيف كما يأتي: الطبائع الأربع، فالعناصر الأربعة، والأخلاط الأربعة. والأصل في العدد الواحد هو الواحد الأحد، وكما أن الأشياء جميعًا تصدر عنه فكذلك يكون الواحد هو مبدأ كل الأعداد، ولكنه ليس عددًا في ذاته». ومثل هذه التأملات لا توجد في الكتابات العلمية فحسب، ذلك أن عمر الخيام أيضًا، وهو من أئمة علماء الرياضيات في الإسلام، كان يرى أن دراسة الرياضيات التي تعد أنقى نواحي الفلسفة، هي الخطوة الأولى في السلم المؤدي إلى المعاد ومعرفة الماهية الحقة للوجود. ويجب أن نذكر أن مترجم مقدمة نيقوماخوس كان من أقدر علماء الرياضيات في (القرن الثالث الهجري /التاسع الميلادي)؛ على أن المرء ليعجب من ندرة ما كتب في «علم العدد» ذاته. ونحن نجد رسالة موسعة بعض الشيء في هذا الموضوع وهي «مراسم الانتساب في علم الحساب»، التي كتبها في دمشق، يعيش بن إبراهيم بن يوسف الأموي الأندلسي (عام 774هـ /1373هـ) وهي تشمل دراسة للأعداد الهرمية. وقد كتب ثابت بن قرة رسالة قائمة بذاتها عن الأعداد المتحابة. وكذلك فعل كمال الدين

الفارسي. وقد رد ثابت بن قرة على الرأي الذي يذهب إلى أن اللانهائي لا يمكن أن يكون أكبر من لا نهائي آخر، فضرب مثل الأعداد، ملاحظًا أن جنس الأعداد الطبيعية وجنس الأعداد الزوجية كلاهما لا نهائي، في حين أن الجنس الثاني ضعف الأول، ثم قال إن مجموعة لا نهائية من أعداد قد تكون في الحق جزءًا ما في مجموعة لا نهائية أخرى.

وأول رسالة في أوائل الحساب الهندي هي رسالة كتبها محمد بن موسى الخوارزمي نحو (سنة 210هـ/ 825 م)، ولم يبق من هذه الرسالة إلا عدد من النقول اللاتينية، نقلت عن ترجمة يرجح أنها صنعت في (القرن الثاني عشر الميلادي)، وثمة ترجمة من هذه يمثلها مخطوط وحيدٌ من (القرن الثالث عشر الميلادي) محفوظ في كمبردج، ونشر هذا المخطوط أول ما نشر بمعرفة بونكومبانى.

ويشرح النقل الأول النسق الوضعي للقيمة العشرية للعد اللفظي، بالرغم من عدم وجود الأرقام الهندية التسعة في مخطوط كمبردج الذي يستخدم الأرقام الرومانية فحسب.

أما الصفر فيمثل هنا بدائرة صغيرة (Circulus)، ووظيفته الإشارة الى مكانٍ خالٍ، وعند إجراء العمليات الحسابية الأساسية توضع الأرقام؛ أحدها فوق الآخر، ويشرع في العمل من اليسار، ثم يحدث المحو والنقل للأرقام من مكانها؛ مما يدل على أن العمليات كانت تجرى فوق لوح يعلوه الغبار. ومن أخص ملامح الرسالة أن عمليتي التضعيف والتنصيف كانتا مستقلتين، وهذا النهج بقي الحاسبون العرب يتبعونه حتى عصر الكاشي في (القرن التاسع الهجري/ الخامس عشر الميلادي)، وإن لم يتبعه الكرخي وابن البناء نحو (سنة 619هـ/ 1222م)، أو القلصادي، وإن بقي يتبعه كثير من الكتَّاب في أوربا حتى (القرن السادس عشر).

ومـن المقدمـات الأولـى للحسـاب علـى النمـط الهنـدي، بقيـت مقدمـة أبـي الحسـن كوشـيار بـن لبـان الجيلـي، وعنوانهـا «أصـول حسـاب الهنـد»، وقـد صنفهـا سـنة (390هـ /1000م)، وهـذه المقدمـة مـن جزأيـن، الأول يقـدم الأرقـام التسـعة مـع مبـدأ قيمـة الوجـود العشـري، وتشـير دائـرة صغيـرة (الصفـر) إلـى خلـو عـدد مـن الوضـع المكانـي (أي المرتبـة) الـذي يشـغله. ثـم يبـدأ كوشـيار في إجـراء الجمـع (أي الزيـادة) والنقصـان (أي عمليـات الطـرح) والضـرب والقسـمة. أمـا عمليتـا التضعيـف والتنصيـف؛ فقـد قـال إنهمـا نوعـان آخـران مـن الزيـادة والنقصـان علـى التوالـي. ثـم يعقـب ذلـك طريقـة إيجـاد الجـذر التربيعـي (أي الجـذر) وينتهـي هـذا الجـزء بفصـل قصيـر عـن «الموازيـن»، وفيـه يسـتخدم ميـزان التسـعة لمراجعـة نتائـج عمليـات الضـرب والقسـمة، واسـتخراج الجـذر التربيعـي. أمـا الكسـور فيعبـر عنهـا هنـا مطلقًـا بالنظـام الستيني. فالنصـف مثـلًا يعبـر عنـه بثلاثيـن جزءًا مـن الواحـد الصحيـح، وعلـى ذلـك فلتنصيـف العـدد 5625 تظهـر النتيجـة كالآتـي 2812.

أمـا الجـزء الثانـي مـن الكتـاب فقـد خصـص برمتـه للتركيـب بجـدول السـتين في التقديـر (وهـو يشـمل الجـذر التربيعـي)، بمسـاعدة جـداول الضـرب للأعـداد مـن واحـد الـى سـتين (وهـي مفقـودة في النسـخة الباقيـة). وفي هـذه الجـداول تتمثـل الأعـداد بنظـام أبجـد هـوز التقليديـة. علـى أن العمليـات الحسـابية ذاتهـا تسـتخدم النظـام الوضعـي الصـرف للعـد باسـتعمال الأعـداد التسـعة والصفـر. أمـا الفصـل الأخيـر مـن الرسـالة فيوضـح عمليـة اسـتخراج الجـذر التكعيبـي بالنظـام العشـري. وتجـرى العمليـات الحسـابية كلهـا في الرسـالة علـى تخـت مـن الغبـار، وتتضمـن المحـو والإزاحـة للأعـداد، والنتيجـة النهائيـة هـي في الإحـلال لعـدد واحـد مـن الأعـداد المعطـاة.

على أنه حدث قبل زمن كوشيار أن دخلت في علم الحساب ابتكارات عظيمة المغزى، وهذا ماثل في «كتاب الفصول في الحساب الهندي» لأبي الحسن أحمد ابن إبراهيم الأقليدسي، وقد صنفه في دمشق سنة (341هـ /952 - 953م)، وهذا الكتاب المهم عمل عليه الباحث أحمد سعيد سعيدان، إذ درسه معتمدًا على المخطوط الوحيد المحفوظ في (يكي جامع رقم 802 باستانبول). وقد طبق الأقليدسي النظام الهندي على حساب العد القديم، وعلى النظام الستيني في الكسور، وانبرى يغير طريقة التخت والغبار ويستبدل بها المداد والورق. ولم يقتصر الأمر على ظهور بساطة هذه الطريقة، بل إن اقتران التخت بالمنجمين الذين يكتسبون رزقهم باستخراج الطوالع، فضلًا عما في عادة محو الغبار باليد من سقم، فقد أصبح هذا التغيير مرغوبًا فيه. ومن هنا فإنه من الجدير بالذكر أنه حدث في القرن نفسه الذي عاش فيه الأقليدسي أن كتب أبو الوفاء البوزجاني رسالته في أصول الحساب، ليفيد منها كتاب الحكومة وعمالها «ما يحتاج إليه الكتاب والعمال من صناعة الحساب».

وقد حرص على تحرير الطرائق الهندية التي كان يستخدمها أحيانًا من تخت الغبار والمحو. وزعم الأقليدسي أنه أول من تناول الجذر التكعيبي تناولًا كافيًا، ولكن أعجب سمة من سمات كتابه شرحه للكسور العشرية وتطبيقها، وهو ابتكار بقي ينسب حتى عهد قريب إلى الكاشي الذي عاش بعده بخمسة قرون. وقد عادت هذه الفكرة الى الظهور بصورة ما في «تكملة في علم الحساب» لأبي منصور عبد القاهر البغدادي (توفي 428هـ /1037م)، وهو الذي عبر عن العدد 17.28 بالترتيب، على أن هذا الابتكار قد ضاع بصفة عامة فيما يبدو حتى جاء الكاشي بعد الأقليدسي بخمسة قرون، فعاد إلى استحداث «الكسور العشرية» في كتابه «مفتاح الحساب»، معتبرًا ذلك كشفًا جديدًا اهتدى إليه بالقياس على النظام الستيني.

والنـص الـذي يـورده الكاشـي في كتابـه «مفتـاح الحسـاب»، (ص 123) كالآتـي: «إذا أردنـا تحويل الكسـور بالأرقـام السـتينية إلـى الأرقـام الهندية أي إلـى الكسـور الإعشـارية. نضـرب الكسـور بالأرقـام السـتينية في عشـرة، فـإن كان أول مراتـب الحاصـل أجـزاء؛ أعنـي درجًـا فهـي الأعشـار، وإن لـم يكـن أجـزاء فنضـع مـكان الأعشـار صفـرًا، ثـم نضـرب كسـور الحاصـل أي غيـر الأجـزاء في عشـرة، فـإن كان أول مراتـب الحاصـل أجـزاء، نضعهـا في المرتبـة التـي سـميناها ثانـي الأعشـار، وإن لـم يكـن أجـزاء نضـع مـكان ثانـي الأعشـار صفـرًا، ثـم نضـرب هـذا الحاصـل غيـر الأجـزاء في عشـرة، ونضـع أجـزاء الحاصـل مكان ثالـث الأعشـار بعـد أن رفـع بالأجـزاء، وعلـى هـذا القيـاس». وفي موضـع آخـر يقـول الكاشـي: «وينبغـي أن نكتـب الأعشـار في يمـين الآحـاد. وثانـي الأعشـار في يمـين الأعشـار، وثالـث الأعشـار في يمـين ثانيهمـا وهكـذا الـى حيـث بلـغ، فيكـون الصحـاح والكسـور في سـطر واحـد».

بينما أدرك الكاشـي أهمية الكسـور العشـرية أكثر بكثير من إدراك الأقليدسـي، غيـر أن الأخيـر اسـتخدم علامـة عشـرية هـي نقطـة فـوق العـدد مـكان الوحـدات، وهـي طريقـة تفـوق طريقـة الكاشـي في الدلالـة علـى الجـزء العشـري، مثـلًا بكتابتـه بلـون مخالـف أو في عمـود غيـر عمـود الجـزء الصحيـح.

وهنـاك سـمة تميـز الكتـب التـي تتنـاول الحسـاب الهنـدي، ألا وهـي اسـتخدام الأرقـام العربيـة التـي أصبحـت تقليـدًا رسّـخه العلمـاء العـرب في القـرون الوسـطى علـى اعتبـار أن أصـل هـذه الأرقـام هنـدي. صحيـح أن هـذه النسـبة إلـى الهنـد قـد أصبحـت حاليًـا موضـع اعتـراف الجميـع، إلا أن المنبـع الأساسـي لهـذه الأرقـام وطريقـة انتشـارها وتطورهـا في العالـم الإسـلامي وفي أوربـا، بقـي موضوعًـا للمناقشـة مـع كل البحـوث المسـتفيضة التـي قـام بهـا فوبكـه Woepcke وسـميث Smith و كاربنسـكي Carpinski وكاراده فـو Carra de Voux وكانـدز Gandz وكثيـر غيـر هـؤلاء. وقـد ظلـت الأعـداد في العالـم الإسـلامي باقيـة في صورتـين علـى

الأغلب: الصورة الأولى في الشرق، والصورة الثانية في الغرب. وقد جرت العادة بأن يطلق على الأعداد الشرقية اسم «الهندية»، على حين أطلق على الأخرى التي هي الأصل المباشر للأعداد الأوربية الحديثة اسم حروف «الغبار». على أنه يحدث أحيانًا أن تنعكس هذه التسمية. أو تستعمل الصفتان كلتاهما للدلالة على الأعداد الشرقية والأعداد الغربية، فابن الهائم (توفي 815هـ /1412م)، في كتابه «مرشدة الطالب إلى أسنى المطالب»، قد عاد إلى استخدام الأعداد الشرقية والأعداد الغربية وأسماهما الاثنتين الأعداد الهندية.

وثمة ملاحظة على هامش مخطوط من المخطوطات تنكر هذه التسمية بالنسبة للأعداد الغربية، وتزعم أنها من أصل رومي، وتسمّي هذه الأعداد وتلك أعداد «الغبار» «مخطوط بمكتبة جامعة برنستون 3940، وتاريخه (981 هـ/1573م)، ورقة رقم 1 وجه». ويجب أن نبحث هذا الزعم مرتبطًا بالنظرية التي قدمها فوبكه وأيدها كاندز، وهي تقول إن أرقام الغبار نشرها القائلون بالأفلاطونية الحديثة، وأن العرب عرفوها عن طريق الرومان. أما فيما يختص بالنمط الغربي للأعداد فإن يحيى بن تقي الدين بن إسماعيل الحلبي (نحو سنة 1019هـ/ 1610م)، يقول في كتابه «مسلك الطلاب في شرح نزهة الحساب»، إن هذه هي الغبارية، ويقال لها أيضًا الهندية، ولكن استعمالها غلب بين أهل المغرب وبين من اتبعوهم «مخطوط مكتبة جامعة برنستون رقم 3407 وتاريخه (1037هـ/ 1627 1628–م)، (ورقة رقم 82 ظ) ».

وكلا النمطين من الأعداد كان معروفًا للعرب قبيل (سنة 733 م)، إن لم يكن أقدم من ذلك، على أنه يمكن أن نلاحظ أنه ما من أحد حتى اليوم قد وجد في الرسائل العربية عن الحساب أية إشارة إلى مؤلفين من الهنود أو أسماء كتب هندية، والأمر على خلاف ذلك في الكتابات العربية في الفلك. زد على ذلك أن هذه الرسائل ليس فيها أي أثر للتقسيم الهندي للحساب إلى نحو

من عشرين عملية، وإنما هي تميل إلى أتباع التقسيم الرومي المألوف، وهي في تسميتها للقوى التي تعلو التربيع والتكعيب فإنها تأخذ بالجمع على غرار ما نجده عند ديوفنطس، ولا تأخذ بالضرب كما هو الحال في مألوف الطريقة الهندية. ذلك أنها تعبر عن القوى السادسة مثلا بـ «كعب الكعب» (باليونانية كوبسكوبوس)، ولا تقول «مربع الكعب» أو «مكعب التربيع». ومن جهة أخرى نجد أن عبارة «حساب التخت والتراب» هي المرادف الواضح للسنسكريتية «باطيكنتا» و«دهولى كرما». وهناك نظير في الاستعمال السنسكريتى بالقول «الجمع والتفريق» أو («الضم والتفريق» بعبارة ابن خلدون)، اصطلاحان يدلان دائمًا في الرسائل الباقية على الجمع والطرح، ويمكن أن يدلا أيضًا على علم الحساب برمته، ومن هنا جاء تعريف الحساب في إخوان الصفا بأنه «جمع العدد وتفريقه». ويروى أن الخوارزمي كتب كتابًا في «الجمع والتفريق»، ومن الجائز أنه لم يقتصر على العمليات الأولية من جمع وطرح.

إن أول من ذكر شكل الأرقام هو ابن الياسمين المغربي (توفي 1204م)، في كتابه «تلقيح الأفكار في العمل برسوم الغبار»، وميزها عن الأرقام المشرقية التي تسمى أيضا الأرقام العربية المشرقية أو الأرقام الهندية. وكتب الشيخ عبد الرحمن الأخضري الجزائري عنها في نظمه «الدرة البيضاء في أحسن الفنون والأشياء»:

حروفها معلومة مشهورة　　من واحد لتسعة مذكورة
وجعلوا صفرا علامة الخلا　　وهو مدور كحلقة جلا

وتنتشر الأرقام العربية من شرق ليبيا إلى الساحل المغربي المطلّ على المحيط الأطلسي، وفي منطقة الساحل الأفريقي جنوب الصحراء الكبرى، فيما

تنتشر الأرقام الهندية في جميع بلدان المشرق العربي وفي طليعتها مصر، التي تعمل مطابعها وأجهزتها الإدارية بهذه الأرقام.

ولا يزال أصل هذه الأرقام لغزًا، حيث سادت فرضية الأصل الهندي للأرقام، فيما ظهرت أصوات أخرى تنافس هذه الفرضية. حيث ينسب معظم المؤرخين الغربيين أصل الأرقام العربية إلى البيزنطيين أو اليونانيين، ومنهم، كما بعض العرب، ينسبونها إلى الهند.

لكن المستشرق البريطاني وليام مونتغمري واط وهو عالم معروف باعتداله وبقدر مقبول من الإنصاف، يرجّح بشكل صريح نسبة الأرقام الحديثة إلى العلماء العرب.

عملة مغربية فيها أرقام عربية، صُكّت سنة 1290 للهجرة.

كما أن المستشرق الفرنسي البارون كارا دي فو (توفي 1867م)، لم يجد بدًّا من الاعتراف بفضل العلماء العرب في هذا المجال، خاصة العالم الخوارزمي الذي نظم للمأمون ملخص جداول فلكية هندية عرفت باسم «سند هند»، وتُرجمت إلى اللغة العربية في عهد الخليفة المنصور، كما أسس علم الجبر، وتعتبر أعماله الأولى من نوعها في الحساب باستخدام نظام العد العشري المرتبط بالأرقام العربية.

وقد برهنت الدراسات العلمية المتخصصة في تاريخ الأعداد الحسابية أن الأرقام العربية هي ابتكار ظهرت أولى بوادره في المناطق التي استوطنتها شعوب عربية، سواء تعلق الأمر بالشرق الأدنى القديم أو شمال أفريقيا أو شرقي حوض البحر المتوسط.

ويرى الباحث الجزائري أحمد بوسنة صاحب كتاب «الحقيقة حول أصل الأرقام، من أجل فلسفة أخرى لتاريخ العلوم»، أن الأرقام العشرة التي نستخدمها ما هي في الحقيقة سوى عشرة حروف عربية مرتبة حسب الترتيب الأبجدي، تم تعديل أشكالها بعض الشيء.

كما تنتشر نظرية فحواها أن رموز أرقام الغبار (العربية)، تحسب عدد زوايا الشكل الهندسي الممثل لرمز الرقم. ويقول الباحث الجعماطي إن مبدأ حساب قيمة الرقم يعتمد على تعداد الزوايا التي يشتمل عليها، ما عدا في حالة الصفر الذي لم يخضع لهذا المبدأ. وقد أطلق الغرب المسيحي «الصفر» على جميع الأرقام، وذلك عقب تلقيه لهذا النظام الحسابي عن العرب في الأندلس وصقلية، وتعرفه على أشكال الأرقام العربية من خلال ترجمة الجداول الفلكية من قبيل جداول طليطلة الفلكية، التي ترجمت إلى اللغة القشتالية انطلاقًا من نصوص عربية.

فيما يرى الباحث أحمد بوسنة أن فرضية الزوايا جذابة لكنها خاطئة، لأن منطلقها هو شكل الرقم الحديث، فيما الواجب أن يكون منطلق التفكير هو

رمز رقم الغبار الأصلي كما كان في المغرب العربي وقبل أن ينتقل إلى أوروبا، ذلك أن الرقمين 4 و5 لا يحسبان عدد زوايا الشكل الهندسي للرقم.

لقد ساد العالم الإسلامي قبل انتشار الطرائق الهندية في الحساب ضرب من الحساب سماه الأقليدسي «حساب الروم والعرب». وقد وضعت الكتب التي تتناول هذا الحساب، مثل «رسالة البوزجاني»، التي أشرنا إليها آنفا، قواعد لإجراء العمليات الحسابية، تشمل تعيين الجذور التربيعية على نحو تقريبي، وقد جرى الأمر على أن تجري هذه العمليات في الذهن، والنتائج الجزئية التي تتحصل في عملية الوصول إلى الحل النهائي لمسألة من المسائل كانت تستذكر بعقد الأصابع في أوضاع معينة.

سلسلة الأرقام الغبارية (العربية) مرتبة على أساس الزوايا؛ كما في بعض الساعات الرقمية أو الحواسيب في هذه الأيام. فالرقم واحد به زاوية واحدة واثنان زاويتان وهكذا

وهذه السمات هي التي جعلت هذا الحساب يسمى «حساب اليد» و«حساب العقود» و«الحساب الهوائي». وعند التعامل مع الكسور فإن حساب اليد يأخذ بالنظام الستيني، أو يقوم بتحويل الكسور إلى أجزاء من وحدات القياس المحلية من عملات نقدية أو مقاييس (فإذا كان الدرهم 24 قيراطًا، والقيراط 8 حبات، والحبة 16 رزات مثلًا، عبروا عن الأعداد الصحيحة بالدراهم، وعن الكسور بالقراريط والحبات بالأرزات، فالقيراط = 1/ 24، والحبة = 24 × 1/ 8، والرزات 24 × 8 × 1/ 6 من الدرهم).

وثمة نظام آخر يستعمله هذا الحساب، مستوحى فيما يظهر من خصائص تتميز بها اللغة العربية، وبمقتضى هذا النظام يعبر عن الكسور: 1/ 3، 1/ 4 .... 1/ 10 فحسب، بكلمات مشتقة من مقاماتها (الثلث عن ثلاثة وهكذا، أما النصف فلا يشتق من اثنين ومن ثم يطلق عليه «الموضوع» وهو ما جرى به العرف).

هذا ويمكن تحويل بعض الكسور إلى كسور مساعدة مشتقة من المجموعة الأولى، فمثلا الكسر 1/ 12 هو نصف السدس. أما الكسور الأخرى مثل 1/ 11، 1/ 13 فلا يمكن التعبير عنها على هذا النحو، ولهذا فإنه يطلق عليها وعلى مقاماتها تسمية «أصم». وبهذا المفهوم قال إخوان الصفا عن العدد 11 إنه أول الأعداد الصماء.

وللتعبير عن الكسر 1/ 11، يقال: جزء واحد من أحد عشر. وفي بعض النصوص الأخرى استعمل اللفظ «أصم» للدلالة على كلمة «أرتيوس» عند أقليدس في إطلاقها على العدد مثل 2، الذي لا يمكن القول بأنه النسبة بين عددين مجردين.

وقد ظلت الرسائل في حساب العدد تصنف حتى بعد أن تبينت فوائد الحساب الهندي، وكان الهدف العام للحساب العربي بل ربما كان أهم ما

حققوه، هو صهر الطرائق المختلفة المتاحة لهم في بوتقة واحدة لإيجاد نسق واحد للحساب يقوم على التطبيق المناسب للنظام العشري مع استخدام الأعداد الهندية. وكانت إحدى هذه الطرائق هي الجداول الستينية القديمة التي تأثر بها العرب تأثرًا قويًا في كتبهم عن الحساب، نتيجة ترجمة المؤلفات الإغريقية في الفلك. على أننا نجد مرة أخرى أن الطرائق الستينية في الحساب هي وحساب الجمل الذي اقترن بها بقيت مستعملة في جميع الأحوال عند علماء الفلك المسلمين. وبفضل هذه الحقيقة نكاد لا نجد رسالة مهمة في الحساب العربي إلا وأفردت فصلًا تتناول فيه المنهج الستيني، ويقال كذلك أحيانا «حساب المنجمين» و«حساب الزيج» أو «حساب الدرج والدقائق». وثمة رسالة متأخرة، وإن تكن شاملة، انصرفت إلى الكلام على هذا المنهج هي «رقائق الحقائق في معرفة الدرج والدقائق»، لسبط المارديني، توفي بعد (عام 891هـ /1486م)، وفيها ذكر المؤلف أن الكتاب الوحيد المناسب في الحساب الستيني فيما شاهده هو رسالة لشيخه شهاب الدين أحمد بن المجدي (مكتبة جامعة برنستون، مخطوط رقم 3325، ورقة 1و).

وفي الكتب العربية التي تتحدث عن الحساب تحل «الموازين» (لتوضيح مفهوم الميزان أو حساب امتحان يعرف بالميزان، وطريقته أن نجمع مفردات العدد من غير اعتبار المراتب، نطرح منه تسعة تسعة الى أن تبقى تسعة أو أقل منها، فما بقي ميزان ذلك العدد. مثاله: إذا أردنا أن نأخذ ميزان هذا العدد 64578، جمعنا الثمانية والسبعة والخمسة والأربعة والستة، وطرحنا من المجموع تسعة، تسعة، فتتبقى ثلاثة، هي ميزان ذلك العدد) محل البراهين عينها، على النقيض من الرسائل العربية في الجبر التي تتبع تقليدًا إغريقيًا، فتعتمد في كثير من الأحوال على البراهين الهندسية. ويظهر ميزان التسعة في أقدم الكتب الباقية، نجده في الأقليدسي وفي كوشيار، وظل هذا الميزان مستعملًا من يومها. أما أبو زكريا محمد الحصار، في (القرن السادس الهجري

/الثاني عشر الميلادي) فيما يرجح، كان يستخدم ميزان السبعة. وقد استعمل ابن البناء في كتابه التلخيص ميزان الثمانية وميزان التسعة، واستخدم الأموي ميزان الأحد عشر. أما القلصادي فقد استخدم طريقة استنزال السبعات مع الربط بينها وبين عمليات الطرح، ويقول إنه يمكن استخدام أعداد أخرى. وقد اعترف بأن هذه الطرائق لها حدود. وأما الكاشي الذي لم يستخدم إلا ميزان التسعة فإنه يقول إن بعض النتائج جاءت غير صحيحة، ولكن ليس معنى ذلك أن الطريقة صحيحة. ومثل هذا القول جاء في كتاب الخوارزمي.

لقد قسّم العرب الأعداد أيضًا إلى (عادٍّ) واحد و(مَعْدُود) بقية الأعداد. وكان هذا من وحي فلسفة إخوان الصفا التي تقول: «الواحد أصل الأعداد ومنشؤها؛ تأتي جميعها منه وهو مخالف لها. وتنشأ الأعداد من الواحد صعودًا: 1، 2، 3، 4... إلخ؛ وهبوطًا 2/1، 4/1، 8/1، 16/1، ... إلخ». كما قسّم علماء الرياضيات العرب الأعداد إلى أزواج (زوجية) وأفراد (فردية)، وبيّنوا أنواعها بالتفصيل، وقسّموا العدد إلى أربعة أنواع: تام، وزائد، وناقص، ومتحاب؛ فالتام هو الذي إذا جمعت عوامله فحاصل الجمع يساوي العدد نفسه؛ فمثلاً عوامل 28 هي: 1، 2، 4، 7، 14، فإذا جُمعت صارت 28. والزائد هو الذي إذا جمعت عوامله كان حاصل الجمع أكبر من العدد نفسه؛ فمثلاً عوامل العدد 12 هي: 1، 2، 3، 4، 6، فإذا جُمعت صارت 16؛ أي أكبر من العدد 12. والناقص هو الذي إذا جُمعت عوامله كان حاصل الجمع أقل من العدد، فمثلاً عوامل العدد 10 هي: 1، 2، 5، فإذا جُمعت صارت 8؛ أي أقل من العدد 10. أما الأعداد المتحابة؛ فهي أزواج من الأعداد يكون مجموع عوامل أحدها يساوي الثاني، ومجموع عوامل الثاني يساوي الأول؛ فمثلاً العددان 220 و284 متحابان لأن عوامل 220 هي: 1، 2، 4، 5، 10، 11، 20، 22، 44، 55، 110، وحاصل جمعها 284، وعوامل 284 هي: 1، 2، 4، 71، 142 وحاصل جمعهما 220.

كان العـرب أول مـن اكتشـف علامـة الكسـر العشـري، وكان أول ذكـر لهـا في كتـاب غيـاث الديـن جمشـيد الكاشـي (تـوفي نحـو 828هـ/ 1424م)، بعنـوان «كتـاب مفتـاح الحسـاب»، وكان ذلـك قبـل 175 سـنة مـن سـتيفن الـذي ينسـب لـه هـذا الاكتشـاف. وقـد ذكـر الكاشـي النسـبة بـين محيـط الدائـرة وقطرهـا π (أو ط) بالكسـر العشـري، وذلـك في كتابـه «الرسـالة المحيطـة»، وقـد أعطـى قيمـة 2 ط لسـتة عشـر رقمًـا عشـرياً كمـا يلـي:

2 ط = 6,283185071795865.

أي أن ط = 3,1415925358979325

ولم يسبقه أحد في الوصول إلى هذه النسبة الدقيقة.

توصـل علمـاء الرياضيـات العـرب والمسـلمون إلـى طرائـق ميسّـرة لإجـراء شـتى العمليـات الحسـابية؛ ففـي الجمـع مثـلًا كانـت لديهـم طرائـق مختلفة لجمـع الأعداد، بعضهـا يمكـن اسـتخدامه الآن في المـدارس الابتدائيـة، وتتلخـص في زيـادة خانـة قبـل المجمـوع تسـمى خانـة المحفوظـات.

وفي القسـمة والضـرب اسـتخدموا طرائقـا عديـدة يـكاد بعضهـا يطابـق مـا نسـتخدمه اليـوم.

ويقول ليوناردو فيبوناتشي، أحد علماء الرياضيات الإيطاليين في (القرن السابع الهجري/ الثالث عشر الميلادي)، أنه تعلّم طريقة القسمة لأول مرة من أساتذته علماء العرب والمسلمين في صقلية. وأن تطويرهم لطريقة القسمة تنم عن خبرة رياضياتية عظيمة لا يستهان بها. أما في الضرب فقد ابتكروا طرائقا عديدة بعضها فيه الطرافة أو ما يمكن أن نطلق عليه رياضيات التسلية عند العرب. من أطرف هذه الطرائق وأمتعها طريقة الشبكة، وقد وردت في كتاب «خلاصة الحساب» لبهاء الدين العاملي (توفي 1031هـ/ 1622م). فمثلاً لضرب 235 × 47 نتبع ما يلي: نرسم

مستطيلاً مقسمًا إلى 3 خانات أفقية وخانتيْن رأسيتيْن، نضع الرقم 235 أعلى المستطيل على الخانات الأفقية، ونضع العدد 47 على يسار الخانتين الرأسيتيْن. ثم نضرب العدد 7 × 2 ونضع الحاصل 14 في الخانة الأولى تحت العدد 2، ونضرب 7 × 3 ونضع الحاصل 21 في الخانة الثانية، ثم نضرب 7 × 5 ونضع الحاصل 35 في الخانة الثالثة. كذلك نضرب الـ 4 في كل من 2، 3 و5، ونضع حاصل ضرب كل منها في خانات الصف الثاني، وبجمع الأعداد نحصل على حاصل الضرب وهو 11045.

وتوجد طرائق كثيرة غير هذه، فيها المتعة والصعوبة التي يعشقها المهتمون بالرياضيات، كان العرب يطلقون عليها اسم (الملح الاختصارية).

بعد أن توسع العرب في بحوث النسبة استفادوا من الفرع الثالث فيها، وهو النسبة التأليفية، واستخرجوا منها الأنغام والألحان. من أمثال ذلك ما أورده إخوان الصفا: «نغمة الزير رقيق خفيف، ونغمة اليمّ غليظ ثقيل؛ والرقيق ضد الغليظ، والخفيف ضد الثقيل وهما متباينان متنافران لا يجتمعان ولا يأتلفان إلا بمركب ومؤلف يؤلفهما، ومتى لا يكون التأليف على النسبة لا يمتزجان ولا يتحدان، ولا يستلذهما السمع، فمتى ألفا على النسبة ائتلفا وصارا كنغمة واحدة لا يميز السمع بينهما، وتستلذهما الطبيعة، وتسر بهما النفس». وعدّ العرب الموسيقى من بين العلوم الرياضياتية، وكانت الرياضيات عندهم فرعًا من فروع الفلسفة، ويبدو ذلك جليًا عند ابن خلدون إذ يقول في المقدمة: «وعلم الموسيقى هو معرفة نسب الأصوات والنغم بعضها من بعض، وتقديرها بالعدد، وثمرته معرفة تلاحين الغناء».

كان إخوان الصفا من أفضل من تناول موضوعات التناسب وكيفية استخراج المجهول بوساطتها، بل ربطوا بينها وبين الميكانيكا وسائر فروع علم الفيزياء

والمثلثات والفلك. ومن فوائد النسبة لديهم: «... ما يظهر في الأبعاد والأثقال من المنافع... ومن أمثال ذلك ما يظهر في ظل الأشخاص من التناسب بينها، وذلك أن كل شخص مستوي القَدّ، منتصب القوام، فإن له ظلا، وأن نسبة طول ظل ذلك الشخص إلى طول قامته في جميع الأوقات كنسبة جيب الارتفاع في ذلك إلى جيب تمام الارتفاع سواء. وهذا لا يعرفه إلا المهندسون أو من يحل الزيج؛ وهكذا توجد هذه النسبة في جر الثقيل بالخفيف، وفي تحريك المحرك زمانًا طويلاً بلا ثقل ثقيل. وذلك ما يظهر أيضًا في الأجسام الطافية فوق الماء ما بين أثقالها ومقعر أجرامها في الماء من التناسب؛ وذلك أن كل جسم يطفو فوق الماء، فإن مكانه المقعر يسع من الماء بمقدار وزنه سواء. فإن كان ذلك الجسم لا يسع مقعره بوزنه من الماء، فإن ذلك الجسم يرسب في الماء ولا يطفو وإن كان ذلك المقعر يسع بوزنه من الماء سواء؛ فإن ذلك الجسم لا يرسب في الماء، ولا يبقى منه شيء ناتئ عن الماء، بل يبقى سطحه مستويًا مع سطح الماء سواء. وكل جسمين طافيين فوق الماء، فإن نسبة سعة مقعر أحدهما إلى الآخر كنسبة ثقل أحدهما إلى الآخر سواء. وهذه الأشياء التي ذكرناها يعرفها كل من كان يتعاطى صناعة الحركات أو كان عالماً بمراكز الأثقال والأفلاك والأجرام والأبعاد».

كانت كتب الحساب التطبيقية زاخرةً بالأمثلة والتمارين الرياضياتية، وكانت تتناول مسائل واقعية معمولاً بها آنذاك؛ فمنها ما يتناول المعاملات التجارية، ومنها ما يتناول الزكاة والصدقة وتقسيم الغنائم ورواتب الجند. كما تطرائقوا إلى البريد واللحاق به وإلى طرائق البيع والشراء، وهذه ميزة في مؤلفاتهم كلها دون استثناء. وعرفوا المتواليات الحسابية والهندسية بأنواعها، فذكروا قوانين خاصة لجمعها. كما بنوا قواعد لاستخراج الجذور ولجمع المربعات المتوالية والمكعبات، وبرهنوا على صحتها، وتوصلوا إلى نتائج طريفة في ذلك.

استخرج رياضيو العرب والمسلمين المجاهيل العددية عن طريق التحليل بطريقتين أخريين قلما يعرفهما شخص في العصر الحديث سوى المتخصصين في الرياضيات. وهاتان الطريقتان هما: حساب الخطأين، والتحليل والتعاكس. كانت لهم مؤلفات في ذلك منها: «كتاب الخطأين» لأبي كامل الحاسب المصري وكتاب «حساب الخطأين» ليعقوب بن محمد الرازي وغيرهما. وكانت هاتان الطريقتان شائعتين عند العرب، وأكثر استخدامًا من غيرهما. وإليك هذان المثالان: الأول يوضح طريقة الحساب والخطأ، والثاني يوضح طريقة الوصول إلى المجهول بطريقة التحليل والتعاكس.

أوجد العدد الذي إذا أضيف إليه ثلثاه وثلاثة كان الناتج 18

الخطوة الأولى: افرض المجهول ما شئت وسمه المفروض الأول، ثم تصرف فيه بحسب السؤال، فإن كان مطابقًا فهو المطلوب، وإن لم يكن كذلك فإن الخطأ بالزيادة أو النقصان فهو الخطأ الأول.

الخطوة الثانية: افرض مجهولاً آخر وسمه المفروض الثاني، فإن أخطأ حصل الخطأ الثاني.

الخطوة الثالثة: اضرب المفروض الأول في الخطأ الثاني، وسمه المحفوظ الأول.

الخطوة الرابعة: اضرب المفروض الثاني في الخطأ الأول، وسمه المحفوظ الثاني.

الخطوة الخامسة: إذا كان الخطآن من زائدين أو ناقصين، فاقسم الفرق بين المحفوظين على الفرق بين الخطأين، وإن اختلفا، فاحسب خارج قسمة مجموع المحفوظين على مجموع الخطأين لتحصل على المجهول.

لحل المسألة خذ المفروض الأول: 3، إذا تصرفنا فيه بحسب السؤال يكون:

$$3 + 3 \times 3/2 = 3 + 2 + 3 = 8$$

... يكون الخطأ الأول 18 – 8 = 10 (ناقص)

خذ المفروض الثاني: 6، إذا تصرفنا فيه بحسب السؤال يكون:

$$6 + 6 \times 3/2 = 3 + 4 + 6 = 13$$

... يكون الخطأ الثاني 18 – 13 = 5 (ناقص)

إذن يكون المحفوظ الأول = 3 × 5 = 15

ويكون المحفوظ الثاني = 6 × 10 = 60

الفرق بين 60 و15 = 45، والفرق بين الخطأين هو 10 – 5 = 5

... الجواب 45/5 = 9

أما استخراج المجاهيل بطريقة التحليل والتعاكس فتستند على العمل بعكس ما أعطاه السائل؛ فإن ضعّف فنصِّف، وإن زاد فأنقِص، وإن ضرب فاقسم، أو جذّر فربّع، أو عكس فاعكس مبتدئًا من آخر السؤال. وقد وردت هذه المسألة في كتاب بهاء الدين العاملي: «عدد ضرب في نفسه وزيد على الحاصل اثنان وضعف وزيد على الحاصل ثلاثة دراهم وقسم المجتمع (المجموع) على خمسة وضرب الخارج في عشرة حصل خمسون».

نبدأ بآخر السؤال فنقسم 50 – 10 ثم نضرب 5 في مثلها؛ أي 5 × 5 = 25 وننقص من 25 العدد 3 فيكون الباقي 22، ومن نصف هذا العدد ننقص 2؛ أي 11 – 2 = 9، فالجواب يكون الجذر التربيعي لـ 9 أي 3.

اشـتغل العـرب بمـا يمكـن أن نطلـق عليـه رياضيـات التسـلية؛ فقـد برعـوا في تقـديم المسـائل الرياضياتيـة في صـورة ألغـاز، كمـا اشـتغلوا بالمربعـات السـحرية. وأول مـن بحـث في هـذا النـوع ثابت بـن قـرة. وكثيـرًا مـا ظهـر في مصنفـات علمـاء الرياضيـات الآخريـن، وكانـوا يطلقـون علـى المربعـات السـحرية الأشـكال الترابيـة.

مـن هـذه المربعـات مـا أثبتـه إخـوان الصفـا في رسـائلهم؛ وهـي المربعـات التـي كيفمـا عـدت كانـت الجملـة 10. وهـي تتكـون مـن مربـع كبيـر يضـم في داخلـه تسـعة مربعـات لتشـمل الأرقـام مـن 1 إلـى 9.

ومـن ذلـك أيضًـا المربـع الـذي يضـم في داخلـه 16 مربعًـا صغيـرًا تشـتمل الأرقـام مـن 1 إلـى 16، ومـن خاصيتـه أنـه كيفمـا عـدّ كانـت الجملـة 34.

كمـا يوجـد شـكل بـه 36 مربعًـا كيفمـا عـدّ كانـت الجملـة 101، وآخـر ذو 64 مربعًـا كيفمـا عـدّ كانـت الجملـة 260، وآخـر ذو 81 مربعًـا كيفمـا عـدّ كانـت الجملـة 369.

• حســـاب الجُمَّـل

نـوع مـن الحسـاب، كان شـائعًا في الأدبيـات العلميـة العربيـة، وهـو عبـارة عـن طريقـة لتدويـن التواريـخ والأرقـام، باسـتخدام رمـز مـن حـروف تـدل علـى أعـداد. وتقـوم هـذه الطريقـة بـأن تجمـع في كلمـة «مناسـبة ذات دلالـة»، أو في عبـارة قصيـرة جملـة مـن حـروف إذا أضيفـت مرادفاتهـا العدديـة دلـت علـى حـادث وقـع في الماضـي أو في المسـتقبل. وهـذا النقـش يعـرف باسـم «رمـز» وفي التركيـة «تأريـخ». وثمـة ضـرب أكثـر تعقيـدًا يسـمى المذيَّل. وهنـا يكمـل الرمـز الأصلـي بذيـل، وحاصـل جمـع الاثنـين يزودنـا بالتاريـخ.

ويقتضـي التفسـير الصحيـح لهـذه الرمـوز، بطبيعـة الحـال أن ندخـل في الاعتبـار الفـرق في القيمـة العدديـة لحـروف بعينهـا، بـين أبجـد المشـرق وأبجـد المغـرب (ويتضمـن الأندلـس)، وقـد لوحـظ أن هـذا يتضمـن سـتة حـروف، تأتـي، حسـب ترتيـب القامـوس، بعـد النـون وهـي: السـين والشـين والصـاد والضـاد والـزاي والغين. أمـا في الفارسـية والتركيـة فـإن الحـروف الخاصـة بهاتـين اللغتـين (ب، ج، ز، ك)، فلهـا القيمـة العدديـة نفسـها، كالألفـاظ المجانسـة لهـا في العربيـة.

حساب الجمّل							
ا	1	ح	8	س	60	ت	400
ب	2	ط	9	ع	70	ث	500
ج	3	ي	10	ف	80	خ	600
د	4	ك	20	ص	90	ذ	700
ه	5	ل	30	ق	100	ض	800
و	6	م	40	ر	200	ظ	900
ز	7	ن	50	ش	300	غ	1000

في حساب الجُمَّل، مقابل كل حرف عربي رقم محدد.

ويمكن أن نعد التاء المربوطة هاءً أو تاءً، سواء وردت في وقف أو في درج. ويمكن أن تحسب الحروف المشددة حرفًا واحدًا أو حرفين. وبالمثل يمكن أن يضاف حرف الألف في أول الكلمة أو في آخرها أو يغفل عنه حسب الضرورة. وهذه الرموز تستخدم عادة في النقوش (المنظومة بصفة عامة) احتفالًا بذكرى تشييد مؤسسة ما. وهي بالمثل شائعة في الموجزات التاريخية المعدة للتعليم من نوع الأرجوزة، وبخاصة في الوفيات. والرموز في النصوص التذكارية ترسم أحيانًا بلون مميز عن لون سائر الكتابة. وترد في المخطوطات مكتوبةً بحروف أكبر. والعبارة التي يتألف منها الرمز يكاد يدل عليها دائمًا حرف الجر «في»، أو إحدى كلمتي «عام أو سنة».

وفي مراكش، في (القرن الحادي عشر الهجري/ السابع عشر الميلادي)، على عهد السعديين، بدأ يشيع بصفة خاصة استخدام الرموز، ليست في نقوش النصب التذكارية فحسب، بل في الوفيات أيضًا. وكان المؤلف الأصلي في الفئة الأخيرة هو كاتب السر وشاعر البلاط محمد بن أحمد المكلآتي (توفي 1041هـ/1631م)، صاحب لامية كانت تتمة لمنظومة على هذا النحو من نظم محمد بن على الفشتالي (توفي 1021هـ /1612م).

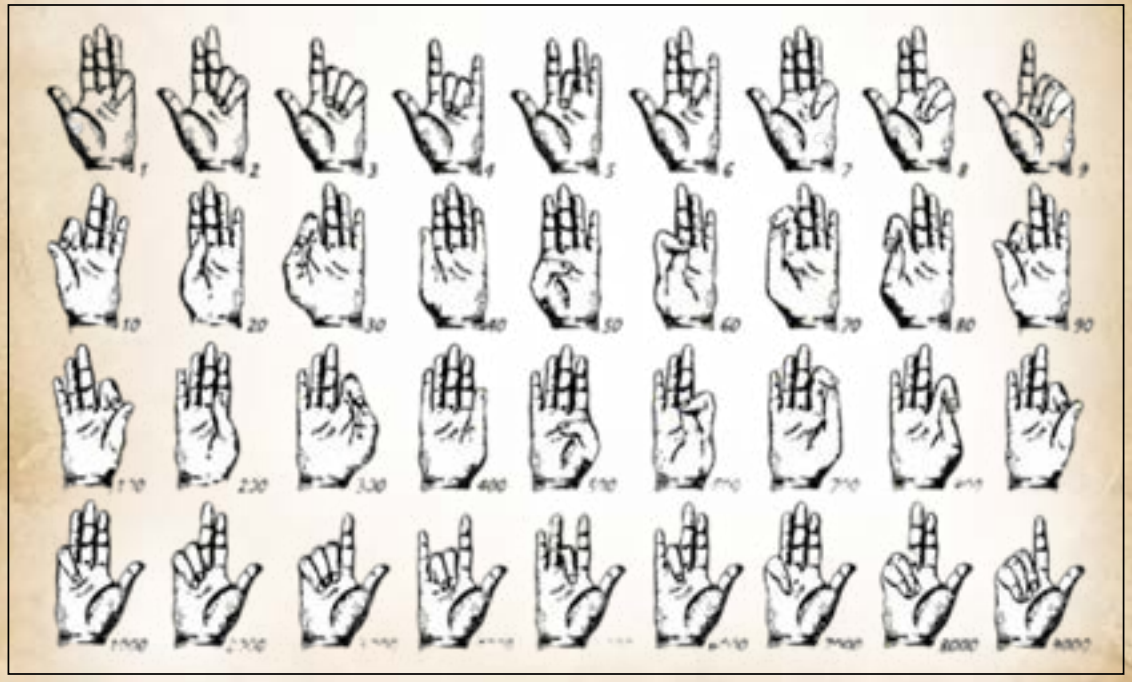
وفي القرن اللاحق نظم محمد المدرع (توفي 1147هـ /1374م)، أرجوزةً من النوع نفسه عن أعيان فاس. وكان عبد الوهاب آدراق (توفي 1159هـ/ 1746م) صاحب أرجوزة أخرى عن أولياء مكناس.

وهذه الوفيات جميعًا المنظومة بالرموز، قد استخدمها على نطاق واسع المؤرخون وكُتّاب السير في مراكش، وبخاصة محمد القادري (توفي 1187هـ/1773م)، في كتابه «نشر المثاني»، ومحمد بن جعفر الكتاني (توفي عام 1339هـ/1920م) في كتابه «سلوة الأنفاس».

وجمع القيمة العددية لجميع الحروف التي تكون كلمة (اسم علم في هذه الحالة)، هو الأساس في التنبؤ، يعرف باسم (حساب النيم)، وبه يمكن التنبؤ بمن سوف يكتب له النصر، ومن سوف تكتب له الهزيمة، إذا اشتبك حاكمان في حرب.

• حســـاب العقـــد

لقـد وصـف ابـن خلـدون بالتفصيـل في مقدمتـه «حسـاب العقـد» (أو حسـاب العقـود، أو حسـاب القبضـة باليـد، أو حسـاب اليـد). وهـو فـن التعبيـر عـن الأعـداد بأوضـاع الأصابـع، وتثبـت بعـض الإشـارات أن العـرب القدامـى لـم يكتفـوا في بعـض الأحيـان بـأن يظهـروا أيديهـم الممـدودة وهـم يثنـون إصبعًـا أو أكثـر عنـد الضـرورة، للتعبيـر عـن بعـض الأعـداد الصغيـرة، بـل كان في وسـعهم أيضًـا أن يعبـروا عـن أعـداد أكبـر بقبـض أصابعهـم في وضـع معـين، وليـس مـن المسـتبعد أن يكـون النبـي ﷺ قـد اتخـذ إيمـاءات معينـة وصفهـا المعاصـرون لـه أو فسـروها بأنهـا تشـير إلـى أعـداد وفقًـا لنهـج جـرى العـرف باسـتعماله، وخاصـة وضـع اليـد في التشـهد مـع أن الروايـات المأثـورة مختلفـة كل الاختـلاف عمـا جـرى عليـه العمـل مـن بعـد.



حساب العقد أو حساب اليد، هو إيجاد عدد الأشياء باستخدام أصابع اليد

ويتحدث بلوتارخ عن ممارسة حساب العقد في فارس؛ فمنذ القرون الأولى للإسلام كان الشعراء العرب أو الفرس خليقين على سبيل المثال بأن يلمحوا تلميحًا مستترًا ذكيًا بأن شخصًا ما يفتقر إلى الكرم بقولهم: إن يده تصور الرقم 93 (الرقم الذي تدل عليه اليد المقبوضة هو سمة البخل)، مما يوحي بأن الطريقة التي لدينا أوصاف متأخرة في الزمن لها، كانت معروفة في مرحلة ضاربة في القدم، وربما عرفناها عن طريق الكتّاب الفرس. وينسب حمد الله مستوفي إلى ابن سينا في أنه ابتكر سنة (420هـ /1029م) حساب العقد، فيكون ذلك قد حرر الحاسبين من عبء استعمال أجهزة العد. ثم ذكر الصولي (توفي عام 335 هـ / 946م) في مصنفه «أدب الكتاب»: «أن الكتّاب قالوا: الحساب الهندي أخرج لكثير العدد، وعلى هذا اجتنبوه لأن له آلة، ورأوا أن ما قلت آلته وانفرد الإنسان فيه بآلة من جسمه، كان أذهب في السر وأليق بشأن الرياسة، وهو ما اقتصروا عليه من العقد والبنان». ولا بد أن هذه الطريقة في الحساب بالأصابع كانت قيد الاستعمال بالفعل منذ ما يقرب من قرن قبل ذلك، لأن الجاحظ (توفي 255هـ /868 م) كان ينصح المعلمين «كتاب المعلمين، مخطوط بمكتبة المتحف البريطاني، Rieu رقم 1129، ورقة 13 ظ»، بتعليم حساب العقد بدلًا من حساب الهند، أي الحساب بالأعداد «الهندية»؛ وقد أدخل الكاتب نفسه في طرائق البيان الخمسة ما أسماه «العقد»، الذي يجعله هو عين الحساب بالأصابع، ويرى الباحث غرونباوم أنه حساب لا يحتاج إلى «كلمة منطوقة أو كتابة».

وبعد، فإن الآيات القرآنية الكريمة (كما في سورة الأنعام، الآية 96؛ وفي سورة يونس، الآية 5؛ وفي سورة الإسراء الآية 12 – 13؛ وفي سورة الرحمن، الآية 4 – 5) التي يستشهد بها تأييدًا لرأيه في فضائل الحساب تشير كلها إلى حسبان الشمس والقمر، وحساب السنين، والحساب، ومن ثم فإنها ربما تشير

إلى الحساب بالأصابع، على نهج يذكرنا بصورة غريبة بالطريقة التي شرحها الأب الراهب بيده Bede في (القرن السابع الميلادي).

ومما يرجح هذا الفرض ترجيحًا كبيرًا، أن هذا الكاتب الإنكليزي نفسه يشرح في الفصل الأول، من كتابه المذكور (De Compute Vel. Loquela Digitorum) طريقة للتعبير عن الأعداد بإيماءات الأصابع، تكاد تكون مطابقة تمامًا للطريقة التي تضمنتها رسائل المسلمين المتأخرة عن ذلك زمنًا طويلًا، وهي التي ألفها؛ الموصلي وابن المغربي، وابن شعلة، وطيبغا، وابن بندود، ويبدو أن هذه الرسائل ليست متقدمة عن (القرن الثامن الهجري /الرابع عشر الميلادي). وجاءت أيضا في كتاب «فرهنك جهانكيرى»، بين (عامي 1005–1017هـ/ 1597–1608م)، الذي ينقل نصًا من علي يزدي (توفي 850هـ / 1446م) بالفارسية، ولكنه يجري على مألوف العرب.

ويُومَأ إلى الأرقام بهذه الطريقة على النحو الآتي:

1. بثني الخنصر إلى أسفل.
2. بثني الإصبع الثالثة أيضا إلى أسفل.
3. بإضافة الوسطى إليهما.
4. بثني الإصبع الثالثة والوسطى فقط إلى أسفل.
5. بثني الوسطى فقط إلى أسفل.
6. بثني الإصبع الثالثة فقط إلى أسفل.
7. بثني الخنصر ثنيًا خفيضًا جدًا.
8. بثني الخنصر والإصبع الثالثة معًا ثنيًا خفيضًا جدًا.
9. بإضافة الوسطى إليهما.
10. يوضع بنان السبابة على منتصف الإبهام.
20. بمد الإبهام والسبابة في وقت واحد.
30. يوضع بنان الإبهام وبنان السبابة معًا.

40. بمد الإبهام فوق أسفل السبابة.
50. بثني الإبهام إلى أسفل في زوايا قائمة.
60. بلف السبابة حول الابهام.
70. بوضع بنان الإبهام على العقدة الوسطى للسبابة.
80. بوضع بنان السبابة على ظفر الإبهام (هناك أشكال مختلفة).
90. بوضع بنان السبابة على أسفل الإبهام.
100. ببسط اليد (هناك أشكال مختلفة).

والإيماءة باليد اليمنى تدل على الوحدات من 1 – 9؛ والإيماءة باليد اليسرى تدل على العدد نفسه من 1000 إلى 9000، والإيماءة باليد اليمنى تدل على العشرات من 10 إلى 90؛ وباليسرى تدل على المئات من 100 إلى 900.

فقد جاء في كتاب الصولي «أدب الكتاب»: «وقد وضعوا كلًا من عقود الأصابع بإزاء عدد مخصوص، ثم رقبوا لأوضاع الأصابع آحادًا وعشرات ومئات وألوفا، ووضعوا قواعد يتعرف بها حساب الألوف فما فوقها ليد واحدة، وقد ألف في ذلك رسائل عديدة وأراجيز ومنظومات».

الفرق بينهما فإن من يعنيهما الأمر يعرفان ماذا تعني:

1. 10، 100، 1000 يشار إليهما بإمساك السبابة التي تحتفظ هنا بقيمتها؛
2. 20، 200، 2000 يأخذ السبابة والوسطى.
3. 30، 300، 3000 يأخذ السبابة والوسطى وإصبع ثالثة.
4. 40، 400، 4000 يأخذ الأصابع الأربع كلها.
5. 50، 500، 5000 يأخذ اليد بأسرها.

6. 60، 600، 6000 بالضغط مرتين على السبابة والوسطى وإصبع ثالثة (3 × 2).

7. 70، 700، 7000 كما يحدث بالنسبة للعدد 4، ثم كما يحدث بالنسبة إلى 3 (3+4).

8. 80، 800، 8000 بالضغط مرتين على الأصابع الأربع كلها (4 × 2).

9. 90، 900، 9000 كما يحدث بالنسبة للعدد 5، ثم كما يحدث بالنسبة إلى 4 (4+5)

أما من 10,000 فإن الطريقة التي وصفت فيما سبق، تختلف اختلافًا طفيفًا عن طريقة بيده، ولكن الطريقتين على وجه الإجمال متماثلتان في الواقع، وقد أمكن إثبات أن الرقم 1 لا يتحصل ببسط السبابة، كما تحملنا الرواية الإسلامية على الاعتقاد بهذا.

وكانت هذه الطريقة معروفة في الغرب منذ القدم، بيد أنها لم تعد تستخدم بعد بداية العصور الوسطى، أما في الشرق فإن من الراجح أنها كانت معروفة للكتاب الذين يتحدث عنهم الصولي وأنها بقيت مستعملة حتى عهد قريب جدًا، إذ جرى العمل بها للقيام بعمليات حسابية (بصرف النظر عن القسمة). وليس في متناول أيدينا وصف قديم للطريقة، وهاهنا طريقة لا تزال معروفة للشيوخ في تونس (نقل المعلومات عنها M. Souissi): فضرب 6 × 8 مثلا: اثن خنصر اليد (= 6) والأصابع الثلاثة الأولى من اليد اليمنى (= 8)، ومن ثم يكون حاصل جمع الأصابع المثنية (1+3 = 4) يبين العشرات وحاصل ضرب الأصابع غير المثنية (4 × 2 = 8) يبين الآحاد.

ومن جهة أخرى، فإن هناك طريقة أخرى تستعمل أيضًا في بعض المعاملات التجارية التي تشمل سلعًا نادرةً غاليةً جدا، وبخاصة اللآلئ، عندما يقوم المشترى والبائع بعقد صفقة في حضور شهود، ولا يريدان أن يبوحا بشروط الصفقة المعقودة فيعمد المتفاوضان، وهما جالسان وجهًا لوجه، إلى إخفاء يديهما

اليمنيين تحت غطاء، ويلمس كل منهما أصابع الآخر، وفقا لشفرة دقيقة؛ وعلى الرغم من أن الآحاد في السلسلة العددية لا يلحظ.

وهذه الطريقة التي دونها طاشكبرى زاده في «مفتاح السعادة»، لا يزال العمل بها ساريًا في جزيرة البحرين، وفي البحر الأحمر، وربما في مكان آخر. ويسجلها للجزائر فسكويه، وهناك إجراء من هذا القبيل يستعمل في البنجاب، وهو يستخدم العقد وليس الإصبع بأسره، ولكنه لم يسجل في بلاد الشرق الأوسط.

وأصل الطريقة التي وصفت بإيجاز، يكتنفه الغموض، وعلى أية حال فإنه يبدو أن الطرائق التي تستعمل أو كانت تستعمل في الأقطار العربية، لم تكن بأية حال من ابتكار أهلها، أو على الأقل لا ترجع إلى عصور عربية قديمة؛ ومن جهة أخرى فإن قطعًا صغيرةً من العظام والخشب، عثر عليها في مصر، تدل على الأعداد، وفقًا للطريقة التي تقوم على ثني الأصابع، وليس مما ينافي المنطق أن نرى في هذا، الأصل المحتمل للطريقة التي وصفتها المصادر العربية والفارسية والمصطلحات المستخدمة.

في قرينة أخرى، تثير صعوبة، لأنه على الرغم من أن حساب اليد أو حساب القبضة باليد واضحان، فإن هذا ليس هو الوضع الذي ينطبق على الكلمات المشتقة من المصدر «عَقَد»، الذي يدل بجلاء على مفاصل الأصابع والعقد، ولكنه يعنى أيضًا «العَقْد» (أي الاتفاقية). ومن الممكن وفقا للتحليل الأخير، أن تكون ثمة طريقة أقدم من هذه الطرائق التي بقيت مدونة، كانت تقوم على العد بعقد الأصابع، وأن المصطلح قد طبق من بعد على طرائق أخرى.

• حســـاب الغبـــار

وهـي طريقـة للحسـاب مقتبسـة مـن فـارس، نسـبت إلـى التخـت (لـوح مسـطّح). كان الحاسـب ينثـر عليـه طبقـة رقيقـة مـن الغبـار، بهـز قطعـة مـن قمـاش أو بطريقـة أخـرى، ثـم يسـتخدم عصـا صغيـرةً لرسـم أرقـام، تعـرف باسـم أعـداد الغبـار، ويزيـل ناتجًـا جزئيًـا بحجبـه بقليـل مـن الغبـار، ويجمعـه بعـد ذلـك لاسـتخدامه مـرة أخـرى عندمـا يفـرغ مـن العمليـة.

وهـذه العمليـة تكمـل العمليـات التـي عرفهـا العـرب مـن قبـل وهـي: حسـاب العقـد والعـد بالحصـى (ومـن ثـم الإحصـاء، والحسـاب المفتـوح أو الهوائـي، إلـخ)، ولكـن لا يعـرف إلا القليـل عـن أصلهـا. وثمـة مسـألة تثـار بصفـة خاصـة، وهـي هـل كان اسـتخدام الغبـار ليـس إلا نتيجـة عرضيـة لترجمـة غيـر صحيحـة للفـظ فارسـي أو غيـر فارسـي؟ ذلـك أن اللـوح قـد ألصـق عليـه صلصـال، وهـو مـادة يمكـن في يسـر أكبـر أن تحفـر عليـه أرقـام وتمحـى منـه بقلـم مسـطح مـن أحـد طرفيـه.

وعلـى أيـة حـال، فـإن هـذه العمليـة لـم تكـن ممكنـة إلا منـذ أن أصبحـت الأرقـام معروفـة. وقـد أدخلـت الأرقـام الهنديـة (ديفـا ناغـاري) Deva Nigari إلـى بغـداد نحـو (عـام 155هـ/ 770م)، ولكـن مـن المعـروف أن محمـد بـن موسـى الخوارزمـي (تـوفي نحـو 232 هـ/846م)، قـد سـاعد علـى نشـر الحسـاب الهنـدي، ومـع ذلـك فـإن علمـاء الرياضيـات والفلكيـين وغيرهـم بقـوا وقتًـا طويـلًا يفضلـون الاسـتمرار في الأخـذ بالطريقـة القديمـة في الإشـارة إلـى الأرقـام بحـروف الهجـاء، ومـن جهـة أخـرى يبـدو أن أرقـام الغبـار المسـتمدة مـن الحسـاب الهنـدي انتشـرت بسـرعة لا بـأس بهـا، في هـذا الجـزء أرقـام تصـور كمـا هـي في المغـرب والأندلـس، حيـث اختارهـا علمـاء الرياضيـات، وأصبـح تاريـخ تطورهـا في آخـر الأمـر ممتزجًـا بتاريـخ الأعـداد المعروفـة بـ «العربيـة»، وهـي التـي تسـتخدم في أوربـا.

• الجبـــــر

اشـتغل العـرب بالجبـر، وبرعـوا في ذلـك وربطـوه بالأشـكال الهندسـية، وهـم أول من أطلق مصطلح «الجبر» على هـذا العلم، وهـم أول من ألف فيه بطريقة علمية منظمة، كما حلوا بعض معادلات الدرجة الأولى بطريقة حساب الخطأين وكذلك معادلات الدرجة الثالثة.

كتاب الخوارزمي

غلاف كتاب «المختصر في حساب الجبر والمقابلة» للخوارزمي. يُعتبر هذا الكتاب واحداً من أهم وأشهر كتب الخوارزمي، احتوى هذا الكتاب على كل ما يتعلّق بعلم الجبر والحساب. ألف الخوارزمي هذا الكتاب نحو (عام 830 م)، إلى جانب ذلك، فقد قام العديد من العلماء أمثال روبرت تشستر وجيرارد أوف بترجمة هذا الكتاب إلى العديد من اللغات خاصةً اللاتينية، وتوجد نسخة نادرة من هذا الكتاب محفوظة في مكتبة أوكسفورد

ومصطلح (الجبر والمقابلة) هو الاسم الذي أطلقته كتب الحساب العربية القديمة على نظرية أو طريقة حل معادلات الدرجتين الأولى والثانية. ولم يتفق كتاب العرب تمام الاتفاق على معنى هذين المصطلحين. ولكن معظمهم على التعريف التالي الذي أجمله بهاء الدين العاملي في كتابه «خلاصة الحساب»: «الجبر أن تفرض المجهول شيئًا، وتعمل ما تضمنه السؤال سالكًا على هذا المنوال لينتهي إلى المعادلة، والطرف ذو الاستثناء يكمل ويزاد مثل ذلك على الآخر. والأجناس المتساوية في الطرفين تسقط منهما وهو المقابلة». مثال ذلك: إذا استعملنا الجبر فإننا نحصل من المعادلة:

$$5 \text{ س}^2 - 6 \text{ س} + 2 = 4 \text{ س}^2 + 7$$

$$5 \text{ س}^2 + 2 = 4 \text{ س}^2 + 6 \text{ س} + 7$$

ونحصل من هذا بالمقابلة على: $\text{س}^2 = 6 \text{ س} + 5$

والعملية الثانية واضحة في نظرنا. وإذا شئنا أن نفهم الأولى وجب علينا أن نذكر أن العرب كانوا، على خلاف الهندوس، لا يدخلون الحدود السالبة في معادلة ما. فقد كانت فكرة السالب، حتى ذلك الحين، غريبة عليهم. ولذلك فإنه إذا وجد في معادلة حدود سالبة كانت هذه المعادلة غير منتظمة ناقصة، ومن ثم وجب أن ترتب ثم تجبر. على أن المعادلة التي فيها معامل غير صحيح في الحد الأعلى لا تكون أيضا منتظمة أو مرتبة ترتيبًا صحيحًا يهيئها للحل، ومن ثم وجب أيضًا إبعادها، ولذلك فإن المعادلة:

$$1/\ 3 \text{ س}^2 + 2 \text{ س} = 9$$

ينبغي أن تضعف ثلاثًا حتى يكون الحد الأعلى س^2 فحسب. ومن ثم تصبح:

$$\text{س}^2 + 6 \text{ س} = 27$$

وقد أصاب أبو بكر محمد بن الحسن الكرخي كبد الحقيقة بقوله إن هذه العملية هي أيضًا من الجبر. أما في الكتب المتأخرة مثل «كتاب الحساب» لأبي زكريا محمد الحصار، قبل (عام 1200م)، وكتب تقي الدين الحنبلي قبل (عام 1410م)، وابن الهائم، فإننا نجد إلى جانب مصطلح «الجبر» بمعناه السالف كلمة «الحط»، بمعنى أننا إذا طبقنا الحط على المعادلة الآتية مثلًا:

$$3 \text{ س}^2 + 2 \text{ س} = 5$$

أي قسمناها على ثلاثة لأصبحت: $\text{س}^2 + 2/3 \text{ س} = 5/3$

على أن الباحث كاراده فو قد أخطأ عندما ظن أن الحط اسم قديم للعملية الثانية، وأنه استبدل به في الوقت المناسب المقابلة. ذلك أن الحط لا صلة له بالمقابلة، وإنما هو توسع بسيط في فكرة الجبر، لا لزوم له على الإطلاق.

بمرور الزمن، بطل استعمال المصطلح الثاني، أي المقابلة، تدريجيًا، وانصرف عنه أصحاب الحساب العرب أنفسهم على خلاف ما ذهب إليه الباحث نسلمان Nesselmann، فنجد أبا زكريا محمد الحصار لا يستعمل في رسالته في الحساب إلا كلمة الجبر.

وانتقل هذا المصطلح من العرب إلى الغرب: ففي مصنف ليوناردو البيزي Leonardo de Pisai (Liber Abaci، سنة 1202م)، وردت الكلمات Algebra et Almucabata بنصها من غير ترجمة، ولكنها شفعت بترجمة هي: Restauratio et Oppositio وكاناتشي الفلورنسي Canacci الذي عاش في (القرن الرابع عشر الميلادي)، أول كاتب اقتصر على استعمال كلمة الجبر Algebra. ثم إننا نجد أن كلمة المقابلة Almucabala قد وردت في كتاب الجبر الذي ألفه جوسلين Gosselin 1577 م. ويقال إن كاتاتشي أول من قال إن كلمة الجبر Algebra مشتقة من اسم

العالـم العربـي جابـر. ولا نسـتطيع حاليًـا أن نتحقـق أكان يقصـد بذلـك جابـر بـن حيـان صاحـب الكيميـاء؟ أم الفلكـي الأندلسـي جابـر بـن الأفلـح؟ أمـا ميشـال سـتيفل Michal Stifel فيسـتعمل أيضًـا في كتابـه Arithmetica Integra المصطلـح Regula Gebri.

علـى أن علمـاء أوربيـين سـموا هـذا العلـم بأسـماء جديـدة. فنشـأ في إيطاليـا المصطلحـان: ars Magna (ars Rei et Census)، وهمـا ترجمـة شـيء (س) ومـال (س^2))، ثـم اسـتعمل بعـد ذلـك التعبيـران الإيطاليـان المقابـلان لهمـا:

Maggiore Arte و art (Regole) Della Cosa، وانتقـل التعبيـر الأخيـر إلـى الألمانيـة. وقـد عـرف الجبـر أو كاد في (القرنـين السـادس عشـر والسـابع عشـر) بـ Regel Coss أو فقـط Die Coss. وتواتـر ذلـك.

لقـد عـرّف ابـن خلـدون علـم الجبـر بأنـه أحـد فـروع الرياضيـات، وأنـه صناعـة يسـتخرج بهـا العـدد المجهـول مـن العـدد المعلـوم إذا كان بينهمـا صلـة تقتضـي ذلـك. وكان هـذا العلـم معروفًـا لـدى الأمم الأخـرى؛ فالإغريـق مثـلاً كانـوا قـد توصلـوا إلـى حـل معـادلات مـن الدرجـة الثانيـة، غيـر أنهـم كانـوا يجهلـون الرمـوز الجبريـة، وكانـت طرائقهـم في ذلـك معقـدة وغيـر موحـدة. ولـم يصبـح الجبـر علمًـا خالصًـا إلا بعـد أن اشـتغل بـه العـرب والمسـلمون. كمـا أن الفضـل يعـود إلـى علمـاء الرياضيـات العـرب والمسـلمين مثـل: ابـن يونـس المصـري وثابـت بـن قـرة الحرانـي وغيرهمـا في التمهيـد لابتـكار اللوغاريثمـات.

عـرف العـرب قبـل الإسـلام نوعًـا مـن الجبـر الـذي كان يـرد في طرائفهـم وأشـعارهم مـن قبيـل الألغـاز، إلا أنهـم لـم يدونـوا ذلـك لاعتمادهـم علـى الروايـة الشـفهية في ضبـط كل أمورهـم. وقـد كثـر ذكـر المعـادلات ذات المجهـول الواحـد في أشـعارهم كقـول زرقـاء اليمامـة:

ليـت الحمـام ليـــه إلـــى حمـامتيـه
أو نصفـــه فقديه صـــار الحمام ميه

وصاغ النابغة هذا اللغز في أبيات أخرى فجاءت كما يلي:

واحكم كحكم فتاة الحي إذ نظرت إلى حمـامٍ سـراعٍ وارد الثّمدِ
قالت ألا لَيْتما هذا الحمام لنا إلى حمامتنا مع نصفه فقدِ
فحَسَّبوه فـــألفَوْه كمـــا ذكرت تسعًا وتسعين لم تنقص ولم تزد
فكملت مائـــة فيها حمامتها وأسـرعت حسبة في ذلك العدد!

وأعظم علماء الرياضيات في (القرن الثالث الهجري/ التاسع الميلادي) هو محمد بن موسى الخوارزمي، وهو أول من سمّى علم الجبر جبرًا، وأول من ألّف في هذا العلم بتشجيع من الخليفة المأمون؛ فصنّف فيه كتابه المشهور «الجبر والمقابلة». ويشهد على عظمة الخوارزمي أن علم الجبر لم يتقدم خلال القرون الثلاثة التي تلت وفاته تقدمًا يذكر.

لم يستخدم علماء الرياضيات الرموز في بادئ الأمر، وإنما جاءت هذه الرموز في حقبة متأخرة نسبيًا وعلى يد علماء الرياضيات العرب أنفسهم. فقد بدأت رموز هذا العلم في شكل مصطلحات لغوية ثم تطورت؛ ومن ذلك استخدام الخوارزمي ومن جاء بعده بقليل المصطلحات الآتية:

الجبر: نقل الحدود المنفية إلى الجانب الآخر من المعادلة.

المقابلة: توحيد الحدود المتماثلة.

الحد: الكمية المعبر عنها في المعادلة بعدد معلوم أو مجهول.

العدد الأصم: الذي لا ينجذر إلا بكسر.

الجذر: كل شيء مضروب في نفسه بدءًا من الواحد إلى أعلى وما دونه من كسور. وهو الحد المجهول في المعادلة، ونعبر عنه حاليًا بالرمز (س)، وأطلقوا عليه أيضًا مصطلح (الشيء).

جزء الجذر (الشيء): معكوس الجذر؛ أي 1/س.

المال: كل ما اجتمع من الجذر المضروب في نفسه ($س^2$).

جزء المال: معكوس المال أي $1/س^2$.

العدد المفرد: كل ملفوظ به من العدد بلا نسبة إلى جذور ولا إلى مال.

قسم الخوارزمي المعادلات إلى ستة أقسام كالتالي:

- الأموال التي تعدل (تعادل) جذورًا ويقابلها بالرموز الحالية: $م\ س^2 = ب\ س$.
- الأموال التي تعدل عددًا معلومًا، ويقابلها بالرموز الحالية: $م\ س^2 = ح$.
- الجذور التي تعدل عددًا معلومًا، ويقابلها بالرموز الحالية: $ب\ س = ح$.
- الأموال والجذور التي تعدل عددًا معلومًا، ويقابلها بالرموز الحالية: $م\ س^2 + ب\ س = ح$.
- الجذور والأعداد المعلومة التي تعدل أموالًا ويقابلها بالرموز الحالية: $ب\ س + ح = م\ س^2$.
- الأموال والأعداد التي تعدل جذورًا، ويقابلها بالرموز الحالية: $م\ س^2 + ح = ب\ س$.

ثم تطورت هذه المصطلحات لتحل محلها رموز سهلت استخدام هذا العلم وقادته للتطور، ومن هذه الرموز ما استخدمه القلصادي (توفي 891هـ/ 1486م) من علامات كالتالي:

جـ : لتدل على الجذر؛ وهو الحرف الأول من كلمة جذر.

ش : لتدل على المجهول؛ وهو الحرف الأول من كلمة شيء (س)

م : لتدل على مربع المجهول؛ وهو الحرف الأول من كلمة مال ($س^2$)

ك : لتدل على مكعب المجهول؛ وهو من حروف كلمة مكعب ($س^3$)

ل : لتدل على المساواة بين الكميتيْن (ل)، وهو من حروف كلمة يعدل.

... : ثلاث نقاط للدلالة على النسبة.

ويُعد حل المعادلات التكعيبية بوساطة قطوع المخروط من أعظم الأعمال التي أسهم بها علماء الرياضيات العرب في هذا العلم. وقد طبقوا نظرياتهم فيها على حلول بعض المسائل الصعبة التي يؤدي حلها إلى معادلات تكعيبية. ومن جملة المسائل التي وردت في تمريناتهم التطبيقية يتبين أنهم كانوا يعرفون حل المعادلات من الدرجة الثانية، كما عرفوا أن لهذه المعادلات جذريْن قاموا باستخراجهما إن كانا موجبين. وتحققوا من الحالة التي يكون فيها الحل مستحيلاً في نطاق الأعداد الحقيقية.

فالخوارزمي يقول في هذا الصدد في كتابه «الجبر والمقابلة»: «واعلم أنك إذا نصفت الأجذار وضربتها في مثلها فكان يبلغ ذلك أقل من الدراهم التي مع المال فالمسألة مستحيلة... وإن كان مثل الدراهم بعينها فجذر المال مثل نصف الأجذار سواءً، لا زيادة ولا نقصان».

حل العرب معادلات من قوى أعلى؛ فعلى سبيل المثال نجد أن أبا بكر محمد بن الحسن الكرخي حل معادلات على النمط التالي في كتابه «الفخري»:

$(100 - س^2)(10 + س)^2 = 8100$

والمعادلة الأخيرة حل للمسألة التالية:

أوجد طول الضلع الرابع المجهول في شبه المنحرف أ ب جـ د، الذي فيه أ ب يوازي جـ د، أ د يساوي د جـ يساوي ب جـ يساوي 10، والمساحة تساوي 90؟

أما معادلات الدرجة الثانية فقد وردت فيها مسائل كثيرة في كتبهم منها على سبيل المثال، المعادلات التالية:

$س^2 + ص = ط^2$ و $ص^2 + س = ن^2$

$س ص + س = ط^2$ و $س ص + ص = ن^2$

ولعل علماء الرياضيات العرب هم أول من استعان بالهندسة لحل المعادلات الجبرية من الدرجة الثانية، وهذا من طرائق الهندسة التحليلية؛ ولثابت بن قرة في ذلك ابتكارات لم يُسبق إليها، فقد وضع كتابًا في الجبر بيَّن فيه علاقة الجبر بالهندسة وكيفية الجمع بينهما. كما وردت مسائل لدى الخوارزمي وغيره من علماء الرياضيات العرب استخدموا فيها الهندسة لحل مسائل الجبر، من ذلك ما ورد لدى الخوارزمي في حل المعادلات التالية هندسيًا:

$س^2 + 10 س = 39$

$س^2 + 21 = 10س$

$س^2 = 3 س + ع$

فلحل المعادلة الأولى على سبيل المثال: نفترض أن المستقيم جـ ب = س، ثم نقيم عليه المربع أ ب جـ د، ونمد د جـ إلى م، و د أ إلى هـ، بحيث يكون أ هـ مساويًا لـ جـ م = 2/1 × 10 = 5 ثم نكمل الرسم.

من المساحات الموضحة، والمعادلة

$س^2 + 10س = 39$

نجد أن: $س^2 + 10س + 25 = 39 + 25 = 64$

وهي مساحة المربع د هـ ع م

... ضلعه يساوي 8

... $س = 8 - 5 = 3$

لقد اعتنى علماء الرياضيات العرب أيضًا بالجذور الصّماء، وبحثوا في نظرية ذات الحدين التي يمكن بوساطتها رفع المقدار الجبري ذي الحدين إلى قوة معلومة، أُسها عدد صحيح موجب. أما في الجذور الصّم؛ فقد كان الخوارزمي أول من استعمل كلمة أصم للإشارة إلى العدد الذي لا جذر له. وأوجد العرب طرائقا لإيجاد قيم تقريبية للأعداد التي ليس لها جذور؛ فبهاء الدين العاملي يقول في «الخلاصة»: «وإن كان أصم فأسقط منه أقرب المجذورات إليه، وانسب الباقي إلى مضعّف جذر المُسقط مع الواحد، فجذر المُسقط مع حاصل النسبة هو جذر الأصم بالتقريب». فلو افترضنا أن العدد الأصم في هذه الحالة (م)، وكان أقرب عدد له جذر تربيعي هو ($ب^2$) وكان الفرق يساوي (هـ) لذا فإن:

$م - ب^2 = هـ$

• الهندســـــة

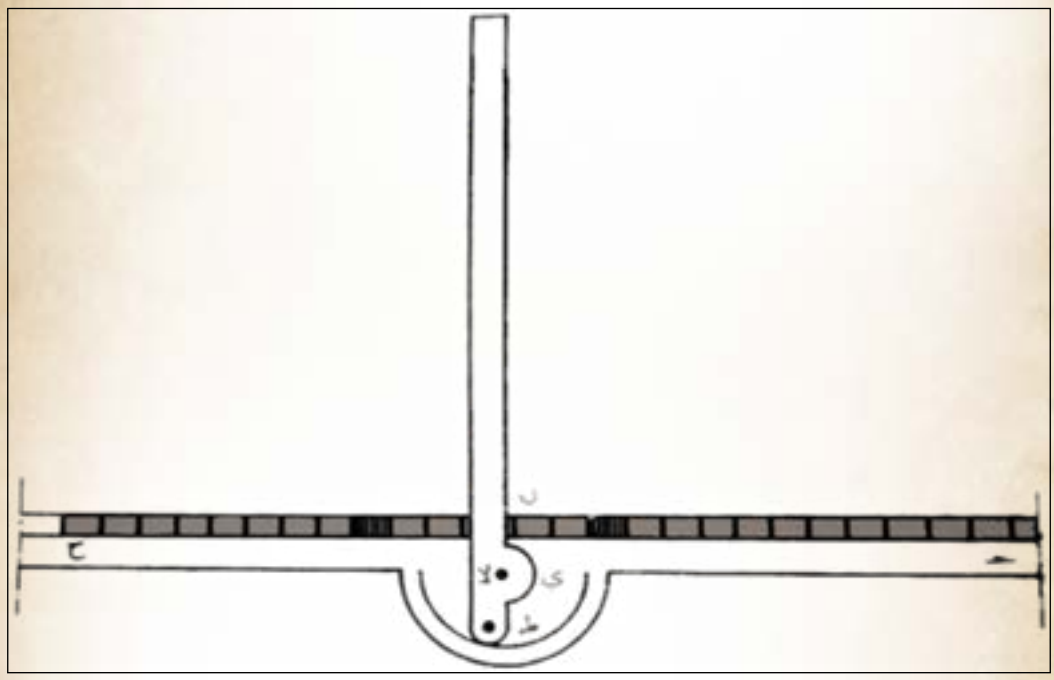
أخذ مصطلح «الهندسة» من كلمة «أندازة» الفارسية الأصل وعربت إلى هندسة. اهتم العرب بهذا العلم، وبنوا فيه على ما نقلوه من اليونان. وكان أهم مرجع لديهم هو كتاب أقليدس الذي ترجموه بعنوان «الأصول وكتاب أقليدس». وكانت للعلماء العرب إسهامات جيدة في هذا العلم، إلا أنها لا ترقى إلى المستوى الذي بلغوه في الحساب والجبر.

قام بترجمة كتاب أقليدس ثلاثة من أشهر العلماء، وكانت لكل منهم ترجمته الخاصة به. وقام بهذه الترجمات كل من: حنين بن إسحاق، وثابت بن قرة ويوسف بن الحجاج. ثم جاء من بعدهم من اختصره مثل: ابن سينا، وابن الصلت، وفي مرحلة أخرى، ألّف العرب على نسقه وأضافوا عليه مثل: ابن الهيثم، والكندي، ومحمد البغدادي.

ونظرًا لكون العرب يميلون إلى الجانب التطبيقي في تناولهم للمعارف أكثر من الجانب النظري، فقد خرجوا بالهندسة النظرية اليونانية إلى المجال العملي التطبيقي. من ثم نجد أنهم يقسمون الهندسة إلى قسمين: عقلية وحسية؛ فالعقلية هي النظرية وألحقوها بالفلسفة، ولا يعمل بها إلا الحكماء الراسخون في الرياضيات البحتة. وهذا هو النوع الذي تفنن فيه علماء اليونان وعلى رأسهم أقليدس. أما العرب فكان إنجازهم فيها ضئيلاً نسبيًا. أما الهندسة الحسية فهي التطبيقية، التي استفاد منها العرب في العمران؛ كالمساجد والقصور والأروقة والقباب وتخطيط المدن.

لقد وضع العلماء العرب والمسلمون مصنفات هندسية تطبيقية تنم عن استقلال في التفكير، على الرغم من انطلاقهم من نظريات أقليدس وفيثاغورس وأبولونيوس. يظهر ذلك جليًا عند ابن الهيثم في كتابه «الجامع في أصول

الحساب»، وفي مقالاته «في استخراج سمت القبلة»؛« فيما تدعو إليه حاجة الأمور الشرعية من الأمور الهندسية»؛ «في استخراج ما بين البلدين في البعد بجهة الأمور الهندسية». وكذلك رسالة محمد البغدادي التي كان موضوعها «تقسيم أي مستقيم إلى أجزاء متناسبة، مع أعداد مفروضة برسم مستقيم»، وهي اثنتان وعشرون قضية: سبع في المثلث، وتسع في المربع، وست في المخمس.



صورة لمسطرة صممها ابن الرزاز الجزري، واستخدمها لتحديد مركز ثلاث نقاط على سطح كرة ومعرفة الزوايا

لقد أوضح العرب كيفية إيجاد نسبة محيط الدائرة إلى قطرها، ورمزوا لذلك بالحرف (ط)، وكانت كالتالي بالتقريب لدى الخوارزمي: 3.14.

ويوضح ذلك في «الجبر والمقابلة»، بقوله: « .... وكل مدورة (دائرة) فإن ضربك القطر في ثلاثة وسبع، هو الدور (المحيط) الذي يحيط بها، وهو الاصطلاح

بين الناس من غير اضطرار، ولأهل الهندسة فيه قولان آخران: أحدهما أن نضرب القطر في مثاله، ثم في عشر، ثم نأخذ جذر ما اجتمع (الناتج)، فما كان فهو الدور. والقول الثاني، لأهل النجوم منهم، وهو أن نضرب القطر في اثنين وستين ألفًا وثمانية واثنتين وثلاثين، ثم نقسم ذلك على عشرين ألفًا، فما خرج فهو الدور. وكل ذلك قريب بعضه من بعض...». وقد بلغ الاهتمام بهذه النسبة أن وضع فيها علماء الرياضيات العرب مؤلفات، من ذلك، الكتاب الذي وضعه غياث الدين الكاشي بعنوان «في نسبة القطر إلى المحيط».

لقد أظهر علماء الرياضيات العرب تفوقًا في الهندسة المستوية ولاسيما فيما يتعلق بالمتوازيات. فكان نصير الدين الطوسي مثلاً؛ أول من لفت الانتباه لنقص أقليدس في قضية المتوازيات، وقام بتقديم الأدلة المبنية على فروض في كتابه «الرسالة الشافية عن الشك في الخطوط المتوازية»، كما استفاد ابن الهيثم من الهندسة المستوية والمجسمة في بحوثه عن الضوء، وتعيين نقطة الانعكاس في أحوال المرايا الكرية والأسطوانية والمخروطية، المحدبة والمقعرة. فنجد أنه وضع أولًا بضع عمليات هندسية على جانب من الصعوبة ذكرها وبيّن كيفية إجرائها، ووضع لها البراهين الهندسية المضبوطة. ثم كانت الخطوة الثانية أن اتخذ هذه العمليات الهندسية مقدمات إلى الحلول التي أرادها لتحديد نقاط الانعكاس، ثم أضاف خطوة أخرى بتقديمه البراهين الهندسية لتلك الحلول.

عرف علماء الرياضيات العرب علم تسطيح الكرة؛ وهو علم عرّفه حاجي خليفة في «كشف الظنون»، بأنه: «علم يتعرف فيه كيفية نقل الكرة إلى السطح مع حفظ الخطوط والدوائر المرسومة على الكرة، وكيفية نقل تلك الدوائر على الدائرة إلى الخط... وجعله البعض من فروع علم الهيئة (الفلك)، وهو من فروع علم الهندسة...». فقد نقل العرب الخرائط من سطح الكرة إلى السطح المستوي، ومن السطح المستوي إلى السطح الكروي، ومن مصنفاتهم في هذا الفرع من

الهندسة كتاب «تسطيح الكرة» لبطليموس؛ و«الكامل» للفرغاني، و«الاستيعاب» للبيروني؛ و«دستور الترجيح في قواعد التسطيح» لتقي الدين.

وألّف العرب مصنفات كثيرة في المسائل الهندسية، وفي التحليل والتركيب الهندسي وفي موضوعات متصلة بذلك مثل؛ تقسيم الزاوية، ورسم المضلعات المنتظمة وربطها بمعادلات جبرية. ويقال إن ثابت بن قرة قسّم الزاوية إلى ثلاثة أقسام متساوية بطريقة تخالف الطرائق التي عرفها اليونان.

كما بحث العلماء العرب في مراكز الأثقال، وتوسّعوا فيها واستعملوا البراهين الهندسية لحل بعض مسائلها. ومن هذا ما ذكره الكوهي في كتاب «مراكز الأثقال»: «... إذا أدرنا نصف دائرة أ ب جـ التي مركزها د، مع القطع المكافئ الذي سهمه خط ب د، ومع المثلث أ ب جـ حول الخط ب د القائم على الخط أ جـ حتى يحدث من إدارة نصف الدائرة نصف الكرة، ومن القطع المكافئ مجسم المكافئ، ومن المثلث مخروط، فيكون المخروط مجسمًا للمثلث كالمجسم المكافئ للقطع المكافئ، ونصف الكرة لنصف الدائرة. فمركز ثقل مجسم المثلث، أعني المخروط، يقع على نسبة الواحد إلى أربعة، والمجسم المكافئ على نسبة الاثنين إلى ستة، ونصف الكرة على نسبة الثلاثة إلى ثمانية. أما مركز ثقل المثلث فعلى نسبة الواحد إلى ثلاثة، والقطع المكافئ على نسبة الاثنين إلى خمسة، ونصف الدائرة على نسبة الثلاثة إلى سبعة».

• حســـاب المثلثـــات

عُرف هذا العلم عند العرب باسم (علم الأنساب) أيضًا، وقد سمي كذلك لأنه يقوم على استخراج الأوجه المتعددة الناشئة عن النسبة بين أضلاع المثلث. كما أنهم أحلّوا الجيوب محل الأوتار، وأتوا بنظريات أساسية جديدة لحل مثلثات الأضلاع. وإلى العرب يرجع الفضل في وضع علم المثلثات بشكل علمي منظم، مستقل عن الفلك، مما حدا بالكثيرين إلى اعتباره علمًا عربيًا، كما اعتبروا الهندسة علمًا يونانيًا.

من أبرز ما أضافه علماء الرياضيات العرب والمسلمون إلى علم المثلثات؛ استعمالهم الجيب بدلًا من وتر ضعف القوس في قياس الزوايا. وأدّى ذلك إلى تسهيل كثير من المسائل الرياضياتية. واستنبط علماء الرياضيات العرب الظل في قياس الزاوية المفروضة بالضلع المقابل لها مقسومًا على الضلع المجاور. والظل هو المماس، غير أن كلمة مماس لا تستخدم اليوم في الهندسة، في حين لازالت كلمة ظل تستخدم في المثلثات. وذكر الطوسي في كتاب «شكل القطاع»: «إن السبق في استنباط هذا الشكل (الظلي) لأبي الوفاء البوزجاني بلا تنازع مع غيره... وإن في المثلث القائم الزاوية الذي يكون من القسي العظام، تكون نسبة جيب أحد ضلعي القائمة إلى جيب الزاوية القائمة، كنسبة ظل الضلع الأخرى من ضلعي القائمة إلى ظل الزاوية الموترة به».

أثبت علماء الرياضيات العرب أن نسبة جيوب الأضلاع بعضها إلى بعض تساوي نسبة جيوب الزوايا الموترة بتلك الأضلاع بعضها إلى بعض في أي مثلث كروي. وكان أول من قام بذلك أبو نصر علي بن عراق، والبوزجاني في أواخر (القرن العاشر الميلادي). كما أوجدوا طريقة مبتكرة لحساب الجداول

الرياضياتية للجيب، وللمماس والقاطع وتمامه. وكان البوزجاني أول من حسب جيب الزاوية التي قدرها 30 دقيقة، حسابًا اتفقت نتائجه فيها إلى ثمانية أرقام عشرية مع القيمة الصحيحة.

قام علماء الرياضيات العرب بحل بعض مسائل المثلثات جبريًا، فالبتاني، على سبيل المثال، تمكن من حساب قيمة الزاوية (م) من المعادلة جا م/جتا م = س بطريقة جبرية كان سابقًا إليها.

واخترع العرب حساب الأقواس التي كان من فوائدها تسهيل قوانين التقويم، وتُريح من استخراج الجذور المربعة. وكشفوا بعض العلاقات الكائنة بين الجيب والمماس والقاطع ونظائرها، كما توصلوا إلى معرفة القاعدة الأساسية لمساحة المثلثات الكروية، والمثلثات الكروية المائلة الزاوية. ويُعتبر استعمال العرب للمماسات والقواطع ونظائرها في قياس الزوايا والمثلثات، نقلة هائلة في تطور العلوم، لأنه سهّل كثيرًا من المسائل الرياضياتية المعقدة.

• علـــم المســـاحة

أطلق العرب اسم «علم المساحة» على العلم المختص بالقياس، وبالهندستين المستوية والفراغية؛ وهو بمعناه الواسع يشمل قياس كل ما يمكن أو يلزم قياسه، وبصفة خاصة؛ الأطوال والمساحات والحجوم والأوزان والأعداد، ومن ثم فهو يختلف عن الجيوديسيا Geodesy (دراسة شكل الأرض وقياس سطحها) التي تناولها العرب في كتابات مستقلة (انظر فصل تاريخ الجيولوجيا).

والتعاريف التي وضعها المسلمون لعلم المساحة تتباين كثيرًا؛ فمنها ما هو واسع مثل تعريف العماوي: «قياس يعتمد على تقدير كمية مجهولة بمقارنتها بكمية معلومة بوحدات معينة»، وإن كانت أغلب التعاريف تحصر معناه في قياس الأطوال والمساحات والحجوم. وكان الغرض من هذه الأعمال تزويد المعماريين والجنود والمساحين بالوسائل المناسبة، والأرضية النظرية لأعمالهم. ويمكن تمييز ثلاث مجموعات من هذه الرسائل تبعًا للأساليب التي تتبعها في المعالجة:

أ. رسائل شبيهة إلى حد كبير بما لدينا من قوانين رياضياتية، وهي مختصرة بقدر الإمكان، وتوضح طريقة الحساب دون تقديم أمثلة (ومن أمثلتها رسالة ابن البنا).

ب. رسائل تشتمل على أمثلة محلولة بالكامل (ومن أمثلتها رسالة البغدادي).

جـ. رسائل تشتمل فقط على سلاسل من المسائل المحلولة بالكامل، وهي عبارة عن ضرب من كراسات التمارين (ومن أمثلتها رسالة أبي بكر).

وفيما يتعلق بطريقة العرض في تلك الأعمال لا يسعنا الحديث عن قوانين رياضياتية بالمعنى المعروف حاليًا، إذ لم تعرف صياغة القوانين الرياضياتية بهذا الأسلوب إلا في عصر متأخر وبين العرب المغاربة، بل وربما كان ذلك في مجال الجبر فقط، فقواعد حساب المساحات كانت تكتب بالكلمات بما في ذلك أحيانًا الأشكال الواردة بالنص.

ميزان تسوية لمعرفة مدى استواء الأرض، اخترعها المراكشي في (القرن 13 م).

لقد تناول العلماء العرب موضوعات علم المساحة في ثنايا المصنفات الرياضياتية باعتبارها فرعًا من الهندسة. فنجد أن بهاء الدين العاملي يخصص لها الفصول الثلاثة الأولى من الباب السادس من كتاب «خلاصة الحساب»، ويتناول في مقدمته بعض تعريفات أولية في المساحة عن السطوح والأجسام. ثم في الفصل الأول مساحة السطوح المستقيمة الأضلاع كالمثلث، والمربع، والمستطيل، والمعين، والأشكال الرباعية، والمسدس، والمثمن وغيرها. ويتناول في الفصلين الثاني والثالث طرائق إيجاد مساحة الدوائر والسطوح المنحنية كالأسطوانات، والمخاريط التامة والناقصة، والكرة. كما يذكر في الباب السابع أشياء تتعلق بالمساحة على سطح الأرض لإجراء المسح لشق القنوات، ومعرفة مقدار الارتفاعات وعرض الأنهار وأعماق الآبار.

وكانت الأعمال المختصة بعلم المساحة، خصوصًا الكبيرة منها، تشتمل على ما يأتي:

أولًا: مدخل الكتاب؛ ويشمل التعريف بالعلم وشرح وتصنيف الأشكال الهندسية والتعريف بالوحدات المستخدمة في القياس.

ثانيا: قواعد الحساب للسطوح المستوية؛ كالأشكال الرباعية (المربع والمستطيل ومتوازي الأضلاع ... إلخ)، والمثلثات بأنواعها وعديدات الأضلاع، والدائرة وأجزائها، وكذلك الأجسام الفراغية (كالمنشور والأسطوانة)، والأجسام الهرمية والمخاريط، والكرة وأجزائها، وغير ذلك من الأجسام المنتظمة وشبه المنتظمة.

ثالثا: أمثلة عملية؛ وهذه كانت بصفة عامة نادرة الورود في الأعمال الخاصة بالمساحة، وكثيرًا ما نجد تمارين على تقسيم الحقول مصاغة على نمط أعمال أقليدس وهيرو. ولسفاسوردا (المساح اليهودي) تمارين على تقسيم الحقول الواقعة على المنحدرات، وعلى القمم والارتفاعات والأجسام المجوفة، وللحنبلي بعض التمارين الخاصة بالمواضع غير الميسور قياسها كقاع البئر وعرض النهر. ومن المسائل الأخرى المطروقة؛ حساب مقدار الأحجار أو الطوب اللازم لبناء منزل أو سقف وتحديد ارتفاع حائط. ومن هذه الأعمال ما يعد مرجعًا شاملًا كأعمال الحنبلي والكاشي، ومنها ما هو مختصر جدًا حتى أنه غالبًا ما يتناول جوانب فقط من الموضوع.

طرائق حساب الحجوم هي نفسها التي نجدها عند الإغريق والمصريين، وفي الحالات التي لا يكون فيها الأمر كذلك تكون طرائق الحساب مستنبطة بطريقة استقرائية وتجريبية؛ فللكرخي مثلًا طريقة لحساب حجم الكرة استنبطها من

مقارنة وزن مكعب من الشمع بوزن كرة منه صنعت من هذا المكعب وقطرها مساو لطول ضلعه. ومن الجلي أن مثل هذه الطرائق لابد وأن تؤدي إلى نتائج تقريبية، وقوانين قائمة على التقريب، وتلك هي طبيعة الهندسة العملية.

وسبب بقاء هذه القواعد (العملية) طويلًا أنها تفي بحاجات المستخدمين العمليين الذين كانوا بحاجة إلى قيم سهلة الحساب لا دقة رياضياتية فائقة. ولأسباب مشابهة، وتماشيًا مع الممارسات التقليدية، لم تكن كل الأعمال المختصة بالمساحة تقريبًا تقدم أية براهين هندسية علمية على درجات دقة القوانين التي تستخدمها حاليًا.

ومن الاتجاهات التي ارتبطت بالمؤلفين العرب أيضًا، إعطاء مجموعة من الصيغ الرياضياتية التي تتفق تمامًا من حيث الجوهر في صورها الرياضياتية المختلفة؛ إذ نجد مثلا في المخطوط رقم 5954 بمتحف برلين طريقة لحساب وتر المثلث قائم الزاوية بأربع صيغ مختلفة. ولعل السبب وراء ذلك توفير الخيارات المختلفة لينتقي منها المستخدم العملي ما يناسب الحالة التي تعن له، ويمكن التماس أصول الهندسة العربية في مؤلفات الإغريق والهنود؛ فالقواعد، من حيث الشكل والجوهر، تكاد تكون إغريقية تمامًا، خصوصا لدى قدامى المؤلفين. ويبدو أن إنجازات «هيرو» الباهرة، والتي ترجع بدورها لأصول مصرية، كانت النموذج المحتذى للمؤلفات العربية في علم الهندسة. أما الهنود فتعود إليهم النسبة ط (π) واستخدام الصيغة:

م = مضروب أطوال الأضلاع في مساحة الرباعي المرسوم داخل دائرة.

وفضل العرب في علم الهندسة لا يتمثل في التوصل إلى حقائق جديدة، برغم ما نجده في مؤلفات علم المساحة من قواعد مستحدثة، بقدر ما يتمثل في إثراء هذا العلم بطرائق حساب وتدريس جديدة، ويتمثل كذلك، وبصفة خاصة، فيما قام به العرب من صيانة تراث القدماء وتسليمه إلى العالم الغربي على طبقٍ من ذهب.

من التطبيقات العملية لعلم المساحة كان مسح الأراضي وتقنيتها، وفي هذا المقام سنتناول قياس الأطوال والمساحات بالنسبة لوحدات الحجوم والأوزان.

في البلدان الإسلامية الوسطى

كانت وحدات الأطوال والمساحات قبل العصر الحديث متعددة بطريقة مربكة، وغالبًا ما كانت الوحدة نفسها تستخدم بقيم مختلفة بين مكان وآخر. أما الموازين والمكاييل فنظرًا لدخولها في المعاملات التجارية اليومية كانت مقاييسها أكثر دقة وتخضع للرقابة سواء من الحكومة أو المحتسب. أما الأطوال والمساحات فكانت تهم بدرجة أكبر موظفي المساحة الذين يحصرون الأراضي والمحاصيل لتقدير الضرائب والخراج.

أ. كانت الوحدات الأولية لقياس الأطوال تعتمد، كما في الكثير من الحضارات الأخرى، على مقاييس جسم الإنسان، فهناك: الإصبع؛ وهو عرض العقلة الوسطى في الأصبع الوسطى، ويساوي جزءًا من 24 من الذراع، والقبضة، والشبر، والباع أو القامة؛ وهو طول الذراعين ممتدين، وقد اعتبرا مساويين لأربعة أذرع. وهناك أيضًا القصبة؛ بقيمة تتراوح بين خمسة أذرع وثمانية، ولكنها في المتوسط تساوي أربعة أمتار. وفي بلدان فارس، كان الجاز معادلًا للذراع في البلدان العربية. وفي (القرن السابع عشر) وضع الجاز الشاهاني ليساوي 95 سم تقريبًا، وفي (عام 1926م)، وبعد تولي الشّاه رضا بهلوي الحكم، قربه إلى المتر، ثم ما لبثت إيران أن أخذت بالنظام المتري، وإن بقيت الوحدات القديمة مستخدمة بين العامة.

ب. كانت الوحدة الأساسية للمساحة في العصور الإسلامية القديمة هي (الجارب)، ولما كان يعد أيضًا وحدةً للمكاييل، للحبوب وما شابه، وتساوي أربعة قفيز، أخذ الجارب مقياسا لمساحة تكفي لبذر جارب من القمح. وقد اختلفت قيمة الجارب،

ورسميا كانت تساوي مئة (قصبة)، أو 1600 متر مربع تقريبًا. وفي فارس كانت هذه القيمة تسمى الجارب الصغير، أما الجارب الكبير فكان يساوي 5837 مترًا مربعًا. وفي (القرن الحادي عشر الهجري/ السابع عشر الميلادي)، تقلصت قيمة الجارب إلى 958 مترًا مربعًا في إيران، ومنذ (عام 1926م)، أصبح مساويًا للهكتار، ولكنه ظل في المعاملات المحلية يتراوح بين 400 و1450 مترًا مربعًا، بحسب الممارسات الزراعية، فالجارب للأراضي المروية يقل عنه للأراضي الجافة.

أما الوحدة الأساسية في مصر فهي الفدان، قدّره القلقشندي في (القرن التاسع الهجري/ الخامس عشر الميلادي) بـ 400 قصبة، أي 6368 مترًا مربعًا. ومنذ (عام 1830م)، أصبحت قيمته 4200.833 متر مربع، بعد أن انخفضت نسبة الفدان إلى ما يكافئ الأكر Acre الإنجليزي.

وفي عهد العثمانيين، في تركيا والعراق وسوريا وفلسطين، كانت الوحدة الأساسية هي الدونم، وكانت في الأصل هي المساحة التي تحرث في يوم واحد. وكانت تساوي في تركيا 939 مترًا مربعًا (أي زهاء 1000 ياردة مربعة)، ولكن القيمة الحديثة له منذ (القرن التاسع عشر) صارت تساوي هكتارًا، ثم أدخلت الوحدات المترية في تركيا رسميًا منذ (عام 1934م). والدونم في سوريا وفلسطين يساوي حاليًا 1000 متر مربع. أما في العراق فهو 2500 متر مربع، رغم إدخال المقاييس المترية منذ (عام 1931م). وفي كافة الأحوال، بقيت المقاييس التقليدية مستخدمة في هذه البلدان على المستوى الشعبي بجانب المقاييس المترية.

في بـــلاد الهنـــد الإســـلامية

أ. وحدات الأطوال: ترد الأيام في أقاصيص الرحالة كمقياس للمسافة، فيقال إن مدينة كذا تقع على بعد كذا يوم من مدينة كذا، وهو مقياس لا تغفل قيمته العملية للمسافرين، وهو لا يزال مطبقًا حتى الوقت الحاضر في السفر خلال الجبال. وهناك رحالة آخرون، كالبيروني، يقدرون المسافة بالفرسخ، ولكن تقديرات البيروني في هذا الصدد لا يعتد بها.

والوحدة التي ضللت البيروني هي اليوجانا Yodjana، وهي تعادل أربعة أمثال مدى سماع خوار البقرة، وهذا المسمى نادرًا ما يرد في كتابات المسلمين الذين استخدموا اسمًا بديلا هو الكروسا Krosa، الذي تحول إلى Kos « كوس»، وحدة أساسية للأطوال، وتتخذ قيما متباينة في الأماكن والأزمنة المختلفة، فعرف الباكاكوس (الكوس الكبير) والكاكاكوس (الكوس الصغير). وقد دخلت وحدات أخرى في عهد المغول، كان تغيرها يجري بمعدلات سريعة يصعب تتبعها.

وجدير بالذكر، أن الذراع أحيانًا ما يستخدم في كتابات المسلمين الهنود، ولكن بقدر كبير من عدم الدقة، إما للتعبير عن الـ (جاز)، أو الهاث Hath، وهو المسافة بين المرفق وطرف الإصبع الوسطى، وأحيانا ما يستخدم كوحدة لقياس الأقمشة، ولكن كان الجاز هو الأكثر شيوعا في هذا المجال، ويأتي على هيئة قضيب مقسم لأربعة أقسام.

ب. وحدات المساحات كانت الوحدة الغالبة لقياس مساحات الأراضي هي البيغا Bigha، وتقسم إلى عشرين جزءًا، يسمّى كل جزءٍ بيسوا Biswa. وهذه الوحدات أيضا تتفاوت قيمتها بقدر كبير من مكان

لمكان. تقدر البيسوا بـ 131.33 ياردة مربعة أو 109.8 أمتارٍ مربعةٍ. وقد وجدت كذلك وحدة تسمى بيسونسا Biswhnsa تساوي جزءًا من عشرين جزءًا.

3. وأخيرًا، فإن كلمة مساحة استخدمت أيضا كلفظ تقني يتجاوز مفهوم مسح الأراضي المجرد، ليحمل معنى ضريبة الأراضي، محسوبة على ما يبدو على النمط البيزنطي، على أساس المسطح المزروع من الأرض أو النمط الساساني على أساس طبيعة أو نظام الري وكذا، بصفة عامة ما تدره من محصول.

إسهامات العلماء العرب والمسلمين في الرياضيات

صنّف علماء الرياضيات العرب مؤلفات كثيرة في مختلف فروع العلوم الرياضياتية؛ كثير منها كان موسوعيًا شمل كل هذه الفروع، بينما اقتصر بعضها الآخر على البحث في علم بعينه، أو فرع من هذا العلم. وقد أتوا على ذكر كل ما استجد في نظرهم من فروع هذا العلم من الأمم المجاورة، وأضافوا إليه إضافات ذكروها في هذه المصنّفات وطبقوها عمليًا.

تغطي فترة ما بين القرن الثالث إلى الخامس الهجري، إسهام بعض علماء الرياضيات في الحقبة الواقعة بين الخوارزمي وأبي الريحان البيروني. وقد نبغ في تلك الحقبة إلى جانب الخوارزمي والبيروني علماء كثيرون منهم، على سبيل المثال: أبو كامل شجاع بن أسلم، وثابت بن قرة، وسنان بن الفتح الحراني الحاسب، والبوزجاني، والبتاني، وابن الهيثم وآخرون.

• إسهامات الخوارزمي

محمد بن موسى الخوارزمي، أبو عبد الله (توفي 232هـ / 847م). رياضي وفلكي ومؤرخ من أهل خوارزم، عاصر الخليفة المأمون العباسي الذي أدرك فضله وأولاه رعاية عظيمة. عالم عربي يزدهي به العلم في كل عصر، ومؤسس علم الجبر وقد لقّب بأبي الجبر.

كان الخوارزمي أول من ألّف في الرياضيات على عهد المأمون الذي عيّنه رئيسًا لبيت الحكمة. وكان أعظم مؤلَّف له في حقل الرياضيات كتاب «الجبر والمقابلة»، وهو الكتاب الذي أثر في كل الأدبيات التي تناولت العلوم الرياضياتية من بعده، سواءً في الشرق أو الغرب. لذا عُدّ الخوارزمي واحدًا من أكبر علماء الرياضيات في جميع العصور. وقد وضع كتابه هذا بتكليف من الخليفة المأمون

ليفيد الناس منه في؛ التجارة، والمواريث، والوصايا، وقياس المساحات الخاصة بالأراضي. واستخدم في هذا الكتاب مصطلح الجبر لأول مرة. وقد ترجم روبرت الشستري، هذا الكتاب إلى اللاتينية، وهو أول من ترجم القرآن إلى اللاتينية. وكانت ترجمة هذا الكتاب أساسًا لدراسات أشهر رياضيي الغرب مثل ليوناردو البيزي الذي اعترف بأنه مدين للعرب بذخيرته المعرفية في الرياضيات.

تناول الخوارزمي في «الجبر والمقابلة» موضوعات شتى في حل المعادلات الجبرية. تكلم أولًا عن العدد في حساب «الجبر والمقابلة»، وقسمه إلى جذر ومال وعدد مفرد، وأتى بأمثلة من المعادلات ذات الدرجة الثانية، وشرح حلولها بطريقة جبرية أو هندسية. وفي باب الضرب، بيَّن كيفية ضرب الأشياء؛ أي الجذور بعضها ببعض، ثم باب الجمع والنقصان (الطرح)، ووضع فيه عدة قوانين لجمع المقادير الجبرية وطرحها وضربها وقسمتها، ثم باب المسائل الست؛ وهي مسائل تطبيقية في الجبر أوردها بنصها، ثم قام بحلها كنماذج للأبواب المتقدمة، ثم باب المسائل المختلفة؛ وذكر فيها ضروبًا مختلفة من المسائل تؤدي إلى معادلات من الدرجة الثانية، وشرح كيفية حلها. يلي ذلك أكثر الأبواب اعتمادًا على التطبيق العملي، وهو باب المعاملات؛ ويتضمن المعاملات التي يقوم بها الناس فيما بينهم، ويحتاجون فيها إلى ضرب من عمليات الجبر والحساب كالبيع والشراء والإجارة، وأورد فيه مسائل تتناول البيع والإجارات وما يتعامل به الناس من الصرف والكيل والوزن. يأتي بعد ذلك باب المساحة، وأوضح معنى الوحدة المستعملة في المساحات، وأعطى مساحات بعض السطوح المستقيمة الأضلاع والدوائر والقطاعات. أما الخاتمة فهي كتاب «الوصايا»، وتطرق فيه إلى مسائل عملية وأمثلة كثيرة تتعلق بالوصايا، وتقسيم التركات، وتوزيع المواريث، وحساب الدور الذي يشمل باب التزويج في المرض، وباب العتق في المرض، وباب في العقر في الدور، وباب السلم في المرض. ونعرض فيما يلي نصًا من حديثه في باب المساحة لجزالة لغته وسهولتها: «اِعلم أن معنى واحد

في واحد إنما هو مساحة، ومعناه ذراع في ذراع؛ فكل سطح متساوي الأضلاع والزوايا يكون من كل جانب واحدًا؛ فإن السطح كله واحد. فإن كان من كل جانب اثنان (ذراعان) وهو متساوي الأضلاع والزوايا، فالسطح كله أربعة أمثال السطح الذي هو ذراع في ذراع... وكل سطح مربع يكون من كل جانب نصف ذراع، فهو مثل ربع السطح الذي هو من كل جانب ذراع... وكل معيّنة (شكل معيَّن) متساوية الأضلاع، فإن ضربك أحد القطرين في نصف الآخر فهو تكسيرها (حاصل الضرب)، وكل مدورة (دائرة)، فإن ضربك القطر في ثلاثة وسُبع هو الدور (المحيط) الذي يحيط بها».

كان الخوارزمي أول من استخدم التعبيرات الجبرية، وأول من حلّ معادلات الدرجة الثانية الجبرية. والجبر تعبير استخدمه الخوارزمي من أجل حلّ المعادلات بعد تكوينها، ومعناه أن طرفًا من طرفي المعادلة يكمل ويزاد على الآخر وهو الجبر. والأجناس المتجانسة المتساوية في الطرفين تسقط منها وهو المقابلة. واسم الجبر في جميع لغات العالم مشتق من كلمة الجبر التي استخدمها الخوارزمي في كتابه.

أهم مؤلفاته غير كتاب «الجبر والمقابلة»؛ كتاب «صورة الأرض»؛ وكتاب «الزيج»؛ وكتاب «العمل بالإسطرلاب»؛ و«كتاب الحساب»؛ و«كتاب رسم المعمور من البلاد». له الفضل في نقل الأعداد الهندية إلى العرب، وعنهم انتقلت إلى أوروبا. وهو أول من استعمل كلمة أصم لتدل على العدد الذي لا جذر له.

نبغ الخوارزمي في علوم الحساب والفلك والجغرافيا والهندسة.

• إســـــهامات أبو كامل شجاع بن أسلم

اشتهر أبو كامل شجاع بن أسلم (توفي نحو 267هـ/ 880م)، بالحاسب المصري، وهو من المعاصرين للخوارزمي. ومن مؤلفاته في الرياضيات كتاب «الجمع والتفريق»، ويبحث فيه القواعد الأساسية للعمليات الحسابية لاسيما الجمع والطرح كما يبدو من عنوانه. وله أيضًا «كتاب الخطأين»؛ ويبحث فيه أصول حل المسائل الرياضياتية بطريق الخطأين. و«كتاب الجبر والمقابلة»، وفيه يحاول تكملة ما استدركه على الخوارزمي، كما أشاد فيه بفضل الخوارزمي في علم الجبر والمقابلة. ويقول فيه: «إن كتاب محمد بن موسى (الخوارزمي) المعروف بكتاب الجبر والمقابلة أصحها أصلاً، وأصدقها قياسًا، وكان مما يجب علينا من التقدمة الإقرار له بالمعرفة وبالفضل؛ إذ كان السابق إلى كتاب

الجبر والمقابلة، والمبتدئ له، والمخترع لما فيه من الأصول التي فتح الله لنا بها ما كان مغلقًا، وقرّب ما كان متباعدًا، وسّهل بها ما كان معسرًا، ورأيت فيها مسائل ترك شرحها وإيضاحها، ففرّعتُ منها مسائل كثيرة، يخرج أكثرها إلى غير الضروب الستة التي ذكرها في كتابه... وبيّنت شرحه، وأوضحت ما ترك إيضاحه وشرحه».

وله من الكتب الرياضياتية أيضًا؛ كتاب «الوصايا بالجذور»، و«الشامل» الذي يبحث في الجبر، وهو من أحسن الكتب التي ألّفت في ذلك العصر، وإليه أشار سميث في «تاريخ الرياضيات»، بأنه كان وحيد عصره في حل المعادلات الجبرية، وفي كيفية استعمالها لحل المسائل الهندسية.

• إســـــهامات ثابت بن قرة

مهَّد مهندس العرب ثابت بن قرة (توفي 288هـ/ 900م)، لإيجاد التكامل والتفاضل؛ وذلك بحساب حجم الجسم المتولد عن دوران القطع المكافئ حول محوره. كما يُعزى إليه العثور على قاعدة تستخدم في إيجاد الأعداد المتحابة؛ وهي أزواج نادرة من الأعداد لم يبحث فيها أحد قبله.

كما أن ثابتًا كان أول من بحث في المربعات السحرية بعد الصينيين. واستطاع أن يبتدع طريقةً في تقسيم الزاوية بأسلوب لم يسبق إليه. وله ابتكارات في الهندسة التحليلية؛ وهي الهندسة التي تستفيد من التطبيقات الجبرية.

صنّف ثابت بن قرة كثيرًا من المؤلفات في الرياضيات، منها على سبيل المثال: «كتاب في المسائل الهندسية»؛ و«كتاب في المربع وقطره»؛ و«كتاب في

الأعداد المتحابة»؛ و«تصحيح مسائل الجبر بالبراهين الهندسية»؛ و«المختصر في الهندسة»؛ و«كتاب في المثلث القائم الزاوية». كما ترجم العديد من الكتب من أشهرها؛ كتاب «المدخل إلى علم العدد» لنيقوماخوس الجرشي (توفي نحو 135م) نسبة إلى جرش (في الأردن اليوم). وهذا الكتاب الأول من نوعه الذي عالج فيه مؤلفه علم الحساب مستقلاً عن الهندسة. وكان من بين الفوائد التي ترتبت على ترجمة هذا الكتاب إدخال مصطلحات رياضياتية جديدة إلى اللغة العربية، كما أسهمت في توحيد الاصطلاحات والتعابير الرياضياتية التي احتاجها العلماء العرب والمسلمون إبان نهضتهم العلمية.

- **إســـهامات البتانـــي**

اشتهر البتاني (توفي 317هـ/ 929م)، بكونه فلكيًا أكثر منه عالم رياضيات. وهو من الذين أضافوا بحوثًا مبتكرةً في الفلك والجبر والمثلثات؛ لذا يعدّه الكثيرون من مؤرخي العلوم من عباقرة العالم الذين وضعوا نظريات مهمة. وهو الذي أدخل الجيب واستعمله بدلاً من كلمة الوتر؛ إذ إنه ترك الحساب بالوتر، كما كان يفعل بطلميوس ومن جاء بعده، وفضل حساب الهنود بالجيب (نصف الوتر). وهو الذي أدخل مصطلح جيب التمام، وأول من عمل الجداول الرياضياتية لنظير المماس، وعرف قانون تناسب الجيوب، واستخدم معادلات المثلثات الكروية الأساسية والخطوط المماسة للأقواس، واستعان بها في حساب الأرباع الشمسية، وأطلق عليها اسم الظل الممدود؛ أي خط المماس.

• إســـــهامات أبو الوفـــاء البوزجـــاني

يعد أبو الوفاء البوزجاني (توفي 388هـ/ 998م)، أحد الأئمة المعدودين في الرياضيات والفلك. وله فيهما مؤلفات قيمة، واعترف له كل من جاء بعده من رياضيي الشرق والغرب بأنه من أشهر الذين برعوا في الهندسة. وعندما ألّف في الجبر أضاف إضافات ذات شأن على بحوث الخوارزمي، فاعتبرت أساسًا لعلاقة الهندسة بالجبر.

يعود الفضل للبوزجاني في وضع النسبة المثلثية (الظل)، وهو أول من استعملها في حلول المسائل الرياضياتية. كما أوجد طريقة جديدة لحساب جداول الجيب، وكانت جداوله دقيقة جدًا. ووضع بعض المعادلات التي تتعلق بجيب الزاويتيْن، وكشف بعض العلاقات بين الجيب والمماس والقاطع ونظائرها.

وللبوزجاني مؤلفات كثيرة قيمة في الرياضيات من أشهرها؛ «منازل في الحساب»؛ وقد قسمه إلى سبعة أبواب احتوت على: النسبة والضرب والقسمة والمساحة، وحساب الخراج، والمقاسات والصروف، ومعاملات التجار. ومن كتبه الأخرى: «تفسير الجبر والمقابلة للخوارزمي»؛ و«المدخل إلى الأرثماطيقي»؛ و«كتاب استخراج الأوتار»؛ و«كتاب العمل بالجدول الستيني».

• إســـــهامات الحســـــن بن الهيثـــم

اشتهر ابن الهيثم بكونه فيزيائيًا، خصوصًا في مجال البصريات، غير أن له في الرياضيات بحوثًا أصيلة تدل على أنه كان عالم رياضيات بارعًا، تجلت براعته في تطبيق الهندسة والمعادلات والأرقام في المسائل المرتبطة بالفيزياء والفلك، وفي البرهنة على قضاياها ببراهين غاية في البساطة أحيانًا، ومعقدة أحيانًا أخرى، وهي تتناول الهندسة بنوعيها المستوية والمجسمة.

طبق ابن الهيثم الهندسة على المنطق، ووضع في ذلك كتابًا. نقل ابن أبي أصيبعة في «طبقات الأطباء» قول ابن الهيثم: «كتاب جمعت فيه الأصول الهندسية والعددية من كتاب أقليدس وأبولونيوس، ونوعت فيه الأصول وقسمتها، وبرهنت عليها ببراهين نظمتها من الأمور التعليمية والحسية والمنطقية، حتى انتظم ذلك مع انتقاص توالي أقليدس وأبولونيوس».

اتبع ابن الهيثم منهجًا علميًا في بحوثه كلها، خصوصًا ما كان منها في الضوء. وكتبه المتعلقة بالرياضيات كثيرة منها: «شرح أصول أقليدس في الهندسة والعدد»؛ و«تحليل المسائل الهندسية»؛ و«حساب المعاملات»؛ و«أصول المساحة وذكرها بالبراهين»؛ و«خواص المثلث من جهة العمود»؛ و«تربيع الدائرة»؛ و«كتاب في حساب الخطأين».

• إســـهامات عمـــر الخيـــام

كان عمر بن إبراهيم الخيام (توفي 517هـ / 1124م)، من أنبغ الذين اشتغلوا في حقل الرياضيات، ولاسيما الجبر، وممن درسوا بديهيات هندسة أقليدس ونظرياتها العامة. والخيام من أوائل العلماء الذين حاولوا تصنيف المعادلات بحسب درجاتها وعدد الحدود التي فيها. واستخدم بعض المعادلات التي استعملها الخوارزمي من قبل في «الجبر والمقابلة»، من ذلك:

$س^2 + 10 س = 39$

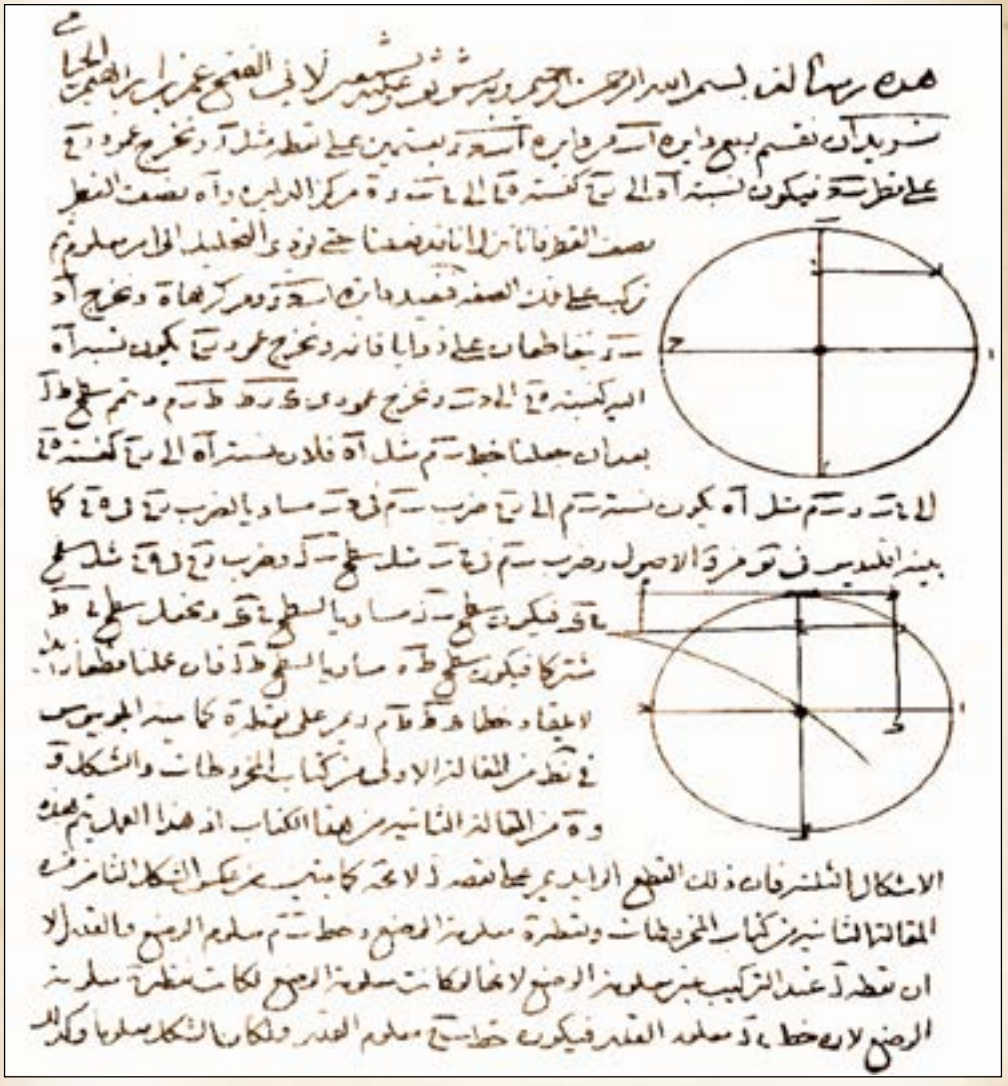
$و س^2 + 20 = 10 س$

$و 3 س + 4 = س^2$

واستطاع الخيام أن يحل المعادلات التكعيبية هندسياً، واعتبر أن المعادلات ذات الدرجات الأولى والثانية والثالثة إما أن تكون بسيطة مثل: س = ص، أو

مركبة مثل: س^2 + د س = ص، ووضع للمعادلات البسيطة ستة أشكال، وللمركبة اثني عشر شكلًا.

ألف الخيام كثيرًا في الفلك والرياضيات وغيرهما بالفارسية، وأهم آثاره العربية في الرياضيات «شرح ما يشكل من مصادرات أقليدس»؛ و«مقالة في الجبر والمقابلة».



«المعادلات التكعيبية وتقاطعات المقاطع المخروطية» لعمر الخيام، هي الصفحة الأولى من المخطوطة المكونة من فصلين، والمحفوظة في جامعة طهران.

• إســـــهامات غياث الدين الكاشـــــي

كان غياث الدين الكاشي (توفي 839 هـ/ 1436م)، من أعظم العلماء الذين اشتهروا في (القرن التاسع الهجري)، ومن أهم إسهامات هذا العالم في علوم الرياضيات هو ابتكار الكسور العشرية. ويقول سميث في كتابه «تاريخ الرياضيات»: «إن الخلاف بين علماء الرياضيات كبير، ولكن غالبيتهم تتفق على أن الكاشي هو الذي ابتكر الكسور العشرية»، وبذلك فإن الكاشي سبق ستيفن بأكثر من 157 سنة في وضع علامة الكسر العشري واستعملها، فقد بين في كتابه «مفتاح الحساب» فوائد استعمال الكسور العشرية وطريقة الحساب بها، كما أنه يذكر في مقدمة هذا الكتاب أنه اخترع الكسور العشرية، ليسهل الحساب على الأشخاص الذين يجهلون الطريقة الستينية.

كما وضع الكاشي قانونًا خاصًا بتحديد قياس أحد أضلاع المثلث انطلاقًا من قياس ضلعيه الآخرين وقياس الزاوية المقابلة له، فضلاً عن قانون خاص بمجموع الأعداد الطبيعية المرفوعة إلى القوة الرابعة. ويقول كارادي فو في حديثه عن علماء الفلك المسلمين: «ثم يأتي الكاشي فيقدم لنا طريقة لجمع المتسلسلة العددية بمجموع الأعداد المرفوعة إلى القوة الرابعة، وهي الطريقة التي لا يمكن أن يتوصل إليها أحد بقليل من النبوغ».

• إســـــهامات القلصـــــادي

كان القلصادي أبو الحسن علي القرشي (توفي 891هـ/1486م)، أول من استخدم الرموز في الجبر، وقد نبغ في علم الحساب وألّف فيه مؤلفات ذات شأن. كما أبدع في نظرية الأعداد وفي بحوثه في علم الجبر. وأول مؤلف له اطلع عليه الأوروبيون كان كتاب «كشف الأسرار عن علم الغبار».

أعطى القلصادي قيمة تقريبية للجذر التربيعي للكمية (س^2 + ص)، وقد استفاد من هذه العملية ليوناردو البيزي وغيره في استخراج القيم التقريبية للجذور الصم.

من مصنفاته في الرياضيات: «كشف الجلباب عن علم الحساب»؛ و«قانون الحساب)؛ و«كتاب تبصرة في حساب الغبار»؛ و«كشف الأسرار عن علم الغبار»، وهو مختصر من كتاب «كشف الجلباب عن علم الحساب». وهذا الكتاب يحتوي على مقدمة وأربعة أجزاء وخاتمة. وذكر في المقدمة صفة وضع حروف الغبار وما يتعلق بها. والجزء الأول يتناول عمليات الجمع والطرح والضرب والقسمة ومسائل تطبيقية، والثاني يتناول الكسور وإجراء العمليات الحسابية والجبرية عليها. والثالث يتناول الجذور. والرابع يتناول كيفية استخراج المجاهيل، والجبر والمقابلة، وعملياتهما. أما الخاتمة فتتناول الاستثناء في المعادلات والنسبة، واستخراج العدد التام والناقص.

• إســـهامات بهـــاء الديـــن العامـــلي

لقد بقيت آثار بهاء الدين العاملي (توفي 1031هـ/ 1622م)، في الرياضيات والفلك زمنًا طويلًا مرجعًا للكثير من العلماء والباحثين. ومن خلال عمله في إيجاد الجذور الحقيقية والتقريبية للمعادلات الجبرية، بالطريقة التي وضعها الخوارزمي، توصل إلى طريقة جديدة أسهل لحل هذه المعادلات، وأطلق على هذه الطريقة اسم (طريقة الكفتين أو الميزان). واستمر العمل بهذه الطريقة من بعده حتى ابتكر إسحاق نيوتن طريقة أخرى لإيجاد الجذور الحقيقية التقريبية، التي هي تُطبق اليوم.

يُعد كتاب «خلاصة الحساب» أشهر كتب العاملي؛ إذ إنه انتشر انتشارًا كبيرًا في أوساط المعلمين والطلاب على حد سواء، وكان يستعمل إلى وقت قريب في

بعض مدارس الشرق الإسلامي. ويتكون هذا الكتاب من عشرة أبواب تعليمية، وفيه بعض الأساليب التي لم يُسبق إليها. وجاءت محتويات الأبواب العشرة كما يأتي: تناول في البابين الأول والثاني الأعداد الصحيحة والجذور على التوالي. وتكلّم فيهما عن العمليات الحسابية المألوفة من جمع وطرح وقسمة وضرب، واستخراج جذور الكسور وتحويلها. وتناول في الأبواب من الثالث إلى الخامس كيفية استخراج المجهولات بالتناسب، وبحساب الخطأين، وبالتحليل والتعاكس. وخصص البابين السادس والسابع لحساب مساحة السطوح المستقيمة والأضلاع، والدوائر والمخروط، وقياس عرض الأنهار والمرتفعات وأعماق الآبار. وتناول في الباب الثامن استخراج المجهولات بطريق الجبر والمقابلة. أما البابان الأخيران فقد أورد فيهما بعض القواعد والمسائل التطبيقية من قبيل «شحذ ذهن الطالب وتمرينه على استخراج المطلب».

الرياضيات في عصر النهضة

خلال عصر النهضة، كان تطور الرياضيات والمحاسبة متشابكين. [Heeffer, 2009]

ومع عدم وجود علاقة مباشرة بين الجبر والمحاسبة، فإن تدريس الموضوعات والكتب المنشورة، غالبًا ما يكون موجهًا لأطفال التجار الذين تم إرسالهم إلى مدارس الحساب (في فلاندرز وألمانيا) أو مدارس العداد (المعروفة باسم Abbaco في إيطاليا)، حيث يتعلمون المهارات المفيدة للتجارة. ربما لا تكون هناك حاجة للجبر في إجراء عمليات مسك الدفاتر، ولكن لعمليات المقايضة المعقدة أو حساب الفائدة المركبة، كانت المعرفة الأساسية بالحساب إلزامية، وكانت معرفة الجبر مفيدة للغاية.

كتب بييرو ديلا فرانشيسكا (1415–1492م) كتبًا عن الهندسة الفراغية والمنظور الخطي، بما في ذلك: «في منظور الرسم De Prospectiva Pingendi»، و Trattato d'Abaco (Abacus Treatise)، و«حول المواد الصلبة العادية الخمسة De quinque Corporibus Normalibus». طُبع كتاب لوكا باسيولي بالإيطالية: «مراجعة الحساب والهندسة والنسبة Summa de Arithmetica، Geometria، Proportioni et Proportionalità»، ونشره لأول مرة في البندقية (عام 1494). وكتاب بالإيطالية: «تفاصيل الحساب والتسجيل et Scripturis». لقد كُتب في المقام الأول، وبيع بشكل أساسي، للتجار الذين استخدموا الكتاب كنص مرجعي، وكمصدر للمتعة من الألغاز الرياضياتية التي يحتويها، وللمساعدة في تعليم أبنائهم. [Sangster, et al., 2007]

قدم باسيولي، في كتاب «المجموع الحسابي Summa Arithmetica»، رموز الجمع والطرح لأول مرة في كتاب مطبوع، وهي الرموز التي أصبحت تدوينًا قياسيًا في رياضيات عصر النهضة الإيطالية. كان كتاب «المجموع الحسابي»

أيضًا أول كتاب معروف طُبع في إيطاليا يحتوي على علم الجبر. حصل باسيولي على العديد من أفكاره من بييرو ديلا فرانشيسكا الذي قام بسرقة حقوقه.

خلال عصر النهضة، دفعت رغبة الفنانين في تمثيل العالم الطبيعي بشكل واقعي، إلى دراسة الرياضيات، جنبًا إلى جنب مع فلسفة الإغريق المعاد اكتشافها.

كما كان المهندسون والمعماريون أيضًا في ذلك الوقت، بحاجة إلى الرياضيات على أي حال. تمت دراسة فن الرسم في المنظور، والتطورات في الهندسة التي تنطوي عليها، بشكل مكثف. [Kline, 1953]

الرياضيـــــات في العصـــر الحديـــث

شهد (القرن السابع عشر) زيادة غير مسبوقة في الأفكار الرياضياتية والعلمية في جميع أنحاء أوروبا. رصد غاليليو أقمار المشتري في مدار حول ذلك الكوكب، باستخدام تلسكوب هانس ليبراشي Hans Lipperhey's. وكان تيخو براهي Tycho Brahe قد جمع كمية كبيرة من البيانات الرياضياتية التي تصف مواقع الكواكب في السماء. ومن خلال منصبه كمساعد لبراهي، تعرض يوهانس كيبلر لأول مرة لموضوع حركة الكواكب وتفاعل معه بجدية. أصبحت حسابات كبلر أبسط من خلال الاختراع المعاصر للوغاريتمات بواسطة جون نابير وجوست بورجي. نجح كبلر في صياغة قوانين رياضياتية لحركة الكواكب. سمحت الهندسة التحليلية التي طورها رينيه ديكارت (توفي 1650م) برسم هذه المدارات على رسم بياني بالإحداثيات الديكارتية. [Struik, 1987]

بناءً على عمل سابق للعديد من أسلافه، اكتشف إسحاق نيوتن قوانين الفيزياء التي تشرح قوانين كبلر، وجمع المفاهيم المعروفة حاليًا باسم حساب التفاضل والتكامل. وبشكل مستقل، طور غوتفريد فيلهلم لايبنيز حساب التفاضل والتكامل، والكثير من تدوين التفاضل والتكامل، الذي لا يزال قيد الاستخدام حتى اليوم.

قام أيضًا بتحسين نظام الأرقام الثنائية، وهو الأساس لجميع أجهزة الحاسوب الرقمية (الإلكترونية، ذات الحالة الصلبة، والمنطقية المنفصلة) تقريبًا، بما في ذلك بنية فون نيومان Von Neumann، وهي نموذج التصميم القياسي، أو «هندسة الحاسوب»، المتبوعة من النصف الثاني من القرن العشرين والقرن الحادي والعشرين. أطلق على لايبنيز لقب «مؤسس علوم الحاسوب». أصبح العلم والرياضيات مسعى دوليًا سينتشر قريبًا في جميع أنحاء العالم.

بالإضافة إلى تطبيق الرياضيات على دراسات السماوات، بدأت الرياضيات التطبيقية بالتوسع في مجالات جديدة، بمراسلات بيير دي فيرما وبليز باسكال. وضع باسكال وفيرما الأساس لتحقيقات نظرية الاحتمالات وقواعد التوافقية المقابلة في مناقشاتهم حول لعبة المقامرة.

حاول باسكال، من خلال برهانه، استخدام نظرية الاحتمالات المطورة حديثًا للدفاع عن حياته المكرسة للدين، على أساس أنه حتى لو كان احتمال النجاح ضئيلًا، فإن المكافآت كانت غير محدودة. بمعنى ما، أنذر هذا بتطور نظرية المنفعة في (القرنين الثامن عشر والتاسع عشر).

شهد (القرن العشرين) أن الرياضيات أصبحت مهنة كبرى. بحلول نهاية القرن، منحت آلاف شهادات الدكتوراه الجديدة في الرياضيات كل عام، وكانت الوظائف متاحة في كل من التدريس والصناعة. وبذل جهد لفهرسة مجالات وتطبيقات الرياضيات في موسوعة كلاين.

في خطاب ألقاه أمام المؤتمر الدولي لعلماء الرياضيات (عام 1900م)، وضع ديفيد هيلبرت قائمة من 23 مشكلة لم يجر حلها في الرياضيات. شكلت هذه المسائل، التي تغطي العديد من مجالات الرياضيات، بؤرة مركزية لكثير من رياضيات القرن العشرين. اليوم، أمكن حل 10، و7 أخرى جرى حلها جزئيًا، و2 لا تزال مفتوحة. أما الأربعة المتبقية، أمكن صياغتها بشكل فضفاض جدًا، بحيث لا يمكن وصفها بأنها محلولة أم لا!!.

جرى إثبات التخمينات التاريخية البارزة أخيرًا. في (عام 1976م)، أثبت وولفغانغ هاكن وكينيث أبيل نظرية الألوان الأربعة، التي كانت مثيرة للجدل في ذلك الوقت لاستخدام الحاسوب للقيام بذلك. أثبت أندرو وايلز، بناءً على عمل الآخرين، نظرية فيرما الأخيرة في (عام 1995). أثبت بول كوهين وكورت جودل أن فرضية الاستمرارية مستقلة (أي لا يمكن إثباتها أو دحضها) عن البديهيات القياسية لنظرية المجموعات. في (عام 1998م)، أثبت توماس كاليستر هالز تخمين كبلر.

حدثت تعاونات رياضياتية ذات حجم ونطاق غير مسبوقين. ومن الأمثلة على ذلك تصنيف المجموعات البسيطة المحدودة (وتسمى أيضًا «النظرية الهائلة»)، والتي تطلب إثباتها بين (عامي 1955 و2004) وجود 500 مقالة في المجلات من قبل نحو 100 مؤلف، وملء عشرات الآلاف من الصفحات.

حاولت مجموعة من علماء الرياضيات الفرنسيين، بما في ذلك جان ديودوني وأندريه ويل، الذين نشروا تحت اسم مستعار هو «نيكولاس بورباكي»، عرض كل الرياضيات المعروفة على أنها وحدة متكاملة دقيقة ومتماسكة. كان لعشرات المجلدات الناتجة تأثير مثير للجدل على تعليم الرياضيات. [Mashaal, 2006]

ظهرت الهندسة التفاضلية عندما استخدمها ألبرت أينشتاين في النسبية العامة. وغيرت مجالات الرياضيات الجديدة تمامًا مثل المنطق الرياضي والطوبولوجيا ونظرية ألعاب جون فون نيومان أنواع الأسئلة التي يمكن الإجابة عليها بالطرائق الرياضياتية.

جرى تجريد جميع أنواع الهياكل باستخدام البديهيات، وأعطيت أسماء مثل الفراغات المترية والمساحات الطوبولوجية وما إلى ذلك، كما يفعل علماء الرياضيات، كان مفهوم البنية المجردة بحد ذاته مستخرجًا، وأدى إلى نظرية التصنيف. أعاد غروتينديك وسيري صياغة الهندسة الجبرية باستخدام نظرية الحزم.

أُحرز تقدم كبير في الدراسة النوعية للأنظمة الديناميكية التي بدأها بوانكاريه في (تسعينات القرن التاسع عشر). تم تطوير نظرية القياس في (أواخر القرن التاسع عشر، وأوائل القرن العشرين).

تشمل تطبيقات المقاييس؛ تكامل لايبزيغ، وبديهية كولموغوروف لنظرية الاحتمالات، ونظرية أرجوديك. توسعت نظرية العقدة بشكل كبير. كما أدت

ميكانيكا الكم إلى تطوير التحليل الوظيفي. تشمل المجالات الجديدة الأخرى نظرية توزيع لوران شوارتز، ونظرية النقطة الثابتة، ونظرية التفرد، ونظرية الكارثة لرينيه ثوم، ونظرية النموذج، وكسوريات ماندلبروت. أصبحت نظرية الكذب مع مجموعات الكذب، وجبر الكذب أحد المجالات الرئيسة للدراسة.

أعاد التحليل غير المعياري، الذي قدمه أبراهام روبنسون، تأهيل النهج المتناهي الصغر لحساب التفاضل والتكامل، والذي حظي بسمعة سيئة لصالح نظرية الحدود، من خلال توسيع مجال الأعداد الحقيقية إلى الأعداد الهايبرالية التي تتضمن كميات متناهية الصغر ولانهائية. نظام الأعداد الأكبر، حيث جرى اكتشاف الأرقام السريالية بواسطة John Horton Conway فيما يتعلق بالألعاب التوافقية.

في (عام 2000 م)، أعلن معهد كلاي للرياضيات عن جائزة مسائل الألفية السبع، وفي (عام 2003 م) أمكن حل تخمين بوانكاريه بواسطة غريغوري بيرلمان (الذي رفض قبول الجائزة، لأنه كان ينتقد تأسيس الرياضيات).

تحوي معظم المجلات الرياضياتية حاليًا على إصدارات عبر الإنترنت بالإضافة إلى إصدارات مطبوعة، ويجري إطلاق العديد من المجلات المتوفرة عبر الإنترنت فقط. هناك دافع متزايد نحو النشر المفتوح، الذي شاع لأول مرة بواسطة arXiv.

هناك العديد من الاتجاهات التي يمكن ملاحظتها في الرياضيات، وأبرزها أن الموضوع ينمو بشكل أكبر، وأن أجهزة الحاسوب أكثر أهمية وقوة من أي وقت مضى، وتطبيق الرياضيات على المعلوماتية الحيوية آخذ في التوسع بسرعة، وحجم البيانات التي ينتجها العلم والصناعة، بفضل أجهزة الحاسوب، يتوسع باطراد.

الفصل السابع

تاريخ الجغـــرافيـــا

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

مُقَدِّمَة

الجغرافيا Geography هي دراسة الأماكن والعلاقات بين الناس وبيئاتهم. يستكشف الجغرافيون كلاً من الخصائص الطبيعية لسطح الأرض والمجتمعات البشرية المنتشرة عبره. كما يفحصون كيفية تفاعل الثقافة البشرية مع البيئة الطبيعية والطريقة التي يمكن أن تؤثر بها المواقع والأماكن على الناس. تسعى الجغرافيا إلى فهم أماكن وجود الأشياء، وسبب وجودها، وكيف تتطور وتتغير بمرور الزمن.

علم الجغرافيا، مثل غيره من العلوم، لم يكن بالصورة التي نعرفها عليه حاليًا، وإنما مرّ بمراحل متعددة من الخطأ والصواب حتى استقام وضعه.

لم تستعمل كلمة «جغرافيا» للدلالة على علم الجغرافيا إلا بشكل متأخر. وجرى قدماء الجغرافيين على استعمال هذا اللفظ اعتمادًا على كتاب بطلميوس المعروف بـ الجغرافيا وعلى كتاب مارينوس الصوري، وقد فسرت كلمة جغرافيا في هذا الموضع بأنها «قطع الأرض».

واستعملت لأول مرة بمعنى «علم الجغرافيا» في رسائل إخوان الصفاء، ولكنها فسرت أيضًا في هذا الموضع بأنها «صورة الأرض»، وبقي هذا المعنى شائعًا في العصور الوسطى. ولم يصبح لهذه الكلمة المعنى الذي نعرفه اليوم من علم الجغرافيا إلا في الأزمنة الحديثة بعض الشيء.

ويرى الباحث أنستاس الكرملي أن يُطلق على الجغرافيا اسم (علم التفريع)، آخذًا ذلك من قولهم (فَرَعَ الأَرْضَ) أي (جَوَّلَ فِيهَا).

الجغـرافيا عند الحضـارات القديمـة

تعـود أقـدم خرائـط العالـم المعروفـة إلـى بابـل القديمـة مـن (القـرن التاسـع ق. م). [Raaflaub & Talbert, 2009]

ومع ذلك، فإن خريطـة العالـم البابليـة الأكثر شهرة هي إيماجو موندي Imago Mundi 600ق. م. تُظهر هذه الخريطة كما أعاد إيكهارد أنغر بناءها، بابل على نهر الفرات محاطة بقطعة أرض دائرية تُظهر آشور، وأورارتو، والعديد من المدن، محاطة بدورها بـ «نهر مرير» (Oceanus)، مع سبع جزر مرتبة حوله لتشكل نجمة ذات سبع نقاط. يذكر النص المصاحب سبع مناطق خارجية خارج المحيط، نجت أوصاف خمسة منها. [Smith, 1996] و [Finel, 1995]

على النقيض من إيماجو موندي، فإن خريطة العالم البابلية السابقة التي يعود تاريخها إلى (القرن التاسع ق. م)، صورت بابل على أنها أبعد شمالاً عن مركز العالم، مع أنه ليس من المؤكد ما كان من المفترض أن يمثّله هذا المركز. [Raaflaub & Talbert, 2009]

في شمال إفريقيا، كان العالم المعروف في مصر القديمة يرى أن النيل هو المركز، والعالم قائمٌ على «النهر». كانت الواحات المختلفة معروفة في الشرق والغرب، وكانت تعتبر مواقع لآلهة مختلفة (مثل سيوة وآمون). إلى الجنوب تقع منطقة كوشيت، المعروفة حتى الشلال الرابع. كانت بونت منطقة جنوبيّة على طول شواطئ البحر الأحمر. عُرفت شعوب آسيوية مختلفة باسم ريتينو Retenu أو كنعان Kanaan أو كوي Que أو هارّانو Harranu أو الحثيين Hittites.

في أوقات مختلفة، وخاصة في العصر البرونزي المتأخر، كان للمصريين علاقات دبلوماسية وتجارية مع بابل وعيلام. كان يُطلق على البحر الأبيض المتوسط اسم «الأخضر العظيم»، وكان يُعتقد أنه جزء من محيط يحيط بالعالم.

لم تكن أوروبا معروفة مع أنها ربما كانت جزءًا من النظرة العالمية للعالم المصري في العصر الفينيقي. إلى الغرب من آسيا تقع ممالك كيفتيو Keftiu، وربما جزيرة كريت Crete، وميسينا Mycenae، (يُعتقد أنها جزء من سلسلة جزر، انضمت مع قبرص وكريت وصقلية، وربما لاحقًا سردينيا وكورسيكا وجزر البليار إلى إفريقيا. [Montet, 2000]

اعتبر الإغريق القدماء أن هوميروس هو مؤسس الجغرافيا. تعتبر أعماله الإلياذة والأوديسة من الأعمال الأدبية، لكن كلاهما يحوي على قدر كبير من المعلومات الجغرافية. يصف هوميروس عالمًا دائريًا يحيط به محيط واحد ضخم.

تظهر الأعمال أن الإغريق بحلول (القرن الثامن ق. م)، كان لديهم معرفة كبيرة بجغرافيا شرق البحر الأبيض المتوسط. تحوي القصائد على عدد كبير من أسماء الأماكن وأوصافها، ولكن بالنسبة للعديد من هذه القصائد، من غير المؤكد ما هو الموقع الحقيقي، إن وجد، الذي تجري الإشارة إليه بالفعل.

يعد طاليس الميلتوسي من أوائل الفلاسفة المعروفين الذين تساءلوا عن شكل العالم. لقد اقترح أن العالم قائم على الماء، وأن كل الأشياء نبتت منه. كما وضع العديد من القواعد الفلكية والرياضية التي من شأنها أن تسمح بدراسة الجغرافيا علميًا. خليفته أناكسيماندر هو أول شخص عرف بمحاولته إنشاء خريطة مقياس للعالم المعروف.

بدأ هيكاتيوس الميلتوسي Hecataeus of Miletus شكلاً مختلفًا من الجغرافيا، متجنبًا الحسابات الرياضية لتاليس وأناكسيماندر التي تعلمها عن العالم من خلال جمع الأعمال السابقة والتحدث إلى البحارة الذين جاءوا عبر ميناء ميليتس المزدحم.

كتب من روايات البحارة وصفًا نثريًا مفصلًا لما كان معروفًا عن العالم. وهو عمل مشابه لتاريخ هيرودوت، الذي نجا في الغالب إلى اليوم. كتاب هيرودوت هو عمل تاريخي في المقام الأول، إلا أنه يحوي على ثروة مهمة من الأوصاف الجغرافية التي تغطي الكثير من العالم المعروف. وصف مصر وسيثيا وبلاد فارس وآسيا الصغرى، بما في ذلك ذكر الهند. لكنّ وصف إفريقيا ككل كان مثيرًا للجدل، حيث وصفها بالأرض المحاطة بالبحر. [Rennell, 1800]

مع أن هيرودوت وصف الفينيقيين بأنهم طافوا حول إفريقيا في (القرن السادس ق. م)، إلا أنه من خلال الكثير من التاريخ الأوروبي اللاحق، كان يُعتقد أن المحيط الهندي هو بحر داخلي، حيث يلتف الجزء الجنوبي من إفريقيا في الجنوب للتواصل مع الجزء الشرقي من آسيا. لم يجر التخلي عن هذا تمامًا من قبل رسامي الخرائط الغربيين حتى طواف فاسكو دي غاما حول إفريقيا.

مع ذلك، يعتقد البعض أن أوصاف مناطق مثل الهند تخيلية في الغالب. وبغض النظر، قدم هيرودوت ملاحظات مهمة حول الجغرافيا. وهو أول من لاحظ العملية التي تقوم بها الأنهار الكبيرة، مثل نهر النيل، ببناء الدلتا، كما أنه أول ما سجل أنّ الرياح تميل إلى الهبوب من المناطق الأكثر برودة إلى المناطق الأكثر دفئًا.

قد يكون فيثاغورس أول من اقترح عالمًا كرويًا، بحجة أن الكرة هي الشكل الأكثر كمالًا. جرى تبني هذه الفكرة من قبل أفلاطون، وقدم أرسطو دليلًا تجريبيًا للتحقق من ذلك، وأشار إلى أن ظل الأرض أثناء خسوف القمر يكون منحنيًا من أي زاوية (بالقرب من الأفق أو مرتفعًا في السماء)، كما أن ارتفاع النجوم يزداد كلما تحرك المرء شمالًا.

استخدم إيدوكسوس الكندوسي Eudoxus of Cnidus فكرة الكرة لشرح كيف أوجدت الشمس مناطق مناخية مختلفة بناءً على خط العرض. قاد هذا الإغريق

إلى الإيمان بتقسيم العالم إلى خمس مناطق. في كل من القطبين كانت المنطقة باردة بشكل لا يطاق. واستنتج أن المنطقة المحيطة بخط الاستواء كانت حارة بشكل لا يطاق. بين هذه المناطق المتطرفة، كان لكل من نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي حزام معتدل مناسب لسكن الإنسان.

في بلاد الهند احتضنت مجموعة كبيرة من النصوص الهندية دراسة الجغرافيا. تحوي الفيدا وبوراناس على أوصاف مفصلة للأنهار والجبال وتعالج العلاقة بين العناصر المادية والبشرية. [Kapur, 2002]

وفقًا للباحثة الدينية ديانا إيك، فإن إحدى السمات البارزة للجغرافيا في الهند هي تشابكها مع الأساطير الهندوسية: «بغض النظر عن المكان الذي يذهب إليه المرء في الهند، سيجد المرء منظرًا طبيعيًا ترتبط فيه الجبال والأنهار والغابات والقرى ارتباطًا وثيقًا بقصص وآلهة الثقافة الهندية. لكل مكان في هذا البلد الشاسع قصته؛ وعلى العكس من ذلك، كل قصة من الأسطورة والأساطير الهندوسية لها مكانها». [Eck, 2012]

طرح الجغرافيون في الهند القديمة نظريات تتعلق بأصل الأرض. لقد افترضوا أن الأرض تشكلت من خلال تصلب المادة الغازية، وأن قشرة الأرض تتكون من الصخور الصلبة (سيلا) والطين (البوميه) والرمل (أسما). [Rana, 2008]

الأرثاشاسترا The Arthashastra، عبارة عن خلاصة وافية كتبها كاوتيلاي Kautilya (المعروفة أيضًا باسم شاناكيا Chanakya)، تحوي على مجموعة من المعلومات الجغرافية والإحصائية حول مناطق الهند المختلفة. [Kapur, 2002]

قسّم مؤلفو بوراناس العالم المعروف إلى سبع قارات هي: دويباس وجامبو دويبا، وكرونشا دويبا، وكوشا دويبا، وبلاكشا دويبا، وبوشكارا دويبا، وشاكا دويبا، وشالمالي دويبا. جرى توفير أوصاف لمناخ وجغرافيا كل من دويبا. [Rana, 2008]

يحـوي فيشـنودهارموتارا بورانـا Vishnudharmottara Purana (أمكـن تجميعـه بـين (عامـي 300 و350 م))، على ستة فصـول عـن الجغرافيـا الطبيعيـة والبشـرية. موضوعـات هـذه الفصـول هـي السـمات الموضعيـة للشـعوب والأماكـن والفصـول المختلفـة. [Kapur, 2002]

قدم بريهات-سامهيتا Brihat-Samhita من فاراهاميرا Varāhamihira معالجة شاملة لتحركات الكواكب والأمطار والسحب وتكوين المياه. [Rana, 2008]

قـدم عالـم الرياضيـات والفلـك أرياباهاتـا Aryabhata تقديـرًا دقيقًـا لمحيـط الأرض في أطروحتـه «أرياباهاتيـا Aryabhaṭīya». حسـب أرياباهاتـا محيـط الأرض بدقـة بلغـت 24835 ميـلًا، والتـي تصغـر بنسـبة 0.2 % فقـط مـن القيمـة الفعليـة البالغـة 24902 ميـلًا.

تحـوي سـجلات؛ موغـال علـى تـوزوك جهانجيـري، وعـين أكبـري، وداسـتور الأمـل، علـى روايـات جغرافيـة مفصلـة. اسـتندت هـذه إلـى الأعمـال الجغرافيـة السـابقة للهنـد، والتقـدم الـذي أحـرزه الجغرافيـون المسـلمون في العصـور الوسـطى، ولا سـيما أعمـال البيرونـي. [Kapur, 2002]

في الصين، تعود أقدم كتابة جغرافية صينية معروفة إلى (القرن الخامس ق. م)، في بداية فترة الممالك المتحاربة (481 – 221 ق. م).

كان هـذا العمـل هـو فصـل يـو غونـغ مـن «شـو جينـغ أو كتـاب الوثائـق»، الـذي يصـف المقاطعـات التسـع التقليديـة في الصـين القديمـة، وأنـواع تربتهـا، ومنتجاتهـا المميـزة وسـلعها الاقتصاديـة، وسـلعها الفرعيـة، والمهـن والحـرف، وعائـدات الدولـة وأنظمتهـا الزراعيـة، والأنهـار والبحيـرات المختلفـة مدرجـة وفقًـا لذلـك. كانـت المقاطعـات التسـع في وقـت هـذا العمـل الجغرافي صغيـرة الحجـم نسـبيًا مقارنـة بتلـك الموجـودة في الصـين الحديثـة، مـع أوصـاف الكتـاب المتعلقـة بمناطـق النهـر

الأصفر والوديان السفلية لنهر يانغتسي والسهل بينهما، وكذلك شبه جزيرة شاندونغ. وإلى الغرب، الأجزاء الشمالية من نهري وي وهان، جنبًا إلى جنب مع الأجزاء الجنوبية من مقاطعة شانشي الحديثة.

في هذه الرسالة الجغرافية القديمة، والتي من شأنها أن تؤثر بشكل كبير على الجغرافيين ورسامي الخرائط الصينيين في وقت لاحق، استخدم الصينيون الشكل الأسطوري ليو العظيم لوصف الأرض المعروفة (بالنسبة للصينيين). بصرف النظر عن مظهر يو، كان العمل خاليًا من السحر أو الخيال أو الفولكلور الصيني أو الأسطورة. مع أن الكتابة الجغرافية الصينية في زمن هيرودوت وسترابو كانت أقل جودة واحتوت على طريقةٍ أقل منهجية، وإن تغير هذا من (القرن الثالث) فصاعدًا، حيث أصبحت الأساليب الصينية لتوثيق الجغرافيا أكثر تعقيدًا من تلك الموجودة في أوروبا، وهي حالة استمرت حتى (القرن الثالث عشر). [Needham, Vol. 3]

الجغرافيـا عند العلمـاء العـرب والمسـلمين

• التـراث الجغـرافـي الإسـلامي

يمكن القول بأن التراث الجغرافي العربي والإسلامي لم ينشأ كفرع متميز بنفسه عن فروع التأليف الأخرى إلا بعد (عام 800 م)، فقد ألفت لأول مرة في (القرن التاسع) مجموعة من الرسائل تتناول المسائل الجغرافية بصفة خاصة. وقد اختلف كتّاب ذلك العهد اختلافًا كبيرًا في تناولهم هذه المسائل ثم تطورت شيئًا فشيئًا فأصبحت تكتب بأسلوب مقرر على التفاوت في ذلك، وكان هذا الأسلوب أهم سمات الجغرافيا عند المسلمين في عهدها القديم، وهو يشمل القرنين (العاشر والحادي عشر). على أن الكتاب المسلمين لم يكتبوا بأسلوب واحد يبعث على الملل، وما كان الاشتغال بدراسة المسائل الجغرافية ليبدأ إلا في الوقت الذي استقرت فيه الحضارة الإسلامية، وتجمعت حول أول حاضرة ثقافية مهمة لها، ألا وهي بغداد.

فقد أتيحت الفرصة أول ما أتيحت لتدوين المعلومات المختلفة المتصلة بالعالم المادي، وهي المعلومات التي اكتسبتها أجيال العرب المتقدمة، ومن أسلم من أهل الممالك التي فتحها العرب. حيث استقيت هذه المعلومات من موارد متعددة. فالأحوال الجغرافية لجزيرة العرب كما صورها الشعر العربي القديم كانت موردًا مهمًا من هذه الموارد. ذلك أن هذا الشعر غنيّ بمواقع جغرافية كان البدو يدركون حقيقتها، فقد وعوا هذا الشعر عن ظهر قلب، وكانوا يتبينون طريقهم على الفور في بلادهم الواسعة باستذكارهم إحدى القصائد التي ورد بها اسم الموضع الذي يجدون أنفسهم فيه.

انتقلت هذه المعلومات الجغرافية المفصلة هي والرواية الشعرية القديمة إلى حضارة الإسلام الأكثر ثقافة. وكان لغويو (القرن الثامن) مثل الأصمعي من

المتقصين لجغرافية بلاد العرب. واستمرت هذه الصلة بين اللغة والجغرافيا قائمة خلال القرون المتعاقبة، ولا تزال واضحة في المعاجم الجغرافية التي كتبت في القرون المتأخرة مثل؛ «معجم البكري» وهو كتاب قصد به مؤلفه إلى ضبط أسماء المواضع وغير ذلك من المعلومات الجغرافية الواردة في الشعر، وكتاب «الأمكنة» للزمخشري، وكتاب «الأمكنة» لأبي الفتح نصر الإسكندري (توفي 1165م)، و«معجم البلدان» لياقوت، ناهيك بالمؤلفات اللغوية المتأخرة مثل «تاج العروس»، وهو يزودنا بالكثير من المعلومات الجغرافية. على أن الجغرافيا العربية قد درسها في القرون المتقدمة علماء من طراز هشام أبي المنذر بن الكلبي (توفي 820 م)، دراسة أكثر استقلالاً من ذي قبل، ويقول صاحب «الفهرست» أن هشامًا كتب ما لا يقل عن عشرة كتب في الموضوعات الجغرافية. ولكن لم يصل إلينا شيء منها، ولذلك لا نعلم هل تناول مصنفاه؛ «كتاب البلدان الكبير» و«كتاب البلدان الصغير» بلادًا أخرى غير الجزيرة العربية، وإذا كان «كتاب العجائب» للحسن بن المنذر (ذكره الإدريسي كثيرًا)، هو عين «كتاب العجائب الأربعة» لهشام، فإن هذا المؤلف يكون أول من كتب في الموضوعات الجغرافية العامة في الإسلام، ويتصل بهذه الرواية الجغرافية العربية الخالصة الكتاب النفيس «جزيرة العرب» للهمداني.

ولابد أن يكون قد انتقل إلى العرب من هذه العهود الإسلامية الموغلة في القدم، إنْ لم يكن قبل ذلك، آراء جغرافية أولية تناقلها اليهود والنصارى. وكان غالب هذه الآراء من أصل شرقي، وهي أقرب إلى علم وصف الكون منها إلى الجغرافيا. فهي تتحدث مثلاً عن امتداد الأرض بما يقدر بمئات السنين، وعن البحر المحيط وعن بعض الأنهار التي أصلها من الجنة، وعن عمق البحار، وعن تماسك الجبال والسلاسل الجبلية، وتنقل هذه الآراء الأخيرة غالبًا عن وهب بن منبه، وقد درس فنسنك هذه الآراء المتصلة بعلم وصف الكون.

ولما كثر الأعاجم في الإسلام أضيفت على التدريج بعض التصورات البدائية المماثلة المأخوذة عن المصادر الفارسية والمصرية واليونانية، وقد كانت بعض هذه التصورات مرجع الأهواء التي أثرت قرونًا في المصنفات الجغرافية، ولم يظهر بعضها في المصنفات إلا في عهد متأخر عن هذا، وهي من أصل قديم دون شك، مثل الاعتقاد بأن الأرض تحيط بجبل قاف.

وازدادت معلومات العرب الجغرافية الواقعية عن العالم غير العربي إبان الفتوحات الكبرى، ودونت هذه المعلومات في أول ما كتب عن هذه الفتوح، فكتب الحديث وأبواب الفتوح منها خاصة هي صدى لما دون من هذه المعلومات، ولكنها في جملتها لا تزودنا بمعارف جغرافية مميزة، ففيها ذكر لفضائل المدن والبلدان المختلفة مثل؛ المدينة المنورة، وبيت المقدس، والشام، ومصر، واليمن.

وفي الباب العاشر من كتاب «سنن أبي داود» بعنوان الملاحم، وصفٌ مفصلٌ نوعًا ما لمدينة البصرة. وإلى جانب هذه الأحاديث الفقهية، أحاديث أخرى مشابهة نذكر منها على سبيل المثال؛ فضائل مصر والقبط الواردة في كتاب ابن عبد الحكم، وكتب الفضائل المصرية التي ظهرت بعد ذلك.

ويتصل بأقدم ما عُرِفَ من المعلومات الجغرافية السياسية فقرة من «كتاب الزيج» للفزاري الفلكي (النصف الثاني من القرن الثامن للميلاد)، بها وصف للعالم المعروف وقتذاك. وقد حفظ لنا المسعودي هذه الفقرة في كتابه «مروج الذهب». وفيها صلة بين التاريخ المشوب بالجغرافيا الخالصة وهي صلة لم تنفصم أبدًا. فقد كان كثير من جغرافيي العصور اللاحقة مؤرخين في الوقت نفسه، مثل؛ اليعقوبي والبلخي والمسعودي، في حين اشتمل كثير من المصنفات التاريخية على فصول مهمة في الجغرافيا. وفي «كتاب المعجب» لعبد الواحد المراكشي فقرة مفيدة تبين أنهم كانوا يدركون الفارق بين هذين النوعين من التأليف إدراكًا واضحًا، على أن هذا الاتصال بين التاريخ والجغرافيا، بقي

قائمًا، بل ازداد قوة حتى في الوقت الذي قصر فيه الجغرافيون والمؤرخون همهم على أفكار خاصة، كما هو الشأن في المؤلفات المصرية المعروفة بالخطط، وفي الحوليات المتعددة التي كتبت عن جهة أو إقليم بعينه.

توجد مجموعة من مصادر المعارف الجغرافية هي الإشارات إلى ما يمكن أن نسميه بالجغرافيا الفلكية. ويستخلص من شواهد شتى أن هذه الآراء عرفت أول ما عرفت من المشرق، ولعلهم نقلوها من الرسائل الهندية التي كتبت في الفلك مثل «السدهانا» التي عرفت في بغداد أيام المنصور عن طريق مدرسة جنديسابور، ولا شك أن القول بالأقاليم السبعة قد عرف أصلًا عن هذا السبيل، (ولعل هذا القول قد تأثر بالتقسيم الفارسي للأرض إلى سبعة «كشورات»).

يؤيد ذلك أن أقدم الأوصاف التي تناولت الأقاليم السبعة بدأت بذكر البلدان التابعة لكل إقليم في الشرق. وهناك إلى ذلك بقايا إحصاء لأطوال مدن من جهة المشرق، في حين أن الاعتقاد في «قبة الأرض» من المعتقدات الهندية الأصل، كما يثبت ذلك اسم «أرين»، الذي يطلق على هذه القبة، وهو قراءة خاطئة لاسم المدينة الهندية «أجيني» وكان بها مرصد. وانتقلت فكرة قبة أرين، كما هو معروف، إلى التصورات الجغرافية في العصور الوسطى وذلك عن طريق المسلمين، ونذكر أخيرا أن اسم «زيج» الذي يطلق على الجداول الفلكية وعلى الجداول الجغرافية الخاصة بخطوط الطول والعرض لا بد أن يرجع إلى ما أثر عن هذا العلم الفارسي الهندي.

وأهم من ذلك بكثير إدخال الجغرافية الفلكية اليونانية إلى الموضوعات التي يدرسها العلماء في بغداد، وذلك بفضل ما بدا من إقبال على الترجمة في بلاط خلفاء العباسيين الأوائل. وكانت الـ «كيو كرفياي أوفيكسيس» وغيرها من موضوعات بطلميوس، هي أول ما تناوله المسلمون بالدرس. وهناك معلومات كثيرة عما تم من ترجمات لكتب بطلميوس؛ فقد قام ابن خرداذبة بترجمة منها

كما ذكر ذلك هو نفسه. وقام الفيلسوف الكندي (توفي 874 م) بترجمة أخرى أو عملت له، وثالثة قام بها ثابت ابن قرة (توفي 901 م). والذي لدينا بالفعل هو كتاب «صورة الأرض» لمحمد بن موسى الخوارزمي، وقد كتب نحو (منتصف القرن العاشر الميلادي).

خريطة الخوارزمي لنهر النيل. تُظهر الخريطة الجنوب على اليمين، حيث يرتفع نهر النيل كمجموعتين من الجداول في جبال القمر؛ على اليسار توجد الدلتا والبحر الأبيض المتوسط. الخطوط عبر الخريطة هي تقسيمات المناخ، أقصى اليمين يمثل خط الاستواء. تقرأ الخريطة مع وجود الجنوب (اليمين) في الأعلى.

وكان الخوارزمي من رجال الفلك والرياضيات، والجزء الأكبر من كتابه على هيئة جداول أو زيج. ومن ثم فإن كتاب «صورة الأرض»، ليس ترجمةً لكتاب بطلميوس في الجغرافيا فحسب، ولكنه أيضًا نقل على صورة الجداول من معارف بطلميوس أدرجت فيها معلومات المسلمين في الجغرافيا بصفة خاصة. أما المسائل المتعلقة باعتماد هذا الكتاب على مصنفات بطلميوس اليونانية أو السريانية، ومدى هذا الاعتماد، وبإقحام المدن الإسلامية فيه وبالمصور الجغرافي الذي وصفه الخوارزمي بوضوح، وتطور تأليف هذا الكتاب، فقد ناقشها المستشرق كرلو نللينو.

وهناك مسألتان مهمتان جديرتان بالذكر: الأولى: أن جداول كتاب «صورة الأرض» قد رتبت على طريقة الأقاليم السبعة التي سبق أن ذكرناها، وهي الطريقة التي مهر فيها العلماء المسلمون، على ما يظهر، قبل أن يتلقوا جغرافية بطلميوس، ومن ثم أصبحت هذه الطريقة مذهبًا شائعًا في المصنفات الفلكية الإسلامية، وفي كثير من الرسائل الجغرافية بعد أن كانت في الجغرافيا القديمة فكرة ثانوية. ونستبين من غالب هذه المصنفات أن القاعدة الأساسية لهذه الطريقة فقدت، وهذا ثابت من التباين العظيم بين درجات خطوط عرض الأقاليم الواردة في هذه المصنفات؛ فالمسعودي مثلا يرى أن جميع البلاد في إقليم واحد تقع على خط عرض واحد، أما حساب البيروني البعيد عن الهوى، الوارد في كتابه «كتاب التفهيم»، فهو من الشاذ النادر. والمسألة الثانية: هي المصورات الجغرافية الأربعة الواردة في مخطوط كتاب «صورة الأرض» المحفوظ في استراسبرغ، وظاهر أنه قصد بها توضيح بعض المعالم الجغرافية، وأهمها مصور مجرى النيل، وقد رسمت فيه حدود الأقاليم. وليس هناك مصور للعالم، ولكن البيانات الخاصة بخطوط الطول والعرض تزودنا بالمادة اللازمة لرسم مثل هذا المصور. وقام الباحث مزيك Mzik بإعادة رسم مصور إفريقية، وهذا يدلنا على أن معرفة هذا العمل لا يمكن إلا مع تصويبات كثيرة.

وثمة مصنفات جغرافية إلى جانب كتاب «صورة الأرض» للخوارزمي بها جداول مأخوذة من المصادر ذاتها التي ذكرها البتاني والتي ذكرها ياقوت، نقلًا عن «كتاب الملحمة» المنسوب إلى بطلميوس، ومن قبيل هذه المصنفات العلمية؛ المعلومات الخاصة بخطوط الطول والعرض الواردة في زيج كثير من المصنفات الفلكية، وكلها وفق طريقة الأقاليم السبعة، نذكر منها على سبيل المثال: مصنفات ابن يونس (توفي 1008 م) «في الزيج الحاكمي»، والبيروني (توفي 1048 م) في «القانون المسعودي»، و«كتاب الأطوال» الذي لا نعرف مؤلفه ويذكره كثيرًا أبو الفداء، والمراكشي توفي (1262 م) في كتابه «جامع المبادئ والغايات»، وغيرهم كثير. ومن المستحيل إعادة رسم المصورات الجغرافية على أساس هذه الأزياج، والظاهر أن الفلكيين أنفسهم لم يفكروا في هذا الأمر، كذلك لم يكن للجغرافيين فيما يبدو دراية صحيحة بالمعلومات التي أوردها الفلكيون. ويستثنى من ذلك بوجه ما، كتاب «صور الأقاليم»، الذي كتبه سهراب في (منتصف القرن العاشر)، فهو مفيد من هذه الناحية وإن اشتمل على معلومات إسلامية أوفى، رتبت على نسق النظام الذي اتبع في كتاب الخوارزمي.

وكانت معرفة العرب بالجغرافية الفلكية اليونانية وثيقة الصلة بالنهضة العلمية التي أزكاها الخليفة المأمون (813 – 833 م)، فقد كلف بعض العلماء القيام بالأرصاد الفلكية، وقد قيست الدرجة الجغرافية خلال هذه الأرصاد. وكانت الجداول الفلكية المعروفة باسم «الزيج المأموني الممتحن» ليحيى بن أبي منصور، من ثمرات ذلك، وقد وصلت إلينا هذه الجداول بصيغتها الأصلية.

ولعل من ثمرات أعمالهم أيضًا ضربًا من مصورات العالم سماها المسعودي «الصورة المأمونية»، وهو يقول إن الأرض صورت في هذه الخريطة على طريقة بطلميوس، وإذا كان الجغرافي الأندلسي الزهري (القرن الثاني عشر للميلاد)، قد وصف حقيقة هذه الخريطة المأمونية، في مصنفه «كتاب الجغرافيا»، كما يقول

في مقدمته، فإن هذه الخريطة تكون قد قسمت إلى سبعة أقاليم يحيط ستة منها بالإقليم السابع، وهو الأوسط، ويحيط بالأقاليم كلها البحر المحيط. وهذا النظام أكثر انطباقًا على التقسيم الفارسي إلى كشاور كما وصفه البيروني، وهذا قريب الاحتمال. ثم إن القيام برسم مصور العالم للمأمون يعد رمزًا للسلطان العالمي، على مثال ما كان عليه الحال في فارس القديمة، إذ يقال إن مثل هذه المصورات قد عملت لملوك الساسانين. ثم عمد بعض الملوك الأقوياء إلى تشجيع القيام برسم المصورات الجغرافية، كما فعل ملوك النورمانديين في صقلية.

على أن ظهور المصنفات الجغرافية الوصفية إبان (القرن التاسع الميلادي)، في حاضرة الثقافة العباسية كانت تدعو إليه ضرورة علمية، فقد كانت الحاجة ماسة أول كل شيء إلى معرفة الطرق الكبرى التي تربط أقاليم الدولة الإسلامية بعضها ببعض، وكانوا يطلبون هذه المعلومات لأغراض إدارية وسياسية، كذلك كانت الحاجة ماسة إلى تعيين محطات القوافل على طرق الحج الموصلة إلى مكة. وكانت مادة هذه الأوصاف الخاصة بطرق المسافرين موفورة إلى حد ما في دواوين الحكومة التي تكملها أوصاف الرحالة. فقد كانوا على الخصوص يعودون من رحلاتهم بمعلومات جديدة عن الممالك البعيدة على شواطئ المحيط الهندي وفي جزائره الكثيرة، وقلما كانت قصص هؤلاء تدون في رسائل مستقلة برأسها في (القرن التاسع)، ولدينا مع ذلك أخبار رحلات التاجر سليمان التي قام بها إلى الهند والصين في (منتصف القرن التاسع الميلادي). وجرت العادة على إدماج أخبار الرحالة في الكتب العامة التي تتسم أكثر من غيرها بالسمة الوصفية، إدماجًا يختلف في درجة وضوحه، كما هو الشأن في «رحلة سلام الترجمان» إلى الشمال الشرقي. ولم تصبح كتب هؤلاء الرحالة بابًا قائمًا بذاته إلا في القرون اللاحقة مثل كتاب «عجائب الهند» لبزرك بن شهريار، وفيها مجموعة كبيرة من القصص العجيبة التي تسربت إلى المصنفات المتأخرة

الخاصة بوصف الكرة الأرضية. ومن الصعب أن نسميها مصنفات جغرافية، وإن ظهرت في صورة رحلات قام بها السندباد البحري، ووردت في قصص ألف ليلة وليلة، وهي مع ذلك معدودة من المصنفات الخاصة بالملاحة التي ظهرت في (القرن الخامس عشر الميلادي).

لقد أدت مجموعات كتب الرحلات وغيرها من المعلومات الجغرافية العلمية إلى ظهور كتب مختلفة في المسالك والممالك. وأقدم الكتب التي تسمى بهذا الاسم ما ألفه أبو العباس جعفر بن أحمد المروزي (توفي 887 م)، كما في رواية صاحب «الفهرست»، قد كتب النسخة الأولى من مصنفه «كتاب المسالك والممالك» نحو (عام 846 م)، غير أن ده غويه de Goeje يظن أن رواية «الفهرست» لا يمكن أن تكون صحيحة!! ومن المؤلفين الذين صنفوا كتابًا بهذا الاسم؛ أحمد بن محمد الطيب السرخسي (توفي 899 م)، وكان تلميذًا للكندي، وهو أحد الذين ترجموا كتب بطلميوس، وصاحب «رسالة في المد والجزر». وليس لدينا من هذه الكتب مع ذلك إلا كتاب ابن خرداذبة وهو يزودنا، إلى جانب ما به من أدلة للمسافرين، بإشارات فلكية جغرافية (وفقًا لبطلميوس)، وأخبار الرحالة ومعلومات تاريخية استقاها من المصادر الفارسية عن الحياة في الجاهلية، وبعض الآراء الجغرافية الشائعة. ولا يتبع هذا الكتاب نظامًا دقيقًا في طريقة تأليفه، ولعل ذلك راجع إلى أنه ليس بين أيدينا سوى مختصر له. ومما هو جدير بالملاحظة أننا نجد فيه، في الوقت نفسه، معلومات جغرافية مستفادة من جميع المصادر المختلفة تقريبًا التي عددناها سابقًا. ولا ينحصر موضوع هذا الكتاب في العالم الإسلامي الذي كان معروفًا زمن المؤلف، بل تعداه إلى جميع البقاع غير الإسلامية التي استطاع المؤلف أن يجمع شيئًا من أخبارها. وهذا التعميم ظاهرة ترجع دون شك إلى أثر جغرافية بطلميوس، ومما ساعد على ذلك كثيرًا أن القسم الأكبر من العالم كما عرفه بطلميوس يتفق وما كان معروفًا من العالم في العصر الإسلامي العباسي؛ ذلك العالم الذي كان قد أخذ وقتذاك في أن يصير وحدة ثقافية أكبر منه وحدة سياسية.

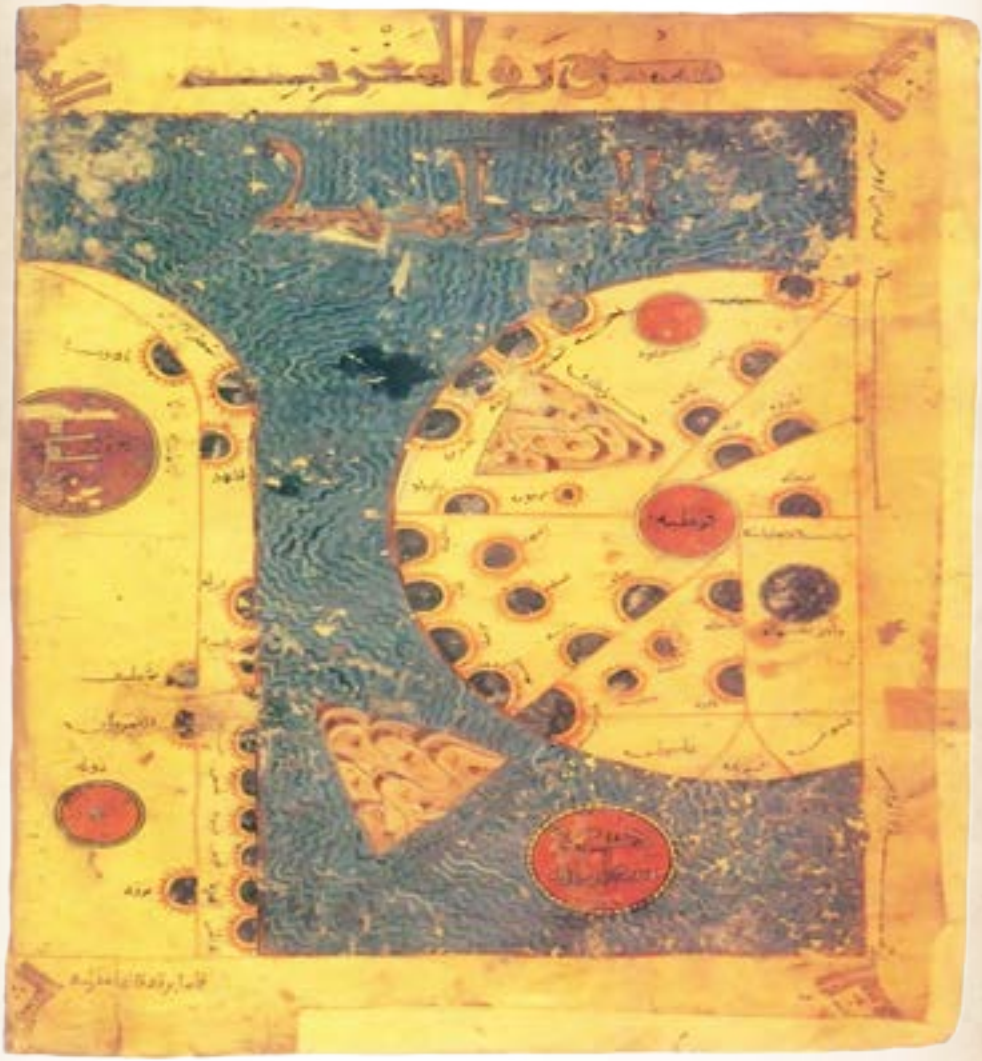
ومن قبيل كتاب خرداذبة؛ «كتاب البلدان» لابن واضح اليعقوبي (توفي 897 م)، والرسالة الموسومة بهذا الاسم أيضًا لابن الفقيه الهمذاني، وكتاب «الأعلاق النفيسة» لابن رسته، عاش في (صدر القرن العاشر الميلادي)، والفصول الجغرافية في «كتاب الخوارج» لابن قدامة. فهذه المصنفات كلها تزودنا بمعلومات متشابهة، ولكنها على الجملة أدخل في الأدب منها في الجغرافيا، ولعلها أكثر تأثرًا في طريقة تأليفها بسنة التأليف العربي في الجغرافيا التي سبق أن وصفناها.

ولا شك أن من هذه المصنفات، تلك الرسالة الجغرافية المفقودة التي كتبها الجاحظ (توفي 865 م)، وعنوانها «كتاب الأمصار وعجائب البلدان». ونذكر أخيرًا من بين هذا النوع من التأليف كتاب «المسالك والممالك» للجيهاني، الذي وزر (أصبح وزيرا) للسامانيين في (النصف الأول من القرن العاشر الميلادي)، وقد فُقد هذا الكتاب. ولكن المقدسي يقول إنه يختلف اختلافًا يسيرًا عن كتاب ابن خرداذبة، ويمكن أن نقول بوجه عام إن هذه المجموعة من الكتب الجغرافية غنية بالمعلومات المتصلة بجميع الموضوعات التي تهم الطبقات المثقفة من المجتمع. ويظهر أن هذا النوع من التأليف كان يجمع فيه كل المعارف الدنيوية التي لا تجد لها مكانًا في كتب الحديث والدين.

ونشطت حركة التأليف الجغرافي في بغداد وما حولها في القرن (العاشر الميلادي)،

فقامت نتيجة لذلك مدرسة جغرافية يصح أن نطلق عليها اسم «المدرسة القديمة». ورأس هذه المدرسة هو العالم أبو زيد أحمد بن سهل البلخي (توفي 934 م)، وكان في حداثته، مثل السرخسي، تلميذًا للكندي ببغداد، وقد صنف في بلخ في سن كبيرة كتابًا يُعرف عادة باسم «صور الأقاليم». وهذا الكتاب في جوهره مصورات جغرافية على الأرجح أضيفت إليها نصوص مختصرة. ولم يصل إلينا النص الأصلي من كتاب البلخي «صور الأقاليم»، ولكنه أدمج في

الكتابين الجغرافيين، وابن حوقل (توفي 975 م)، ويعرف كلاهما باسم «كتاب المسالك والممالك»، كما أدمج في طائفة من المخطوطات الفارسية التي تتضمن نقولاً من النسخة القديمة من كتاب الإصطخري.



خريطة لشمال أفريقيا وإسبانيا على مخطوط الإصطخري، مؤرخة (عام 1173 م)، وموجهة نحو الغرب في الأعلى. شمال أفريقيا على اليسار، وإسبانيا على اليمين، مع جبل كبير بالقرب من مضيق جبل طارق

وتعطينا المصورات الجغرافية الواردة في مخطوطات هذه المصنفات كلها فكرة وافية عن مصورات كتاب البلخي، وقد أطلق الألماني ميلر K. Miller في «كتاب الخرائط العربية Mappae Arabicae»، على أطلس البلخي الجغرافي اسم «أطلس الإسلام»، ويشمل هذا الأطلس في تسلسل منظم: مصورات للعالم والجزيرة العربية، ولبحر فارس والمغرب ومصر والشام وبحر الروم، كما يشمل أربعة عشر مصورًا آخر لأنحاء من أواسط العالم الإسلامي وشرقه.

وبينما تمثل الأقسام الجغرافية المختلفة من فارس مصورات منفصلة، فإن مصورات العالم الغربي تمثل ممالك بأكملها، وهذا يفصح بأن الأولى أصلها إيراني، ويؤيد ذلك أيضًا بعض فقرات من النص، ونستدل من شكل هذه المصورات وتعاقبها، كما وضعت أمامنا في (القرن العاشر الميلادي)، على أنه قصد بها قبل كل شيء تصوير مملكة الإسلام، ويدعم هذا ما يصاحب هذه المصورات من نصوص. وتشهد هذه الجغرافيا الإسلامية الخالصة إلى جانب ذلك بأن لا صلة بينها وبين الجغرافيا الفلكية على الأطلاق. فلا نجد بالمصورات الجغرافية أي أثر لتقسيم العالم إلى أقاليم وفقًا لخطوط العرض، ذلك أن لفظ «إقليم» يطلق فيها على كل بقعة من الأرض خصت بمصور.

على أن هذه المصورات لا صلة لها بالجغرافيا الفلكية، فهي تدرس كل إقليم على حدة، ولا يمكن أن تجمع معًا بحال في كل واحد. ولا صلة لها بالمصورات الواردة في مخطوط الخوارزمي. ومع ذلك، لا يصح أن نرفض الرأي القائل بأن هذه المصورات أريد بها في الأصل أن تكون دلائل للمسافرين، ولا نعرف فوق هذا إلا القليل النادر عن فن رسم المصورات الجغرافية في الأزمنة المتقدمة. ويذكر ابن الفقيه أن خريطة للديلم رسمت للحجاج.

ورد في كتاب البلاذري ذكرٌ لمصور جغرافي لقنوات البصرة، رُسم استجابة لملتمس رفع إلى الخليفة المنصور. ونستدل من ترتيب المصورات الجغرافية

في «أطلس الإسلام»، أنه كان هناك «أطلس فارسي» أقدم عهدًا، وأنه هيئ وأصلح ليكون ملائمًا للعالم الإسلامي. ولم تصدر المصورات الخاصة بالأقاليم الفارسية الخالصة إلا بمصور للعالم وبآخر لكل من البحرين: بحر فارس وبحر الروم. وقد يكون هناك ارتباط بين مصور العالم ومصور المأمون. ومما هو جدير بالذكر، أن تقسيم العالم إلى أقاليم، يشبه بعض الشبه تقسيم الأقاليم كما رواه البلاذري في كتابه «فتوح البلدان». وتثير مختلف النصوص الواردة في كتب الجغرافيا التي ألفتها مدرسة البلخي، وقد أطلق عليها ده غويه de Goeje دون وجه حق اسم «كتب المسالك»، لأن هذا الاسم أقدم عهدًا منها. وترتيب الموضوعات الجغرافية يعتمد كل الاعتماد على المصورات. ففي كل إقليم دراسة متعاقبة للمدن والأنهار والجبال والسكان ثم يلي ذلك دلائل للمسافرين. وهذا الترتيب يهيئ المجال لإدخال بعض مسائل جديدة يزودنا بها الرحالة والوثائق الرسمية، واتساع المعرفة بالتاريخ أو غير ذلك من المصادر. ونرى في نص ابن حوقل خاصة، إضافات كثيرة إلى المعلومات الخاصة بإفريقية والأندلس، وهذه الإضافات ملموسة أيضًا في مصوراته الدقيقة التي رسمها لهذه الأقاليم.

والمدرسة الإسلامية البلخية في التصنيف الجغرافي بخاصة، لم تظهر في بلاط العباسيين، وكانت تربطها بهذا البلاط وشائج مأثورة، ولكنها نشأت في المركز الثقافي الجديد الذي تغلب عليه النزعة الفارسية، وهو المركز الذي تجمع حول بلاط السامانيين في خراسان. ولا شك أن اهتمام الجيهاني بالجغرافيا كان له أثر بالغ في كل الحركة وإن كان كتابه بمثابة تكملة للتقليد الجغرافي القديم. على أن الذين ساروا على نهج مدرسة البلخي لم يكونوا من الخراسانيين؛ فالإصطخري كان من أهل فارس، وابن حوقل من أهل نصيبين، بل أن نص النسخة الأخيرة من كتاب الجيهاني كان مشايعًا للفاطميين، في حين كان في كتاب الإصطخري والنسخة المتقدمة من كتاب ابن حوقل ما ينبّئ عن ميل شديد نحو السامانيين. والمقدسي (توفي 1000 م)، هو آخر الجغرافيين العظام

الذين ساروا على نهج مدرسة البلخي. وقد عده سبرنغر A. Sprenger ، أعظم الجغرافيين في كل العصور، وهو من أهل بيت المقدس. ولدينا نسختان من كتابه «أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم»، إحداهما تميل إلى السامانيين والأخرى تميل إلى الفاطميين. وقد تحرر المقدسي من الطريقة التي اتبعت في «أطلس الإسلام»، فالمصورات التي في مخطوطاته فيها السمات البدائية التي عرفت بها مصورات الإصطخري الأولى. ويختلف تقسيمه للعالم إلى أقاليم عن التقسيم الوارد في «أطلس الإسلام». وهو يتناول مرة أخرى دراسة الجغرافية الفلكية، ويمكن القول بأن هذا المؤلف هو آخر أتباع المدرسة الجغرافية الإسلامية الخالصة، وقد خلفت آثارًا في كثير من كتب الجغرافيا التي ظهرت في القرون المتأخرة، إلا أن مؤلفات أصحابها تركت من ذلك الوقت للنساخ خاصة، وكانوا يتفاوتون في العناية بما ينقلونه، ولم يبق في الكتب الجغرافية من مصورات هذه المدرسة إلا مصور العالم؛ إذ أننا نتبينه بوضوح في مصوري العالم الواردين في كتابي القزويني وابن الوردي، وأقل من ذلك وضوحًا مصورات العالم المستديرة الواردة في كتاب الإدريسي. وهذا المصور أيضًا هو الأساس الذي قام عليه مصور العالم المستدير المهم، الذي نشاهده في مخطوط الكاشغري المسمى «ديوان لغات الترك»، المحفوظ بالآستانة (رقم 1333 – 1335).

العالم عند الإصطخري، خريطة العالم من مخطوطة ليدن بتاريخ (1173 م) (الجنوب في الأعلى)

وكان إلى جانب مدرسة البلخي طائفة من المؤلفين الذين عاشوا في (القرن العاشر)، وساهموا في نشر المعارف الجغرافية، ويمكن أن نقسم مؤلفاتهم بوجه عام إلى فئة تحاول دراسة العالم المعروف بأسره، وأخرى تصف ممالك أو أقاليم بعينها. ومن كتب الفئة الأولى كتابٌ للجيهاني وآخر لسهراب السابق ذكرهما، ومنها أيضا كتاب «آكام المرجان» لشخص يدعى إسحاق بن الحسين، ولعله من المصادر التي ذكرها الإدريسي. وفي هذا المصنف تعداد جملة من المدن على الأسلوب الذي شاع فيما بعد. وقد كتب هذا المصنف نحو (عام 950 م) ونشره كوداتزي.

وهناك أيضًا لمحة جغرافية في الرسالة الرابعة من القسم الأول من «رسائل إخوان الصفاء»، وفيها فصلت آراء بطلميوس التي أخذ بها الجغرافيون في

القـرن الســابق، وهنــاك إشــارات مماثلـة في كتــاب «البـدء والتاريـخ»، الـذي ألفـه المطهـر بـن طاهـر المقدسـي (عـام 996 م).

خريطة العالم تعود لـ (عام 1570 م)، من مخطوط كتاب «البدء والتاريخ»، (الشرق إلى الأعلى)

وأهم من هذا أيضًا كتاب «حدود العالم» الذي لا نعرف مؤلفه، وقد كتب بالفارسية (ربما، نقلًا عن العربية؟)، (عام 983 م). ونشر بارتولد Barthold صورةً طبق الأصل من هذا الكتاب في لينينغراد (سنة 1930م). ونظام هذا الكتاب مثل نظام كتاب بطلميوس بحذافيره، ولكن حذفت منه جميع المعلومات الخاصة بخطوط الطول والعرض، ويذهب بارتولد إلى أن ثمة علاقة أدبية بين هذا الكتاب وكتاب الجيهانى، ويبين أيضًا أن بينه وبين القسم الجغرافي من الكتاب الفارسي «زين الأخبار» للكرديزي، كتب نحو (سنة 1050م) صلة أخرى. ونذكر أخيرًا أنه ألف في

ذلك القرن أيضا للخليفة الفاطمي العزيز (975 – 996 م) كتاب «المسالك والممالك» للمهلبي، ولم يبق من هذا الكتاب سوى مقتطفات عند ياقوت وأبي الفداء.

والمسعودي (توفي 956م)، أعظم الجغرافيين أصالة في (القرن العاشر الميلادي)، ففي كتابه الضخم «مروج الذهب»، وكذلك في مصنفه كتاب «التنبيه» وصف للممالك التي زارها، وهو يسوق إشارات تاريخية، ويناقش جميع المسائل الجغرافية التي قد تعرض بشكل ما في كتب جغرافيي القرن السابق، دون أن يتقيد كثيرًا بمنهج خاص. ولم يقصر المسعودي كلامه على العالم الإسلامي. وهناك آخر هو ابن فضلان الذي سافر إلى بلغار نهر إتيل (الفولغا) بين (عامي 921 – 922 م). وقد عرف ياقوت «رسالة ابن فضلان»، كما عرفت هذه الرسالة حديثًا بصورة أكمل في مخطوط ابن الفقيه. هذا فضلًا عن أخبار رحلته التي ذكرها أبو دلف مسعر بن المهلهل، الذي بدأ رحلته الواسعة بآسية (عام 942 م). ويظهر أن هناك نصًا موثوقًا به من هذه الرسالة في مخطوط ابن الفقيه. وذكر إبراهيم بن يعقوب، وهو رحالة آخر، أخبار رحلاته في أوربا، وقد أورد كل من البكري والقزويني مقتطفات منها. وقام ابن سليمان الأسواني برحلة في النيل إلى النوبة نحو (عام 975 م)، ووصف هذه الرحلة في «كتاب أخبار النوبة»، وقد حفظ لنا المقريزي فقرات من أخبار هذه الرحلة.

وتؤدي بنا أخبار هذه الرحلات إلى النوع الثاني من الأوصاف الجغرافية التي ذكرناها آنفا، وهي الكتب الجغرافية الإقليمية والمحلية التي تتصف في الوقت نفسه بالطابع الجغرافي التاريخي. وفي طليعة هذه المصنفات أول ما ألف من كتب الخطط المصرية. ويقول المقريزي إن المثل الأول لهذا النوع من التأليف هو محمد بن يوسف الكندي، ورسالة ابن زولاق (توفي 997 م)، المعروفة بهذا الاسم أيضًا، وهي متصلة كذلك بالفقرات الخاصة بالفضائل الواردة في كتب الحديث.

وقد سار على منوالها في (القرن الحادي عشر) محمد بن سلامة القضاعي (توفي 1062م)، في كتابه «المختار في ذكر الخطط والآثار»، وأورد كل من ياقوت والمقريزي فقرات مهمة من هذا الكتاب. وظهرت في (القرن الثاني عشر) «الرسالة المصرية» لأبي الصلت أمية بن عبدالعزيز (توفي 1134م). وفي كتابيّ ياقوت والمقريزي فقرات منها، ووصف محمد بن يوسف الوراق (توفي 973م) المغرب في مصنفه «كتاب المسالك والممالك». وقد فُقد هذا الكتاب، ولكن البكري في القرن التالي، اعتمد عليه كثيرا في تأليف كتابه؛ ووصف الأندلس على هذا النحو أحمد بن محمد الرازي التاريخي توفي (955م). وخلف هذا الكتاب المفقود آثارًا في الكتب الأندلسية المتقدمة.

ووصف الهمداني في كتابه «جزيرة العرب» الذي ذكرناه آنفًا، الجزيرة العربية وصف العارف الخبير. ولا نزال في حاجة إلى أن نعرف إلى أي مدى ساهمت هذه الأوصاف الجغرافية الإقليمية في الكتب الجغرافية العامة، وهذا يصدق أيضًا على كثير من كتب تخطيط البلدان المصبوغة بالصبغة التاريخية التي قصرت على مدينة بالذات، وهي التي لا يمكن فصلها تمامًا عن الكتب التي وصفت الأقاليم. وتسود الناحية التاريخية وكذلك الناحية الخاصة بالتراجم هذه الكتب الخاصة بوصف البلدان، وهي لذلك تسمى «تأريخ». ومن أقدم المؤلفات التي تدخل في هذا الباب «أخبار مكة» للأزرقي (توفي 858 م). وبقي لنا من هذا القرن نفسه جزء من كتاب «تأريخ بغداد» لابن أبي طاهر (توفي 893 م)، وهو الذي سار على منواله الخطيب البغدادي (توفي 1070م)، الذي ألف كتابًا بالعنوان نفسه. وقد ألفت كتب أخرى مماثلة عن بعض المدن الأكثر إيغالًا في ناحية الشرق مثل «تأريخ بخارى» للنرشخي (توفي 959 م)، وقد وُصفت في هذه الرسالة كثيرٌ من المدن في الشرق والغرب وصفًا تاريخيًا تخطيطيًا، ومن المستحيل تعداد هذه الكتب لكثرتها، لأن هذه الأوصاف بقيت حتى اليوم من الأبواب الأدبية الشائعة في جميع أنحاء الممالك العربية والفارسية والتركية الإسلامية.

لقد قل إنتاج المؤلفات الجغرافية العامة الجديدة في (القرن الحادي عشر)، ويعود ذلك من غير شك إلى استمرار تفكك العالم الإسلامي سياسيًا. ثم يمكن أن نقول أيضًا إنّه كان قد ذكر كل شيء خاص بدلائل المسافرين وأوصاف الممالك، مما تتطلبه الحاجة الأدبية والعملية. وقد أعيد كشف العالم المعروف وقتذاك كشفًا يتفق مع وجهة نظر الفتوحات الإسلامية، ذلك لأنه لم تضف معلومات جديدة عن بقاع كانت مجهولة لدى الأقدمين، اللهم إلا إذا استثنينا بعض جهات من إفريقية. على أن حركة الكشف كانت أوسع من ذي قبل، فقد أمدتنا كتب الجغرافيا التي ألفت في (القرنين التاسع والعاشر) بمعلومات أوفى من التي أمدتنا بها المصادر القديمة ومصادر العهد اليوناني المتأخر، وخاصة عن الممالك الآسيوية، وظهر في (القرن الثاني عشر) أيضًا كتابان جغرافيان من الطراز الأول ختما العهد القديم لهذا النوع من التأليف ختامًا حميدًا، أولهما كتاب البيروني في «وصف الهند»، كتب نحو (عام 1030 م)، وهو يزود معارف المسلمين بمعلومات أوفى عن آراء الهندوس في الجغرافيا ونظام الكون، إلى ما فيه من المعلومات الجغرافية الغزيرة عن الممالك المفتوحة حديثًا. ومصنفات البيروني الأخرى، وخاصة كتاب «القانون المسعودي»، جديرة بالذكر لوضوحها في عرض الحقائق الجغرافية وإن كانت من كتب الفلك. ويشمل «كتاب التفهيم» في مخطوطاته الخمسة المعروفة، مصورًا عجيبًا مستديرًا للعالم يوضح به مواضع البحار. ويصف البيروني في كتابه «الآثار الباقية عن القرون الخالية» بعض الطرائق الهندسية لمساقط مصورات السماء والأرض، على أن هذه الطرائق لم تطبق عمليًا فيما يظهر كما هو شأن غيرها مما أبدعته ألمعية هذا العالم العظيم، والكتاب الجغرافي العظيم الآخر الذي ظهر في (القرن الحادي عشر)، هو كتاب «المسالك والممالك» الذي ألفه الكاتب الأندلسي أبو عبيد البكري

(عام 1067 م)، صاحب «المعجم» كما ذكرنا من قبل، ولا نستطيع تكوين فكرة عن ماهية هذا الكتاب الكبير بأكمله، لأننا لا نعرف إلا وصف البكري لشمالي إفريقية وما ذكره من معلومات عن جنوب روسيا.

ويظهر أن البكري لم يكن من مدرسة البلخي لانعدام المصورات الجغرافية في كتابه، ومهما يكن من الأمر فإن كتاب البكري يعتمد إلى حد كبير على دراسات المؤلف الشخصية، كما أنه دون فيه كثيرًا من الحقائق التي كانت معروفة في زمنه.

ومن كتب الرحلات التي ترجع إلى (القرن الحادي عشر) الكتاب المشهور «سفرنامه» لناصر خسرو، وقد ألف نحو (عام 1045 م)، والأخبار المستقاة من إبراهيم الطرطوشي (توفي 1085م) الذي ساح في فرنسا وألمانيا، وقد روى القزويني هذه الأخبار.

وظلت كثير من المصادر الأدبية وخاصة الكتب التاريخية بعد (القرن الحادي عشر) تزودنا بالمعارف الجغرافية، وأخذت الكتب الجغرافية الصرفة، منذ ذلك الوقت، يتميز طابعها أكثر فأكثر بالتنسيق الأدبي للمواد الواردة في المصنفات المتقدمة. وبدأ الناس يشعرون بثقل وطأة التقليد، وجنح المؤلفون إلى تدوين فوائد المعارف التي جمعتها الأجيال السابقة دون تمييز بينها وصوغها في أسلوب أدبي، وخفف التقدم التاريخي من الشعور بالوحدة الجغرافية للعالم الإسلامي، ومال الكُتَّاب إلى ذكر العجائب والخوارق كما حدث في المصنفات الجغرافية اللاتينية المتأخرة.

وأهم الظواهر كلها، كتب التقريب بين الجغرافيا الوصفية والجغرافيا الفلكية، وأبرز مثل لذلك كتاب «نزهة المشتاق» للإدريسي (توفي 1156م)، ويشتهر

هـذا الكتـاب بمصوراتـه السـبعين، ويمثـل كل منهـا عشـرة أقاليـم مـن الأقاليـم السـبعة، وهـي إن وضعـت جنبًـا إلـى جنـب علـى الطريقـة الصحيحـة، وهـذا أمـر جديـد غايـة الجـدة علـى فـن رسـم المصـورات الجغرافيـة في الإسـلام، تألـف منهـا مصـور تـام للعالـم المأهـول وفقًـا لتصـور بطلميـوس، وفي مقدمـة هـذا الكتـاب أيضًـا مصـور مسـتدير للعالـم، لعلـه يرجـع إلـى تقليـد إسـلامي متقـدم في رسـم المصـورات الجغرافيـة. ويصعـب علينـا أن نتثبـت: هـل كان هـذا المصـور العالمـي ومصـور الأقاليـم الكبيـر موضوعـين جنبًـا إلـى جنـب، همـا صـورة طبـق الأصـل مـن مصـور العالـم الفضـي الـذي رسـم للملـك روجـر Roger ملـك صقليـة راعـي الإدريسـي، كمـا يقـول المؤلـف في مقدمتـه؟؟ ومـن العجيـب أن هـذه المقدمـة لا تذكـر شـيئًا عـن الطرائـق الفلكيـة التـي كانـت مسـتعملة في رسـم المصـورات الجغرافيـة، وإن كانـت تذكـر بعـض الإشـارات العامـة عـن الجغرافيـا الفلكيـة. وهـذا يؤدي أيضًـا إلـى النتيجـة العجيبـة، وهـي أنـه لـم تكـن هنـاك أبـدًا طرائـق فلكيـة، وأنـه لا شـك في أن الإدريسـي قـد اتخـذ أحـد مصـورات بطلميـوس أساسًـا لعملـه.

واعتمـد النـص كثيـرًا فيمـا يتصـل بالممالـك الإسـلامية علـى الكتابـين المتقدمـين، وخاصـة كتـاب ابـن حوقـل الـذي كثيـرًا مـا فسـرت أقوالـه تفسـيرا خاطئًـا. واسـتعان الإدريسـي فيمـا

خريطة العالم للإدريسي من مخطوطة أكسفورد بوك.

كتبه عن الممالك الأوربية بالمعلومات التي جمعت للملك روجر من الرحالين والتجار. وهذه المعلومات جدًا مهمة لقدمها، ولكن بعد أن عرفنا على مدى الأيام الطريقة غير المضبوطة التي اتبعت في استغلال هذه المعلومات في النص وفي المصورات الجغرافية، فإن الحيطة التامة واجبة عند الإفادة من هذا الكتاب.

وهنـاك مختصـر لكتـاب الإدريسـي كتـب (عـام 1192 م)، «مخطـوط رقـم 688 المحفـوظ بمكتبـة حكيـم أوغلـو بالآسـتانة»، وقـد ألحقـت بـه أيضًـا بعـض المصـورات منهـا؛ مصـور الإقليـم جنـوب خـط الاسـتواء، ومقدمـة هـذا المختصـر أكثـر تفصيـلًا في الفلـك، ولكنهـا لا تفصـح عـن شـيء مـن المبـادئ الخاصـة بفـن رسـم المصـورات الجغرافيـة.

ويظهـر أن شـهرة الإدريسـي تنحصـر في القسـم الغربـي مـن العالـم الإسـلامي، والكتـاب الوحيـد الـذي يشـبه كتـاب الإدريسـي، فيمـا نعـرف، هـو كتـاب «جغرافيـا في الأقاليـم السـبعة» لابـن سـعيد (تـوفي 1274 م)، ولدينـا جـزء مـن هـذا الكتـاب «المخطـوط العربـي رقـم 2234، باريـس، والمتحـف البريطانـي، القسـم الشـرقي رقـم 1524». وهـو مقسـم إلـى الأقاليـم السـبعة نفسـها، وكل إقليـم مقسـم إلـى عشـرة أقسـام، وقـد ذكـرت فيـه خطـوط الطـول والعـرض لـكل موضـع جغرافي على جانـب كبيـر مـن الأهميـة، وهـذا يتيـح لنـا رسـم مصـور جغرافي كامـل. واسـتغل هـذا الكتـاب كثيـرًا مـن الحقائـق الجديـدة، مثـل أخبـار رحـلات ابـن فاطمـة الـذي توغـل في رحلاتـه علـى طـول شـواطئ إفريقيـة، وانتقـال القبائـل الجديـدة الـذي حـدث في شـمالي إفريقيـة بعـد قيـام دولـة الموحديـن. وهنـاك مختصـر آخـر غيـر كامـل مـن هـذا الكتـاب بعنـوان «كتـاب بسـط الأرض في طولهـا والعـرض»، و«مخطـوط في مكتبـة بودليانـا بأكسـفورد».

ونلمـس أيضًـا النـزوع إلـى التقريـب بـين الجغرافيـة الوصفيـة والجغرافيـة الفلكيـة في (القـرن الثانـي عشـر) في مختصـر لكتـاب ابـن حوقـل، أعـده كاتـب أندلسـي نحـو (عـام 1150 م)، «مخطـوط بباريـس رقـم 2214؛ مخطوطـات بالآسـتانة بمكتبـة طـوب قابـي رقـم 3347، وفي آياصوفيـا رقـم 2934». وفي هـذا المختصـر زيـادات كثيـرة تشـير إلـى عصـر هـذا الكاتـب الأندلسـي، إلـى جانـب مـا بـه مـن مصـورات ابـن حوقـل المعروفـة، ومصـور النيـل نفسـه الـذي عرفنـاه عـن «كتـاب صـورة الأرض»

للخوارزمي. وبعض الزيادات التي أدخلت على النص خاصة بهذا المصور. أما كتاب «منتهى الإدراك» للخرقي توفي (1138 – 1139 م)، فيمكن أن يعد من الناحية الفلكية اتجاها نحو الجغرافيا الوصفية، وقد ألف هذا الكتاب في مرو.

ومن كتب الجغرافيا التي ظهرت أيضًا في (منتصف القرن الثاني عشر)، «كتاب جغرافيا» لكاتب أندلسي يسمى الزهري، وجاء في هذا الكتاب أنه وصف لمصور العالم «جغرافيا» الذي رسم للمأمون، ولكن صاحبه يقسم العالم المعروف وقتذاك بطريقة تخالف تمامًا ما جرت عليه العادة، فهو يقسمه إلى سبعة أقاليم تحيط ستة منها بإقليم مركزي على مثال التقسيم الفارسي إلى «كشورات»، ثم يقسم كل إقليم إلى ثلاثة أقسام، ولا شك أن هذا التقسيم يرجع إلى آراء جغرافية أقدم من ذلك عهدًا بكثير، وهي في حاجة إلى دراسة خاصة، ثم إن المعلومات الجغرافية الواردة في هذا الكتاب تخرج بعض الشيء عن المألوف، وهي أميل إلى الأعاجيب والتهاويل، وكانت الأندلس أكثر الممالك حظًا من ناحية الوصف المفصل.

أما في القرون اللاحقة للإدريسي، فإن المصاعب تزداد إذا ما أردنا أن نردّ أنواع التأليف الجغرافي إلى موضعها من البيئة الثقافية والسياسية للعالم الإسلامي، الذي اختلفت أحواله الاجتماعية وتباينت أشد التباين وقتذاك، وأصبحت المعارف الجغرافية شيئًا فشيئًا من المأثورات، وقلت الحاجة في بلاط أمراء ذلك العهد إلى الكتب الجغرافية العامة، وقد أشبعوا حاجاتهم منها بنسخ الكتب الجغرافية الأقدم عهدًا، ويؤيد ذلك النسخ المتعددة من مؤلفات مدرسة البلخي، وهي التي نسخت لخزانة سلاطين المماليك بمصر ثم سلاطين العثمانيين من بعدهم، وأصبح مؤلفو الرسائل الجغرافية منذ ذلك الوقت إلى العلماء ذوي الأصالة أقرب، يحيطون بالتواليف إحاطة واسعة. ولكننا نجد أن هذه الرسائل يغلب عليها الجمع أيضًا، فهي تتفاوت بين الترتيب على حروف

المعجم أو غيرها، وبين إعادة ترتيب المعارف ترتيبًا يتجلى فيه الابتكار. وقد هيّأت هذه الحالة الأسباب لكتابة ما يعرف بكتب علم الكون والقصص العجيبة، التي غالبًا ما أخذت المكانة الأولى فيها، وجرت الحال بأن لا يكون للحقائق الجغرافية الجديدة في مجموع الروايات المكانة اللائقة فيها. وقد ازدادت هذه الحقائق الجديدة في ذلك العهد لاتساع البقاع التي استقر بها المسلمون. ومما يجدر ذكره إضافة إلى ذلك، أن جلّ المؤلفات الجغرافية القيمة كانت تؤلف منذ ذلك الوقت في الشرق الأوسط، وفي الشام، ومصر. ولم تلائم الأحوال السياسية في فارس والشرق الأقصى هذا النوع من التأليف، بل سار الفلكيون خاصة في تلك الأنحاء على المنهج المألوف من قبل، مثل نصير الدين الطوسي (توفي 1273 م)، ومعاصره الأحدث منه سنًا قطب الدين الشيرازي، وهو عالم عظيم أورد في كتابيه عن الفلك «نهاية الإدراك» و«التحفة الشاهية»، آراء جليلة عن الجغرافية الفلكية، بل إنه أمدنا بالمواد الصالحة لرسم خريطة العالم؛ وأولوغ (توفي 1449 م)، هو آخر من يمثل الجغرافيا الفلكية في الشرق. وازدادت في الوقت نفسه أهمية الكتب الجغرافية الإقليمية وخاصة ما صدر منها بمصر، وكانت هذه الكتب تدرس من حين لآخر موضوعات جغرافية عامة في فصل تمهيدي، ثم دخلت في هذه الكتب الجغرافية التي ظهرت في القرون المتأخرة معلومات جديدة بسبب ازدياد عدد الرحالين، وغالبهم من أصل غربي. وأول كتاب يعد من صميم الكتب التي تدرس علم الكون «تحفة الألباب»، الذي ألفه أبو حامد الأندلسي (عام 1162 م)، والمادة الجغرافية في هذا الكتاب ضئيلة، لم يجر المؤلف في تناولها على نهج محدد، وجنح إلى ذكر الأعاجيب. وشبيه بهذا الكتاب، وإن كانت معارفه أغزر، الكتاب الفارسي «عجائب المخلوقات» لأحمد الطوسي (توفي 1193 م). وهو يشبه من عدة وجوه كتاب القزويني في «عجائب المخلوقات». والكتب الجغرافية في وصف الأقاليم لهذا العهد تتمثل في «كتاب الاستبصار» لمؤلف مجهول، وهو في جوهره مأخوذ مما ذكره البكري من

المعلومات الجغرافية الخاصة بمصر وشمالي إفريقية، ولكنه منسق على هيئة إحصاء المدن، ومرتبة ترتيبًا جغرافيًا خاصًا، وموضحة بمعلومات معاصرة.

ويكمل كتب الأوصاف الجغرافية الإقليمية التي ظهرت في الشرق في (النصف الأول من القرن الثاني عشر)؛ الكتاب الفارسي «فارسنامه» لابن البلخي، واعتمد المؤلف على الخصوص، في القسم الجغرافي من هذا الكتاب على ما ذكر ابن حوقل. وهذا الكتاب من الكتب التي ترجع إلى العهد السلجوقي في فارس. وظهر أيضا في ذلك الوقت الكتاب الفارسي «جهان نامه»، الذي ألفه محمد بن نجيب بكران لمحمد خوارزمشاه بين عامي (1200 - 1220 م).

وأتم ياقوت كتابه المشهور «معجم البلدان» (عام 1228 م)، أي في نهاية الفترة التي بلغت فيها الوحدة السياسية للدولة الإسلامية أوجها في عهد العباسيين. وهذا الكتاب أضخم الكتب المرتبة على حروف الهجاء، حيث إنه أكملُ مصنف للمعلومات الجغرافية؛ الوصفية والفلكية واللغوية وأخبار الرحالين التي جمعها السلف. وقد قصد به أيضًا، سد حاجة كتّاب السير بتحقيق الأنساب على طريقة السمعاني في مصنفه «كتاب الأنساب»، الذي ألفه (عام 1167 م)، وطريقة سلفيه الدارقطني وابن ماكولا. وتوخى ياقوت أن يكون كتابه وافيًا بكل مطلب. وقد بقي هذا الكتاب المرجع الذي يفي بجل حاجات المستشرقين المحدثين. وكان ياقوت على دراية بجميع المعارف الجغرافية الإسلامية في عهده بما في ذلك كثير من المصادر التي لم تصل إلينا.

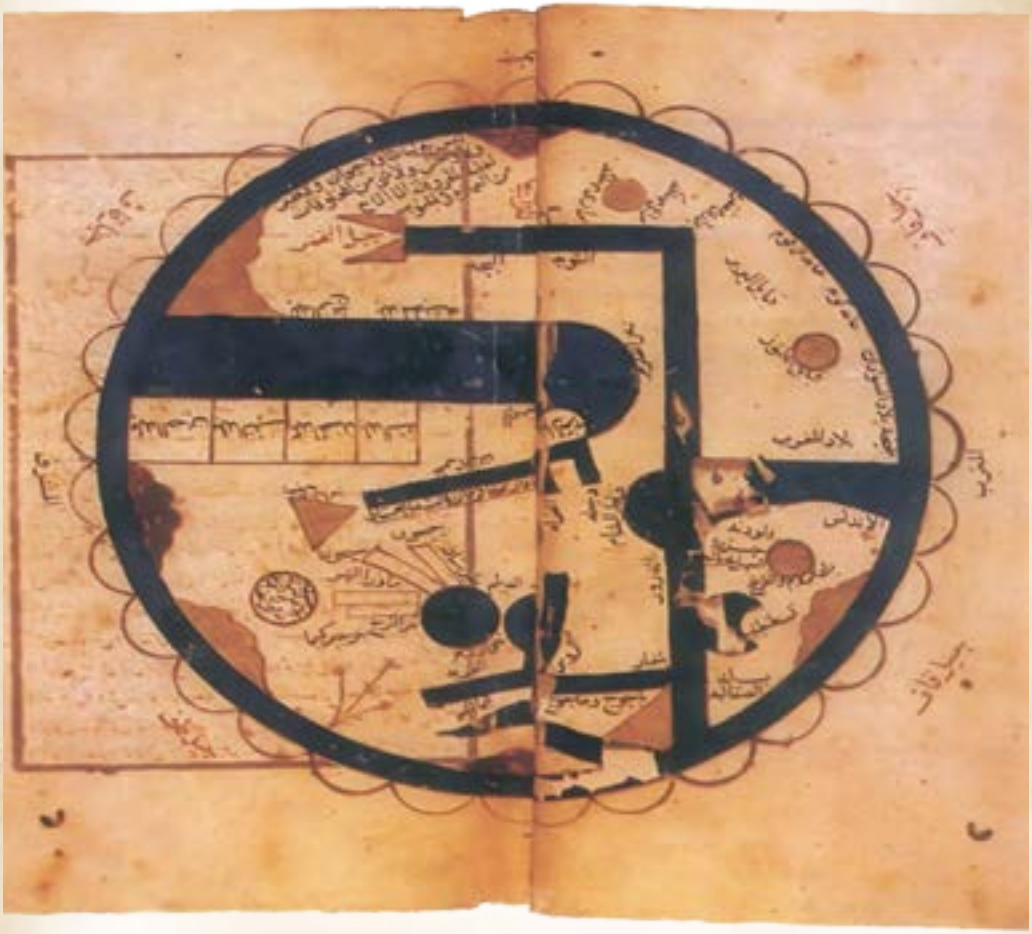
وكتابه حجة لكثرة استشهاده بالبيروني في مقدمته. وأخذ ياقوت مادة مصنفه «كتاب المشترك» من المعجم، وهو في الأسماء الجغرافية التي تطلق على أكثر من موضع. أما كتاب «مراصد الاطلاع»، الذي ألف بعد عهد ياقوت بقرن من الزمان، فهو مقتبس أيضًا من المعجم، ويشمل الموضوعات الجغرافية فقط. كذلك يصح القول بأن ياقوت من أعظم العلماء الرحالين في عصره.

أما كتاب «تقويم البلدان» لأبي الفداء (توفي 1331 م)، فهو أثرٌ علمي لا يقل قيمة عن معجم ياقوت، وقد كتبت آخر نسخة منقحة من هذا الكتاب (عام 1321 م)، ولعله من قبيل الكتب التي تجمع فيها المعلومات جمعًا من حيث أنه ينظم مادة كثير من كتب الذين سبقوه. ولكن أبا الفداء أضاف كثيرًا من المعلومات الخاصة بالممالك غير الإسلامية، كما أن تقسيمه العالم المأهول إلى ثمانية وعشرين إقليمًا شيئًا فريدًا في بابه، وإن كان هذا التقسيم يقوم على تقسيم العالم إلى أقاليم، وهو التقسيم الذي ابتدعته مدرسة البلخي. وقد وجد ما يؤيد تلك الشهرة التي لاقاها كتاب أبي الفداء في الأجيال المتأخرة، ولدى المستشرقين الذين عرفوا هذا الكتاب لأول مرة (كوليوس Golius وريسكه Reiske).

وكتب ذلك العهد في علم الكون هي: كتب القزويني (توفي 1283 م)، والحراني (توفي 1300 م)، والدمشقي (توفي 1327 م)، وابن الوردي (توفي 1410 م)، وضمن القزويني المعلومات التي استقاها من المصادر المتعددة كتابًا من صميم علم وصف الكون، هو «عجائب المخلوقات»، وآخر في الجغرافيا هو «عجائب البلدان»، وسُمِّيَ فيما بعد «بآثار البلاد». وقد اشتهر الكتاب الأول خاصة في جميع العالم الإسلامي، وشاهد ذلك أنه نقل إلى الفارسية وإلى كثير من اللغات التركية. وهو أول كتاب إسلامي في وصف علم الكون التزم فيه مؤلفه خطة، وهو في تناوله للعالم غير الأرضي كثير الشبه بكتب المسيحيين التي ظهرت في الوقت نفسه بأوروبا والمشرق، مثل الكتاب السرياني «علث كل علان».

أما كتاب الجغرافيا الذي رتب على الأقاليم السبعة فقد أفاد كثيرا، كما أفاد كتاب أبي الفداء، من إحصاء البلدان المرتبة على أحرف المعجم. لذلك ولما فيه من إشارات كثيرة خاصة بالسير، هو شبيه من الناحية الأدبية بالكتب التي من قبيل معجم ياقوت. وكتاب «نخبة الدهر»، للدمشقي يتناول الجغرافيا كما يتناول علم الكون، وهو أعظم منه تأليفًا، وإن كان أقل منه رعاية لأذواق الناس

في عصره. وكتاب «جامع الفنون وسلوة المحزون» للحراني أقل شهرة، وجد في «المخطوط العربي رقم 1513 المحفوظ في مكتبة كوتا»، وقد كتب على نسق كتاب الدمشقي وإن اختلفت طريقته الجغرافية. ويقال إن كتاب ابن الوردي «خريدة العجائب»، هو في جوهره نسخة أخرى من كتاب الحراني. كذلك يعد كتاب الباكوي المُسمى «تلخيص الآثار وعجائب الملك القهار»، موجزًا لكتاب القزويني في الجغرافيا. وتحوي مخطوطات القزويني وابن الوردي مصورات مستديرة للعالم. ومن الواضح أنها على مثال مصور الإصطخري.



خريطة العالم لابن الوردي، تعود لتاريخ (1593 م)

وهنـاك كتابـان مطـولان ظهـرا في ذلـك العهـد، وهمـا أقـرب إلـى الموسـوعات منهمـا إلـى الكتـب التـي تتحـدث عـن الكـون، أحدهمـا؛ «نهايـة الأرب في فنـون الأدب» للنويـري (تـوفي 1332 م)، والثانـي «مسـالك الأبصـار في أخبـار ملـوك الأمصـار»، لابـن فضـل اللّه العمـري (تـوفي 1348 م). وإذا نظرنـا إلـى هذيـن الكتابـين مـن ناحيـة التأريـخ الأدبـي ألفينـا أنهمـا مـن المصنفـات المصريـة الخاصـة التـي تهتـم بالوصـف، وهـي المصنفـات التـي ألفهـا علمـاء وعمـال مـن دولـة المماليـك. ومنهـا أيضًـا سلسـلة مـن الكتـب في الجغرافيـا والنظـام الإداري لمصـر والشـام وسـنذكرها لاحقًـا؛ وفي هذيـن الكتابـين مـادة جغرافيـة غزيـرة جديـدة. ووصـف ابـن فضـل اللّه العمـري لآسـية الصغـرى، بصفـة خاصـة، جديـر بالذكـر.

ويمكـن أن نقـول إن كتـب الرحـلات في ذلـك العهـد تبـدأ «برحلـة ابـن جبيـر» الشـهيرة التـي كتبـت (عـام 1885 م)، ثـم تلاهـا كتـاب «الإشـارة علـى معرفـة الزيـارة» للهـروي (تـوفي 1214 م)، و«تأريـخ المسـتنصر» الـذي ألفـه ابـن المجـاور نحـو (عـام 1230 م)؛ وبـه أوصـاف مهمـة لتخطيـط بـلاد العـرب الجنوبيـة، و«كتـاب الرحلـة» للنباتـي (تـوفي 1239 م)، و«كتـاب الرحلـة» للعبـدري (تـوفي 1289 م). ورحـلات الطيبـي (تـوفي 1299 م)، و«كتـاب الرحـلات» للتجانـي (تـوفي 1308 م)، و«الرحلتـان» لمحمـد ابـن رشـيد، ثـم «تحفـة النظـار» لابـن بطوطـة (تـوفي1377 م)، وهـو مـن المطـولات، وهـذا الكتـاب غنـيٌّ بمادتـه، وهـو يزودنـا بمعلومـات عـن ممالـك بعيـدة فيمـا وراء العالـم الإسـلامي في آسـية وإفريقيـة، إبـان العصـور الوسـطى. ولـم تصـل إلينـا كتـب الرحـلات الأخـرى، ولكنهـا كانـت مـادة اسـتقى منهـا المؤلفـات العامـة مثـل؛ رحـلات ابـن فاطمـة علـى الشـاطئ الإفريقـي وقـد أثبتهـا ابـن سـعيد في كتابـه، ورحـلات أبـي الربيـع سـليمان الملتانـي في داخـل إفريقيـة، وقـد أوردهـا القزوينـي في كتابـه.

ويمكـن القـول بـأن عهـد المؤلفـات الجغرافيـة العامـة في الإسـلام قـد انتهـى أجلـه بعـد الكتـب التـي صـدرت في (القرنـين الثالـث عشـر والرابـع عشـر)، خاصـة بوصـف

الكون. وقد حلت مكانها منذ ذلك الوقت الكتب الجغرافية الإقليمية، كما حلت محلها إلى حد ما الجهود القومية في التأليف في شتى الأقطار الإسلامية.

خريطة القزويني للعالم، من مخطوطة تعود لـ (عام 1622 م)

أما في مصر فقد ازدهر التأليف في كتب الخطط، واتسع نطاقه في عهد الأيوبيين والمماليك. ولدينا من آثار هذا العهد طائفة قيمة من الأوصاف الجغرافية والإحصائية لمصر والشام مثل «قوانين الدواوين» لابن مماتي (توفي 1209م)، وأقدم من وصف مصر فيما نعلم عبد اللطيف البغدادي (توفي 1229م)، و«وصف الفيوم» للنابلسي (توفي 1243 م) و«كتاب فضائل مصر» للصفدي (توفي

1361 م) و«كتـاب إيقـاظ المتغفـل واتعـاظ المتأمـل» لابـن المتـوج (تـوفي 1325م) و «كتـاب التحفـة السـنية بأسـماء البـلاد المصريـة» لابـن الجيعـان (عـام 1375م)، و «كتـاب الانتصـار» لابـن دقمـان (تـوفي 1406 م)، والكتـاب المطـول «صبـح الأعشـى» للقلقشـندي (تـوفي 1418م)، ومصنـف المقريـزي الشـهير (تـوفي 1442م)، «كتـاب المواعـظ والاعتبـار»، وبـه معلومـات كثيـرة اسـتقاها المقريـزي مـن مصـادر مفقـودة، وأعظـم مـن اشـتهر بهـذا النـوع مـن التأليـف بعـد المقريـزي هـم؛ خليـل الظاهـري (عـام 1450م) صاحـب كتـاب «زبـدة كشـف الممالـك»، والسـيوطي (تـوفي 1505 م)، مؤلـف كتـاب «حسـن المحاضـرة» وغيـره مـن الكتـب. ثـم نذكـر كتـاب «نشـق الأزهـار في عجائـب الأقطـار» لابـن إيـاس تـوفي 1528م، وبعضـه في علـم وصـف الكـون.

وكانـت بـلاد شـمالي إفريقيـة ومـا تبقـى في أيـدي العـرب مـن الأندلـس أقـل إنتاجـا لهـذه الكتـب التـي تصـف الأقاليـم، وهنـاك كاتـب فريـد في بابـه هـو الفلكـي الحسـن ابـن علـي المراكشـي (تـوفي 1262 م). وقـد أورد في كتابـه «جامـع المبـادئ والغايـات» جـداول لخطـو ط الطـول والعـرض جمـع بعضهـا بنفسـه. أمـا في الجغرافيـا الوصفيـة فلدينـا مـن آثـار هـذه البـلاد الجـزء الأخيـر مـن «كتـاب المعجـب»، لعبـد الواحـد المراكشـي وقـد كتبـه (عـام 1224 م). و«كتـاب العبـر» لابـن خلـدون، تـوفي (عـام 1406 م)، وهـو مـن مصـادر الجغرافيـا المهمـة. ويسـتعرض المؤلـف بالتفصيـل في الكتـاب الأول مـن المقدمـة علـم الجغرافيـا عنـد المسـلمين. وشـبيه بهـذه المصنفـات الجغرافيـة التاريخيـة «كتـاب المؤنـس» للقيروانـي (عـام 1450 م).

أمـا الحسـن بـن محمـد الـوزان الزياتـي فهـو آخـر مـن اشـتهر بهـذا التأليـف الجغـرافي الإسـلامي في تلـك الجهـات. وقـد نقـل كتابـه «في وصـف إفريقيـة» إلـى اللغـة الإيطاليـة (عـام 1526 م).

أمـا في الشـرق، فقـد حلـت بالعـراق والجزيـرة خطـوب فـوادح، حالـت دون اسـتمرارهما فيمـا جـرى عليـه التأليـف الجغـرافي. فالعلمـاء العراقيـون، مثـل عبـد

اللطيف البغدادي الذي سبق ذكره، كانوا يرون أن السياسة هي مجال نشاطهم. ومما يجدر ذكره دراسات ابن العبري الجغرافية (توفي 1286 م)؛ في كتابه «منارات قدشى»، فقد كانت متأثرة غاية التأثر بالعرف الإسلامي، ويتضح ذلك من مصور جغرافي للعالم شبه مستدير وارد في هذا الكتاب. وقلّت كذلك المؤلفات الجغرافية التي ظهرت في المنطقة الواسعة التي أصبحت الفارسية فيها لغة التأليف. وقد سبق أن ذكرنا النصوص الفارسية لمؤلفات مدرسة البلخي، ولكتاب «حدود العالم»، و«سفرنامه» لناصر خسرو، و«عجائب المخلوقات» لأحمد الطوسي، و«جهان نامه» لبكران. ونقل أيضا كتاب «عجائب البلدان» للقزويني إلى اللغة الفارسية. وذاع صيت الفلكيين نصير الدين الطوسي وقطب الدين الشيرازي نحو (عام 1300 م)، وقد سبق أن نوهنا بهما لأن مؤلفاتهما مازالت أدخل في التواليف الإسلامية العامة. وفي كتاب «جهاننما» للجويني (توفي 1283 م) معلومات جغرافية مهمة، وخاصة عن الدولتين؛ المغولية والتركية. وقد أهدى القزويني كتابه «عجائب المخلوقات» إلى الجويني، وفي كتاب «جامع التواريخ» لرشيد الدين (توفي 1318 م)، ما في كتب هؤلاء. والمرجح أن المجلد الثالث من هذا الكتاب، الذي كان في نية مؤلفه أن يعتمد فيه على الجغرافيا، لم يكتب قط. وكتاب «نزهة القلوب» لحمد الله المستوفي القزويني (توفي 1340 م)، هو كتابٌ جغرافي بحق كتب باللغة الفارسية، وهو بهذا أقرب إلى الكتب التي يكتبها الرحالون في وصف ما يشاهدون، ومن المؤلفات التي كتبت في ذلك العهد أيضا كتاب «صور الأقاليم» لمحمد بن يحيى الذي ألفه (عام 1347 م). وظهر في القرن التالي كتاب «مطلع السعدين» لعبد الرزاق السمرقندي (توفي 1482م)، وهو غنيٌ بالمعلومات الخاصة بالممالك الأسيوية، وثمة وصف مهم عجيب لرحلة كتبت بالفارسية في وصف الصين في كتاب «خطاي نامه» الذي ألفه على أكبر (عام 1516 م)، للسلطان العثماني سليم الأول. أما كتاب «هفت إقليم» لأمين أحمد رازي الذي ألفه (عام 1594 م) فمعظمه في السير، وآخر من ظهر من

عظماء الفلكيين في هذا القسم من العالم الإسلامي هو أولوغ بك الذي ذكرناه آنفا، وزميله علي بن محمد القوشجي (توفي 1474 م)، وقد ساهم كذلك في نشر المعارف الفلكية الجغرافية في تركيا.

وفي (القرن الخامس عشر)، أخذ علماء النصارى بأوروبا يتحررون بسرعة عجيبة من الآراء الجغرافية المعروفة في العصور الوسطى، حفزهم إلى ذلك ما كشفته الأقوام الضاربة في البحر. ولم يعد لما نقل من الكتب الإسلامية في الجغرافيا والفلك (مثل كتب الفرغاني والبتاني) بصفة خاصة إلا أثر ضئيل في هذه الآراء منذ (القرن الثاني عشر)، وفي ذلك العهد ظهر أول المصورات البحرية التي وضعها البرتغال والإيطاليون. وحدث انقلاب في الآراء الجغرافية في أوروبا، فأدى ذلك سريعًا إلى إبطال المؤلفات الجغرافية التي ظهرت في الشرق أو في أوربا إبان العصور الوسطى، وذلك هو معظم السبب الذي من أجله أقلعت المؤلفات الشرقية الجديدة في الفلك عن الاعتماد على الرواية الجغرافية القديمة المألوفة.

على أن ثمة صنفٌ من المؤلفات الجغرافية الإسلامية، وهو الخاص بالجغرافيا البحرية، ظهر فيه عدة مؤلفات قيمة في ذلك العهد، وليس بعجيب أن تصدر مثل هذه المؤلفات إذا عرفنا أهمية هذا الفرع من الجغرافيا، ومع ذلك فإن لهذا النوع من التأليف الجغرافي البحري تقاليد قديمة خاصة به، وهذه التقاليد تجعله أقرب إلى القصص القديمة التي ذكرها جوابو البحار منه إلى الكتب الإسلامية القديمة. وهذا ما نلاحظه مثلًا في مغامرات التاجر سليمان في (القرن التاسع)، وفي المعلومات التي أمدنا بها أبو زيد السيرافي عن الهند وإفريقية في (بداية القرن العاشر)، في المخطوط المسمى «سلسلة التواريخ». وكان الملاحون الذين يجوبون شواطئ الخليج العربي وسواحل بلاد العرب الجنوبية والبحر الأحمر، على دراية واسعة منذ الأزمنة القديمة بالموضوعات البحرية

والخاصة بالملاحة، وقد جمعت هذه المعلومات في أوقات متفرقة في مؤلفات تعرف باسم «راهنامج»، ويقول ابن ماجد: «إنه ظهر في عهد العباسيين ثلاثة كتبوا في الملاحة، وقد استقوا معلوماتهم ممن جابوا البحار البعيدة، ولم تترك كتب هؤلاء المؤلفين آثارًا واضحة في المؤلفات الجغرافية القديمة». وتفسير ذلك أن المعلومات التي ذكروها لا تتماشى والآراء التي ذكرها المؤلفون العلماء من قبل، وتدلنا بعض الفوائد الواردة في كتابي المسعودي والمقدسي، على أن هذا يصدق على الأقل فيما يتصل بشكل المحيط الهندي.

وجرى الكتّاب الذين ألفوا في علم وصف الكون فيما بعد، على منوال هذه الكتب الخاصة بالملاحة. والمعلم ابن ماجد، توفي (عام 1500م ونيف)، هو أول مؤلف في هذا العلم عرفنا مؤلفاته في الملاحة وأوصاف الطرق البحرية، وكان ابن ماجد دليل فاسكو دي غاما de Gama Vasco في رحلته من إفريقية إلى بلاد الهند (عام 1498 م)، و«كتاب الفوائد» هو أهم كتب ابن ماجد. وأما سليمان المهري معاصر ابن ماجد، وكان إذ ذاك حدثًا، فله كذلك بعض المؤلفات في الملاحة منها؛ كتاب «العمدة المهرية»، وهو أهمها من الناحية الجغرافية. ومعظم الفضل في معرفتنا بهذين الكاتبين العربيين راجع إلى دراسات الباحث ج. فران G. Ferrand.

وجهود ابن ماجد وسليمان المهري، في الملاحة والتأليف متصلة اتصالًا وثيقًا بجهود سيدي علي رئيس المؤلفين وأمير البحر التركي، وله كتاب في وصف المحيطات عنوانه «المحيط» ألفه (عام 1554 م)، وضمنه أجزاء من مصنف سليمان المهري نقلها إلى التركية. وهناك بيري رئيس (توفي 1554 م)، الذي قام قبل ذلك بقليل بدراسة البحر المتوسط في كتابه «البحرية» الذي ألفه (عام 1523 م)، كما فعل سيدي علي رئيس بالنسبة للمحيط الهندي. وكتاب «البحرية» هذا، وهو في الجغرافية البحرية، يستحق الذكر بصفة خاصة لما فيه

مـن مصـورات كثيـرة لسـواحل البحـر المتوسـط كافـة. ولا شـك في أن كتـاب بيـري رئيس هـو تتمـة لكتـاب آخـر أقـدم منـه عهـدا، علـى أنـه مـن الصعـب إثبـات وجـوده عـن طريـق المصـادر الإسـلامية، وقـد لا يكـون هـذا الكتـاب مـن المصنفـات الإسـلامية علـى التحقيـق، لأن كتـاب بيـري رئيـس يتصـل أول كل شـيء بمظاهـر النشـاط في التأليـف عنـد البرتغاليـين والإيطاليـين.

الطبعة الثانية من كتاب «البحرية»، وقد قُدم للسلطان سليمان العظيم

ولـم يـدرس بعـد، مـدى اتصـال هـذا الكتـاب بالأوصـاف المفصلـة الدقيقـة التـي ذكرهـا كل مـن البكـري والإدريسـي عـن شـواطئ إفريقيـة. ومـن المؤلفـين المسـلمين الذيـن ينتسـبون إلـى هـذه الفئـة مـن الكتـاب؛ علـي بـن أحمـد بـن محمـد الشـريف الصفاقسـي الـذي ألـف كتابـه (عـام 1551م)، «مخطـوط عربـي باريـس رقـم 2278»، ويتضمـن مصـورات مهمـة منهـا مصـور للعالـم يذكرنـا بمصـور البيرونـي.

مخطط القبلة من أطلس البحر. صنعه علي بن أحمد بن محمد الشريف الصفاقسي (عام 1551 م). تظهر أربعين ميلاً عربيًا حول الكعبة، موضوعة على وردة ريح مكونة من اثنين وثلاثين قسمًا

ومؤلفـات سـيدي علـي رئيـس وبيـري رئيـس مـن نـوع الكتـب الجغرافيـة التـي ظهـرت في اللغـة التركيـة العثمانيـة، وقـد ظهـر في هـذه الكتـب سلسـلة مـن المؤلفـات الأخـرى، يتضـح فيهـا التبـدل الـذي طـرأ علـى الآراء الجغرافيـة الإسـلامية، واختفـاء هـذه الآراء علـى التدريـج بتأثيـر العلـم الأوربـي.

وعرف الترك خاصة من كتب الجغرافيا العربية المصنفات التي تدرس علم الكون، واسترعت كتب القزويني وأبي الفداء وابن الوردي خاصة أنظار الجغرافيين الترك الأوائل. فقد بدأوا أعمالهم بترجمة هذه الكتب أو ملخصات منها، وترجم كتاب القزويني في «علم وصف الكون» إلى اللغة التركية في (القرن السادس عشر) بعد أن قام يازجي أوغلي أحمد بيجان (عام 1453م) بكتابة ملخص تركي لهذا الكتاب بعنوان «عجائب المخلوقات». وأعاد سباهي أوغلي توفي (عام 1588م)، طبع كتاب أبي الفداء باللغة العربية كما نشر ملخصًا تركيًا له، ونقل أيضا كتاب ابن الوردي إلى اللغة التركية. ومن الكتب الأخرى التي ترجمت إلى اللغة التركية كتاب عليّ القوشجي «في الفلك»، وقد ذكرناه فيما سلف، وقد استقر هذا الكاتب بالآستانة في عهد محمد الثاني، وكذلك كتاب «خطاي نامة» السالف ذكره، بل إن كتاب «التحفة السنية» في وصف مصر لابن الجيعان نقل هو الآخر إلى اللغة التركية. ومن الراجح أن سلاطين العثمانيين الأول كانوا يهتمون بهذا النشاط في ميدان الجغرافيا، ففي عهدهم جمعت مخطوطات من مصنفات الجغرافيين القدماء (حصلوا على كثير منها من مصر)، أو نسخت صور أخرى جديدة منها، وهي الآن في المكتبات العامة بالآستانة. وأمر السلطان محمد الثاني بترجمة كتاب بطلميوس اليوناني «في الجغرافيا» إلى اللغة العربية. وفي عهد السلطان محمد الثالث نقل كتاب الإصطخري إلى اللغة التركية. على أن اهتمام السلاطين كان موجهًا بصفة خاصة إلى المصورات الجغرافية التي رسمت على النمط الشرقي المألوف تماما. ومن الطبيعي جدا أنهم اهتموا بالمصورات الأوربية. وكثيرا ما كانت المصورات الجغرافية من بين الهدايا التي تقدمها البعوث الأجنبية إلى السلاطين، ودلتنا

بحوث كاله P. Kahle حديثًا إلى مصور للعالم رسمه بيري رئيس وقدمه بنفسه إلى السلطان سليم الأول (عام 1517 م). ولهذا المصور شأن عظيم، لأن راسمه نقله عن المصور المفقود الذي رسمه كولمبوس (عام 1498 م).

الجزء الشمالي الغربي من خريطة العالم (1528 م) بقلم بيري رئيس. هذه القطعة، التي يقال إنها موجودة على جلد الجمل، هي القطعة الوحيدة الباقية مما قد يكون خريطة متعددة الصفحات للعالم، وكان من الممكن أن تشكل زخارف الأرابيسك الغنية بها حدودًا مثيرة للإعجاب. يذكر بيري رئيس في أسطورة أنه جرى اكتشاف كتلتين أرضيتين جنوب غرينلاند من قبل البرتغاليين. تمثيل فلوريدا وشبه جزيرة يوكاتان ملحوظ في منطقة البحر الكاريبي، وهي الأراضي التي أصبحت معروفة للأوروبيين في عامي (1509م و1513م) على التوالي.

وهناك إلى ذلك مصور نادر للعالم رسمه أورونتيوس فينايوس Orontius Finaeus عن مصور آخر غير معروف، ثم نقله حاجي أحمد التونسي عام (967هـ / 1559م)، وهو محفور على الخشب، ومحفوظ بمكتبة القديس مرقس بالبندقية.

ويجدر بنا أن نذكر أخيرًا أن السلطان مراد الرابع دعا المستشرق الهولندي غوليوس Golius ليرسم له مصورًا جديدًا للإمبراطورية العثمانية، ولكنه لم يلبِّ هذه الدعوة.

وأقدم مصنف جغرافي معروف كتب أصلًا باللغة التركية هو كتاب «در مكنون»، لمؤلفه يازجي أوغلي أحمد بيجان سالف الذكر، وهذا الكتاب في علم وصف الكون. وثمة كتيبان غير هذا، في الموضوع ذاته هما؛ «تحفة الزمان» للفلكي مصطفى بن عليّ (القرن السادس عشر)، و«أعلام العباد» لمؤلف مجهول، وأهم من ذلك، القسم الجغرافي من المقدمة التي في علم الكون للكتاب التاريخي المعروف «كنه الأخبار» لعالي (توفي 1599 م). وهذا الكتاب يعتمد في جوهره على كتابي أبي الفداء والإصطخري، وأهم كتاب جغرافي تركي كتب وفقا لمألوف الرواية الإسلامية في العصور الوسطى هو كتاب «مناظر العالم» الذي ألفه محمد بن عمر بن بايزيد العاشق في مدينة دمشق (عام 1598 م)، ويزودنا هذا الكتاب بكثير من الحقائق المعروفة في ذلك الوقت، وهي التي جمعها الرحالون من رحلاتهم الواسعة، ثم هو إلى ذلك تصنيف كامل للموضوعات الجغرافية القديمة. ولم يعد كتاب «جهاننما» لحاجي خليفة (توفي 1657 م)، وهو من أشهر الكتاب السالفين، الشاهد الوحيد على الجغرافيا الإسلامية القديمة، وهذا يصدق على الأقل على طبعته الصادرة (عام 1732 م)، وهناك مع ذلك طبعة أولى من هذا الكتاب تمت (عام 1648 م)، وأهديت للسلطان محمد الرابع، ولعلها لم تعد من المصادر الأوربية. وكتاب «جهاننما» كما نعرفه، يعتمد كثيرًا على محمد عاشق، ولكنه يأخذ أيضًا من مؤلفات بيري رئيس وسيدي علي

رئيس. ودخل الطبعة الثانية من هذا الكتاب عناصر أوربية، ويرجع ذلك بصفة خاصة إلى أن المؤلف قد عرف كتاب «الأطلس الصغير Atlas Minor» لمؤلفه مركاتور Mercator، وقد قام حاجي خليفة في الوقت ذاته بترجمته، كما عرف بعض الكتب الأوروبية الأخرى التي ظهرت في ذلك العهد. واستغل المؤلف في الطبعة الثانية من كتاب «جهاننما» ما وصل إليه العلم الأوربي وذلك في المقدمة الفلكية، كما قسم العالم وفقا للحدود السياسية والإدارية، وهو أمر مجهول تمامًا في الكتب الإسلامية الأقدم منه عهدًا. والمصورات الجغرافية الملحقة بالنسخة المطبوعة من هذا الكتاب هي الأخرى أوربية في نهجها، وإن كانت تحمل كثيرا من الأسماء الجغرافية التي اندثرت، كما هي الحال في النص أيضًا، والمأخوذة من المصادر التي ظهرت في العصور الوسطى. والحال شبيهة بذلك في بعض المصورات الجغرافية الأخرى المطبوعة في الآستانة في (القرن الثامن عشر). وكانت الخطوة الكبيرة الأخرى في هذا المضمار هي طبع أطلس حديث عليه شروح وافية (عام 1803 م)، بعنوان «ترجمة أطلس جديد»، وذلك في مكتب الطباعة الحكومي الجديد الذي أنشئ في اشقودرة، وكان رئيس أفندي محمود رائف الشهير هو الذي أوحى بطبع هذا الأطلس، وقد عهد إلى المؤرخ أحمد واصف بالإشراف على الطبع النهائي للنصوص الواردة فيه.

ولدينا من كتب الرحلات التركية التي ظهرت في (القرن السادس عشر) «مرآة الممالك»، وقد وصف سيدي عليّ رئيس في هذا الكتاب عودته من الهند إلى الآستانة (1556–1557 م)، على أن أهم كتب الرحلات التركية هو كتاب «تأريخ سياح» للرحالة العظيم أوليا جلبي، وقد وصف فيه رحلاته الواسعة التي قام بها بين عامي (1640-1672 م)، في جميع أنحاء الإمبراطورية العثمانية وفي فارس وأوربا أيضًا. وهذا الكتاب فريد في بابه، وهو من صميم المؤلفات الإسلامية الخاصة بالرحلات من حيث إنه خالٍ من أي أثر للآراء الجغرافية الأوربية.

وتلاشت الرواية الإسلامية من المؤلفات الجغرافية التركية العامة بعد حاجي خليفة وأوليا جلبي، ولكن ظهور المؤلفات الخاصة بتخطيط البلدان والجغرافيا الوصفية الإقليمية، استمر إلى عهد قريب. وما كان منها على مألوف الرواية القديمة أيضًا، ويجدر بنا أن نذكر من الكتب التي تمثل هذا النوع المتعدد من التأليف كتاب «تاريخ قسطنطينية» الذي يرجع إلى (القرن الخامس عشر) على التحقيق.

واستمر أيضًا صدور مؤلفات مختلفة في صورة رحلات تتضمن أخبار رحلات للحج إلى مكة. وهناك نوع خاص من الوثائق الجغرافية المهمة وهي «سفارت نامة»، قوامها تقارير المبعوثين السياسيين الترك إلى الدول الأجنبية. وأحصى تيشنر خمسة عشر تقريرًا منها، وذلك في البحث الذي تناول فيه المؤلفات الجغرافية في التركية العثمانية.

ولا يدل انتقال الآراء الغربية إلى المسلمين على أن وجهات النظر الجغرافية حتى ما كان منها خاصًا بالطبقات المثقفة من المجتمع الإسلامي، قد تغيرت تغيرًا مفاجئًا جوهريًا منذ (القرن السابع عشر)، فهناك شواهد كثيرة تدل على انتعاش قوي للآراء القديمة المألوفة في عهود متأخرة. ففي (عام 1770 م)، كان وزراء الترك لا يعتقدون أن في استطاعة الأسطول الروسي الإبحار من البلطيق إلى البحر الأبيض المتوسط، فلما تمكن من ذلك بالفعل أسطول أمير البحر سبيرتوف Spiritow في بحر إيجه، احتج الباب العالي لدى المندوب البندقي لأن حكومته سمحت لهذا الأسطول بالمرور من البلطيق إلى البحر الإدرياوي.

وواضح أن هذا من آثار معتقدات القرون الوسطى التي تقول بوجود خليج بين هذين البحرين، ونجد إلى ذلك في كتاب وصف مراكش للزياتي (توفي 1833 م)

مصورًا للعالم ليس إلا صورة من أحد مصورات الإدريسي. وآخر مثال نضربه على ذلك هو الآراء الجغرافية التي كان يعتنقها مفتي الشافعية بمكة أحمد بن زيني دحلان عن أوربا وأنحاء أخرى من العالم.

على أن المعلومات الجغرافية المحسوسة الوافرة المقررة التي تجمعت بمضي الزمن في المصنفات الجغرافية العامة والإقليمية قد وصلت إلى أيدي المستشرقين المحدثين ليستعينوا بها في أبحاثهم في الجغرافيا التاريخية وتخطيط البلدان، ونحن نلمس في أنحاء مختلفة من العالم الإسلامي أن العلماء قد أظهروا في مؤلفاتهم أن المعلومات الجغرافية القديمة التي ذكرت، خاصة ببلادهم، لم تنس تمامًا وأنهم راغبون في ربط الأوصاف الجغرافية المعاصرة لهم بخير ما أثر عن الماضي. ومن الأمثلة البارزة على ذلك بمصر كتاب «الخطط التوفيقية»، لعلي باشا مبارك توفي (1893 م). وتنبئ أسماء هذه الكتب عن الصلة الواضحة بينها وبين كتب الخطط، وكانت نهضة الطباعة في مصر في (القرن التاسع عشر) منصرفة إلى هذا السبيل عينه.

وفي تركيا سار سامي بك (توفي 1904 م)، على هذا المنهج في كتابه «قاموس الأعلام» وعاد الناس في تركيا أيضًا إلى الاهتمام برحلات أوليا جلبي منذ (نهاية القرن التاسع عشر)، ونذكر على سبيل المثال إلى جانب ذلك أوصافًا تركية حديثة جيدة عن اليمن. أما في فارس فنذكر مؤلفات محمد حسن خان اعتماد السلطنة (توفي 1896 م)، وكتاب «مرآة البلدان» الذي لم يكمل قط، و«مطلع الشمس»، وهو قاموس جغرافي لخراسان، ثم كتاب «فارسنامه ناصري» لحاجي ميرزا طبيب الشيرازي.

وظل هذا التقليد في التأليف الجغرافي حيًا في شمالي إفريقية، نستدل على ذلك من كتاب الزياني السابق الذكر، كما نستبينه حديثًا من الوصف التاريخي لمدينة مكناس، المعنون «إتحاف أعلام الناس» لعبد الرحمن بن زيدان.

• فـروع الجغرافيـا

أطلق المسلمون على معارفهم الجغرافية أسماء عديدة؛ إذ إن المفهوم الجغرافي لم يكن تخصصًا مستقلاً في ذاته كالعلوم الأخرى. ومصنفاتهم في هذا المجال يمكن إدراجها تحت مسمى المصنفات الكوزموغرافية، «علم وصف الكون»؛ وهي المصنفات التي تبحث في مظهر الكون وتركيبه العام، وتشمل إلى جانب الجغرافيا علمي الفلك والجيولوجيا. لذا فإن الكتابات الجغرافية كانت تسمى وفق محتوياتها؛ فمن ذلك علم الأطوال والعروض، وعلم تقويم البلدان إذا كانت ذات محتوى فلكي. وما غلب على محتواها وصْفُ المسالك وطرق المواصلات سميت «علم البرود» (جمع بريد)، أو «علم المسالك والممالك». واتخذت المصنفات الجغرافية التي تصف مجموع المناطق والبلدان اسم «علم الأقاليم»، وعلم «عجائب البلدان»، و«علم البلدان»، وما تناولت المناخ جاءت تحت اسم «علم الأنواء»، وما قد تناولت الجغرافيا الفلكية سمِّيت «علم الهيئة»، واستخدموا مصطلح «صورة الأرض» قاصدين به «مصطلح جغرافيا» الحالي.

استخدم المسلمون كلمة جغرافيا في بادئ الأمر وفق استخدام اليونان لها، وهذا ما عناه ياقوت الحموي عندما قال: «إن من قَصَد العمران من القدماء والفلاسفة والحكماء، ومنهم بطلميوس، سموا كتبهم في ذلك الجغرافيا... ومعناه صورة الأرض». وكان إخوان الصفا أول من استخدم مصطلح جغرافيا في رسائلهم وفسرت على أنها صورة الأرض.

في الواقع لم تقتصر كتابات المسلمين في الجغرافيا على مجالات محددة، بل امتدت لتشمل مجالات عديدة متنوعة. وبدأت هذه الكتابات معتمدة على المعرفة الجغرافية القديمة في الجزيرة العربية، بالإضافة إلى ما كان لدى الشعوب الأخرى التي دخلت الإسلام. كما اعتمدت على الترجمة من مصادر مختلفة يونانية وفارسية وهندية. وصحح المسلمون كثيرًا من الأخطاء، وأضافوا

كثيرًا من الملاحظات على الكتب المترجمة. وكان من أهم المسائل التي تناولتها مصنفاتهم في هذا الحقل؛ الجغرافيا الفلكية، والإقليمية، والبشرية، والاقتصادية.

1. الجغرافيا الفلكية

اهتم المسلمون بالجغرافيا الفلكية التي صارت أساسًا للجغرافيا العربية، وهي فرع من الجغرافيا يقوم في أغلبه على الأساليب الرياضياتية، وذلك لاتصال الجغرافيا الفلكية بمواقيت الصلاة والصيام والحج. واستقى العلماء المسلمون هذا النوع من الجغرافيا من المذهب الهندي في الجغرافيا الرياضياتية عن طريق بلاد فارس، وتمثل ذلك في كتاب «السندهند / السدهانتا»، وكذلك من المذهب اليوناني عن طريق السريان، وتمثل ذلك في كتاب «المجسطي» لبطلميوس. ومن الذين تأثروا بكتاب بطلميوس ونهج النهج الفلكي في مؤلفاته الجغرافية؛ محمد بن موسى الخوارزمي، لكنه تفرّد ببحوث مستقلة لم يقلّد فيها أحدًا، وقام بتلخيص «كتاب السندهند»، وإصلاح أزياج (الجداول الفلكية) لبطلميوس. ويعدّ كتاب الخوارزمي «صورة الأرض» أشهر مؤلفات الجغرافيا الفلكية، وأكثرها أثرًا في الجغرافيين الذين أتوا من بعده. وهناك اختلاف كبير بينه وبين كتاب بطلميوس، على الرغم من أنه أفاد من معلوماته كثيرًا. وقد خالف الخوارزمي في تقسيمه للأقاليم تقسيم بطلميوس. فبينما قسم بطلميوس العالم إلى إحدى وعشرين منطقة، قسمه الخوارزمي إلى سبعة أقاليم حسب درجات العرض. وهو أول من فعل هذا، فبدأ هذه الأقاليم من الجنوب إلى الشمال. وهذا التقسيم هو الذي عرفه العرب قبل أن يعرفوا بطلميوس.

بحر آزوف كما صوره الخوارزمي، البحر الأسود (البحر) موجود في الزاوية اليسرى العليا

كذلك وزع الخوارزمي الأنهار والجبال والبحار والعمران بطريقة مخالفة لما ورد عند بطلميوس. فقد ذكرها الخوارزمي منفردة وفق كل إقليم، في حين وزعها بطلميوس وفق المناطق. كما أنه عرض المادة الجغرافية في قوائم. واختلف مع بطلميوس في تحديد كثير من الأبعاد الجغرافية للأماكن. والقوائم الفلكية في كتاب «صورة الأرض» أشبه بالأزياج. فقد كان يذكر اسم الموضع ثم خط الطول الذي يقع عليه، ثم خط العرض مبتدئًا بالمدن فالجبال فالبحار فالجزر ثم

العيون والأنهار. ويبدأ المواضع وفق بُعدها التدريجي على أساس موقعها من خط الزوال الذي يمر بجزر السعادة عند ساحل غرب إفريقيا.

وممن كتب في هذا الفرع من الجغرافيا الفيلسوف الكندي، وجاءت آراؤه هذه في كتابه «رسم المعمور من الأرض». وله في الجغرافيا الفلكية وعلم الفلك ما يقرب من 25 مؤلفًا بين كتاب ورسالة.

يندرج تحت هذا الفرع ما يعرف أيضًا بكتب الأزياج، مثل: «زيج الإيلخاني» للطوسي؛ و«الزيج الصابئ» للبتاني، و«الزيج الحاكمي الكبير» لابن يونس الصدفي، و«المجسطي» لأبي الوفاء البوزجاني، و«مفتاح علم الهيئة» للبيروني. ومن الكتب المهمة في حقل الجغرافيا الفلكية كتاب سهراب «عجائب الأقاليم السبعة إلى نهاية العمارة»، ويورد فيه كيفية رسم خارطة الكرة الأرضية، واستخراج الطول والعرض للمواقع الجغرافية. وهو متأثر بكتاب «صورة الأرض» للخوارزمي، فهو يتناول المدن فالبحار فالجزر فالجبال ثم المنابع والأنهار كلا منها على انفراد داخل الأقاليم السبعة، في قوائم مماثلة لما فعله الخوارزمي.

اهتم العلماء المسلمون في حقل الجغرافيا الفلكية بقياس محيط الكرة الأرضية. ذلك أن المقاييس التي أخذوها عن الهنود والإغريق لم تكن مقنعة لهم؛ خاصة بعد ما تقدمت عندهم وسائل القياس. وقام العلماء المسلمون على عهد المأمون، بأمر منه، بقياس طول درجة من خط نصف النهار في مكانين صحراويين أحدهما في تَدْمر والآخر في سنجار، وتوصلوا إلى أن طول الدرجة يبلغ 56 ميلًا عربيًا؛ أي أن المحيط نحو 20400 ميل عربي.

وردت في كتابات الجغرافيين العرب محاولات لتقدير مساحة الأرض المعمورة والبحار التي بينها والذي كان يسمى الرُّبع المعمور. وممن تناول ذلك البيروني في «القانون المسعودي»؛ فقد ذكر مساحة الأقاليم السبعة المعروفة آنذاك، ونقلها عنه أبو الفداء في تقويم البلدان بعد أن شرح الطرائق التي توصل بها البيروني

لهذه المساحات. كما فعل ذلك أيضًا ياقوت الحموي في «معجم البلدان»، حيث أورد تقديرات لمساحة الأرض نقلاً عمن سبقه من الجغرافيين.

وقد استخدم الجغرافيون المسلمون خطوط الطول والعرض لتعيين المواقع الجغرافية للمناطق التي يريدون تحديدها؛ سواءً بالنسبة إلى القبلة في مكة، أو أي بقعة أخرى. وقد توصلوا إلى تحديد عرض الأماكن عن طريق قياس ارتفاع النجم القطبي أو الشمس. وقد كان من النتائج المباشرة لجهودهم في تحديد خطوط العرض أن تمكنوا من إنشاء المزاول الشمسية لضبط الزمن.

واستطاع الجغرافيون العرب عن طريق تحديدهم خطوط الطول والعرض أن يرسموا خارطة للأرض في عهد المأمون عرفت باسم «الخريطة المأمونية»، وقد قسم العالم فيها إلى سبعة أقاليم وفق خطوط الطول ودوائر العرض. وفيها صور للأفلاك والنجوم والبر والبحر والمدن.

2. الجغرافيـا الإقليميـة

وتسمى (الجغرافيا البلدانية) أيضًا؛ وتتمثل في المصنفات التي اتخذت المنهج الوصفي أساسًا لها، وكذلك المعاجم الجغرافية وأحيانًا كتب الرحلات الجغرافية التي يغلب على تناولها المنهج الوصفي. وقد اتبع الجغرافيون المسلمون في تناولهم للجغرافيا البلدانية أسلوب المشاهدة والزيارات الميدانية. فقد زار معظمهم الأقاليم والبلدان التي تحدثوا عنها، لاسيما الرعيل الأول منهم من أمثال: اليعقوبي، وابن حوقل، والمسعودي، والإدريسي، وغيرهم. وقد تناولوا في مصنفاتهم الجغرافية هذه أوصافًا للأقاليم والمدن، والشعوب وأديانها وعاداتها، ودراسة للمسالك وطرق المواصلات التي تربط بين المدن المختلفة والأبعاد بينها، وما يفصل بينها من أنهار وبحار وبحيرات وجبال. ومن

نماذج هذه المصنفات كُتُب: «المسالك والممالك» لابن خرداذبة؛ و«كتاب الأقاليم» لهشام الكلبي؛ و«جزيرة العرب» للأصمعي؛ و«البلدان» لليعقوبي؛ و«صفة جزيرة العرب» للهمداني؛ و«أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم» للمقدسي؛ و«الأقاليم» للإصطخري؛ و«صورة الأرض» لابن حوقل؛ و«تقويم البلدان» لأبي الفداء عماد الدين بن إسماعيل وغيرهم.

لقد خضعت المؤلفات البلدانية في بادئ الأمر لنمط التأليف الذي كان سائدًا في كل مجالات المعرفة آنذاك. فلم تكن الكتابة متخصصة، ولم يكن الكُتَّاب متخصصين؛ لذا كان ينحو وصفهم إلى الشمول بدلًا عن العرض المفصل لتلك المناطق من المعمورة التي كانت تبعد عنهم. لذا فقد تركوا لنا آدابًا جغرافية على درجة كبيرة من الدقة عن قلب العالم الإسلامي، لكن تقلّ هذه الدقة وتضعف كلما ابتعدنا إلى أطرافه في آسيا وإفريقيا.

وبحلول (منتصف القرن الرابع الهجري/ العاشر الميلادي)، تنوعت كتابات الجغرافيين، واهتموا بالمعالم الطبيعية، والأحوال الاقتصادية والاجتماعية للشعوب التي يكتبون عنها. وأفضل المصنفات التي تمثل هذه الحقبة هي مصنفات؛ الإصطخري وابن حوقل والمقدسي، وهي على التوالي: «الأقاليم»؛ و«صورة الأرض»؛ و«أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم».

بدأت المصنفات الإقليمية أول ما بدأت بتغطية وصفية لجزيرة العرب، شملت مدنها وبلدانها المشهورة، والبوادي والصحاري، ومضارب العرب. ومن أشهر الذين كتبوا عن جزيرة العرب هشام الكلبي، وله في ذلك «كتاب الأقاليم»؛ وكتاب «البلدان الصغيرة»؛ وكتاب «البلدان الكبيرة»، وكذلك الأصمعي وله كتاب «جزيرة العرب»، والهمداني وله «صفة جزيرة العرب». أما المعاجم فقد وردت فيها جملة مسهبة من المعلومات عن المدن والمظاهر الطبيعية، ومن هذه المعاجم «معجم البلدان» لياقوت الحموي، و«معجم ما استعجم» لأبي عبيد البكري وغيرهما. وتعد المعاجم الجغرافية

عملاً فريدًا استأثر به المسلمون، ولم تسبقهم إليه أمة من الأمم. أما النقلة في التأليف من الكتب الإقليمية، التي اقتصرت على جزيرة العرب إلى العالمية، فقد كانت على يد الخوارزمي في كتابه «صورة الأرض». وقد ظهرت في الجغرافيا الإقليمية مؤلفات تحمل عنوان «المسالك والممالك». وكان أول من صنّف فيها جعفر بن أحمد المروزي (توفي 887 م)، وابن خرداذبة، والسرخسي (توفي 899 م)، والإصطخري، والتاريخي محمد الوراق (توفي 973 م)، والمهلبي (توفي 978 م)، والبكري (1094 م). ومعظم هذه المؤلفات استهدفت خدمة أغراض الإداريين والحكام والتجار وعمال الدواوين، لتبصرهم بالأمصار الإسلامية والطرق إليها.

بقي الجغرافيون الأوائل يقسّمون الأقاليم وفقًا لما توارثوه عن الفرس واليونان، إلى أن اتخذت الجغرافيا الإقليمية مفهومًا جديدًا لفكرة الإقليم بدءًا من (القرن الرابع الهجري)، على يد من أطلق عليهم الجغرافيون الإقليميون، ويمثلهم: أبو زيد البلخي (توفي 934 م)، والإصطخري، وابن حوقل، والمقدسي. ولم يتفق الجغرافيون المسلمون في تلك الحقبة على نمط واحد لتقسيم الأقاليم؛ فقسمها الإصطخري أحيانًا وفقًا لطبيعة الإقليم، وأخرى وفقًا للأقوام ولغاتهم، وثالثة؛ لنوع الحكم. وقسم الأقاليم الإسلامية المعروفة على عهده إلى عشرين إقليمًا هي: ديار العرب؛ ويضم شبه الجزيرة العربية وبادية الشام. بحر فارس؛ ويضم الخليج العربي والبحر الأحمر. ديار المغرب؛ ويضم بلاد الأندلس وأقطار المغرب العربي والصحراء الكبرى. ديار مصر؛ ويضم مصر وبلاد البجة (شرق السودان). أرض الشام وبحر الروم؛ ويضم شرقي البحر الأبيض المتوسط وبحر مرمرة وجزره. أرض الجزيرة؛ ويضم منطقة الجزيرة في العراق وبعضًا من البادية الشمالية. العراق؛ ويمتد من تكريت إلى عبدان وما بين النهرين. خوزستان وبلاد فارس وبلاد كرمان؛ ويضم القسم الجنوبي الشرقي من إيران وبلاد السند. أرمينيا والران وأذربيجان وإقليم الجبال؛ ويضم بلاد كردستان.

الديلم؛ ويضم البلاد الواقعة على سهول بحر الخزر الجنوبية. بحر الخزر؛ ويضم منطقة بحر الخزر. مفازة خراسان؛ ويضم منطقة صحراء شرقي إيران. سجستان؛ ويضم جزءًا من أفغانستان. خراسان؛ ويضم شمال غرب أفغانستان وشمال شرق إيران. ما وراء النهر؛ ويضم منطقة سهول نهري سيحون وجيحون.

يوجد تشابه كبير واضح بين تقسيم ابن حوقل والإصطخري للأقاليم، إلا أن ابن حوقل كان كثيرًا ما يلتزم في بعض تقسيماته الإقليمية بالعامل السياسي والإداري أكثر من الجانب الطبيعي الذي انتهجه الإصطخري. وقسّم ابن حوقل العالم الإسلامي إلى 22 إقليمًا؛ وهي الأقاليم نفسها التي ذكرها الإصطخري مع زيادات طفيفة، كأن يذكر مع الديلم طبرستان، أو مع مفازة خراسان يضيف فارس. أما الإقليمان الجديدان لديه فهما الأندلس وصقلية.

أما المقدسي فقد قسّم الأقاليم في الممالك الإسلامية إلى قسمين: أقاليم العرب وأقاليم العجم. فجاءت سبعة منها تحت الأقاليم العربية وثمانية تحت الأقاليم العجمية. وقسّم الأقاليم إلى أقسام إدارية أطلق على الواحد منها اسم كُور، وقسّم الكور إلى رساتيق، وميّز بين العواصم والقصبات والمدن الثانوية.

بعد ذلك جاءت حقبة رجعت فيها التقسيمات الأولى للأقاليم إلى سبعة أقاليم فلكية وفق المنهج التقليدي لليونان، وكان من أبرز من أخذ بهذا الأسلوب الشريف الإدريسي في كتابه «نزهة المشتاق في اختراق الآفاق»، وعلي بن موسى المغربي في «كتاب الجغرافيا»، والقزويني في «آثار البلاد وأخبار العباد». إلا أن الجغرافي الإقليمي أبو الفداء (توفي 1331 م) قد جمع بين المنهج اليوناني الذي يمثله بطلميوس، والتقسيم العربي الذي يمثله ابن حوقل، وقام بتقسيم الأرض المأهولة آنذاك إلى 28 إقليمًا.

3. المعاجـم والرحـلات

لقد كانت المعاجم الجغرافية سمة من سمات التأليف الجغرافي لدى المسلمين في ذلك العهد. وهي تسير على نمط المعاجم الأخرى التي ألّفت في تخصصات أخرى مثل؛ معاجم علوم الحيوان، والنبات، واللغة، وغيرها. ويعد تأليف «المعاجم الجغرافية» علمًا انفرد به المسلمون ولم يسبقهم إليه أحد. إذ إن أول المعاجم الجغرافية التي ظهرت في غير العربية كان في (القرن السادس عشر للميلاد) في أوروبا، وهو معجم أوتيليوس. وكان أبو عبيد البكري أوّل من صنّف معجمًا جغرافيًا وفق الترتيب الألفبائي الأندلسي؛ وأطلق على معجمه «معجم ما استعجم». ويُعدّ هذا المعجم مرحلة انتقالية من اللغة إلى الجغرافيا، تناول فيه تحديد الأماكن التي ورد ذكرها في؛ الأحاديث والتواريخ والمنازل والأشعار. وكان مما جعل البكري يقدم على هذا العمل، شيوع اللحن والتصحيف في أسماء الأماكن بين الناس، فأراد تصحيح ما وقع فيه بعض اللغويين من أخطاء؛ كالأصمعي وأبي عبيدة وخلافهما. واحتوى معجمه على 3590 مادة بها نحو 5200 موضوع تقع في 784 بابًا.

يُعدّ «معجم البلدان» لياقوت الحموي (توفي 1229 م)، من أفضل النماذج للمعاجم الجغرافية. واعتمد في مصادره على مؤلفات من تقدمه من الجغرافيين واللغويين والفلاسفة والحكماء من المسلمين وغيرهم. ورتب ياقوت مداخل هذا المعجم ترتيبًا ألفبائياً مع ضبط الاسم وبيان اشتقاقه، وموقعه وتاريخه، والمسافة بينه وبين أقرب بلد له، وتاريخ فتح المسلمين له، وعادات أهل الموقع وتقاليدهم، وأسماء من له علاقة بالموضع من الصحابة والتابعين. وقسّم المعجم إلى 28 بابًا على عدد حروف العربية، وصدره بمقدمة تمهيدية ذكر فيها صورة الأرض وهيئتها وأقاليمها، وأورد في المقدمة ثبتًا بالمصطلحات التي يتكرر ذكرها في المعجم؛ كالفرسخ والميل والكورة.

يُعدّ «معجم الروض المِعْطار في خبر الأقطار»، لمحمد بن عبد المنعم الصنهاجي الحميري من المصنفات القيمة. اعتمد في معظمه على المصادر المغربية والأندلسية؛ فقد نقل كثيرًا من مادة هذا المعجم من الإدريسي والبكري، وكذلك من اليعقوبي والمسعودي وغيرهم. واقتصر المعجم في مادته على المواضع المشهورة جدًا، أو تلك التي ارتبط اسمها بوقائع أو أخبار اشتهرت عنها. وعلى الرغم من أنه من المغرب العربي (ولد في سبتة)، إلا أنه رتّب مداخل معجمه وفق الترتيب الألفبائي المعمول به في المشرق العربي. وقد أفاض في هذا المعجم من ذكر الأماكن في بلاد المغرب والأندلس، وجاء اهتمامه ببلاد المشرق في الدرجة الثانية. واستكثر أيضًا من ذكر الأحداث والتاريخ والأخبار.

تعد كتب الرحلات من أفضل مصادر الجغرافيا الإقليمية في عصر ازدهارها، وممّا يسّر هذه الرحلات حث الإسلام على السياحة في الأرض، والوحدة الدينية التي كانت تربط البقعة الإسلامية من الصين شرقًا إلى المحيط الأطلسي غربًا، واستتباب الأمن فيها، ثم رحلات الحجيج من وإلى بيت الله في مكة المكرمة ومسجد رسوله ﷺ في المدينة المنورة، وكذلك الخروج في طلب العلم، والرحلات التجارية.

كان أول من صنف في أدب جغرافيا الرحلات أبوبكر محمد بن العربي (توفي 1148 م)، وله في ذلك كتاب «ترتيب الرحلات». ومن أشهر الرحالة المسلمين؛ ابن جبير، وابن بطوطة، وابن حوقل، والمسعودي.

كانت أولى الرحلات التي وصلت إلينا هي رحلة ناصر خَسْرو، توفي (بعد سنة 1063 م). وقد عاصر الدولتين الغزنوية والسلجوقية. وقد بدأ رحلته من مرو في خراسان، مرورًا بلبنان وفلسطين ومصر ومكة، فالبصرة فبلخ. وكان الباعث لرحلته دينياً. فقد كان ينوي بها الحج وزيارة الأماكن التي عاش فيها الرسول ﷺ وأصحابه؛ مثل البقعة التي بايع فيها المؤمنون الرسول ﷺ تحت

الشجرة. واستغرقت رحلته سبع سنوات. وقد وصف كل المناطق التي زارها وسكانها وملابسهم ومشاربهم ومآكلهم.

كان الباعث لرحلات ابن جبير أيضًا دينياً، فقد قام بثلاث رحلات، كانت الأولى (عام 1182 م)، واستغرقت ما يزيد على السنتين، بدأها من غرناطة وزار فيها سبتة في المغرب ومصر والحجاز والعراق وبلاد الشام وصقلية، وأُطلق على هذه الرحلة اسم «رحلة ابن جبير» أو «رحلة الكناني»، لأنه كان ينتسب إلى كنانة. وكان دقيقًا في تسجيله الحوادث والتأريخ لها، حتى إنه كان يذكر الشهر واليوم والساعة في أغلب الأحيان. أما الرحلتان الأخريان فلم يسجل ابن جبير أخبارهما في كتاب.

لعل أشهر الرحلات الجغرافية التي تكاد تطغى على ما سواها من الرحلات الأخرى، سواءً في الشرق أم الغرب، رحلات ابن بطوطة (توفي 1377 م)، وكان الدافع لرحلاته دينياً كذلك، وهو أداء فريضة الحج. وقد بدأ هذه الرحلات الثلاث من مدينة طنجة (عام 1325 م)، استمرت أولاها نحو 25 عامًا، زار ووصف فيها الساحل الشمالي لإفريقيا ومصر والشام والحجاز والعراق وعُمان والبحرين وخراسان وأفغانستان والهند والصين وسومطرة وجزيرة سرنديب (سريلانكا حاليًا)، وعاد إلى فاس (عام 1349 م). أما الرحلة الثانية فقد توجه فيها صوب الشمال نحو بلاد الأندلس، وأقام بغرناطة ثم عاد إلى المغرب. وفي الرحلة الثالثة خرج (عام 1353 م)، إلى وسط إفريقيا، فزار الممالك الإسلامية فيها كمملكة مالي وغانا، وعاد (عام 1354 م). وقد قام بتدوين مشاهدات ابن بطوطة محمد بن جزي الكلبي بإملاء من ابن بطوطة، وسمّى السّفر الذي كتبه «تحفة الأنظار في غرائب الأمصار وعجائب الأسفار».

4. الجغرافيا البشرية

اهتم الجغرافيون المسلمون كثيرًا بالجوانب البشرية؛ فلا نجد فرعًا من فروع الجغرافيا البشرية الحديثة إلا وتطرقوا إليه. على سبيل المثال؛ يتناول المسعودي في «التنبيه والإشراف» كثيرًا من الجوانب في الجغرافيا البشرية، ويذكر أحوال العمران، وهو العلم الذي أسسه ورتب قواعده ابن خلدون (توفي 1406م).

ذكرت المصنفات الجغرافية الجانب البشري واهتمت به. وأوضح الأمثلة على ذلك كتابات المسعودي الذي نهج نهجًا جديدًا في تناوله للجغرافيا. فقد طاف معظم بلاد العالم المعروف آنذاك، ولم يكن طوافه ذلك للنزهة أو كسب العيش، بل لمشاهدة معالم البلاد، ومعرفة أحوال أهلها من؛ عادات، وتقاليد، وأخلاق، ومعايش، وزراعة، وسياسة. كما وصف أثر البيئة الطبيعية وصوَّر أخلاق البشر. وتناولُ المسعودي للجغرافيا البشرية مشوبٌ بمعلومات تاريخية، واجتماعية، واقتصادية، وسياسية. وفي «مروج الذهب» يكاد يخصص الشطر الأكبر من القسم الأول من هذه الموسوعة الجغرافية لوصف عادات الأمم ومعتقداتها ومذاهبها وتاريخها، ومصادر أرزاقها من صناعة وزراعة وتجارة. ويذكر أيضًا أثر المناخ في ألوان البشر وفي النشاط الجسماني والذكاء.

أما في كتاب «أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم»، فقد أفاض المقدسي في ذكر المسافات، وطرق المواصلات، واللغات واللهجات، والمكاييل والأوزان، والمناخ، والزراعة، وطوائف الناس وغذائهم وشرابهم، وأخلاقهم وعاداتهم ومذاهبهم، ومعاملاتهم التجارية.

أما ابن خلدون؛ فكان من أهم من كتبوا في الجغرافيا البشرية، خاصة ما يُطلق عليه الآن «الجغرافيا الاجتماعية». فقد تناول في «المقدمة» كثيرًا من المعلومات عن؛ عادات الشعوب، ومساكنهم وبيئاتهم وطعامهم وتقاليدهم

وأزيائهم، وتأثير البيئة في ألوانهم وأخلاقهم وسلوكهم، وكذلك أثر الإقليم والتربة والمناخ. وتكلّم عن خصائص العمران، وذكر منها الاستقرار، والتوسع في المأكل والملبس والمسكن والترف، واستجادة الصنعة للتباهي بها، وكذلك قيام نظام للدولة وانتشار العلم.

أفاضت كتب الرحلات الجغرافية أيضًا في الجانب البشري. فابن بطوطة اهتم بطبائع الناس وعاداتهم في كل بلد يتوقف فيه. فعندما وصل الهند مثلاً؛ تكلّم عن معظم عادات الهندوس، وعن إحراق المرأة الهندوسية نفسها بعد وفاة زوجها؛ «فترتدي أحسن ما لديها من الثياب، وتمتطي صهوة جوادها وتضحك وتمرح حتى تصل إلى مكان الحفل، وهناك يدثرها أحد الكهنة بثوب خشن من القطن ثم يلقي عليه كمية كبيرة من الزيت، ثم يتقدم الكهنة نحوها فيشعلون النار في رأسها وكتفها ووسطها، وسرعان ما تلتهمها النيران المتوهجة التي كان يذكيها الحاضرون بمزيد من الوقود والحطب لتزداد اشتعالاً».

وفي الصين، تكلم ابن بطوطة عن ملبس القوم ومآكلهم ومشاربهم، واستخدامهم للعملات الورقية في التداول بدلاً عن العملات الفضية أو الذهبية. ونجده يشيد بتمسك السودانيين (السودان الغربي) بدينهم وحرصهم على إقامة الشعائر الخمس. ويتضح من مجمل مشاهداته أنه اهتم بتسجيل المظاهر الاجتماعية، ووصف العادات والتقاليد، وطبائع الأقوام وأديانهم وغيرها، فكتاباته في هذا الجانب أقرب إلى علم الجغرافيا الاجتماعية منها إلى التاريخ أو الجغرافيا الطبيعية.

5. جغرافيا المدن

اهتمت مصنفات المسلمين أيضًا بجغرافيا المدن. فقد تناولت هذه المصنفات ذكر أسماء الأمصار والمدن والبلاد، وضبط هذه الأسماء واشتقاقاتها إن كانت عربية. وأفضل المصنفات التي اهتمت بهذا الجانب هي المعاجم الجغرافية مثل؛ «معجم ما استعجم»؛ و«معجم البلدان»؛ و«تقويم البلدان». ووضع بعضهم مؤلفات اقتصرها على أسماء الأماكن المتشابهة في الاسم، مثل؛ «كتاب المشترك وَضْعًا والمفترق صقْعًا» لياقوت الحموي. وتحدثوا عن أسس اختيار المواضع التي تقام عليها المدن من حيث؛ توافر المياه وملاءمة الهواء وارتفاع المكان. ولابن خلدون آراء في سبب نشأة المدن، وأفضل البقاع لإقامة هذه المدن، كما يتحدث عن أسباب خرابها، فيقول: «سبب خراب المدن قلة مراعاتهم لحسن الاختيار في اختطاط المدن... وانظر لما اختطوا الكوفة والبصرة والقيروان، كيف لم يراعوا في اختطاطها إلا مراعي إبلهم وما يقرب من القفر ومسالك الظعن، فكانت بعيدة عن الوضع الطبيعي للمدن، ولم تكن لها مادة تمد عمرانها من بعدهم. فقد كانت مواطنها غير طبيعية للقرار، ولم تكن في وسط الأمم فيعمرها الناس».

تصوير لعاصمة إيلخان السابقة الواقعة جنوب شرق تبريز، وقد عانت من الإهمال وكارثة الزلزال قبل فترة طويلة من زيارة السلطان سليمان (عام 1534 م). يُظهر المنظر بقايا أسوار المدينة، وثلاثة آثار كبيرة بين العديد من المباني الصغيرة ذات الأسطح المسطحة. ولا يزال ضريح الحاكم الإلخاني (أولجيتي)، الذي يقع على يمين وسط الصورة مباشرةً، وله ثماني مآذن ترتفع من قاعدة قبته الزرقاء، قائمًا حتى اليوم تحت الأنقاض. تملأ الحياة البرية والنباتات المرسومة بشكل جميل المساحة الحضرية والمنطقة المحيطة بها، وتنتشر العديد من الأضرحة غير المحددة في المقدمة

وذكر إخوان الصفا أيضًا جغرافية المدن، وسكانها وطبائعهم، وأعمالهم، وعاداتهم، ودوابهم. فيقولون في «الرسالة الخامسة»؛ وهي رسالة في الجغرافيا: «إن في كل إقليم من الأقاليم السبعة ألوفًا من المدن تزيد وتنقص. وفي كل مدينة أمم من الناس مختلفة ألسنتهم، وألوانهم، وطباعهم، وآدابهم، ومذاهبهم، وأعمالهم، وصنائعهم. وعاداتهم ولا يشبه بعضهم بعضًا. وهكذا حكم حيوانها ومعادنها مختلفة الشكل والطعم واللون والرائحة. وسبب ذلك اختلاف أهوية البلاد وتربة البقاع وعذوبة المياه وملوحتها».

ذكر القزويني في كتابه «المواعظ والاعتبار» عددًا من المدن التي تستجلب منها بضائع معينة أو اشتهرت بصنعة خاصة، أو انفردت بصفة غلبت عليها، من ذلك: مَنْدل؛ مدينة بأرض الهند يكثر بها العود حتى يقال للعود المندل، وسيرجان؛ قصبة كرمان كثيرة العلم، وسمهر؛ قرية بالحبشة بها صناعة الرِّماح السَّمهَرية.

ويقتصر «كتاب الإفادة» لعبد اللطيف البغدادي (توفي 1232 م)، على مدن مصر وسكانها ونباتها وحيوانها. ويصف ما بها من آثار، وينحي باللائمة على الذين شوَّهوها أو خربوها. ويتحدث عن الأبنية وأنواع الأطعمة والأشربة.

6. الجغرافيا الاقتصادية

زخرت المصنفات الجغرافية بالكثير من المعلومات الاقتصادية مثل؛ طرق كسب العيش عند الأمم، والزراعة والتجارة، وأنواع المعاملات والمقايضات، والأوزان والمكاييل، وأنواع العملات المتداولة، وطرق النقل والمواصلات.

تناول الجغرافيون العرب والمسلمون جوانب من الجغرافيا التجارية، وأنواع التجارة والبيع والشراء، والطرق التي تسلكها قوافل التجارة برًا أو بحرًا. وأهم المدن التجارية في المشرق الإسلامي والمغرب، وكذلك الأسواق؛ كسوق عدن وحضرموت، وسواكن على بحر القلزم (البحر الأحمر)، وصحار وعُمان (خليج عمان)، ودبي في الخليج العربي. وذكروا أن بعضًا من هذه الأسواق تخصصت في تجارة بعينها، كعدن وحضرموت اللتين اشتهرتا بالاتجار في الطّيب والنعال. وكان أقوام من الهند وبلاد فارس، وأقوام من اليهود والنصارى يعملون إلى جانب العرب في التجارة من وإلى بلاد العرب. وذكر الجغرافيون العملات التي تعامل بها الناس في الدولة الإسلامية، فالنقود في الصين كانت عملات ورقية.

واستخدم العرب في داخل الجزيرة العربية الدينار المضروب من الذهب والدرهم الفضي. واستخدم أهل بخارى الدرهم، ولم يتعاملوا بالدينار. واستخدم أهل الجزيرة العربية من المكاييل الصاع والمد. واستخدم أهل الشام القفيز والويبة والمكوك والكيلجة؛ والكيلجة نحو صاع ونصف الصاع، والمكوك ثلاث كيالج، والويبة مكوكان، والقفيز أربع ويبات. كما استخدم المسلمون الدانق والقيراط والمثقال والأوقية والرطل والقنطار والقسط؛ ويساوي مُدَّيْن، والفرق يساوي ستة أقساط. ومن مقاييس المسافات ذكر الجغرافيون على سبيل المثال: الفرسخ والميل والمرحلة والذراع والشِّبْر والإصبع والغلوة؛ وهي رمية السهم.

تحدّث الجغرافيون المسلمون عن أهم الصناعات والحرف المختلفة في أرجاء الدولة الإسلامية. وذكروا من ذلك صناعة الثياب وصباغتها، والمواد التي تصنع منها سواء كانت من؛ الصوف أو الوبر أو القطن أو الكتان أو الحرير، وكل منطقة كانت تشتهر بحرفة أو صناعة. فقد كانت دمياط وتنيس في مصر أكبر مركزين لصناعة النسيج، وكانت مدينة كازرون في بلاد فارس مشهورة بصناعة نسيج الكتان، ومرو ونيسابور اشتهرتا بصناعة ثياب القطن، وعبدان بصناعة الحُصُر. وذكر ابن الوزان في كتابه «وصف إفريقيا»، أن بمدينة فاس 120 موضعًا خاصًا بصناعة النسيج، يعمل فيها نحو 20000 عامل.

• رسم الخرائط

نظرًا لاتساع معرفة المسلمين بأقسام الأرض وصفاتها، بسبب الفتوح خلال (القرن الأول الهجري)، اهتموا برسم الخرائط وقراءتها. واستخدم الجغرافيون العرب والمسلمون أسماء كثيرة لتدل على معنى الخريطة، من ذلك؛ الرسم، والصورة، ولوح الترسيم، ولوح الرسم، وكذلك الجغرافيا التي لم تكن تعني سوى الخريطة. أما لفظ خريطة فلم يرد عن العرب قبل العصر العباسي بالمعنى المراد به حاليًا. وقد يكون أصله مُعرَّبًا عن لفظ كارتا Carta ، أو مشتقاً من كلمة خَرَت في اللغة العربية، ومنها خرت الأرض؛ أي جال فيها، وعالِم خِرِّيت؛ أي جوال ماهر.

ارتكزت الخرائط العربية في المرحلة الأولى على الحسابات الفلكية متأثرة بالنظريات الرومانية والإغريقية؛ فقد صنع جغرافيو العرب صورة للأقاليم (خريطة) عرفت باسم الخريطة المأمونية، ظهرت عليها المناطق والبلدان، موقعة بأسمائها العربية للقسم المعمور من الأرض، وفق خطوط الطول ودوائر العرض. وكانت هذه الخريطة ملونة كما يتحدث عنها المسعودي في «التنبيه والإشراف»: «رأيت هذه الأقاليم مصوّرة في غير كتاب بأنواع الأصباغ. وأحسن ما رأيت من ذلك في كتاب جغرافيا مارينوس، وتفسير جغرافيا قطع الأرض. وهي الصورة المأمونية التي عملت للمأمون، واجتمع على صنعتها عدة من حكماء أهل عصره، صوّر فيها العالم بأفلاكه ونجومه وبرّه وبحره، عامره وغامره، ومساكن الأمم والمدن وغير ذلك؛ وهي أحسن مما تقدم من جغرافيا بطلميوس وجغرافيا مارينوس وغيرهما».

لكننا نجد نكوصًا عن هذه الطريقة في رسم الخرائط في المرحلة التي تلت هذه الخريطة. حيث بدأ نمط آخر من الخرائط ارتبط بالمصنفات الإقليمية التي رسمها الجغرافيون الإقليميون، الذين استحدثوا منهجًا جديدًا في رسم

خرائـط الأرض، ومـن بـين هـؤلاء أبـو زيـد البلخـي والإصطخـري وابـن حوقـل والمقدسـي. فبينمـا اسـتندت الخريطـة المأمونيـة وخرائـط الحقبـة السـابقة علـى الأسـلوب الفلكـي الرياضـي، مـع الاسـتعانة بخطـوط الطـول والعـرض في تحديـد المواقـع والأنهـار والبحـار، نجـد أن الخرائـط الإقليميـة لـم تعـر الدقـة العلميـة انتباهًـا، واقتصـر اهتمامهـا علـى تمثيـل الحقائـق العلميـة الجغرافيـة بالمصـورات.

مشهد ورشة عمل في صنع شاهنامة السلطان محمد، وهو تاريخ مديح لمحمد الثالث. المؤرخ صبحي جلبي (تاليك زاده) يملي من دفتره على الخطاط المجهول. ويرسم الفنان حسن، وهو جالس إلى اليمين، مشهداً من استسلام قلعة إيجر في الحملة المجرية المنتصرة التي قام بها السلطان محمد الثالث في الفترة (1003-1005هـ /1594-1596م)

وجدنا سابقًا كيف أولى المستشرق الألماني كونراد مولر اهتمامًا خاصًا بجمع الخرائط الإقليمية العربية التي بلغ عددها 275 خريطة، ونشرها في مجلد خاص تحت عنوان الخرائط العربية، وأطلق عليها «أطلس الإسلام»، ذلك لأنها تحوي 21 خارطة، وتعرض المعلومات فيها وفق نظام واحد يستهل بخارطة العالم المستديرة، تليها خريطة جزيرة العرب، وبحر فارس والشام، ومصر، وبحر الروم، ثم 14 خريطة أخرى تصوّر الأجزاء الوسطى والشرقية من العالم الإسلامي.

ويعد أبو زيد البلخي أول من ربط المعلومات الجغرافية بالخريطة، وجعل المصورات أساسًا للإيضاح الجغرافي. وقد تبع البلخيّ في ذلك كل من الإصطخري وابن حوقل. ومن ناحية عامة تكاد تشترك جميع خرائط الجغرافيين الإقليميين في صفاتها العامة من حيث الشكل الهندسي التخطيطي الذي لا يركز على الشكل الحقيقي للبلاد؛ فغالبًا ما تصور البلاد على هيئة مربع أو مستطيل، وتكون الجبال والأنهار والبحار خطوطًا مستقيمة أو أقواسًا ودوائر. أما البحار الداخلية فتأتي على هيئة دوائر كاملة. وكانت كل خريطة مستقلة تمامًا عن الأخرى بحيث لا يمكن جمعها لتكوين خريطة واحدة مثل خرائط الإدريسي.

يعتبر عمل الإدريسي بداية المرحلة الثالثة التي وصلت ما انقطع من المرحلة الأولى. فقد اختلف ما أعده من خرائط عن الخرائط التي أعدها الجغرافيون الإقليميون؛ إذ إن منهجه الإقليمي يختلف عمن تقدمه من الإقليميين. والتزم الإدريسي في خرائطه على مقياس الرسم، وتحديد مواضع خطوط الطول، ودوائر العرض، والتزم بالشكل الواقعي للمنطقة الجغرافية التي يعنيها. وقد ضمّن كتابه «نزهة المشتاق في اختراق الآفاق» أو ما يطلق عليه أيضًا كتاب «رجار» (نسبة إلى روجر الثاني أو رُجار ملك صقلية)، 70 خريطة، بالإضافة إلى خريطة العالم الدائرية المألوفة. وقسم كل إقليم إلى عشرة أقسام رأسية

أفرد لكل منها خريطة. وقد جمعها مولر كلها، وكوّن منها خريطة واحدة بلغت مساحتها مترين مربعين.

اهتم الجغرافيون العرب والمسلمون بأنواع مختلفة أخرى من الخرائط؛ كخرائط المدن والمساجد والسواحل، وخرائط توضيح اتجاه القبلة. ومن ذلك خريطة العراق للمقدسي والإصطخري، وخريطة مدينة قزوين للقزويني، وخريطتا تحديد القبلة للصفاقسي وابن الوردي. كما اهتم الجغرافيون العرب بالخرائط البحرية، ومن أهم هذه الخرائط تلك التي رسمتها أسرة الشريف الصفاقسي التونسية بدءًا من (عام 1551 م)، فرسموا فيها سواحل البحر الأبيض المتوسط الجنوبية، وسواحله الشمالية في إيطاليا وإسبانيا وجنوب فرنسا وسردينيا وكورسيكا، وسواحل البحر الأسود وبحر آزوف، وسواحل الشام، وبرقة، ومصر.

إحدى الخرائط التي رسمتها أسرة الشريف الصفاقسي وتعود لعام 1557م.

إسهامات العلماء العرب والمسلمين في الجغرافيا

لقد جاب الجغرافيون المسلمون معظم أنحاء العالم المعروف آنذاك، وعادوا ليسجلوا حصيلة وافرة من المعلومات الجغرافية المهمة المبنيّة على المشاهدة، وكتبوا عن حياة الشعوب الأخرى وعاداتهم وطبائعهم، وأصبح لهذا العلم أهميته بعد أن أسهم فيه هؤلاء الجغرافيون إسهامًا بيّنًا. وقد تناولت تصنيفاتهم شتى فروع المعرفة الجغرافية المعروفة حاليًا، وكتب في ذلك أعلام الجغرافيين من أمثال؛ اليعقوبي والمقدسي والمسعودي والبيروني والإصطخري وابن حوقل والإدريسي وياقوت الحموي. ويتناول الحديث فيما يلي إسهام ثلاثة من الجغرافيين عاشوا في حقب مختلفة، ومثلوا مدارس جغرافية متباينة، وهم؛ المقدسي والإدريسي وياقوت الحموي، ويمثل الأول مدرسة الجغرافية الإقليمية، والثاني المدرسة المطورة للخرائط، في حين يمثل الثالث كتّاب الجغرافيا المعجمية.

• إسهامات المقدسي

كان شمس الدين أبو عبد الله المقدسي البشاري (توفي 390 هـ/ 1000م)، من كبار الجغرافيين ومشاهيرهم. ويعد المقدسي من طليعة العلماء الذين كتبوا في الجغرافيا الإقليمية، ويتضح ذلك بجلاء في كتابه «أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم»، واقتصر فيه على بلاد الإسلام ولم يدون شيئًا عما سواها، لأنه كما يقول لم يزرها، ولم ير فائدة في ذكرها، وإن كان قد ذكر الأماكن التي يقطنها المسلمون.

تأثر المقدسي في تقسيماته الإقليمية بعمل مَنْ سبقه من الجغرافيين الإقليميين كالإصطخري وابن حوقل، على الرغم من أنه حاول دمج بعض الأقاليم في بعض، وميَّز بعض الأقاليم التي لم يميزها سابقوه.

وقلّما تعرض المقدسي للجغرافيا الطبيعية كالجبال والأنهار، ولكنه أسهب في الجغرافيا البشرية، كالبحث في: المناخ والزرع، والشعوب واللغات، وأنواع التجارة، والأخلاق والطباع والعادات، والضرائب. ورسم في كتابه «البلدان» خريطة مجسّمة وضّح فيها الأقاليم التي زارها وحدودها، وجعل فيها الطرق المعروفة التي تصل بين المدن باللون الأحمر، والصحاري باللون الأصفر، والبحار باللون الأخضر، والأنهار باللون الأزرق، والجبال باللون الأغبر.

لقد قسّم المقدسي الأقاليم الإسلامية إلى قسمين: أحدهما يتناول أقاليم العرب، والثاني أقاليم العجم؛ وهو أمر لم يُسبق إليه. وضمّن القسمين 15 إقليمًا كان نصيب أقاليم العرب منها سبعة هي: جزيرة العرب؛ العراق؛ آقور (أرض الجزيرة)؛ الشام؛ مصر؛ المغرب؛ بادية العرب. أما أقاليم العجم فثمانية هي: المشرق (خراسان، وسجستان، وما وراء النهر)؛ والدّيلم؛ والرحاب؛ والجبال؛ وخوزستان؛ وفارس؛ وكرمان؛ والسند. ولم يكن أساس التقسيم لديه ثابتًا؛ فهو مرة إداري ومرّة سياسي ومرّة لغوي، إلا أنه يدافع عن عدم الاطّراد في هذه التقسيمات بقوله: «... أما خراسان فإن أبا زيد جعلها إقليمين، وهو إمام في هذا العلم بخاصة في إقليمه؛ فلا عيب علينا أن جعلناها جانبين. فإن قال لم خالفته بعد ما نصَّبته إمامًا فصيرت خراسان إقليمًا واحدًا قيل له: لنا في هذا جوابان؛ أحدهما أننا لم نحب أن نفرق مملكة آل سامان، والجواب الثاني؛ أن أبا عبد الله الجيهاني أيضًا إمام في هذا العلم وهو لم يفرق خراسان».

لم يقف تقسيم المقدسي عند حد الأقاليم، بل قسّم كل إقليم إلى كُوَر (قرى متجمعة)، ولكل كور قصبة، ولكل قصبة مدن. ثم تناول جوانب عديدة تغطي معظم ما تغطيه فروع الجغرافيا حاليًا، فقد تناول المناخ من حيث؛ الأمطار والرياح والحرارة، والمنافذ والبحار، والبحيرات والأنهار، والجوانب الاقتصادية من؛ زراعة وتجارة، وصناعة ومهن، وأوزان ومكاييل، وأطعمة وأشربة، وعادات وتقاليد، ومكوس وطرق ومسافات.

• إســهامات الإدريســي

يعد الشريف الإدريسي أشهر جغرافيِّي (القرن السادس الهجري/ الثاني عشر الميلادي). ولما انتقل من قرطبة إلى صقلية، دعاه الملك رُجار (روجر الثاني) ملك صقلية ليؤلف له كتابًا في الجغرافيا، ليعرف كيفيات بلاده حقيقة، ويعلم حدودها ومسالكها برًا وبحرًا، وسمى الكتاب باسم «نزهة المشتاق في اختراق الآفاق»، ويسمى أيضًا كتاب «رُجار» أو «الكتاب الرُجاري». وقيمة هذا الكتاب تتبع من الخرائط التي بلغ عددها السبعين، وغطت العالم أجمعه بدقة. ورسمها على أساس أن الأرض كروية، في وقت ساد خلاله الاعتقاد الجازم بأنها مسطحة. وكان وصفه لأوروبا فيها أدق وأشمل حيث كان هذا الهدف الثاني من أهداف رُوجر. كما أعدّ الإدريسي لروجر كرة من الفضة الخالصة، تمثل الجزء المعمور من العالم حينذاك، ووضعها في قصر باليرمو عاصمة صقلية آنذاك، وانحصر هذا الجزء المعمور بين خطي عرض 63° شمالاً و16° جنوبًا، حيث منابع النيل والبحيرات الاستوائية التي يُظن أن الأوروبيين اكتشفوها (خلال القرن التاسع عشر). يقول الإدريسي عن هذه الخريطة إن روجر أحضر له: «كرة من الفضة عظيمة الجرم ضخمة الجسم، في وزن أربعمائة رطل بالرومي، في كل رطل منها مائة درهم واثنا عشر درهمًا، فلما كملت أمر أن تنقش عليها صور الأقاليم السبعة ببلادها وأقطارها وريفها، وخلجانها وبحارها ومجاري مياهها، ومواقع أنهارها وعامرها وغامرها، وما بين كل بلدين فيها وبين غيرها من الطرقات المطروقة والأميال المحدودة، والمسافات المشهورة، والمراسي المعروفة، على نص ما يخرج إليهم مثلاً في لوح الترسيم، ولا يغادروا منه شيئًا ويأتوا به على هيئته وشكله».

بقي الإدريسي في بلاط الملك روجر إلى أن توفي روجر (عام 1154 م)، واستمر يعمل في بلاد النورمانديين؛ فصنّف كتاب «روض الأنس ونزهة النفس»، الذي اشتهر فيما بعد باسم «كتاب المسالك والممالك»، وقد ألّفه بطلب من الملك غليوم الأول، خليفة روجر، وفي عهده حطّم الثوار كرة الفضة ونهبوها (عام 1160م).

بالإضافة إلى الكتابين المذكورين كانت له مؤلفات أخرى في الجغرافيا منها؛ مصوّر لأشكال الكرة الأرضية، وخرائط تعد أولى الخرائط الصحيحة في العالم. ومن آرائه أن الأرض كروية، لكنها ليست دائرية تمامًا، فهي كالبيضة يقسمها خط الاستواء إلى قسمين متساويين؛ شمالي وجنوبي. ولعله أول من قاس بنجاح دوائر العرض. والتزمت خرائطه بمقياس الرسم، وتحديد خطوط الطول ودوائر العرض تحديدًا دقيقًا مستخدمًا الألوان.

- **إســـــهامات الحمـــــوي**

صنّف أبو عبد الله ياقوت بن عبد الله الحموي (توفي 626 هـ/ 1229 م)، أوسع المعاجم الجغرافية وهو كتاب «معجم البلدان»، ويغطي كل الرقعة الإسلامية آنذاك. يبدأ المعجم بمقدمة يوضح فيها موضوع معجمه فيقول: «فهذا كتاب في أسماء البلدان، والجبال والأودية والقيعان، والقرى والمحال والأوطان، والبحار والأنهار والغدران».

وياقوت ناقل أمين، فقد أفاد من مؤلفات من سبقه في كثير من الأحيان، وأرجع الفضل لذويه، ومن هؤلاء: ابن خرداذبة، والأصمعي، والبلخي، والسيرافي والإصطخري، وابن حوقل، والبكري. ويبدأ كتابه بمقدمة تحوي خمسة أبواب مليئة بمعارف عامة تتصل بشتى العلوم الجغرافية، ثم تحدث عن صورة الأرض وأنها كرة وسط الفلك. ثم تناول المصطلحات الجغرافية، والأقاليم وقياس المسافات، والألفاظ اللغوية والفقهية المتعلقة بالزكاة من حيث حكم الأرض التي يفتحها المسلمون، وحكم قسم الفيء والخراج فيما فتح منها بالصلح أو القتال. ثم يختم المقدمة بمعارف تاريخية عامة تتعلق بديار الإسلام وغيرها.

يعد ياقوت الحموي من أوثق الجغرافيين في نقل وتقديم المعلومات.

يلي ذلك متن المعجم، ويذكر فيه أسماء الأماكن مرتبة ترتيبًا ألفبائيًا، ويحدد أطوال هذه الأماكن وعروضها ونشأتها ودورها التاريخي. ويحرص على رد كل اسم في هذا المعجم إلى أصل عربي، إلا فيما ندر، ويستشهد على هذا الاشتقاق بأشعار العرب. وتحظى الأماكن الكبيرة أو المشهورة لديه بعناية خاصة؛ إذ يصف كلا منها وصفًا مفصلا دقيقًا، يذكر فيه أهم المعالم كالمساجد والقلاع، وإذا اشتهر المكان بحادثة تاريخية، توقف عندها وسردها ووصفها. ويورد أسماء أهم العلماء والأدباء الذين نشأوا في ذلك المكان أو عملوا فيه، ويصف أحيانًا الأحوال الاجتماعية للقاطنين بهذا المكان، ويورد أثناء ذلك عددًا من القصص أو الأحداث الطريفة.

الجغرافيـا في عصر النهضـة

بعد رحلات ماركو بولو، انتشر الاهتمام بالجغرافيا في جميع أنحاء أوروبا. من نحو (عام 1400 م)، قدمت كتابات بطلميوس وخلفائه إطارًا منهجيًا لربط المعلومات الجغرافية معًا وتصويرها. استخدم الأكاديميون هذا الإطار لعدة قرون قادمة، وكانت الإيجابيات هي التي سبقت التنوير الجغرافي، ومع ذلك جرى استبعاد النساء وكتابات السكان الأصليين إلى حد كبير من الخطاب.

بدأت الفتوحات الأوروبية العالمية في أوائل (القرن الخامس عشر)، مع الرحلات الاستكشافية البرتغالية الأولى إلى إفريقيا والهند، وكذلك غزو إسبانيا لأمريكا في (عام 1492 م)، واستمرت بسلسلة من الحملات البحرية الأوروبية عبر المحيط الأطلسي، وبعد ذلك عبر المحيط الهادئ، والبعثات الروسية إلى سيبيريا حتى (القرن الثامن عشر).

أدى التوسع الأوروبي في الخارج إلى ظهور الإمبراطوريات الاستعمارية، مع الاتصال بين «العالم القديم» و «العالم الجديد»، الذي أدى إلى التبادل الكولومبي (نسبة إلى كولومبوس): نقل واسع للنباتات والحيوانات، والأطعمة والسكان (بما في ذلك العبيد)، والأمراض المعدية وغير المعدية، ونقل الثقافة بين القارات.

أعادت هذه المساعي الاستعمارية في (القرنين السادس عشر والسابع عشر)، إحياء الرغبة في الحصول على تفاصيل جغرافية «دقيقة»، وأسس نظرية أكثر صلابة. تُعد خريطة Geographia Generalis التي رسمها برنارد فارينوس Bernhardus Varenius وجيرارد ميركاتور Gerardus Mercator، أمثلة رئيسة على السلالة الجديدة من الجغرافيا العلمية.

خريطة فالدسيمولر العالمية Universalis Cosmographia، التي أنشأها رسام الخرائط الألماني مارتن فالدسيمولر، في أبريل (1507 م)، هي أول خريطة للأمريكتين يُذكر فيها اسم «أمريكا».

قبل ذلك، أشار الأمريكيون الأصليون إلى أراضيهم اعتمادًا على موقعهم، وعلى أحد المصطلحات الأكثر استخدامًا «أبي يالا»، والتي تعني «أرض الدم الحيوي». جرى تجاهل هذه الخطابات الجغرافية الأصلية، أو تم الاستيلاء عليها، إلى حد كبير، من قبل المستعمرين الأوروبيين، لإفساح المجال للفكر الأوروبي.

أمكن تصميم الخريطة الأوروبية المركزية بعد تعديل الإسقاط الثاني لبطلميوس، ولكنها توسعت لتشمل الأمريكتين. [Snyder, 1993]

يُطلق على خريطة فالدسيمولر اسم «شهادة ميلاد أمريكا». أنشأ فالدسيمولر أيضًا خرائط مطبوعة تسمى «غابات الكرة الأرضية»، والتي يمكن قصها ولصقها في المجالات التي تؤدي إلى تكوين كرة أرضية. [Hebert, 2003]

وقد نوقش هذا الأمر على نطاق واسع باعتباره رفضًا للتاريخ الأمريكي الأصلي الواسع، الذي سبق الغزو في (القرن السادس عشر)، بمعنى أن تضمين «شهادة الميلاد» يعني ضمنيًا تاريخًا سابقًا فارغًا.

الجغرافيـا في العصـر الحديـث

الجغرافيا باعتبارها علمًا، مرت بمرحلة من الإثارة والتأثير خلال الثورة العلمية وإصلاح الدين. [Livingstone, 1992]

بعد الحرب الأهلية الإنجليزية، روّج صموئيل هارتليب ومجتمعه البيكوني للتطبيق العلمي، والذي أظهر شعبية المنفعة. بالنسبة إلى وليم بيتي William Petty، يجب أن يكون المسؤولون «ماهرين في أفضل قواعد التنجيم القضائي» لـ «حساب أحداث الأمراض والتنبؤ بالطقس».

مؤسساتيًا، روجت كلية غريشام للتقدم العلمي لجمهور أكبر مثل التجار، ثم تطور هذا المعهد لاحقًا إلى المجتمع الملكي. أوضح ويليام كونينغهام الوظيفة النفعية لعلم الكونيات من خلال التطبيق العسكري للخرائط.

استخدم جون دي الرياضيات لدراسة الموقع، حيث كان اهتمامه الأساسي بالجغرافيا، وشجع على استغلال الموارد بالنتائج التي جرى جمعها خلال الرحلات. كما حفز الإصلاح الديني الاستكشاف والتحقيق الجغرافي.

حوّل فيليب ميلانشثون إنتاج المعرفة الجغرافية من «صفحات الكتاب المقدس» إلى «الخبرة في العالم». وفصل بارثولوماوس كيكرمان الجغرافيا عن اللاهوت، لأن «الأعمال العامة للعناية الإلهية» تطلبت تحقيقًا تجريبيًا. أحد أتباعه، وهو برناردوس فارينيوس، جعل الجغرافيا علمًا في (القرن السابع عشر)، ونشر الجغرافيا العامة Geographia Generalis، والتي جرى استخدامها في تدريس نيوتن للجغرافيا في كامبريدج.

بحلول (القرن الثامن عشر)، تم الاعتراف بالجغرافيا نظامًا منفصلًا، وأصبحت جزءًا من منهج جامعي نموذجي في أوروبا (خاصة باريس وبرلين)، على الرغم من عدم وجودها في المملكة المتحدة، حيث كانت الجغرافيا تُدرس عمومًا باعتبارها تخصصًا فرعيًا للمواد الأخرى.

يمكن إلقاء نظرة شاملة على الجغرافيا والطبيعة في أعمال (القرن التاسع عشر) متعدد الثقافات، لألكسندر فون هومبولت. [Jackson, 2009]

في (عام 1877 م)، نشر توماس هنري هكسلي H. Huxley كتابه «الفيزيولوجي»، مع فلسفة العالمية المقدمة كنهج متكامل في دراسة البيئة الطبيعية. لم تكن فلسفة العالمية في الجغرافيا فلسفة جديدة، ولكن يمكن رؤيتها على أنها تطورت من أعمال ألكسندر فون هومبولت، وإيمانويل كانط.

فيزيولوجيًا، قدّم هكسلي شكلاً جديدًا من الجغرافيا؛ قام بتحليل وتصنيف السبب والنتيجة على المستوى الجزئي، ثم طبقها على المقياس الكلي.

على مدى القرنين الماضيين، انفجرت كمية المعرفة وعدد الأدوات. هناك روابط قوية بين الجغرافيا وعلوم الجيولوجيا وعلم النبات، وكذلك الاقتصاد وعلم الاجتماع والتركيبة السكانية.

تأسست الجمعية الجغرافية الملكية في إنجلترا (عام 1830 م)، على الرغم من أن المملكة المتحدة لم تحصل على أول كرسي كامل للجغرافيا حتى (عام 1917 م). كان هالفورد جون ماكيندر، أول عقل جغرافي حقيقي ظهر في جغرافيا المملكة المتحدة، عندما عين في جامعة أكسفورد (عام 1887 م).

تأسست الجمعية الجغرافية الوطنية في الولايات المتحدة في (عام 1888 م)، وبدأت في نشر مجلة ناشيونال جيوغرافيك التي أصبحت ولا تزال وسيلة نشر كبيرة للمعلومات الجغرافية. لطالما دعم المجتمع البحث والتعليم الجغرافي.

في الغرب وخلال النصف الثاني من (القرن التاسع عشر والقرن العشرين)، مر نظام الجغرافيا بأربع مراحل رئيسة: الحتمية البيئية Environmental Determinism، والجغرافيا الإقليمية Regional Geography، والثورة الكمية The Quantitative Revolution، والجغرافيا النقدية Critical geography.

الحتمية البيئية: هي النظرية القائلة بأن العادات الجسدية والعقلية والأخلاقية للناس ترجع مباشرة إلى تأثير بيئتهم الطبيعية فيهم.

صيغت الجغرافيا الإقليمية من قبل مجموعة من الجغرافيين المعروفين باسم المستمعين، وتمثل إعادة التأكيد على أن الموضوع المناسب للجغرافيا كان دراسة الأماكن (المناطق). ركز الجغرافيون الإقليميون على جمع المعلومات الوصفية حول الأماكن، فضلًا عن الطرق المناسبة لتقسيم الأرض إلى مناطق.

بدأت الثورة الكمية في الجغرافيا في (خمسينات القرن الماضي). صاغ الجغرافيون نظريات جغرافية وأخضعوا النظريات لاختبارات تجريبية، باستخدام طرق إحصائية (خاصة اختبار الفرضيات). وضعت الثورة الكمية الأساس لتطوير نظم المعلومات الجغرافية.

على الرغم من أن النُهُج الوضعية لا تزال مهمة في الجغرافيا، فقد نشأت الجغرافيا النقدية كنقد للوضعية. كانت أول سلالة من الجغرافيا النقدية ظهورًا هي الجغرافيا الإنسانية. بالاعتماد على فلسفات الوجودية والظواهر، ركز الجغرافيون الإنسانيون (مثل يي فو توان) على إحساس الناس بالأماكن وعلاقتهم بها. [Tuan, 1977]

الفصل الثامن

تاريخ علم النبـات

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

مُقَدِّمَة

علـم النبـات Botany، ويُطلـق عليـه أيضًـا بيولوجيـا النبـات أو علـم الحيـاة النباتيـة، وهـو فـرع مـن علـم الأحيـاء.

ارتبـط تاريـخ علـم النبـات وعلـم الحيـوان معًـا، تاريخيًـا، بعلـم الأحيـاء الـذي كان لـه ارتبـاط وثيـق بعلـوم الكيميـاء والفيزيـاء والجيولوجيـا الطبيعيـة. يمكـن التمييـز بـين علـم النبـات بالمعنـى البحـت، مثـل دراسـة النباتـات نفسـها، وعلـم النبـات التطبيقـي، الـذي يـدرس الاسـتخدام البشـري للنباتـات.

قسّـم التاريـخ الطبيعـي المبكـر علـم النبـات البحـت إلـى عـدة تيـارات رئيسـة؛ تصنيـف التشـكل، وعلـم التشـريح وعلـم وظائـف الأعضـاء (أي الشـكل الخارجـي)، والبنيـة الداخليـة، والتشـغيل الوظيفـي.

الموضوعـات الأكثـر وضوحًـا في علـم النبـات التطبيقـي هـي: البسـتنة والغابـات والزراعـة، مـع وجـود العديـد مـن الموضوعـات الأخـرى مثـل؛ علـم الأعشـاب، وعلـم أمـراض النبـات، وزراعـة الزهـور، وعلـم العقاقيـر، وعلـم النبـات الاقتصـادي، وعلـم النبـات العرقـي، والتـي تقـع خـارج الـدورات الحديثـة مـن علـم النبـات.

يفحـص تاريـخ علـم النبـات الجهـد البشـري لفهـم الحيـاة علـى الأرض مـن خـلال تتبـع التطـور التاريخـي لمجـال علـم النبـات، ذلـك الجـزء مـن العلـوم الطبيعيـة الـذي يتعامـل مـع الكائنـات الحيـة التـي تعامـل تقليديًـا علـى أنهـا نباتـات.

علم النبات في الحضارات القديمة

بدأ علم النبات البدائي بتقاليد نباتية قائمة على التجربة، انتقلت من جيل إلى جيل وفق التقاليد الشفوية للصيادين وجامعي الثمار في العصر الحجري القديم. وقد عرف الفلاحون الأوائل كيف يحرثون الأرض لزراعتها، قبل (نحو عشرة آلاف سنة).

تناقلت مجتمعات البدو الصيادين، من خلال التقاليد الشفوية، ما عرفوه (ملاحظاتهم التجريبية) من الأنواع المختلفة من النباتات، التي استخدموها في الغذاء والمأوى والسموم والأدوية وفي الاحتفالات والطقوس وما إلى ذلك.

أثرت استخدامات هذه المجتمعات المثقفة للنباتات في طريقة تسمية النباتات وتصنيفها، فقد جرى تضمين استخداماتها في التصنيفات الشعبية، بالطريقة التي أمكن بها تجميعها وفقًا لاستخدامها في الحياة اليومية. [Walters, 1981]

تغير نمط حياة البدو بشكل كبير عندما جرى إنشاء المجتمعات المستقرة في نحو اثني عشر مركزًا حول العالم، وذلك أثناء ثورة العصر الحجري الحديث التي امتدت من نحو (10000–2500 عام) مضت اعتمادًا على المنطقة. جاء مع هذه المجتمعات تطوير التكنولوجيا، والمهارات اللازمة لتدجين النباتات والحيوانات. وظهور الكلمة المكتوبة قدم دليلًا على انتقال المعرفة والثقافة المنهجية من جيل إلى آخر. [Morton, 1981]

أثناء ثورة العصر الحجري الحديث، ازدادت المعرفة بالنبات بشكل واضح من خلال استخدام النباتات في الغذاء والدواء. جرى تدجين جميع الأطعمة الأساسية في عصور ما قبل التاريخ حيث حدثت عملية تدريجية لاختيار أصناف ذات إنتاجية أعلى، ربما عن غير قصد، على مدى مئات إلى آلاف السنين.

كانت البقوليات تزرع في جميع القارات، لكن الحبوب شكلت معظم النظام الغذائي المعتاد: الأرز في شرق آسيا، والقمح والشعير في الشرق الأوسط، والذرة في أمريكا الوسطى والجنوبية. بحلول العصر اليوناني-الروماني، أدرجت نباتات الطعام الشائعة اليوم، بما في ذلك العنب والتفاح والتين والزيتون، على أنها أصناف مسماة في المخطوطات المبكرة. وقد لاحظ الباحث ويليام ستيرن «أن النباتات المزروعة هي أكثر تراث البشرية قيمة وحيوية من العصور القديمة البعيدة». [Stearn, 1986]

نلمح أيضًا من العصر الحجري الحديث، في نحو (3000 ق.م)، أول الرسوم التوضيحية المعروفة للنباتات وقراءة أوصاف الحدائق الرائعة في مصر. ومع ذلك، فإن أول سجل مكتوب قبل ظهور علم للنباتات، لم يبدأ بالطعام؛ بل وُلد من الأدب الطبي لمصر والصين وبلاد ما بين النهرين والهند. [Reed, 1942]

يشير مؤرخ علم النبات آلان مورتون إلى أن الزراعة كانت مهنة للفقراء وغير المتعلمين، في حين كان الطب مجالًا للتأثير الاجتماعي من الشامان والكهنة والصيادلة والسحرة والأطباء، والذين كانوا أكثر وعيًا في تسجيل معرفتهم للأجيال القادمة.

عُثر على مثال مبكر لتصنيف النباتات الهندية القديمة في ريجفيدا Rigveda، وهي مجموعة من الترانيم الفيدية السنسكريتية من نحو (3700–3100 ق. م). تنقسم النباتات إلى؛ فوسكا (أشجار)، وأسادي (أعشاب مفيدة للإنسان)، وفيرودا (نباتات زاحفة)، مع المزيد من التقسيمات الفرعية.

يقسم النص الهندوسي المقدس أثارفافيدا Atharvaveda النباتات إلى ثماني فئات: فيساكا (فروع منتشرة)، مانجاري (أوراق مع مجموعات طويلة)، سثامبني

(نباتات كثيفة)، براستانافاتي (التي تتوسع)؛ إيكاسونجا (تلك التي لديها نمو أحادي)، براتانافاتي (نباتات زاحفة)، أمسوماتي (مع العديد من السيقان)، وكانديني (نباتات ذات مفاصل معقدة).

يصنف تايتيريا سامهيتا Taittiriya Samhita المملكة النباتية إلى: فركسا، وفانا، ودروما (الأشجار)، وفيسكاها (الشجيرات ذات الفروع المنتشرة)، وساسا (الأعشاب)، وأمسومالي (انتشار النبات)، وفراتاتي (المتسلق)، وستامبيني (نبات كثيف)، وبراتانافاتي (الزاحف). تشمل الأمثلة الأخرى للتصنيف الهندي المبكر مانوسمريتي، «كتاب قانون الهندوس»، الذي يصنف النباتات إلى ثماني فئات رئيسة. تحدث التصنيفات المتقنة أيضًا في شاراكا ساميتا Charaka Samhitā وسوشروتا ساميتا Sushruta Samhita وفايسسيكسا Vaisesika. [Morton, 1981]

في الصين القديمة، تعود قوائم النباتات المختلفة والأعشاب المستخدمة في الأغراض الصيدلانية إلى زمن الدول المتحاربة (481 221- ق. م). ساهم العديد من الكتاب الصينيين على مرّ القرون في المعرفة الكتابية للأدوية العشبية. سلالة هان (202 ق.م - 220 م)، تشمل العمل البارز لهوانجدي نيجينغ وعالم الصيدلة الشهير تشانغ تشونغ جينغ. كان هناك أيضًا العالمان ورجلا الدولة من (القرن الحادي عشر) سو سونغ وشين كو، اللذين جمعا أطروحات مكتوبة عن التاريخ الطبيعي، مع التركيز على طب الأعشاب. [Needham, et al.1986]

وقد كانت أثينا القديمة، في (القرن السادس ق. م)، مركزًا تجاريًا مزدحمًا، مع التقاء الثقافات المصرية وبلاد ما بين النهرين والمينوية، في ذروة الاستعمار اليوناني للبحر الأبيض المتوسط. وتجنب الطبيب أبقراط (460-370 ق. م) الخرافات السائدة في عصره، واقترب من معالجة الناس وشفائهم من خلال الملاحظة الدقيقة واختبار التجربة. في هذا الوقت ظهر فضول حقيقي غير متمركز للإنسان حول النباتات. امتدت الأعمال اليونانية الرئيسة المكتوبة عن

النباتـات إلـى مـا هـو أبعـد مـن وصـف اسـتخداماتها الطبيـة، إلـى موضوعـات؛ جغرافيـة النبـات، والتشـكل، وعلـم وظائـف الأعضـاء، والتغذيـة، والنمـو، والتكاثـر. [Morton, 1981]

كان ثيوفراستوس من إريسوس (نحو 371–287 ق. م)، على رأس قائمة العلماء الذين درسوا علم النبات، والذي يُشار إليه كثيرًا باسم «أبو علم النبات». كان طالبًا وصديقًا مقربًا لأرسطو (384 – 322 ق. م)، وخلفه في رئاسة الليسيوم Lyceum (مؤسسة تعليمية مثل جامعة حديثة) في أثينا بتقاليدها في الفلسفة المتجولة.

لقـد فقـدت أطروحـة أرسـطو الخاصـة حـول النباتـات حاليًـا، علـى الرغـم مـن وجود العديـد مـن الملاحظـات النباتيـة المنتشـرة في جميـع كتاباتـه الأخـرى (التـي أمكـن تجميعهـا بواسـطة كريسـتيان ويمـر في Phytologiae Aristotelicae Fragmenta, 1836)، لكنهـا لا تقـدم سـوى القليـل مـن التبصـر في تفكيـره النباتـي. [Oliver, 1913]

افتخـر الليسـيوم بتقليـد المراقبـة المنهجيـة للروابـط السـببية والتجربـة النقديـة والتنظيـر العقلانـي. تحـدى ثيوفراسـتوس الطـب الخـرافي الـذي اسـتخدمه الأطبـاء في عصـره، والـذي يُدعـى ريزوتومـي Rhizotomi، وأيضًـا السـيطرة علـى الطـب الـذي تمارسـه السـلطة الكهنوتيـة والتقاليـد. [Morton, 1981]

جنبًـا إلـى جنـب مـع أرسـطو الـذي قـام بتدريـس الإسـكندر الأكبـر، الـذي نفـذ غزواتـه العسـكرية بـكل المـوارد العلميـة في ذلـك الوقـت، ورب حديقـة الليسـيوم قـد احتوت على العديـد مـن الجوائـز النباتيـة التـي جـرى جمعها خلال حملات الاسـكندر، بالإضافـة إلـى الاستكشـافات الأخـرى في الأراضـي البعيـدة. [Singer, 1923]

كانـت الأعمـال النباتيـة الرئيسـة لثيوفراسـتوس هـي؛ «تاريـخ النبـات (هيسـتوريا بلانتـاروم)» و«أسـباب النبـات (كوزاي بلانتـاروم)»، التـي كانـت ملاحظـات لمحاضراتـه في الليسيوم. [Morton, 1981]

تقرأ الجملة الافتتاحية من «تاريخ النبات» كبيان نباتي: «يجب أن نأخذ في الاعتبار الشخصيات المميزة، والطبيعة العامة للنباتات، من وجهة نظر مورفولوجيتها وسلوكها في ظل الظروف الخارجية وطريقة تكوينها ومسارها الكامل في الحياة». كتاب «تاريخ النبات»، يتألف من 9 كتب في علم النبات التطبيقي؛ تتناول أشكال وتصنيف النباتات وعلم النبات الاقتصادي، وتدرس تقنيات الزراعة (علاقة المحاصيل بالتربة والمناخ والماء والموئل)، والبستنة. وصف فيها ثيوفراستوس نحو 500 نبات بالتفصيل، وغالبًا ما تضمن أوصافًا للموئل والتوزيع الجغرافي، وتعرّف على بعض مجموعات النباتات التي يمكن التعرف عليها كعائلات نباتية حديثة. استمرت بعض الأسماء التي استخدمها، مثل؛ كراتيغوس Crataegus، وداوكوس Daucus، وأسباراغوس Asparagus، موجودة حتى اليوم في الأدبيات العلمية. ويغطي كتابه الثاني «أسباب نمو النبات وتكاثره» (ما يشابه علم وظائف الأعضاء الحديث). [Reed, 1942].

مثل أرسطو، قام ثيوفراستوس بتصنيف النباتات إلى: «أشجار» و«جنبات» و«شجيرات» و«أعشاب»، لكنه قدم أيضًا العديد من الاختلافات والملاحظات النباتية المهمة الأخرى. وأشار إلى أن النباتات يمكن أن تكون؛ حولية ومعمرة وكل سنتين، كما أنها إما أحادية الفلقة أو ثنائية الفلقة، كما لاحظ الفرق بين النمو المحدد وغير المحدد، وتفاصيل بنية الأزهار بما في ذلك درجة اندماج البتلات وموقع المبيض، وغير ذلك. [Thanos, 2005]

كما تشتمل ملاحظات ثيوفراستوس لمحاضراته هذه، على أول عرض واضح لأساسيات تشريح النبات، وعلم وظائف الأعضاء، وعلم التشكل والبيئة، جرى تقديمها بطريقة لا يمكن مقارنتها لمدة (ثمانية عشر قرنًا) أخرى. [Harvey-Gibson, 1919]

في هـذه الأثنـاء، ظهـر بيدانيـوس ديسـقوريدس (40–90 م)، الـذي كان طبيبًـا يونانيًـا في الجيـش الرومانـي، فلـم يهمـل دراسـة النباتـات الطبيـة، وقـام بتجميـع توليفـة كاملـة مـن علـم الأدويـة اليونانـي القـديم في كتـاب «المـادة الطبيـة Materia Medica» نحـو عـام (60 م)، أثبـت هـذا العمـل أنـه النـص النهائـي للأعشـاب الطبيـة، الشـرقية والغربيـة علـى حـد سـواء، لمـدة ألـف وخمسـمائة عـام، حتـى بـزغ عصـر النهضـة الأوروبيـة، حيـث جـرى نسـخها بشـكل دقيـق مـرارًا وتكـرارًا خـلال تلـك الفتـرة. [Singer, 1923]

على الرغم من غناها بالمعلومات الطبية مع وصف لنحو 600 نوع من الأعشاب الطبية، إلا أن المحتوى النباتي للعمل كان محدودًا جدًا. [Morton, 1981]

سـاهم الرومـان قليـلًا في أسـس علـم النبـات الـذي وضعـه الإغريـق القدمـاء، لكنهـم قدمـوا مسـاهمة جيـدة في معرفتنـا بعلـم النبـات التطبيقـي كالزراعـة مثـلًا. في أعمـال بعنـوان «De Re Rustica»، سـاهم أربعـة كتّـاب رومانيـين في مجموعـة Scriptores Rei Rusticae، التـي نشـرت مـن عصـر النهضـة فصاعـدًا، والتـي حـددت مبـادئ الزراعـة وممارسـاتها. هـؤلاء المؤلفـون هـم: كاتـو (234–149 ق. م)، وفـارو (116–27 ق. م) على وجـه الخصـوص، وكولوميـلا (4–70 بعـد الميـلاد) وبالاديـوس (القـرن الرابـع الميـلادي). الموسـوعي الرومـاني بليـني الأكبـر (23–79 م) تعامـل مـع النباتـات في الكتـب؛ 12 إلـى 26 مـن 37 مجلـدًا، وكان مؤثـرًا جـدًا في عملـه «التاريـخ الطبيعـي»، حيـث اقتبـس كثيـرًا مـن ثيوفراسـتوس، ولكـن كانـت تنقصـه البصيـرة النباتيـة، علـى الرغـم مـن أنـه أتقـن التمييـز بـين علـم النبـات الحقيقـي مـن ناحيـة، والزراعـة والطـب مـن ناحيـة أخـرى. [Morton, 1981]

تشـير التقديـرات إلـى أنـه في وقـت الإمبراطوريـة الرومانيـة، تـم تسـجيل مـا بـين 1300 و1400 نبـات في الغـرب. [Sengbusch, 2004]

النبات عند العلماء العرب والمسلمين

كان اعتناء العلماء المسلمين بعلم النبات كبيرًا، وكان أنصاره أكثر من أنصار علم الحيوان. ولعل ذلك يعود في المقام الأول للعلاقة الوثيقة بين النبات والطب، حيث كان ما لا يقل عن تسعة أعشار العقاقير المتداولة في العلاج من النباتات أو من خلاصات نباتية؛ حتى كان يطلق على الصيادلة في وقت من الأوقات اسم العشابين.

كان العلماء العرب يستعينون بالرسامين لوضع صور النباتات.

أخذ العرب معلوماتهم الأولى عن النبات من مصادر مختلفة؛ هندية ويونانية وفارسية ونبطية. فقد ترجموا كتب ديسقوريدس وجالينوس في علم النبات. ولم يكن عملهم في هذه الكتب الترجمة وحسب، بل كانوا يضيفون إلى ذلك الشروح والتعليقات. واقتبسوا منها ومن غيرها ما رأوه مفيدًا لتطوير زراعة أراضيهم داخل الجزيرة وأراضي البلدان التي فتحوها. وبذلك نوعوا ثمراتها بإدخال أصناف جديدة، وزادوا في غلاتها، واستغلوا معرفتهم الجديدة بإدخال عقاقير ذات أصل نباتي لم تكن معروفة عند من نقلوا منهم من اليونانيين مثل: التمر الهندي، والكافور، والزعفران، والراوند والسّنامكة والإهليلج وخيار الشنبر. ونقلوا ثمار بعض النباتات الطبية من الهند كالأترج المدور الذي زرعوه في عمان، وجاءوا بالبرتقال من أوروبا من بلاد البرتغال.

جزء من صفحة مخطوطة توضح نباتًا يسمى «الينبوت»، ويذكر النص أن «الينبوت» ينمو في الأماكن الرطبة، وأن طبيعته (الطبية) حارة؛ فهو يعمل على إدرار البول بكثرة ويوقف النزيف غير المنتظم، وزهرها إذا خلط بالزيت ودهن أحدث عرقًا.

تأثر العرب بالبلاد التي فتحوها كمصر والشام والعراق وفارس وشمال إفريقيا والأندلس. وفي الوقت نفسه نجد أن تلاقيًا وتبادلًا قد حدثا بين ثقافات هذه الشعوب، وصار الاتصال بينها ميسورًا بعد أن أصبحت تحت لواء أمة واحدة يجمعها دين الإسلام. لذا فما كان موجودًا في مصر من هذه الأمصار نقل إلى غيره، ليسد الحاجة الاقتصادية هناك.

ولما فتح المسلمون هذه البلدان، عمدوا إلى إصلاح وسائل الري وتنظيمها؛ ببناء السدود، وحفر القنوات، وإقامة الجسور، والقناطر. واستغلوا الأراضي الزراعية باستنبات النبات المناسب في التربة الصالحة له، بعد أن وقفوا على خصائص أنواع التربة. كما اعتنوا بتسميد التربة، وجلبوا إلى جزيرة العرب وإلى البلدان التي صارت تحت أيديهم أنواعًا كثيرة من الأشجار والنبات والغلال؛ كالأرز وقصب السكر والزيتون والمشمش التي أدخلوها إلى أوروبا، كما نقلوا إلى أوروبا نباتات وأعشابًا طبيةً وعطريةً كثيرةً.

يوضح هذا الجزء من المخطوط نبات «الشوك الكروي»، يطلق عليه اليونانيون اسم Qruqudilus. ويقال إن النبات مناسب لعلاج أمراض الطحال.

وكان من دأب المسلمين إذا فتحوا أي بلد بدأوا بشيئين اثنين لا يحيدون عنهما: بناء المسجد وإقامة المشاريع الزراعية. لذا، فقد كان همّ الولاة الأُول (بعد العبادة)، الاستقرار الاقتصادي القائم على الزراعة. ومن ثَمَّ سرعان ما قامت الحدائق والجنان التي تبدو فيها مظاهر الترف بعد وقت قصير من الاستقرار. حدث ذلك في المشرق والمغرب على حد سواء، فانتشرت الحدائق التي أخذت بالألباب في كل من: بغداد ودمشق ومكة والمدينة المنورة والقاهرة وقرطبة وصقلية وإشبيليا. وفي إسبانيا اليوم بقايا من هذه الحدائق مثل: حديقة المركيز دوفيانا، وحديقة القصر الملكي في إشبيليا، وجنة العريف في غرناطة، وبستان مسكن الملك الغربي في رندة.

لقد أقام العرب بعضًا من الحدائق لتكون بمثابة حقول للتجارب الزراعية كما حدث في بغداد والقاهرة وقرطبة وغيرها، وتوصلوا من خلال هذه التجارب إلى إدراك الاختلاف التكاثري بين بعض النباتات.

وتفنن العرب في هذه التجارب إلى أن استولدوا وردًا أسود، وأكسبوا بعض النباتات صفات بعض العقاقير في مفعولها الدوائي. وغرس العرب أشجارًا ثنائية المسكن. فقد كانت لديهم أفكارٌ واضحة حول إكثار النسل، وعنوا بالتسلسل النباتي. ومن العرب عرف الغرب الأفاوية؛ كجوز الطيب، والقرنفل.

صفحتان من كتاب «اختيارات البديع» تعود لعام (1648 م). هذا هو دستور الأدوية الشامل للأدوية البسيطة والمركبة، ألفه بالفارسية عام (770 هـ / 1368–1369م) علي بن حسين الأنصاري الشيرازي، المعروف بالحاج زين العطار، وربما نسبة إلى الأميرة المظفرية بديع الجمل. وهو يقدم وصفًا للأدوية العشبية بمختلف أنواعها.

• اللغة في خدمة علم النبات

بدأ اهتمام العرب والمسلمين في علم النبات مرتبطًا بعلم اللغة العربية. فقد كانت النباتات بأسمائها ومسمياتها تشغل حيزًا كبيرًا من معجم مفردات العربية المنطوقة، وقد بدأ جمع مسمّيات هذه النباتات جنبًا إلى جنب مع جمع شتات اللغة وتدوين ألفاظها، وذلك منذ صدر الإسلام. دُوّنت في البدء أسماء النباتات وأقسامها، وكذلك الحيوانات على أنها أبواب من اللغة لا على أنها علم قائم بنفسه. فقد اعتبروا أن الزروع والثمار والأشجار والكروم والنخيل ينبغي أن تدخل معجم مفردات اللغة مرتبة وفق ترتيبها المعجمي. لذا دونوها مع اللغة، وحفظت في دواوينهم على أنها جزءٌ لا يتجزأ من اللغة وليست علمًا مستقلًا.

كان العرب يعرّبون الألفاظ الأجنبية عندما لا يجدون ما يقابلها في العربية.

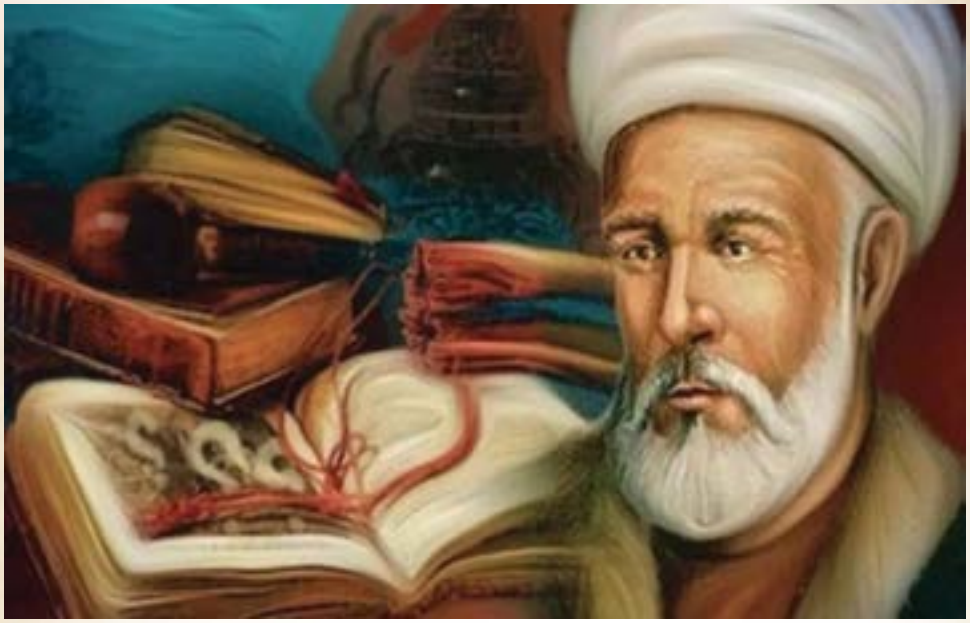
بـدأ تدويـن ألفـاظ اللغـة العربيـة نحـو عـام (155هـ/ 772 م). وقيـل إن أول المصنفين كان عبد الملك بن جريج البصري. وتذخر المعاجم العربية مثل؛ «كتاب العـين» للخليـل بـن أحمـد، و«لسـان العـرب» لابـن منظـور، و«القامـوس المحيـط» للفيروزأبـادي و«تـاج العـروس» للزبيـديّ بحصيلـة وافـرة مـن أسـماء النباتـات والأشـجار والـزروع. ثم بـدأت الكتابـات عـن النبـات تأخـذ صفـة التخصـص وتُفـرد لهـا فصـولٌ متعـددة في الكتـب. فنجـد أن النّضـر بـن شـميل (تـوفي 204هـ/ 820 م) يفـرد الجـزء الخامـس مـن كتابـه «كتـاب الصفـات في اللغـة»؛ للـزروع والكـروم والأعنـاب وأسـماء البقـول والأشـجار. ثـم ارتقـى التصنيـف خطـوة أكثـر تخصصًـا بالتأليـف الكامـل عـن الزراعـة، وكان ذلـك علـى يـد أبـي عبيـدة البصـري (تـوفي 208هـ/ 823 م) في مؤلفـه «كتـاب الـزرع»، ثـم تـلاه الأصمعـي (تـوفي 214هـ/ 829م) وأبـو زيـد الأنصـاري (تـوفي 215هـ/ 830م) في «كتـاب النبـات والشـجر» لـكل منهمـا.

قد يتبادر إلى الذهن أن تدوين أسماء النبات في المعاجم كان عملاً نظريًا في مجمله، لكن هناك من العلماء من كان يدون ذلك ميدانيًا.

في «لسان العرب»، يقول ابن منظور في مادة عفار: «قال أبو حنيفة أخبرني بعض أعراب السراة أن العفار شبيه بشجرة الغبيراء الصغيرة، إذا رأيتها من بعيد لم تشك أنها شجرة غبيراء ونورها أيضًا كنورها...»، ويذكر أن النّضر بن شميل قضى 40 سنة في البادية ليجمع أشتات النبات، ويشاهد النبات في بيئته ويضبط مصطلحه.

لقد كانت مصادر كل اللغويين العرب في (القرن التاسع الميلادي)، مصادر عربية بحتة، لم تتطرق إليها مفردات دخيلة إلا في وقت لاحق على يد العشابين اللاحقين، كابن البيطار والزهراوي وغيرهما، ممن اعتمد إلى جانب المصادر العربية، على أخرى فارسية ولاتينية ورومانية.

ومن اللغويين الذين تناولوا النبات في أعمالهم الخليل بن أحمد (توفي 180هـ/ 796 م)، في «كتاب العين»، وهشام بن إبراهيم الكرماني (توفي نحو 216هـ/831م)، في كتابه «كتاب النبات»، وأبو عبيد القاسم بن سلام (توفي 223هـ/ 837 م)، في «الغريب المصنف». ومن اللغويين الذين أولوا النبات عنايتهم؛ ابن السكيت (توفي 243هـ/ 857 م)، والجوهري صاحب «الصحاح» (توفي 393هـ/ 1002م)، وابن سيده (توفي 458هـ/1066م) وصاحب «المخصص»، وصاحب «لسان العرب» ابن منظور (توفي 711هـ/ 1311 م).



يعدّ أبو حنيفة الدينوري (توفي 282هـ/ 895 م) أول من ألّف في (الفلورا) الحياة النباتية العربية، ويتضح ذلك في مصنفه كتاب «النبات والشجر»، الذي جمع فيه ما يزيد على 1120 اسمًا من أسماء النباتات الموجودة في الجزيرة العربية.

• تصنيف النباتات

صنّف العرب نباتات بيئتهم تصنيفات شتّى. منها؛ ما يقوم على أساس لغوي كما ظهر لدى الخليل والأصمعي وخلافهما، ومنها ما كان تقسيمًا تفصيلياً عامًا كتصنيف ابن سينا، ومنها ما يعتمد على النوع كتصنيف إخوان الصفا وخلان الوفا. كما عرف العرب التصنيف وفقًا لعوامل التربة، أو ما يعرف حديثًا بالمجتمعات التُّربِيَّة؛ أي تلك التي يتأثر تكوينها الخضري بعوامل التربة.

إنّ من المؤلفات العربية في تصنيف النباتات ما يكاد يقرب من تقسيم النباتات إلى نظام الفصائل المتبع حاليًا.

تناول ابن سينا النبات فتكلم عنه كلامًا عامًا. وتوصل إلى أن: «من النبات ما هو مطلق (قائم على ساقه)، ومنه ما هو حشيش مطلق (منبسط على الأرض)، ومنه ما هو بقل مطلق (لا ساق له) مثل الخس. ومن النبات ما هو شجر حشيش؛ وهو الذي ليس له ساق منتصبة وساق منبسطة مستندة إلى الأرض، أو الذي يتكون ويتفرع من أسفل مع انتصاب كالقصب، وأما الحشائش العظيمة وبعض الحشائش العشبية فمنها الذي له توريق من أسفله وله مع ذلك ساق كالملوكية (الملوخية). أما النبات البقلي فكثير منه ما لا ساق له تنتصب، وليس مستندًا بما هو ورق كالخس والحماض والسلق. وذلك بحسب أغراض الطبيعة؛ فإن من النبات ما الغرض الطبيعي في عوده وساقه، ومنه ما هو في أصله، ومنه ما هو في غصنه، ومنه ما هو في قشره، ومنه ما هو في ثمره وورقه».

صفحتان من كتاب «خواص الأشجار» مترجمة في العراق نحو عام (597هـ/ 1200 م).

أما النباتات المتسلقة، فإن ما يحفزها على هذا التسلق تعجيل نضجها. وفي هذا الصدد عقد ابن سينا مقارنة بين العنب والبطيخ. وتحدث عن توالد النبات من الثمرة والبذرة والشوك والصموغ وأشباهها. فقال: «إن من ثمر الشجر ما هو مكشوف مثل العنب والتين وغيرهما، ومنه ما هو في غلاف قشري كالباقلاء، ومنه ما هو في غلاف غشائي كالحنطة، ومنه ما هو في قشر صلب كالبلوط، ومنه ما هو ذو عدة قشور كالجوز واللوز، ومنه ما هو سريع النضج جدًا وما هو بطيء، ومنه ما يثمر في السنة مرارًا، ومنه ما لنضجه وقت معلوم ومنه ما ليس لنضجه وقت».

وتناول ابن سينا أعضاء النبات المتشابهة، كاللحاء والخشب واللباب، والأعضاء المركبة مثل: الساق والغُصن والأصل (الجذر). وقال: «وللنبات أشياء شبيهة بالأعضاء الأصلية وليست بها كالورد والزهر وكالثمرة؛ فإنها ليست أعضاء أصلية، ولكنها كمالية كالشعر للإنسان... والثمرة لا يحتاج إليها في جميع أجزائها لتكون للنبات أعضاء أصلية أو يكون لها توليد، وأما البذر فإنه يحتاج إليه في جميع أجزائه».

يصنف إخوان الصفا، في رسالتهم الثانية، النباتات إلى ثلاث مجموعات: أشجار، وزروع وأجزاء (كلأ، وعشب، وحشائش). ولإخوان الصفا آراء جديرة بالاهتمام في أنواع النبات تكاد في مجملها تقرب من الآراء الحديثة، ملخصها: «أن النباتات هي كل جسم يخرج من الأرض، ويتغذى وينمو. ومنها ما هي أشجار تغرس قضبانها أو عروقها، ومنها ما هي زروع تبذر حبوبها أو بذورها أو قضبانها، ومنها ماهي أجزاء تتكون إذا اختلطت وامتزجت كالكلأ والحشائش. فالشجر نبت يقوم على ساقه منتصبًا في الهواء، ويحول عليه الحول فلا يجف، بخلاف النجم وهو كل نبت لا يقوم أصله على ساقه مرتفعًا في الهواء، بل يمتد على وجه الأرض، أو يتعلق بالشجر ويرتقي معه في الهواء كالكرم والقرع والقثاء

والبطيخ وما شاكلها. ومن الشجر ما هو تام كامل، ومنها ما هو ناقص، ومن التام ما هو أتم وأكمل من بعض، ومن النبات والأشجار ما ورقه وثمره متناسب في الكبر واللون والشكل واللمس كالأترج والليمون والنارنج والكمثرى والتفاح، ومنها ما هو غير متناسب؛ كالرمان والتين والعنب والجوز. وعلى هذا حكم حبوب النباتات وبذورها.

ومن النبات ما ينبت في البراري والقفار، ومنه ما ينبت على رؤوس الجبال، وشطوط الأنهار، وسواحل البحار، والآجام والفيافي، ومنه ما يزرعه الناس ويغرسونه. وأكثر النبات ينبت على وجه الأرض إلا القليل منه فإنه ينبت تحت الماء كقصب السكر والأرز، ومنه ما ينبت على وجه الماء كالطحلب، أو ما ينسج على الشجر كاللبلاب، أو ينبت على وجه الصخور كخضراء الدمن.

علم العرب أن من النباتات ما لا ينبت إلا في البلدان الدفيئة، ومنه ما لا ينبت إلا في البلدان الباردة، وبعضها لا ينبت إلا في الأرض الطيبة، ومنه ما لا ينبت إلا بين الحصى والحجارة والأرض اليابسة والصخور، ومنها ما لا ينبت إلا في الأراضي السبخة.

وينبت أكثر العشب والكلأ والحشائش في الربيع، أما الذي ينبت منها في الفصول الثلاثة الأخرى فقليل. ومن أوراق الشجر والنبات ما هو مستطيل الشكل، ومنها ما هو مخروط الرأس مدور الأسفل، ومنه مستدير الشكل أو زيتوني الشكل، ومنه طيب الرائحة ونتن الرائحة، ومر الطعم وحلو الطعم. وأكثر ألوان ورق النبات أخضر، لكن منها ما هو مشبع اللون ومنها ما هو أغبر، ومنها الصافي اللون ومنها أنواع ألوان ظاهرها خلاف باطنها، وهكذا ثمارها وحبوبها وبذورها وأزهارها.

من الثمار ما له قشرة رقيقة، أو غليظة ليفيّة، أو غضروفية صلبة، أو خزفية يابسة، ومنها ما في جوف قشرته شحمة ثخينة، أو جامدة رطبة سيالة عذبة، أو حلوة، أو مُرَّة أو مالحة، أو حامضة، أو دهنية دسمة، ومنها ما في جوف شحمه نواة مستديرة الشكل مستطيلة، أو مخروطة أو مصمتة أو مجوفة، ومنها ما في جوفه حب صغار، أو كبار صلب أو رخو عليها رطوبة لزجة، أو مجوفة داخلها لب، أو تكون فارغة. ومن الثمار ما لا ينضج كالبلوط والعفص وثمر السرو والإهليلج».

وجعلوا للنباتات رُتبًا؛ فمنها ما هو في أدنى الرتبة مما يلي رتبة المعادن، وهي خضراء الدِّمن، ومنها ما هو في أشرف الرتبة مما يلي رتبة الحيوان وهي شجرة النخيل. وعللوا ذلك بأن أول المرتبة النباتية وأقلها شأنًا مما يلي التراب، خضراء الدمن، فهي ليست سوى غبار يتجمع ويتلبد على الأرض والصخور والأحجار، ثم تصيبه الأمطار وأنداء الليل فيصبح كأنه نبت زرع وحشائش. فإذا لفحته حرارة شمس منتصف النهار جف، ثم يصبح من الغد مثل ذلك من أول الليل. ولا تنبت الكمأة ولا خضراء الدمن إلا في الربيع في الأماكن المتجاورة لتقارب ما بينهما، لأن هذا معدن نباتي وذلك نبات معدني.

أما النخل فهو آخر المرتبة النباتية مما يلي المرتبة الحيوانية. وسموه نباتًا حيوانيًا «لأن بعض أحواله مباين لأحوال النبات وإن كان جسمه نباتًا، غير أنه حيواني بالنفس إذ إن أفعاله أفعال النفس الحيوانية وشكل جسمه شكل النبات».

صفحة مخطوطة تصوّر معالجة المزارعين لأشجار البلسان لاستخراج السائل اللزج ذي الرائحة العطرة النافذة الذي يخرج من لحاء الشجيرة زيتًا، وهو المشهور باسم «بلسم مكة»، ويستخدم أيضًا في صناعة العطور، حيث يتم خدش اللحاء، فيقطر منه ببطء سائل راتينجي يستخرج منه فيما بعد هذا الزيت.

وفي النبات نوع آخر فعله أيضًا فعل النفس الحيوانية، لكن جسمه جسم النبات هو الكثوث. وذلك أن هذا النوع من النبات ليس له أصل في الأرض كسائر النباتات، وليس له أوراق مثلها، بل إنه يلتف على الأشجار والزروع والشوك فيمتص من رطوبتها ويتغذى بها؛ كما يتغذى الدود بورق الأشجار وقضبان النبات، وإن كان جسمه يشبه النبات فإن فعل نفسه فعل الحيوان.

وثق العرب طرائق تسوية الأرض قبل زراعتها، وقد اعتمدوا في ذلك على الرياضيات وهندسة المساحة.

عرف العرب أيضًا تصنيفًا بيئيًا للنباتات نجده عند الأصمعي فمنها:

1. النباتات الحجازية؛ كالغرقد والسدر والعوسج.
2. النباتات النجدية؛ كالثغام، والحماض، والقتاد، والبطم (الحبة الخضراء).
3. النباتات الرملية؛ كالغضى والأرطى والأمطى والعلقى والمصاص.
4. النباتات السبخية؛ كالقرمل، والعكرش والقلام والخريزي.
5. نباتات جبال السراة؛ كالشث، والعرعر، والطباق، والياسمين البري.

لقد ميّز العرب أيضًا النباتات التي تنمو في الكثبان الرملية وغيرها، أو ما نطلق عليه اليوم المجتمع أو العشيرة النباتية. فالشَّعَر هي مجتمع الكثبان المرتفعة المستطيلة، والضفار هي التي تنبت الثَّمام والثُّداء، ومجتمع الدَّوِّ ليس به أشجار، وهو أرضٌ مستوية ليس فيها رمال أو جبال، ولا ينبت الدَّو سوى النصي والصّخبر وأشباههما. وكما يقول الأصفهاني في بلاد العرب: «لا ترى به شجرة مرتفعة رأسًا ولا عرفجة ولا غيرها، إنما تراه مبيضاً كله». والذروة النباتية للدَّوِّ هي النجيليات المعمرة. ويطلق على هذا المجتمع اليوم مجتمع الصّخبر والصليان. وللتربة الملحية وضعوا مصطلح العِرْ. أما مجتمع السدر والأراك وما بينهما من العشب فقد أطلقوا عليه الخبر، وسموا المكان الذي يتجمع فيه الثمام والضعة العقِدَة، وأطلقوا مصطلح السِّلَيِّل على الأودية التي ينبت فيها السلم والسحبل والجلواخ.

كما تحدث العرب في تصنيفهم للنبات عن التكوينات الطبيعية في البيئة؛ كالدهناء والنفود والبادية والحماد وقسموها إلى مجتمعات. ثم قسموا هذه المجتمعات إلى تقسيمات أصغر زيادة في التخصيص لتعبر عن مزايا التضاريس أو التربة وربط هذه المزايا بالنباتات السائدة.

أدرك العرب ضرورة زرع النبات المناسب في البيئة المناسبة، مع ضرورة توفير بقية العناصر الأخرى لنجاح نموه.

ومن تصنيفات العرب لأنواع النبات تصنيف يقارب تقسيم الفصائل المعروف اليوم. فالفصيلة المركبة؛ أطلقوا عليها مجموعة المرار، والفصيلة الرمرامية؛ مجموعة الحموض، وفصيلة الحمحميات؛ مجموعة الكحليات، والفصيلة الصليبية؛ مجموعة الحرف، وفصيلة الغرنوقيات؛ هي مجموعة الدهامين.

تضم مجموعة المرار أنواعًا صحراوية وجفافية مهمة تنتمي للفصيلة المركبة، وهي ذات مذاق مر يظهر في لبن الحيوانات التي تتغذى بها. من هذه المجموعة: الشيح، والقويصيمة، والمرار، واليمرور، والجثجاث، والقيصوم.

وتضم مجموعة النباتات الحمضية أنواعًا شتى من الفصيلة الرمرامية التي تنمو في المناطق الجافة والصحراوية، وطعمها حمضي أو مالح. منها: الإخريط والأشنان (الحرض)، والتليث والحاذ والخذراف والخريزي (خريص)، والدعاع والرغل والرمث والرويثة والروثا والشعران والضمران والطحماء والعثان والعجرم والعنظوان والغضى والعجواء والغذام والفولان (الفليفلة)، والنيتون.

تضم مجموعة الكحليات أنواعًا تنتمي للفصيلة الحمحمية، وأطلقوا عليها كحليات لاحتواء جذورها على مواد صبغية حمراء قانية تشبه مرود المكحلة، ومن نباتاتها: الكحل، والزريقاء، والكحالة، والكحلاء، والكحيلاء، والغبشاء.

وتضم مجموعة الحرف النباتات التي يطلق عليها الفصيلة الصليبية، وطعمها حرف (لاذع) كالفجل، ومنها: الشقاري، والصفاري والغريراء، والنجمة، والحسار، واليهق، والحريشة والأسليح الذي يسبب الإسهال للإبل والأغنام، والخفجيات.

وتضم مجموعة الدهامين النباتات المنتمية إلى الفصيلة الغرنوقية. وسميت دهامين لأن أوراقها داكنة دهماء اللون، ومنها: الدهماء، والقرنوة، والدمغة.

صفحة مخطوطة تصوّر نبات السوسن، فقد كانت جذامير السوسن تستعمل في العطر والطب، وخصوصاً في الأزمنة القديمة. يستعمل اليوم زيت السوسن دواء مسكّنا.

كما صنف العرب نباتاتهم في ضوء ماءاتها (أماكن المياه) التي تسود حولها، ويعكس هذا التصنيف صفات التربة وطبيعة المياه المتوافرة بالقرب منها. من أمثلة ذلك: الغرقدة؛ وهي الماءة التي ينبت حولها شجر الغرقد، والطريفة؛ التي تنمو حولها شجيرات الطرفاء، والثيلة؛ وهي الماءة التي تنبت الثيل، والصنجرة؛ التي ينمو فيها الصنجر، والخذيقة؛ وهي الماءة الملحة التي تنبت حولها أنواع الحموض، والخريزة؛ وهي ملحة أيضًا وينمو فيها الخريزي، والحضافة؛ وهي الماءة التي ينجح فيها النخل.

كما توصل العرب أيضًا إلى نظام للتسمية يشبه ما يعرف الآن بالتسمية الثنائية التي بدأها العالم السويدي كارولوس لينيوس عام (1167هـ/ 1753 م)؛ فقد أطلقوا على كل نبات كلمتين إحداهما تشير إلى صفة من صفات النبات مثل؛ حمض الروثا، والمرار القيصوم، وحمض الخذراف وهكذا. وكان ذلك باعثًا لعلماء النبات في أوروبا على استعارة الاسم العربي بعد تطويعه لقواعد اللغة اللاتينية ليصير مصطلحًا علميًا لهذا النبات أو ذاك، مثل نبات الصلة الشوكي واسمه العلمي Zilla spinosa، ونبات الرتم Retama والحاج Alhagi والقات Catha. كما استعاروا الألفاظ العربية لتدل على اسم النوع في بعض أشجار الأكاسيا Acacia مثل؛ العرفط الذي صار A. orafata، ونباتات أخرى مثل الحرمل Peganum harmala ، والحرجل Solenostelma argel.

نقل العرب مع هذه المصطلحات فنّهم في الزراعة. وعندما أقام عبد الرحمن الأول حديقته النباتية بالقرب من قرطبة، جلب إليها من سوريا ومن بلدان أخرى في آسيا أعز البذور، وغرس أول نخلة في أوروبا، ونقل إليها أول ناعورة (ساقية) لرفع الماء. كما نقل العرب إلى أوروبا أنواعًا مختلفة من النباتات خاصة إلى صقلية والأندلس، فأدخلوا فيها لأول مرة زراعة الزعفران والعنب والأرز والمشمش والبطيخ والورد والياسمين. ومن مصر جُلِب الفول والبصل، ومن الصين جُلب التوت والفجل، ومن الهند الخيار والتوابل، وظلت حدائق الرصافة والزهراء والزاهرة وطليطلة وإشبيليا باقية مدة من الزمن تشهد بعلو همة العرب وبراعتهم في المجال الزراعي، ونبوغهم في تنظيم وسائل الري والصرف وتوزيع المياه.

• العقاقير وعلم النبات

بدأ اهتمام المسلمين بالنبات من الوجهة العلمية في مطلع العصر العباسي مع بداية حركة الترجمة، إذ ترجموا كتب الأقرباذينات والنبات. وكان في طليعة هذه الكتب كتاب ديسقوريدس في النبات، بعنوان «المادة الطبية»، الذي ترجم تحت اسم «الحشائش أو هيولى علاج الطب»، وقام بترجمته إصطفن بن باسيل بأمر من المتوكل، وترك كثيرًا من المصطلحات اللاتينية التي لم يجد أو يعرف لها مقابلاً بالعربية. ولم يستكمل هذا الكتاب إلا في عام (337 هـ/ 948 م)، عندما أهدى قسطنطين السابع إمبراطور الروم في القسطنطينية الخليفة عبد الرحمن الناصر الأندلسي نسخة أخرى من الكتاب باليونانية مزينة بالرسوم، وبعث بالراهب نقولا الذي ترجمه ترجمة دقيقة بمساعدة أطباء محليين يجمعون بين العربية واللاتينية. وبذا استكمل النقص الذي تركه ابن باسيل. وفي مطلع (القرن 11 م)، أضاف الطبيب الأندلسي ابن جلجل موضوعات أغفلها ديسقوريدس، وألحق هذه الإضافة بكتاب ابن باسيل ليكونا بمثابة مؤلف كامل واحد.

يحتوي الكتاب في ترجمته العربية، بعد تنقيح ابن جلجل وتعليقه ومن ثم إضافاته هو، على خمس مقالات: تتناول المقالة الأولى؛ الأدوية والأعشاب ذات الرائحة العطرية، والأفاويه والأدهان والصموغ والأشجار الكبار، وتتناول الثانية؛ الحيوانات والحبوب والبقول والأدوية الحريفة. وتشتمل المقالة الثالثة؛ على ذكر أصول النبات، والنبات الشوكي، والبذور، والصموغ، والحشائش المزهرة. أما المقالتان الرابعة والخامسة؛ فتتناولان الأدوية التي تتخذ من الحشائش الباردة والحشائش الحارة المقيئة والحشائش النافعة من السموم، والأدوية المعدنية وأنواع الأتربة، والكرم وأنواع الأشربة.

مع ارتقاء علم النبات لدى المسلمين، ظهر من بينهم من اشتهر بدقته في البحث والوصف كرشيد الدين الصوري، ومن أضافوا مواد نباتية كثيرة كان يجهلها الإغريق جهلاً تامًا، كما وزودوا الصيدلية بأعشاب لم تكن معروفة من قبل.

إسهامات العلماء العرب والمسلمين في علم النبات

بعد أن رسخت أقدام العلماء العرب والمسلمين في علم النبات طوّروه. وانتقلت أعشاب ونباتات طبية وعطرية لا حصر لها إلى أوروبا من بلاد المشرق. كما استعارت اللغات الأوروبية جملة من المفردات العربية في حقل النبات؛ كالزعفران والكافور. وذكر ليكليرك نحو 80 كلمة، منها: الصندل، والمسك، والمر، والتمر الهندي، والروند، واليانسون.

- **إسهامات ابن وحشية النبطي**

ابن وحشية، النبطي (183هـ - ؟ ، 800م - ؟). هو أحمد بن وحشية، ويكنى بأبي بكر. من أوائل علماء العرب والمسلمين الذين اهتموا بالزراعة والتأليف فيها. ظل كتابه «الفلاحة النبطية» من أعظم المراجع في هذا المجال خلال العصور الإسلامية، حيث تتوفر منه عدة نسخ في المكتبات الكبرى كما في القاهرة والجزائر وبعض مدن أوروبا.

لم يقتصر علم ابن وحشية على مجال الزراعة والنبات فقط، بل له عدة مؤلفات أخرى في الكيمياء والعلوم.

• إســـهامات أبو حنيـــفة الدينـــوري

أحمد بن داود، ويكنى بأبي حنيفة (توفي 281هـ / 894 م)، ويُسمّى أيضًا عبد الله بن علي العشاب. وهو من علماء المسلمين الذين أحبوا الرحلات، حيث زار كثيرًا من بلاد العرب مثل: المدينة المنورة، وبغداد، وفلسطين. عُرف الدينوري بتفوقه في علم النبات؛ حيث أسسه على التجربة والاستنتاج، وقضى حياته في البحث والتأليف والتعليم، ودرس تربة بلاد العرب والطريقة العلمية لزراعة

النباتات المهمة، وهو أول من ألف في (الفلورا) العربية. ألف الدينوري كتابًا في علم النبات، في ستة مجلدات، على هيئة موسوعة مفصّلة بعنوان «كتاب النبات والشجر»، جمع فيه ملاحظاته الشخصية بعد معاينة النباتات في مواطنها، فاقتصر الكتاب على نباتات بلاد العرب والنباتات الأجنبية التي تأقلمت فيها. فكان الدينوري بحق أول المؤلفين العرب في علم النبات. وبالإضافة إلى هذا الكتاب، له عدة مؤلفات في العلوم الأخرى تزيد على العشرين كتابًا.

كما استقصى الدينوري في كتابه كل ما نطقت به العرب من أسماء النبات، وربما عاين أنواعًا منها في مواطنها، ثم وصفها وصفًا دقيقًا، أو ربما اكتفى بسؤال الأعراب عنها، أو بما جاء عنها في كتب اللغة المتقدمة. وعُنِي بإيراد ما قالته العرب من شعر أو نثر في وصف النباتات وأجزائها من؛ أصل وجذع وزهر، أو ثمر أو ورق، ويستشهد بأقوال العرب من صفات النبات واستعمالاته ومواطن نموه. وقد نقل علماء اللغة هذا الكتاب (كلّه: دقه وجلّه) في مصنفاتهم مع اختلاف طفيف في النقل. فعل ذلك ابن دريد في «الجمهرة»، والأزهري في «التهذيب»، والجوهري في «الصحاح»، وابن سيده في «المخصص»، وابن منظور في «لسان العرب»، والفيروزأبادي في «القاموس المحيط». ولا شك أن الدينوري في هذا المصنّف نباتي عربي محض، حتى في مصادره؛ فلا نجد لديه ما لدى المتأخرين من الاعتماد على المصادر الأجنبية، إنما كان اعتماده على المصادر العربية الأصيلة، ثم إنه لم يُعِرْ الجانب الطبي كثيرًا من العناية؛ فهو نباتي ليس إلا، وليس نباتياً طبيباً كابن البيطار وداوود الأنطاكي وابن سينا وغيرهم. ومع أن القصد الأساسي للكتاب لغوي، إلا أنه صار عمدة للأطباء والعشابين كذلك؛ فلا يُجاز عشّاب إلا بعد أن يستوعب هذا الكتاب ويجتاز امتحانًا فيه. ولم يقتصر النقل عنه على كتب اللغة فحسب، بل نُقلت عنه كتب المفردات الطبية، كمفردات الأدوية لابن البيطار. وصف الدينوري مئات النباتات، وصنّف أسماءها مرتبة ترتيبًا معجميًا، وتحدّث عن الأراك والإسحل، والأثاب، والأرطى،

والآس، والأقحوان وغيرها. وقد بدأ كتابه بوصف شامل لأنواع التربة في بلاد العرب، وتركيبها ومناخها، وتوزيع مائها، والشروط الضرورية لنمو النباتات فيها.

- **إســـهامات ابن البصّـــال**

محمد بن إبراهيم، عاش في (القرن الخامس الهجري/ الحادي عشر الميلادي). من كبار علماء العرب والمسلمين في الزراعة والفلاحة، اشتهر بمنهجه الذي يستند إلى المشاهدة الشخصية للنبات، بعدما جمع الكثير من المعلومات عن النباتات من المغرب والمشرق، وهذا ما ظهر جليًّا في كتابه الشهير «ديوان الفلاحة».

وقد اعتمد العالم الكبير ابن العوام على كتاب ابن البصال، لأهميته في العلوم الزراعية.

• إسهامات ابن سينا

من العلماء الذين تناولوا العقاقير المتخذة من النبات ابن سينا. وقد انتهج في ذكر النباتات نهجًا خاصًا؛ فكان يذكر الماهية، وفيها يصف النبات وصفًا دقيقًا، ثم يقارنه بنظائره، ويورد صفاته الأساسية من؛ أصل أو جذر أو زهر أو ثمر أو ورق، ويذكر من نقل عنهم ممن تقدمه من العلماء من أمثال ديسقوريديس أو جالينوس. ثم يذكر بعد ذلك؛ الاختبار، فالطبع، فالخواص. وقد استقصى ابن سينا عددًا كبيرًا من النباتات الطبية المألوفة على عهده، وأورد مجموعات متباينة من هذه النباتات؛ الشجرية والعشبية والزهرية والفطرية والطحلبية. كما ذكر الأجناس المختلفة من النبات والأنواع المختلفة من الجنس الواحد، وأورد المتشابه والمختلف، ومواطن كل منها، ونوع التربة التي ينمو فيها. ووصف ألوان الأزهار والثمار يابسها وغضها، والأوراق العريضة والضيقة؛ كاملة الحافة أو مشرفتها، وفرّق بين الطبي البستاني منها، والطبي البري.

كما أشار إلى اختلاف رائحة النباتات الطبية ومذاقها، وبذا يكون قد ألمح إلى التشخيص الكيميائي النباتي عن طريق اختبار العصارة. واعتمد في وصف النبات الذي تستخلص منه العقاقير على مصدرين: الأول الطبيعة؛ حيث كان يصف النبات غضًا طريًا، ويذكر طوله وسمكه، وورقه وزهره وثمره. والثاني مبيعات العطارين؛ من أخشاب، أو قشور، أو ثمار، أو أزهار. وكتب عن؛ الثمار والأشواك، والنبات الساحلي، والسبخي، والرملي، والمائي، والجبلي، وعن تطعيم النبات بمختلف وسائله، والنباتات الدائمة الخضرة وغيرها.

• إســـهامات الإدريســـي

كتب الشريف الإدريسي (توفي 560 هـ/1165 م) في النبات كتابًا سمّاه «الجامع لصفات أشتات النبات». وهذا الكتاب وضعه في مصاف علماء النبات، بالإضافة إلى مكانته في الجغرافيا والصيدلة وبقية العلوم؛ لذا عرف بين زملائه بالعشّاب. أورد الإدريسي أسماء النباتات على هيئة معجم متعدد اللغات؛ فقد كان يذكر اسم النبات بالعربية والسريانية واليونانية والفارسية والهندية واللاتينية والبربرية، مع تعريف وشرح لها، وذكر منافع كل منها، وما يستخرج منه من صموغ وزيوت، وما يستفاد من أصوله وقشوره في التداوي. ويعترف الإدريسي (شأن كل من سبقه أو أتى بعده من العلماء المسلمين)، أنه استفاد من مؤلفات علماء سبقوه؛ كالكندي، وابن جلجل، وديسقوريدس، وابن وحشية وغيرهم. وينقسم هذا الكتاب إلى جزأين؛ يبتدئ الأول من حرف الألف إلى حرف الزاي، والثاني من الحاء إلى النهاية، وجمع في كلا الجزأين 610 نبتة. ومع استفادته من كتاب ديسقوريدس، إلا أنه كان يسجل ما أغفله من أدوية عديدة، ويحاول أن يجد مبررًا لهذه الغفلة بقوله: «إما أنه لم يبلغه علمها، أو لم يسمع عنها، أو كان ذلك ضناً من يونان أو تعمدًا، أو لأن أكثرها ليست في بلده». وأورد ما أغفله ديسقوريدس بالعربية وبأسمائها اللاتينية.

• إســـهامات ابن العـــــــوام

أبو زكريا يحيى بن محمد الإشبيلي (توفي 580هـ/ 1185م)، المشهور بابن العوام. نشأ في إشبيليا، ولا يعرف من مؤلفاته إلا كتاب واحد هو «الفلاحة». وكان أساسه الجمع بين التبحّر العلمي في الكتب الإغريقية والعربية، بالإضافة إلى المعارف العملية العميقة التي استقاها من التجارب المباشرة. لقد طبّق ابن العوام معارف العراق واليونان والرومان وأهل إفريقيا على بلاد الأندلس، ونجح

في تطبيقاته التي انتفع بها عرب الأندلس والأوروبيون فيما بعد. يشتمل كتاب «الفلاحة» على خمسة وثلاثين بابًا؛ تهتم بالأراضي وما يتعلق بها، والزراعة وما إليها، وتربية الماشية.

تُرجم كتاب «الفلاحة» لابن العوام إلى اللغات الإسبانية والفرنسية والإيطالية، لضرورته لطلاب جامعاتها.

• إسهامات الصوري

كان رشيد الدين أبو المنصور بن علي الصوري (توفي 639 هـ/1241 م)، أبرز علماء عصره في معرفة الأدوية المفردة وماهيتها، واختلاف أسمائها، وتحقيق خواصها وتأثيراتها. وله مصنّفات عديدة منها: «كتاب الأدوية المفردة»؛ و«كتاب النبات». وشرع في إعداد كتاب مصوّر بالألوان للنبات في عهد الملك المعظم عيسى بن أبي بكر (ت 625هـ/ 1228 م) وسمّاه باسمه، واستقصى فيه ذكر الأدوية المفردة، وأدوية أخرى لم يقف عليها المتقدمون. وأكثر ما اشتهر به التدقيق والبحث والمعاينة الميدانية. فقد كان يستصحب مصورًا ومعه الأصباغ

والليق على اختلافها وتنوعها، ويتوجه إلى المواضع التي بها النبات، مثل جبل لبنان وغيره، فيشاهد النبات ويحققه، ثم يريه للمصور، فيعتبر لونه ومقدار ورقه وأعضائه وأصوله، ويقوم المصور برسم ما شاهده مجتهدًا في محاكاتها. بل إنه ذهب شوطًا أبعد من ذلك بأن يطلع المصور على النبات خلال مراحل تطوره؛ مرة إبان نباته وطراوته فيصوره، ثم وقت كماله وظهور بذوره فيصوره، ثم وقت نضجه ويبسه فيصوره. لكي يتمكن القارئ من تتبع مراحل تطوره بالاستعانة بالصور الملونة.

- **إســـهامات ابن البيطـــار**

هو عبد الله بن أحمد المالقي، ضياء الدين أبو محمد، (توفي 646 هـ/ 1248 م)، والمعروف بابن البيطار، ويلقب بالعشّاب. عالم نبات وصيدلي عربي معروف.

تتلمذ على أستاذ النبات الكبير المعروف بابن الرومية مؤلف كتاب «الرحلة». فاق ابن البيطار أستاذه وأصبح عَلمًا من أعلام النبات، سافر إلى بلاد اليونان والرومان ومعظم بلاد العالم الإسلامي. كان يدرس النباتات في مختلف بيئاتها، وكانت عقليته تميل إلى التجربة، وتؤمن بالمشاهدة والملاحظة والاستنباط.

استطاع ابن البيطار أن يخرج من دراسته للنباتات والأعشاب بمستحضرات ومركبات وعقاقير طبية تُعدّ ذخيرة للصيدلة. كان لابن البيطار اهتمامات أخرى في مجالي الحيوانات والمعادن استغلها لاستخراج بعض الأدوية. من هنا طغت سمعته الواسعة على جميع الصيادلة في القرون الوسطى. ألف ابن البيطار كتبًا كثيرةً، من أشهرها: «الجامع في الأدوية المفردة» الذي ترجم إلى عدة لغات؛ كاللاتينية والفرنسية والألمانية، و«المغني في الأدوية»، و«الأقرباذين»، و«ميزان الطبيب».

كان ابن البيطار رائد عصره في معرفة النبات وتحقيقه واختباره والمواضع التي ينبت فيها. وكان يجمعها ويبحث فيها ويحقق في خواصها ومفعولها. ونظرًا لتمكنه من علمه في الأدوية التي تُتخذ من الأعشاب، عيَّنه الملك الكامل رئيسًا للعشابين.

أورد ابن البيطار في كتابه «الجامع لمفردات الأدوية والأغذية» ما لا يقل عن 1400 عقار، ما بين نباتي وحيواني ومعدني، من بينها 300 عقار جديد لم يسبقه إليها أحد. وقد بيَّن فوائدها الطبية وكيفية استخدامها غذاءً ودواءً.

علم النبات في عصر النهضة

بشر عصر النهضة في أوروبا (بين القرنين الرابع عشر والسابع عشر)، بإحياء علمي ظهر خلاله علم النبات تدريجيًا من التاريخ الطبيعي، كعلم مستقل متميز عن الطب والزراعة. جرى استبدال الأعشاب بالنباتات: الكتب التي تصف النباتات المحلية في المناطق المحلية.

حفز اختراع المجهر دراسة تشريح النبات، وأمكن إجراء التجارب الأولى المصممة بعناية في فسيولوجيا (وظائف أعضاء) النبات. مع توسع التجارة والاستكشاف خارج أوروبا. تعرضت العديد من المصانع الجديدة التي يجري اكتشافها لعملية صارمة بشكل متزايد من التسمية والوصف والتصنيف.

في العصور الوسطى الأوروبية في (القرنين الخامس عشر والسادس عشر)، كانت حياة المواطنين الأوروبيين تتمحور حول الزراعة، ولكن عندما وصلت الطباعة المتحركة وذات الرسوم التوضيحية الخشبية، لم ينشر أطروحات عن الزراعة فحسب، ولكن قوائم النباتات الطبية مع أوصاف ممتلكاتها أو منافعها. أظهرت هذه الكتب النباتية الأولى، المعروفة باسم الأعشاب، أن علم النبات لازال جزءًا من الطب، كما كان في معظم التاريخ القديم. [Morton, 1981]

غالبًا ما كان مؤلفو الأعشاب أمناء حدائق الجامعة، وكانت معظم الأعشاب عبارة عن مجموعات مشتقة من النصوص الكلاسيكية، وخاصة De Materia Medica. ومع ذلك، فإن الحاجة إلى أوصاف نباتية دقيقة ومفصلة تعني أن بعض الأعشاب كانت نباتية أكثر من كونها طبية. احتوى كتاب الألماني أوتو برونفيلس (1464–1534) «Herbarum Vivae Icones» على أوصاف لنحو 47 نوعًا جديدًا في العلم، مصحوبة برسوم إيضاحية دقيقة. كما وصف مواطنه هيرونيموس بوك (1498–1554م) «Kreutterbuch» عام (1539 م) النباتات التي

وجدها في الغابات والحقول القريبة، وقد جرى توضيحها في طبعة (1546م). ومع ذلك، كان فاليريوس كوردوس (1515–1544م)، هو الرائد في الوصف النباتي الرسمي الذي يفصل كل من الزهور والفواكه، وفي وصف بعض التشريح؛ بما في ذلك عدد الغرف في المبيض ونوع مشيمة البويضات. كما أبدى ملاحظاته على حبوب اللقاح، وميز بين أنواع الإزهار. [Reed, 1942] نُشر كتابه «تاريخ النبات» المكون من خمسة مجلدات، بعد نحو 18 عامًا من وفاته المبكرة عن عمر يناهز 29 عامًا، بين عامي (1561–1563 م).

في هولندا، قام رمبرت دودوينس (1517–1585)، في كتابه «Stirpium Historiae,1583»، بوضع أوصافًا للعديد من الأنواع الجديدة من نباتات هولندا في ترتيب علمي.

وفي إنجلترا، قام وليم تورنر William Turner (1515–1568) في كتابه «Libellus De Re Herbaria Novus,1538»، بنشر الأسماء والأوصاف والمواقع للعديد من النباتات البريطانية الأصيلة. [Arber, 1986]

حتى (القرن السابع عشر)، كان علم النبات والطب متشابهين، لكن بعد ذلك تم حذف المعرفة النباتية من تلك الكتب التي تركز على الجوانب الطبية، لتصبح دستور الأدوية الحديث في النهاية، في حين صارت تلك التي حذفت الدواء أكثر نباتية وتطورت إلى مجموعات أوصاف نباتية حديثة نسميها بالفلورات. غالبًا ما كانت مدعومةً بالعينات المودعة في معشبة؛ كانت عبارة عن مجموعة من النباتات المجففة التي تتحقق من أوصاف النبات الواردة في الفلورات. كان الانتقال من الأعشاب إلى فلورا بمثابة الفصل النهائي بين علم النبات والطب. [Arber, 1986]

لقد جدد إحياء التعلم خلال عصر النهضة الأوروبية الاهتمام بالنباتات. وأصبحت الكنيسة والأرستقراطية الإقطاعية، وطبقة التجار المؤثرة بشكل متزايد، والتي دعمت العلوم والفنون، تتزاحم حاليًا في عالم تتزايد فيه التجارة.

أعادت رحلات الاستكشاف البحرية الثروات النباتية إلى الحدائق النباتية الكبيرة؛ العامة منها والخاصة، والتي أمكن إنشاؤها حديثًا، وقدمت للسكان المتحمسين المحاصيل الجديدة، والأدوية والتوابل من آسيا وجزر الهند الشرقية والعالم الجديد.

زيادة عدد المنشورات العلمية في إنجلترا، على سبيل المثال، سهلت للمجتمعات العلمية؛ كالجمعية الملكية، التي تأسست عام (1660م)، وجمعية لينيان التي تأسست عام (1788م)، التواصل العلمي والأسباب العلمية. وكان هناك أيضًا دعمٌ وأنشطةٌ من المؤسسات النباتية مثل؛ Jardin du Roi في باريس، و Chelsea Physic Garden، و Royal Botanic Gardens Kew، وحدائق أكسفورد وكامبريدج النباتية، بالإضافة إلى تأثير الحدائق الخاصة المشهورة، وحضانة رجال الأعمال الأثرياء. [Henrey, 1975]

بحلول أوائل (القرن السابع عشر)، ارتفع عدد النباتات الموصوفة في أوروبا إلى نحو 6000. [Morton, 1981]

اقترنت القيم التنويرية للعقل والعلم في (القرن الثامن عشر)، برحلات جديدة إلى الأراضي البعيدة، لتحرض على مرحلة أخرى من التعرف على النبات الموسوعي والتسمية والوصف والتوضيح، ربما في أفضل حالاتها في هذه الفترة من التاريخ. [Buck, 2017] & [Jacobson, 2014]

زينت الثروات النباتية من الأراضي البعيدة حدائق الأثرياء والأغنياء في أوروبا في فترة من الحماس للتاريخ الطبيعي، وخاصة علم النبات (وهو الاهتمام الذي يشار إليه أحيانًا باسم «النباتات») والذي لا يحتمل أن يتكرر أبدًا. [Williams, 2001]

غالبًا ما كانت هذه الواردات النباتية الجديدة الغريبة (تأتي بشكل أساسي من تركيا)، عندما ظهرت لأول مرة مطبوعة باللغة الإنجليزية، تفتقر إلى الأسماء الشائعة في اللغة. [Jacobson, 2014]

خلال (القرن الثامن عشر)، كان علم النبات أحد العلوم القليلة التي تعتبر مناسبة للنساء المتعلمات الأنيقات. نحو عام (1760 م)، مع تعميم نظام لينيوس، أصبح علم النبات أكثر انتشارًا بين النساء المتعلمات اللائي؛ رسمن النباتات، وحضرن دروسًا حول تصنيفها، وجمعن عينات الأعشاب، على الرغم من التركيز على الخصائص العلاجية للنباتات بدلًا من تكاثر النباتات.

بدأت النساء في النشر عن مواضيع نباتية، وظهرت كتب الأطفال عن علم النبات من قبل مؤلفين مثل؛ شارلوت تورنر سميث. جادلت السلطات الثقافية بأن التعليم من خلال علم النبات خلق مواطنين مدركين ثقافيًا وعلميًا، وهو جزء من الاتجاه نحو «التحسين» الذي ميز عصر التنوير. مع ذلك، وفي أوائل (القرن التاسع عشر)، ورغم الاعتراف بعلم النبات كعلم رسمي، جرى استبعاد النساء مرة أخرى من هذا التخصص. [Shteir, 1996]

مقارنةً بالعلوم الأخرى، كان عدد الباحثات أو جامعات الأعمال أو الرسامين في علم النبات مرتفعًا دائمًا بشكل ملحوظ.

لطالما ارتبطت الحدائق العامة والخاصة ارتباطًا وثيقًا بالتكشف التاريخي لعلوم النبات. كانت الحدائق النباتية المبكرة عبارة عن حدائق طبيعية، ومستودعات للنباتات الطبية الموصوفة في الأعشاب. [Spencer & Cross, 2017]

نظرًا لأنها كانت مرتبطة بشكل عام بالجامعات أو المؤسسات الأكاديمية الأخرى، فقد جرى استخدام النباتات أيضًا للدراسة. كان مديرو هذه الحدائق

أطبـاء بارزيـن لهـم دور تعليمـي بصفـة «بسـتانيين علميـين»، وكان موظفـو هـذه المؤسسـات هـم مـن أنتـج العديـد مـن الأعشـاب المنشـورة.

أمكن إنشاء الحدائق النباتية ذات التقليد الحديث في شمال إيطاليا، وكان أولها في بيزا عام (1544م)، التي أسسها لوكا غيني (1490–1556م) L. Ghini.

مع كونه جزءًا من كلية الطب، فقد جرى إنشاء أول كرسي للمواد الطبية، وهو في الأساس كرسي في علم النبات، في بادوفا في (عام 1533م). ثم في (عام 1534 م)، أصبح غيني قارئًا في المواد الطبية بجامعة بولونيا. وهناك أنشأ أوليس ألدروفاندي Ulisse Aldrovandi حديقة مماثلة في (عام 1568م). [Conan, 2005]

كانـت تسـمى مجموعـات العينـات المضغوطـة والمجففـة Hortus siccus (أي حديقـة النباتـات الجافـة)، ويُنسـب إلـى غينـي أول تراكـم للنباتـات بهـذه الطريقـة (بمـا في ذلـك اسـتخدام مكبـس النبـات). [Sachs, 1890]

تضـم المبانـي المسـماة المعشـبة Herbaria هـذه العينـات المعرفـة علـى بطاقـة مثبتـة مـع تسـميات وصفيـة. يتـم حفظهـا في خزائـن بترتيـب منتظـم، ويمكـن خزنهـا إلـى الأبـد ونقلهـا بسـهولة، أو تبادلهـا مـع المؤسسـات الأخـرى، وهـو إجـراء تصنيفـي لا يـزال مسـتخدمًا إلـى اليـوم.

علم النبات في العصر الحديث

لقد ساعدت التكنولوجيا العلمية المتطورة بشكل تدريجي، في تطوير الفروع النباتية المعاصرة في علوم النبات، بدءًا من المجالات التطبيقية لعلم النبات الاقتصادي (لا سيما الزراعة والبستنة والغابات)، إلى الفحص التفصيلي لبنية ووظيفة النباتات وتفاعلها مع البيئة، إلى العديد من المقاييس ذات الأهمية العالمية الواسعة النطاق للنباتات والمجتمعات النباتية (الجغرافيا الحيوية والبيئة)، إلى النطاق الصغير من الموضوعات مثل؛ نظرية الخلية والبيولوجيا الجزيئية، والكيمياء الحيوية النباتية.

بحلول (القرن الثامن عشر)، تم تحويل الحدائق الفيزيائية إلى «أسِرّة ترتيب» والتي أظهرت أنظمة التصنيف التي كان يبتكرها علماء النبات في ذلك الوقت، ولكن كان عليهم أيضًا استيعاب النباتات الغريبة والجميلة والجديدة التي تتدفق من رحلات الاستكشافات المرتبطة بالتوسع الاستعماري الأوروبي.

ترتبط أنظمة تصنيف النباتات في (القرنين السابع عشر والثامن عشر) بالنباتات بعضها ببعض، وليس بالإنسان، مما يشير إلى العودة إلى علم النبات غير البشري الذي روج له ثيوفراستوس قبل (1500 عام). في إنكلترا، كانت كتب الأعشاب المختلفة، لاتينية كانت أو إنجليزية، عبارة عن مجموعات وترجمات لأعمال أوروبية ذات صلة محدودة بالجزر البريطانية، وشمل هذا العمل غير الموثوق به إلى حد ما لجيرارد (1597م). [Gerard, 1597]

كانت أول محاولة منهجية لجمع المعلومات عن النباتات البريطانية هي محاولة توماس جونسون عام (1629 م)، الذي أصدر لاحقًا مراجعته الخاصة لعمل جيرارد (1633-1636).

ومع ذلك، لم يكن جونسون أول طبيب ينظم حملات نباتية لتنظيم النباتات المحلية. في إيطاليا، نظم أوليس ألدروفاندي (1522-1605) Ulisse Aldrovandi رحلة استكشافية إلى جبال سيبيلين Sibylline في أومبريا عام (1557 م)، وقام بتجميع فلورا محلية. ثم بدأ في نشر النتائج التي توصل إليها بين الباحثين الأوروبيين الآخرين، وشكل شبكة مبكرة من تبادل المعرفة «molti amici in molti luoghi» (العديد من الأصدقاء في العديد من الأماكن)، بما في ذلك شارل دي ليكولس 1609 – 1526) (Charles de l'Écluse (Clusius) في مونبلييه، وجان دي برانسيون في مالينز. بدأوا فيما بينهم في تطوير أسماء لاتينية للنباتات، بالإضافة إلى أسمائها الشائعة. [Pavord, 2005]

غالبًا ما ارتبط تبادل المعلومات والعينات بين العلماء بتأسيس الحدائق النباتية، ولهذا الغرض أسس ألدروفاندي واحدة من أقدم الجامعات في بولونيا، أورتو بوتانيكو دي بولونيا في عام (1568 م). [Conan, 2005]

في فرنسا، سافر كلوسيوس إلى معظم أنحاء أوروبا الغربية، وقام باكتشافات في مملكة الخضار على طول الطريق. قام بتجميع فلورا من إسبانيا (1576م)، والنمسا والمجر (1583م). كان أول من اقترح تقسيم النباتات إلى فئات. [Helmsley & Poole, 2004]

في غضون ذلك، وفي سويسرا، ابتداءً من عام (1554 م)، قام كونراد جيسنر (1516–1565 م)، باستكشافات منتظمة لجبال الألب السويسرية من موطنه الأصلي زيورخ، واكتشف العديد من النباتات الجديدة. اقترح مجموعات أو أجناس من النباتات. قال: «إن كل جنس يتألف من العديد من الأنواع، وأن هذه الأنواع جرى تعريفها من خلال الزهور والفواكه المتشابهة». وضع مبدأ التنظيم هذا ليكون الأساس لعلماء النبات في المستقبل. كتب كتابه المهم «تاريخ النبات» قبل وفاته بوقت قصير. في مالينز، وفي فلاندرز، أسس وحافظ على حدائق جان دي برانسيون النباتية، بين عامي (1568 و1573م)، وواجه الزنبق لأول مرة. [Willes, 2011]

أدى هذا النهج إلى جانب نظام لينيوس الجديد للتسميات الثنائية، إلى إنشاء موسوعات نباتية بدون معلومات طبية تسمى فلورات Floras، والتي وَصفت بدقة النباتات التي تنمو في مناطق معينة. [Arber, 1986]

شهد (القرن السابع عشر) أيضًا بداية علم النبات التجريبي، وتطبيق منهج علمي صارم، في حين أطلقت التحسينات في المجهر نظامًا جديدًا لتشريح النبات والذي استمرت أساساته التي وضعتها الملاحظات الدقيقة للإنجليزي نحميا غرو والإيطالي مارسيلو مالبيغي، لمدة طويلة، بلغت 150 سنة. [Morton, 1981]

جرى فتح المزيد من الأراضي الجديدة أمام القوى الاستعمارية الأوروبية، وعادت الثروات النباتية إلى علماء النبات الأوروبيين لوصفها. كان هذا عصرًا رومانسيًا من مستكشفي النبات وصيادي النباتات الجريئين وعلماء نباتات البستنة. جاءت مجموعات نباتية مهمة من: جزر الهند الغربية (هانز سلون (1660–1753م))؛ ومن الصين (جيمس كننغهام)؛ ومن جزر التوابل في جزر الهند الشرقية (مولوكاس، جورج رومفيوس (1627–1702م))؛ ومن الصين وموزمبيق (جواو دي لوريرو (1717–1791م))؛ ومن غرب إفريقيا (ميشيل أدانسون (1727–1806م))؛ الذي ابتكر مخطط التصنيف الخاص به، ووضع نظرية بدائية عن قابلية الأنواع للتغير. ومن كندا، وهبريدس، وأيسلندا، ونيوزيلندا، (جوزيف بانكس) عالم النبات الرئيس للكابتن جيمس كوك (1743 – 1820 م). [Reed, 1942]

بحلول (منتصف القرن الثامن عشر)، تراكمت الثروة النباتية الناتجة عن عصر الاستكشاف في الحدائق والمعشبات، وكان لابد من فهرستها بشكل منهجي. كانت هذه مهمة علماء تصنيف النباتات.

درس الطبيب الإيطالي أندريا كيسالبينو (1519-1603م) A. Caesalpino الطب، ودرّس علم النبات في جامعة بيزا لمدة 40 عامًا تقريبًا، ليصبح مديرًا للحديقة النباتية في بيزا من عام (1554 – 1558م). المعشبة الخاصة به المكونة من 768 عينة مركبة لا تزال باقية.

اقترح كيسالبينو فئات تعتمد إلى حد كبير على الهيكل التفصيلي للزهور والفاكهة؛ كما قام بتطبيق مفهوم الجنس. [Meyer, 1854–57]

كان كيسالبينو أول من حاول استنباط مبادئ التصنيف الطبيعي التي تعكس أوجه التشابه الشاملة بين النباتات، وأنشأ مخططًا للتصنيف كان سابقا لأوانه.

أنتج غاسبار بوهين (1560–1624 م) منشورين مؤثرين هما: (Prodromus Theatrici Botanici ,1620) و (Pinax ,1623). جلب هذا النظام 6000 نوع موصوف حاليًا، وفي الأخير استخدمت التسمية الثنائية والمرادفات التي ربما أثرت على تفكير لينيوس. كما أصر على أن التصنيف يجب أن يعتمد على الصلات الطبيعية. [Morton, 1981]

لزيادة دقة الوصف والتصنيف، جمع يواكيم يونغ (1587–1657م) المصطلحات النباتية التي تشتد الحاجة إليها والتي صمدت أمام اختبار الزمن.

وبنى عالم النبات الإنجليزي جون راي (1623–1705 م)، على عمل يونغ لتأسيس نظام التصنيف الأكثر تفصيلاً وبصيرة في ذلك الوقت. [Reed, 1942]

بدأت ملاحظاته بالنباتات المحلية في كامبريدج حيث كان يعيش، وقد أودعها في كتابه «Catalogus Stirpium/ Cantabrigiam Nascentium»، عام (1860م)، الذي توسّع لاحقًا إلى «Synopsis Methodica Stirpium Britannicarum»، وهو في الأساس أول فلورا بريطانية. على الرغم من أن كتابه «تاريخ النبات، 1682، 1688، 1704»، قدم خطوة نحو عالم فلورا، حيث اشتمل على المزيد والمزيد من النباتات من رحلاته، أولًا في القارة الأوروبية ثم بعد ذلك في أماكن أخرى.

قام جون راي بتوسيع نظام كيسالبينو الطبيعي بتعريف أكثر دقة لمستويات التصنيف الأعلى، واستنباط العديد من العائلات الحديثة في هذه العملية، وأكد أن جميع أجزاء النباتات كانت مهمة في التصنيف.

لقد أدرك أن الاختلاف ينشأ من؛ الأسباب البيئية الداخلية (الجينية) والخارجية (المظهرية)، وأن الأول فقط كان ذا أهمية تصنيفية. كان أيضًا من بين أول علماء وظائف الأعضاء التجريبيين. يمكن اعتبار «تاريخ النبات» أول كتاب تأليف نباتي، وكتاب مدرسي لعلم النبات الحديث. ووفقًا لمؤرخ علم النبات آلان مورتون، فإن جون راي «أثر في كل من نظرية وممارسة علم النبات بشكل أكثر حسمًا من أي شخص آخر في النصف الأخير من (القرن السابع عشر)». [Morton, 1981]

جرى توسيع نظام عائلة راي لاحقًا من قبل بيير ماغنول (1638–1715 م) وجوزيف دي تورنفورت (1656–1708 م)، وهو أحد طلاب ماغنول، وقد اشتهر ببعثاته النباتية، وتأكيده على الشخصيات الزهرية في التصنيف، ولإحيائه فكرة الجنس كوحدة التصنيف الأساسية. [Woodland,1991]

بعد كل ذلك، كان السويدي كارل لينيوس (1707–1778 م)، هو من سهل مهمة فهرسة النباتات. تبنى نظام التصنيف الجنسي باستخدام الأسدية والمدقات كسمات مهمة. من بين أهم منشوراته «النظام الطبيعي»، (1735 م)، و«علم النبات العام» (1737)، و«فلسفة علم النبات» (1751)، ولكن في كتابه «أنواع النبات» (1753)، أعطى كل الأنواع تسمية ثنائية، مما مهد الطريق للطريقة المقبولة مستقبلًا لتحديد أسماء جميع الكائنات الحية. سيطر فكر وكتب لينيوس على عالم التصنيف لما يقرب من قرن. [Stafleu, 1971]

جرى تطوير نظامه الجنسي فيما بعد من قبل برنارد دي جوسيو (1699–1777 م)، الذي قام ابن أخيه أنطوان لوران دي جوسيو (1748–1836م) بتوسيعه مرة أخرى ليشمل نحو 100 طلب (العائلات الحالية). [Reed, 1942]

أكد الفرنسي ميشيل أدانسون (1727- 1806) M. Adanson م، في كتابه «عائلات النباتات» (1763، 1764)، بصرف النظر عن توسيع النظام الحالي

لأسماء العائلة، على أن التصنيف الطبيعي يجب أن يعتمد على اعتبار جميع الشخصيات، على الرغم من أن هذا التصنيف قد أتى لاحقًا، وأعطي تركيزًا مختلفًا وفقًا لقيمتها التشخيصية لمجموعة نباتية معينة، وقد جرى اتباع طريقة أدانسون، في جوهرها، حتى يومنا هذا. [Morton, 1981]

أورث تصنيف النباتات في (القرنين الثامن عشر والتاسع عشر)، تسمية ثنائية دقيقة ومصطلحات نباتية، ونظام تصنيف قائم على الصلات الطبيعية، وفكرة واضحة عن رتب العائلة والجنس والأنواع، على الرغم من بقاء التصنيف الذي سيوضع ضمن هذه الرتب، كما هو الحال دائمًا، موضوع البحث التصنيفي.

في النصف الأول من (القرن الثامن عشر)، بدأ علم النبات في الانتقال من العلوم الوصفية إلى العلوم التجريبية. ورغم اختراع المجهر في عام (1590 م)، إلا أنه في أواخر (القرن السابع عشر) فقط، تقدم وضع العدسة الدقيق بما يسمح بتحقيق الاكتشافات الكبرى.

أنتوني فان ليفينهوك هو مثال بارز لوضع العدسة المكبرة التي حققت دقة ملحوظة باستخدام المجاهر أحادية العدسة. كما أمكن إجراء ملاحظات بيولوجية عامة ومهمة بواسطة روبرت هوك (1635 - 1703 م)، ولكن أسس تشريح النبات لم توضع إلا من قبل: الإيطالي مارسيلو مالبيغي (1628– 1694م) من جامعة بولونيا، في كتابه «تشريح النبات» (1675)، والإنجليزي نيهماهيا غرو Nehemiah Grew 1628–1711 في كتابه «تشريح النباتات» (1671 م)، و«تشريح النباتات» (1682 م).

استكشف علماء النبات هؤلاء ما يسمى حاليًا علم التشريح والتشكل التطوري من خلال المراقبة الدقيقة، ووصف ورسم الانتقال التطوري من البذور إلى النبات الناضج، وتسجيل الساق والخشب. [Reed, 1942]

تميز افتتاح (القرن التاسع عشر) بزيادة الاهتمام بالعلاقة بين المناخ وتوزيع

النباتات. درس كارل ويلدنو Carl Willdenow 1765–1812 العلاقة بين نثر البذور وتوزيعها، وطبيعة الجمعيات النباتية وتأثير التاريخ الجيولوجي. كما لاحظ أوجه التشابه بين فلورا أمريكا الشمالية وآسيا الشمالية، وكيب وأستراليا، واستكشف أفكار «مركز التنوع» و «مركز المنشأ».

نشر الألماني ألكسندر فون همبولت (1769 – 1859م) والفرنسي إيم بونبلاند (1773– 1858م) عملًا ضخمًا، عظيم الأثر، يتألف من 30 مجلدًا في رحلاتهم. لاحظ روبرت براون (1773–1852م) أوجه التشابه بين نباتات جنوب إفريقيا وأستراليا والهند، في حين استكشف يواكيم شو (1789 - 1852م) بشكل أعمق من أي شخص آخر، أثره على توزيع درجة حرارة النبات وعوامل التربة، وخاصة مياه التربة والضوء، وهو العمل الذي استمر من قبل ألفونس دي كاندول (1806–1893 م). [Morton, 1981]

دفع جوزيف هوكر (1817–1911م) حدود دراسات الأزهار من خلال عمله في القارة القطبية الجنوبية والهند والشرق الأوسط مع اهتمام خاص بالتوطن. قام أوغست غريسباخ August Grisebach 1814–1879 في عمله «Die Vegetation der Erde ,1872» بفحص علم النبات فيما يتعلق بالمناخ، وفي أمريكا كانت الدراسات الجغرافية رائدة من قبل آسا غراي (1810–1888) Asa Gray.

في أواخر (القرن التاسع عشر)، ظهرت الجغرافيا الفسيولوجية للنباتات، أو علم البيئة من الجغرافيا الحيوية للزهور، حيث حظيت التأثيرات البيئية على النباتات باعتراف أكبر. قام البروفيسور الدنماركي يوجينيوس وارمنغ (1841 – 1924 م)، بتجميع العمل المبكر في هذا المجال في كتابه «Plantesamfund إيكولوجيا النباتات»، والذي جرى أخذه عمومًا للإشارة إلى بداية علم البيئة الحديثة، بما في ذلك الأفكار الجديدة حول المجتمعات النباتية وتكيفها وتأثيراتها البيئية.

لقد نشأ علم النبات في (القرن العشرين) من الأسس الصلبة التي أرساها اتساع الرؤية والملاحظات التجريبية التفصيلية في (القرن التاسع عشر). كانت القوة البحثية المتزايدة بشكل كبير تعمل حاليًا على توسيع آفاق المعرفة النباتية بسرعة كبيرة، على جميع مستويات تنظيم النبات من الجزيئات إلى البيئة النباتية العالمية.

كان هناك وعي بوحدة التركيب والوظيفة البيولوجية على المستويات الخلوية والكيميائية الحيوية للتنظيم. ارتبط التقدم النباتي ارتباطًا وثيقًا والتقدم في الفيزياء والكيمياء، وأعظم التطورات في (القرن العشرين)، فيما يتعلق بشكل أساسي باختراق التنظيم الجزيئي. ومع ذلك، على مستوى المجتمعات النباتية، سيستغرق الأمر حتى منتصف القرن لتوحيد العمل في علم البيئة وعلم الوراثة السكانية. بحلول عام (1910 م)، جرى استخدام التجارب باستخدام النظائر لتوضيح المسارات الكيميائية الحيوية للنبات، ولفتح خط البحث المؤدي إلى تكنولوجيا الجينات. على مستوى أكثر عملية، صار تمويل الأبحاث متاحًا حاليًا من قبل مشاريع الزراعة والصناعة. [Morton, 1981]

في عام (1903 م)، أمكن فصل الكلوروفيل A و B بواسطة كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة، ثم خلال (عشرينات وثلاثينات القرن العشرين)، بدأ علماء الكيمياء الحيوية، ولا سيما هانز كريبس (1900–1981م)، وكارل (1896–1984م)، وجيرتي كوري (1896–1957م)، في تتبع الجزء المركزي في المسارات الأيضية للحياة.

بين (ثلاثينات وخمسينات القرن الماضي)، أمكن تحديد أن ATP، الموجود في الميتوكوندريا، كان مصدر الطاقة الكيميائية الخلوية، وجرى الكشف تدريجيًا عن التفاعلات المكونة لعملية التمثيل الضوئي. ثم في عام (1944 م) استخرج الحمض النووي لأول مرة.

إلى جانب هذه الاكتشافات، كان هناك اكتشاف هرمونات نباتية أو «مواد نمو»، ولا سيما؛ الأكسينات (1934م)، والجبريلينات (1934م)، والسيتوكينينات (1964م)، وتأثيرات الاستيقاظ الضوئي، والتحكم في عمليات الإنبات وخاصة الإزهار. [Morton, 1981]

بعد إنشاء قوانين مندل، أمكن تأكيد نظرية الكروموسوم الجيني للوراثة من خلال عمل أوغست وايزمان الذي حدد الكروموسومات على أنها مادة وراثية. أيضًا، في ملاحظة انخفاض عدد الكروموسومات في الخلايا الجرثومية إلى النصف، وتوقع استمرار العمل لمتابعة تفاصيل الانقسام الاختزالي، وهي العملية المعقدة لإعادة توزيع المواد الوراثية التي تحدث في الخلايا الجرثومية.

في (عشرينات وثلاثينات القرن العشرين)، جمعت (جينات المجتمع النباتي) بين نظرية التطور وعلم الوراثة المندلية لإنتاج التوليف الحديث. بحلول منتصف (الستينات من القرن الماضي)، جرى ترسيخ الأساس الجزيئي لعملية التمثيل الغذائي والتكاثر، من خلال الانضباط الجديد للبيولوجيا الجزيئية.

بدأت الهندسة الوراثية، وهي إدخال الجينات في خلية مضيفة للاستنساخ في (السبعينات)، مع اختراع تقنيات الحمض النووي المؤتلف وتطبيقاتها التجارية المطبقة على المحاصيل الزراعية في (التسعينات). هناك حاليًا إمكانية لتحديد الكائنات الحية عن طريق «البصمات» الجزيئية، وتقدير الأوقات في الماضي، عندما حدثت تغيرات تطورية حاسمة من خلال استخدام «الساعات الجزيئية».

أدت زيادة الدقة التجريبية، جنبًا إلى جنب، مع الأجهزة العلمية المتطورة بشكل كبير، إلى فتح مجالات جديدة ومثيرة. في عام (1936 م)، أظهر ألكسندر أوبارين (1894–1980م) آلية محتملة لتخليق المادة العضوية من الجزيئات غير العضوية. في (الستينات من القرن الماضي)، جرى تحديد أن أقدم أشكال الحياة

على الأرض التي عولجت على أنها نباتات، وهي البكتيريا الزرقاء المعروفة باسم ستروماتوليت، يعود تاريخها إلى (نحو 3.5 بليون سنة). قدّم المجهر الإلكتروني للانبعاث والمسح الضوئي في (منتصف القرن الماضي)، مستوى آخر من الدقة لبنية المادة، حيث نقل علم التشريح إلى عالم جديد من «البنية التحتية الدقيقة». [Morton, 1981]

ثم استكمل التصنيف المستند إلى التشكل الإجمالي، باستخدام السمات التي جرى الكشف عنها بواسطة؛ مورفولوجيا حبوب اللقاح، وعلم الأجنة، وعلم التشريح، وعلم الخلايا، وعلم الأمصال، والجزيئات الكبيرة، وغير ذلك. [Morton, 1981]

سهّل إدخال أجهزة الحاسوب عمليات التحليل السريع لمجموعات البيانات الكبيرة المستخدمة في التصنيف العددي (وتسمى أيضًا مقاييس التصنيف أو علم المظهر). أدى التركيز على الأنساب الطبيعية حقًا إلى نشوء تخصصات مثل؛ علم الكيانات النظامية.

جرى استبدال التركيب التصنيفي الكبير، وهو نظام متكامل لتصنيف النباتات المزهرة (1981م) للأمريكي آرثر كرونكويست (1919 - 1992م)، عندما نشرت مجموعة أنجيوسبيرم في عام (1998م)، نسالة من النباتات المزهرة بناءً على تحليل تسلسل الحمض النووي، باستخدام تقنيات النظم الجزيئية الجديدة التي كانت تحل الأسئلة المتعلقة بالفروع التطورية الأولى من كاسيات البذور (النباتات المزهرة).

كانت العلاقة الدقيقة بين الفطريات والنباتات غير مؤكدة، لبعض الوقت. أشارت عدة سطور من الأدلة إلى أن الفطريات تختلف عن النباتات والحيوانات والبكتيريا، في الواقع، ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالحيوانات أكثر من ارتباطها بالنباتات. [Bruns, 2006]

أعطى نشر نظرية ألفريد فيغنر (1880–1930م) عن الانجراف القاري لعام (1912 م)، زخمًا إضافيًا لعلم وظائف الأعضاء المقارن، ودراسة الجغرافيا الحيوية، في حين ساهمت البيئة في (ثلاثينات القرن الماضي) بالأفكار المهمة لمجتمع النبات، وتتابع وتغير المجتمع وتدفقات الطاقة. [Morton, 1981]

بين عامي (1940 إلى 1950 م)، نضج علم البيئة ليصبح تخصصًا مستقلًا، حيث صاغ يوجين أودوم (1913–2002 م) العديد من مفاهيم بيئة النظام البيئي، مع التركيز على العلاقات بين مجموعات الكائنات الحية (خاصة العلاقات المادية والطاقة) كعوامل رئيسة في هذا المجال. بناءً على العمل المكثف السابق لألفونس دي كاندول، أنتج نيكولاي فافيلوف (1887–1943م)، ما بين عامي (1914 إلى 1940 م) تقارير عن الجغرافيا ومراكز المنشأ وتاريخ النباتات الاقتصادية. [de Candolle, 1885]

الفصل التاسع

تاريـخ علـم الحيـوان

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

مُقَدِّمَة

علم الحيوان Zoology هو أحد الفروع الأساسية لعلم الأحياء، وهو الدراسات العلمية للحيوانات. وتشمل دراساتها؛ البنية، وعلم الأجنة، والتصنيف، والعادات، وتوزيع جميع الحيوانات الحية منها والمنقرضة، وكيفية تفاعلها مع أنظمتها البيئية.

يتتبع تاريخ علم الحيوان دراسة مملكة الحيوان من العصور القديمة إلى العصور الحديثة. فقد كان الناس في عصور ما قبل التاريخ بحاجة إلى دراسة الحيوانات والنباتات في بيئتهم من أجل استغلالها والاستعانة بها على شؤون الحياة.

علم الحيوان عند الحضارات القديمة

توجد لوحات الكهوف والنقوش والمنحوتات في فرنسا التي يعود تاريخها إلى (15000 عام)، والتي تُظهر البيسون والخيول والغزلان بتفاصيل دقيقة. صور مماثلة من أجزاء أخرى من العالم أوضحت في الغالب الحيوانات التي جرى اصطيادها للحصول على الطعام، وكذلك الحيوانات المتوحشة. [Fellowes, 2020]

استمرت ثورة العصر الحجري الحديث، التي تميزت بتدجين الحيوانات على مدى العصور القديمة. تتضح المعرفة القديمة بالحياة البرية من خلال الصور الواقعية للحيوانات البرية والداجنة في الشرق الأدنى وبلاد ما بين النهرين ومصر، بما في ذلك ممارسات وتقنيات التربية، وصيد الحيوانات البرية وصيد الأسماك. ينعكس اختراع الكتابة في علم الحيوان من خلال وجود الحيوانات في اللغة الهيروغليفية المصرية. [Budge, 1920]

أنتجت الثقافات القديمة في بلاد ما بين النهرين وشبه القارة الهندية والصين، من بين ثقافات أخرى، جراحين وطلاب مشهورين في العلوم الطبيعية مثل سوسروتا Susruta وزانغ زونجين Zhang Zhongjing، مما يعكس أنظمة متطورة ومستقلة للفلسفة الطبيعية. [Needham, & Colin Alistair, 1995]

طور تقليد «الأيورفيدا» الهندي القديم بشكل مستقل مفهوم الأخلاط الثلاثة، مشابهًا بذلك للأخلاط الأربعة للطب اليوناني القديم، مع أن نظام «الأيورفيدا» تضمن مزيدًا من التعقيدات، مثل أن الجسم يتكون من خمسة عناصر وسبعة أنسجة أساسية.

صنف كُتّاب «الأيورفيدا» أيضًا الكائنات الحية إلى أربع فئات بناءً على طريقة الولادة؛ من الرحم، أو البيض، والحرارة والرطوبة، والبذور، وشرحوا مفهوم الجنين بالتفصيل. كما أنهم حققوا تقدمًا كبيرًا في مجال الجراحة، غالبًا دون استخدام تشريح الإنسان أو تشريح الحيوانات الحية. واحدة من أقدم

أطروحات «الأيورفيدا» كانت «سوشروتا سامهيتا Sushruta Samhita»، المنسوبة إلى سوشروتا في (القرن السادس ق. م). كانت أيضًا مادة طبية مبكرة، تصف 700 نباتًا طبيًا، و64 تحضيرًا من مصادر معدنية، و57 مستحضرًا يعتمد على مصادر حيوانية. ومع ذلك، فإن جذور علم الحيوان الحديث تعود عادة إلى التقاليد للفلسفة اليونانية القديمة.

طرح فلاسفة ما قبل سقراط العديد من الأسئلة حول الحياة، لكنهم قدموا القليل من المعرفة المنهجية لمصلحة علم الحيوان على وجه التحديد، مع محاولات علماء الذرّة لشرح الحياة بمصطلحات مادية بحتة سوف تتكرر بشكل دوري عبر تاريخ علم الحيوان. ومع ذلك، فإن النظريات الطبية لأبقراط وأتباعه، كان لها تأثير دائم. [Magner, 1979]

ابتكر الفيلسوف أرسطو علم الأحياء، بانيًا نظريته على مبادئه الميتافيزيقية وعلى الملاحظة. اقترح نظريات لعمليات التمثيل الغذائي، وتنظيم درجة الحرارة، ومعالجة المعلومات، والتطور الجنيني، والوراثة. قدم ملاحظات مفصلة عن الطبيعة، وخاصة عادات وصفات الحيوانات في البحر في ليسبوس. كما قام بتصنيف 540 نوعًا من الحيوانات، وتشريح 50 نوعًا على الأقل. [Leroi, 2014]

اعتقد أرسطو، وتقريبًا جميع العلماء الغربيين من بعده حتى (القرن الثامن عشر)، أن المخلوقات مرتبة في مقياس متدرج من الكمال يرتفع من النباتات إلى البشر: في سلسلة الكينونة العظيمة Great Chain of Being. [Mayr, 1985]

قام عدد قليل من العلماء في الفترة الهلنستية تحت حكم البطالمة، وخاصة هيروفيلوس من خلقيدون، وإيراسيستراتوس من خيوس، بتعديل عمل أرسطو الفسيولوجي، حتى أنهم أجروا عمليات تشريح وتقسيم تجريبي.

تربّع كلوديوس جالينوس على أهم سلطة في الطب وعلم التشريح.

علم الحيوان عند العلماء العرب والمسلمين

• الحيوان في لغة العرب

لقد بدأ اهتمام العرب والمسلمين بالحيوان من منطلق لغوي. فقد اهتموا منذ صدر الإسلام برواية أسماء الحيوان والنبات وأقسامهما على أنها فصول من علوم اللغة العربية. فوردت المعلومات الأولى في معاجم اللغة، ثم في ثنايا موضوعات شتى في مصنفات متباينة؛ كالأشعار، وكتب اللغة، والكتب الفلسفية، وكتب الطب والعقاقير. وتكاد المصنفات التي وصفها اللغويون على هيئة معاجم، تخلو من التأثيرات الخارجية للثقافات الدخيلة، إذ كان ما تحويه من علم الحيوان معرفة عربية خالصة. فقد كانت تورد معاني الأسماء التي تشير إلى أنواع الحيوانات المألوفة عند العرب وحشيِّها وأليفها، ولم يكن ما تورده وقفًا على ذكر الاسم ومرادفه، بل تعدى ذلك إلى التعريف بالحيوان من حيث شكله الخارجي وطباعه وأماكن وجوده وأجناسه. وكانت هذه الدراسات المعجمية تمثل مذهب العرب في الحيوان آنذاك، قبل أن تشوبه شائبة خارجية.

نعلم من المعاجم وكتب اللغة التي تناولت الحيوان، أن معرفة العرب في هذا الحقل كانت تشتمل على حصيلة كبيرة من أنواع الحيوانات؛ منها الأليف الذي قاسمهم عيشهم؛ كالإبل والخيل والأغنام والكلاب، ومنها ما هو متوحش، يمثل جزءًا من طعامهم؛ كالحمر الوحشية والظباء والوعول وخلافها، ومنها ما هو متوحش ضَارٍ؛ كالأسود والنمور والضباع والذئاب. كما تحفل هذه المصادر أيضًا بأسماء حيوانات لم تكن معروفة في محيطهم أو أخرى خرافية؛ كالغول والعنقاء والرخّ. وتعددت لديهم أسماء الحيوان الواحد تبعًا لمراحل تطوره؛ من لدن حمله، إلى مولده ونشأته، ووسط عمره، وإذا تقدمت به السن، فكان له اسم في كل مرحلة من هذه المراحل، وأوضح مثال على ذلك لديهم؛ أسماء الخيل والإبل والجراد.

من أبرز الذين ألّفوا عن الحيوان وغلب على تناولهم الطابع اللغوي النضر بن شميل (توفي 204هـ/ 820 م). ومن آثاره كتاب «الصفات في اللغة»، الذي يتكون من خمسة أجزاء، خصص الجزء الثالث منه للإبل. كما تناول الغنم والطير وخلق الفرس من بين ما تناول في الجزأين الرابع والخامس. وكذلك أبو زياد ابن عبد الله الكلابي (توفي نحو سنة 200هـ/ 815 م) وله «كتاب الإبل»، وهشام الكلبي (توفي 204هـ/ 819 م)، ومن تصانيفه «أنساب الخيل»، وأبو عبيدة التَّيمي (توفي 207هـ/ 823 م) ومن مؤلفاته في الحيوان: «كتاب الفرس»؛ و«كتاب الإبل»؛ و«كتاب الحيات»؛ و«كتاب أسماء الخيل»؛ و«كتاب البازي». والأصمعي توفي (214هـ/ 829 م) ومن مصنفاته: «خلق الفرس»؛ و«الخيل»؛ و«الإبل»؛ و«الشاء»؛ و«كتاب الوحوش». وابن السكيت (توفي 243هـ/ 857م)، ومن تصانيفه: «كتاب الوحوش»؛ و«كتاب الحشرات»؛ و«كتاب الإبل». والدينوري (توفي 282هـ/ 895 م) وله «كتاب الخيل».

بشكلٍ عام، يُقْصد بالحيوان المملكة الحيوانية، وهو ما ينطوي على فكرة الحياة. وقد وردت في القرآن مرة واحدة ﴿وَمَا هَٰذِهِ ٱلْحَيَوٰةُ ٱلدُّنْيَآ إِلَّا لَهْوٌ وَلَعِبٌ ۚ وَإِنَّ ٱلدَّارَ ٱلْءَاخِرَةَ لَهِىَ ٱلْحَيَوَانُ ۚ لَوْ كَانُوا۟ يَعْلَمُونَ﴾ (سورة العنكبوت، آية 64)، وفيه تعني «الحياة الدائمة الحقة"، وتستخدم للدلالة على الدار الآخرة. ولكن المعنى المألوف الأكثر شيوعًا لكلمة «حيوان»، المستخدمة مفردًا أو جمعًا، هو حيوان أو حيوانات، بصفة عامة، ويشمل الإنسان الذي يسمى على وجه أكثر دقة بـ «الحيوان الناطق».

من الراجح أن حيوانات شبه الجزيرة العربية لم تتغير أو كادت منذ العصر الجاهلي، إذا استثنينا اختفاء الأسد منذ عهد بعيد، واختفاء النعامة في عهد أحدث من ذلك، بل إن المصطلحات اللغوية القديمة في شبه الجزيرة، بحسب ما وردت في المعاجم اللغوية العمدة، لم يقدر لها البقاء دائمًا. (في الصورة النعامة كما جاء وصفها ورسمها في «كتاب الحيوان» للجاحظ) وعلاوة على ذلك فإن الحيوانات، سواء كانت مستوطنة في شبه الجزيرة العربية أو مجلوبة من خارجها، فإنها مع اتسامها بالخصائص المشتركة لحيوانات البحر المتوسط إلا أن مسمياتها لا تتفق كل الاتفاق مع المسميات في الجزيرة العربية القديمة؛ لأن المسميات اللهجية قد صنعت أو استعيرت من لغات محلية، وعلاوة على ذلك، فإن الكلمة نفسها يمكن أن تطلق على حيوانات مختلفة في مناطق مختلفة،

ومهما يكن من أمر، فإننا نستطيع أن نقول بصفة عامة إن المسميات التي تطلق على الحيوانات المختلفة المألوفة أكثر من غيرها، متشابهة كل التشابه في جميع أرجاء البلاد الناطقة باللغة العربية.

وقد اتخذت هذه المفردات في العصر القديم (منذ القرن الثاني إلى القرن الثالث الهجري/ الثامن إلى التاسع الميلادي) موضوعًا لسلسلة من الرسائل تتناول بصفة خاصة الحيوانات المستأنسة (الحصان، والجمل وغيرهما)، وسجلت معاجم اللغة العربية عناية بهذه المفردات، ونجد معجمًا مثل «المخصص» لابن سيده، يفرد للحيوانات حجمًا يتناسب وأهميتها في حياة العرب، والحق أن ثراء اللغة العربية في المفردات التي تصف أنواعًا معينة من الحيوانات أمر معترف به من قبل الباحثين منذ أمد بعيد. وهذا الثراء يرجع بعضه إلى أن المحققين جمعوا ألفاظًا لها صلة بلغات قديمة مختلفة، كما يرجع بعضه الآخر إلى تعدد الاستعارات التي استخدمها الشعراء، وهو يرجع أخيرًا إلى الدقة في التفرقة بين الحيوانات عظيمة الخطر، من حيث؛ السن، والجنس، والإخصاب، ولون الفراء أو الريش، وتكوين الأعضاء والشفاه إلخ. وقد سجل الباحث ف. هوميل ما ينوف على 120 اسمًا للحصان، وأكثر من 160 اسمًا للجمل. مهما يكن من أمر فإن عدد المسميات الخاصة بحق، يختلف باختلاف عوامل مختلفة، يتراوح عددها بين الواحد والأربعة.

أ. معظم الحيوانات المتوحشة يدل عليها لفظ واحد، إذا ما استبعدنا الألفاظ المرادفة له أو أسماء الضروب المختلفة، التي من الصعب التعرف عليها (مثلًا: عقاب، مؤنث، وطاووس مذكر، الخ).

ب. لفظان يستخدمان للدلالة على:

1. الحيوانات المتوحشة التي تعيش قطعانًا: اسم جمع واسم مفرد يستخدم لكلا الجنسين (نمل - نملة)، ولكن اسم الجنس، الذي يتسم

في هذه الحالة بالكاسعة نفسها مثل المؤنث، يميل بنا إلى أن نستشعر بأنه مؤنث (حمام/ حمامة) (أنثى حمام).

2. حيوانات متوحشة أو مستأنسة، يميز فيها بين الجنسين: وصيغة المذكر تقتصر على النوع حين تشتق صيغة المؤنث من الأصل نفسه (مثل كلب: كلبة)، وفي حالة العكس، فإن اللفظ للمؤنث، وإن كان مؤنثًا حرفيًا، تكون له صيغة مذكر، وكثيرًا ما يدل على المؤنث وعلى النوع معًا «مثل ضبع (أنثى): ذيخ (ضبع ذكر)».

جـ. تستخدم ثلاثة ألفاظ للدلالة على عدد معين من النوع: اسم جمع، واسم جنس يستخدم بغض النظر عن الجنس، ولفظ للدلالة على ذكر حيوانات معينة تعيش قطعانًا «نعام/ نعامة لكلا الجنسين: ظليم (ذكر النعام)»، وفي حالات مثل حمار/ وحمارة وأتان (أنثى الحمار)، ويبدو أن حمارة مؤنث ثانوي، وليس اسم وحدة لأي واحد من الجنسين.

د. بالنسبة لبعض الأنواع المستأنسة التي كانت تعيش قريبًا جدًا من العرب، يمكن أن توجد أربعة ألفاظ: أحدها للنوع، والثاني للفرد بغض النظر عن الجنس، والثالث للأنثى، والرابع للذكر «إبل/ بعير (حيوان من القطيع) / ناقة (أنثى الجمل) / جمل (ذكر الجمال)». وفي هذه الطائفة يكون اسم النوع، بصفة عامة، مذكرًا في الصياغة، ولكنه يعامل نحويًا معاملة المؤنث (مثل إبل وغنم، إلخ)، بسبب رجحان كفة الإناث على الذكور.

ويتبين من دراسة عدد معين من أسماء الحيوانات أن اسم الأنثى مستقل عن اسم الذكر، وأن صيغة المؤنث بإضافة الكاسعة أي تاء التأنيث/ والألف الممدودة هنا علامة تأنيث ثانوية؛ وهذه الكاسعة «المخصصة» تفيد أساسًا في صياغة أسماء الجنس المستخدمة للدلالة على كلا الجنسين (بغلة تعني ذكر

البغل، وكذلك أنثى البغل)، ولكن نظرًا لأن الإناث دائمًا أكثر عددًا من الذكور بين الحيوانات التي تعيش قطعانًا، فإن اسم الجنس أصبح يخلط بينه وبين اسم الأنثى.

ومن العدد الكبير من الأسماء الواردة بالمعاجم والمصنفات عن الحيوان نلاحظ، بلا شك، وجود تسميات، بالإضافة إلى ألفاظ نوعية أو مجازية مصاغة مثل الكنية أو المعرفة (الحرباء، وابن آوى ... إلخ). وهذه الصيغ الاستعارية، التي استخدمت على نطاق واسع خلال القرون الماضية، وبخاصة في اللهجات العربية كانت تنتهي أحيانًا بأن تحل محل اللفظ المناظر الخاص، ولكن هذا لا يمكن أن يعد تشخيصًا منهجيًا للحيوانات موضوع البحث، لأن عددًا من النباتات تحمل الاسم نفسه، ولعله يجدر بنا أن نعدها بمثابة توريات مستخدمة لغرض وقائي أو كضرب من أسماء التدليل، وبخاصة عندما تطلق على مخلوق جذاب، كالعصفور مثلا ألقاب «أبي محرز» و«أبي يعقوب».... إلخ.

• الحيوانات عند العرب قبل الإسلام

لقد نسب العرب في الجاهلية إلى الحيوانات صفات البشر وزلاتهم، كما ثبت من عدد من الأمثال، التي ترجع، بلا شك، إلى عصر ما قبل الإسلام. وهذه الأمثال تكاد تبدو في صورة مديح يعقبه اسم حيوان؛ ومن ثم فإن الكرم ينسب إلى الديك (أسخى من لافظة)، والغدر للعظاية (أخدع من ضب)، والغباء للحبارى (أحمق من حبارى)، والجرأة للأسد (أجرأ من ليث)، إلخ. وقد لوحظ، علاوة على ذلك، أن عددًا معينًا من قبائل الجزيرة العربية القديمة تحمل أسماء حيوانات: أسد «ليث» وقريش (قرش) ... إلخ.

ومن الجدير ذكره في هذا المقام، أن العرب الأوائل صوروا أرواح الراحلين في صورة طائر (هامة)، وهو في المألوف ضرب من البوم، يحوم بعض الوقت حول القبر، ويصرخ بين الفينة والفينة مطالبًا بالانتقام. ومع أن النبي ﷺ أنكر هذه العقيدة (لا عدوى ولا هامة ولا صفر)، فإنها عاشت في الإسلام بصور متعددة.

ويندد القرآن (سورة المائدة، الآية 102 و103؛ سورة الأنعام، الآية 138 و139) بأفعال الجاهلية، التي تشمل تخصيص حيوانات معينة لآلهة معينة أو تحريم إبل وأغنام وحيوانات أخرى من القطعان.

وقد كانت الحيوانات ولا تزال مرتبطة بممارسة سحر تعاطفي مثل الاستمطار؛ بل إن علماء الحيوان في عصر قريب يحبون أن يطنبوا في طريقة تفسير رؤية حيوان أو آخر في حلم، كما يحبون أيضًا الإطناب في الخواص السحرية للأعضاء المختلفة التي يستخدمها السحرة إلى حد كبير. وكان ثمة حيوانات خرافية تسكن الصحراء، وكثيرا ما كان الجن يواجهون الناس في صورة حيوان.

كان بعض العرب يرى أن حيوانات مثل؛ الإبل والخيل والبقر والغنم وكلاب الصيد والنحل فيها بركة، ولكن الكلاب والقطط وغيرها لها عين شريرة. فالإبل كانت سفن الصحراء في رحلات العرب التجارية والدينية

• خلق الحيوان في القرآن الكريم

لقد كان التراث الشعبي في الجزيرة العربية قديمًا، وبحسب الصورة التي وصلتنا، لا يكاد يحتوي على أي قصص للحيوان، ونحن نجد في الغالب أساطير تفسر خلق حيوانات معينة أو تحوير لها. ومن ثم فإن الفأرة كانت زوجة طحان أو يهودية مسخت؛ وبالمثل فإن عظايا معينة كانت فيما سبق جباة ضرائب، وهكذا.

ومسألة مسخ الحيوان تحتفظ بأهمية خاصة، حتى في عهد الإسلام، على حين يستبين أن القرآن حل هذه المسألة، لأنه يقرر مرارًا أن الله خلق الحيوانات (سورة البقرة، الآية 164؛ سورة لقمان، الآية 10؛ سورة الشورى، آية 29؛ سورة الزخرف، الآية 12؛ سورة الجاثية، الآية 4): ﴿وَمَآ أَنزَلَ ٱللَّهُ مِنَ ٱلسَّمَآءِ . . .﴾ سورة البقرة، الآية 164، قال تعالى: ﴿وَمِن كُلِّ شَيۡءٍ خَلَقۡنَا زَوۡجَيۡنِ لَعَلَّكُمۡ تَذَكَّرُونَ﴾ (سورة الذاريات، الآية 49).

وكلمة «دابة» (والجمع دواب) كل ما يدب على الأرض، وكل ما يتحرك عليها. وهي مستخدمة هنا بدلًا من كلمة «حيوان»، وتشير بصفة خاصة إلى حيوانات الركوب والحيوانات المستأنسة، يقابلها في الآيات المقصود بها تأكيد العناية الإلهية، اللفظ «أنعام»، التي أنزل الله منها: ﴿ثَمَٰنِيَةَ أَزۡوَٰجٖۚ﴾ (سورة الزمر، الآية 6)؛ انظر أيضا (سورة الفرقان، الآية 49)؛ و(سورة يس، الآية 71). وتستحق الإبل أن ينوه بها تنويهًا خاصًا لأن الله تعالى يقول: ﴿وَٱلۡأَنۡعَٰمَ خَلَقَهَاۚ لَكُمۡ فِيهَا دِفۡءٞ وَمَنَٰفِعُ وَمِنۡهَا تَأۡكُلُونَ﴾ (سورة النحل، الآية 5).

ومهما يكن من أمر، فإن المعتقدات الأولى الخاصة بالمسخ المؤقت أو الدائم لبعض البشر حيوانات، تؤكدها آيات مثل: ﴿قُلۡ هَلۡ أُنَبِّئُكُم بِشَرّٖ مِّن ذَٰلِكَ مَثُوبَةً عِندَ ٱللَّهِۚ مَن لَّعَنَهُ ٱللَّهُ وَغَضِبَ عَلَيۡهِ وَجَعَلَ مِنۡهُمُ ٱلۡقِرَدَةَ وَٱلۡخَنَازِيرَ . . .﴾ (سورة المائدة، الآية 60) أو

الآيـــــــة: ﴿وَلَقَدْ عَلِمْتُمُ ٱلَّذِينَ ٱعْتَدَوْا۟ مِنكُمْ فِى ٱلسَّبْتِ فَقُلْنَا لَهُمْ كُونُوا۟ قِرَدَةً خَٰسِـِٔينَ﴾ (سـورة البقرة، الآية 65؛ وانظر أيضا سورة الأعراف، الآية 116).

وكان ثمة مسألتان واجهتا المفسرين: أولاهما معرفة الأحداث التي ذكرتها الآيات المشار إليها فيما سبق، والثانية تقصي المصير المدخر لهذه المخلوقات التي مسخت. وغني عن القول إن الإجابات على المسألة الأولى متعددة، فالكسائي في (قصص الأنبياء، ص 274) مثلًا، رأى أن القردة ناس من بنى إسرائيل تعرضوا للمسخ في عهد داود، لأنهم صادوا سمكا وطهوه يوم السبت، وأن الخنازير أناس معاصرون لعيسى لم يؤمنوا به. ويرى الكسائي نفسه، منتهجًا بذلك نهج كتّاب آخرين، أن الحيوانات التي أسفر عنها المسخ المذكور، تكاثرت، في حين يرى آخرون عكس ذلك، ويقولون إنها ماتت دون أن تعقب، أي أن اللّه خلق أنواع الحيوانات موضوع البحث خلقًا مستقلًا عن خلق الأخرى.

ولابد من أن نذكر، في سياق الحديث، أن البهيمة مرتبطة، في فلسفة الأخرويات لدى المسلمين، باليوم الآخر، وأن آية قرآنية (سورة الأنعام، آية 38) تقول: ﴿وَمَا مِن دَآبَّةٍ فِى ٱلْأَرْضِ وَلَا طَٰٓئِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّآ أُمَمٌ أَمْثَالُكُم﴾، تسمح للمفسرين بأن يروا أن الحيوانات أيضًا تبعث وتحشر يوم القيامة. وعلاوة على ذلك فإن القرآن الذي يذكر نحو اثني عشر نوعًا مختلفًا منها يحتوي على خمس سور مسماة بأسماء حيوانات: البقرة والنحل، والنمل، والعنكبوت، والفيل؛ وبهذا فإن أكبر المخلوقات وأصغرها مذكورة فيه.

• الحيوانات في الأدب العربي

تشغل أنواع عديدة من الحيوان مكانًا ملحوظًا في الشعر العربي الجاهلي، وإذا شئنا أن نكوّن فكرة عن هذا المكان في المجلد الأول من كتاب «المجاني الحديثة» للبستاني، الذي يسوق إحصاء له دلالته عن هذا الشعر. فإننا نجده يورد نحو 80 حيوانًا بأسماء مختلفة منها؛ إبل وجياد ونعام وأسود تتردد أكثر من غيرها.

ومن الطبيعي أن حيوانات الصحراء في الشعر العربي في العصر الإسلامي تميل إلى أن تشغل حيزًا أقل أهمية، حتى بين الكتاب التقليديين والتقليديين الجدد، مع أن هؤلاء يواصلون وصف إبلهم ويفاخرون برحلاتهم التي يقطعون فيها الأماكن المقفرة، ومع وفرة مصادر الإلهام الجديدة فإن «المجددين» لم يترددوا في استعراض معرفتهم اللغوية في «الطرديات» (القصائد التي يكون موضوعها الصيد)، نحتوا فيها ثروة غنية كل الغنى بالمفردات اللغوية، ونظم بعضهم قصائد رائعة عن حيوانات مدللة، وبخاصة محمد بن يسير، الذي نظم قصائد رثاء لماعز وقطط وطيور.

كما تناول العرب في تراثهم المروي شعرًا؛ الإبلَ والخيلَ وبقية حيوانات في بيئتهم، وأطالوا الحديث فيها، فعند حديثهم عن الإبل تكلَّموا عن؛ ضِرابها وحملها ونتاجها وحلبها وألبانها وألوانها ونحرها ونسبها وأصواتها ورعيها وشربها وأنواع سيرها. كما أن لهم في الخيل نعتًا مفصلا، وأدبيات لم يبزهم فيها أحد.

ويحتفظ الغراب والأسد، خلال القرون اللاحقة لذلك، بمكانتهما في الأدب (لأنهما يرمزان إلى تعاقب الأسى على الفراق والقوة والجرأة)، على حين تظهر أنواع جديدة: مثل الفيل والزرافة. وتغري أوصاف الطبيعة بتقديم موضوعات

جديدة ورموز أصيلة، ويصف الشعراء أقبح الحيوانات وكذلك ألطفها، وتستخدم الحمامة والبلبل والطاووس رموزًا لا في الأدب العربي فحسب، بل في الأدبين الفارسي والتركي أيضًا. واهتم شعراء المغرب الإسلامي كثيرًا بالحيوانات المدللة، وتجاهلوا الجمل الذي لا يكادون يعرفونه.

الوضع، في مجال النثر، مختلف تمامًا. فلا توجد قصص عن الحيوانات أيام الجاهلية في الجزيرة العربية التي لم تكن لديها، بصفة عامة، تراث شعبي متطور كل التطور، ومن ثم فإن ترجمة «كليلة ودمنة» كانت ضربًا من الإلهام، ولكنها بقيت رائعة تحاكى من حين إلى حين ولم يبزها أثر آخر أبدًا. وينبغي أولًا ذكر القصيدة التي تعيد ترديد هذه الخرافات من نظم أبان اللاحقي، ثم القصيدة التي نظمها ابن الهبارية المعروفة باسم (نتائج الفطنة في نظم كليلة ودمنة)؛ ثم (الآثار المقلدة) لسهل بن هارون في مصنفه كتاب «ثعلا وعفرا»، وكتاب «النمر والثعلب»، لابن ظفر في كتابه «سلوان المطاع في عدوان الأتباع»، وكذلك «كتاب الصادح والباغم» لابن الهبارية، و«فاكهة الخلفاء» لابن عربشاه.

من خلال المقارنة بين الأدب العربي الشعبي الذي كان شائعًا، يبدو أنه ليس هناك أثر من هذه الآثار نال من النجاح ما نال «كتاب كليلة ودمنة». (في الصورة كليلة يتكلم مع الملك الأسد في نسخة فارسية من القصة).

ونلاحظ أيضًا أن عددًا بعينه من الحيوانات يدخل في قصص ألف ليلة وليلة، وأنه يرد فيها موضوع المسخ على نطاق واسع، وإلى جانب الجن والغيلان يوجد أيضًا عدد معين من الحيوانات الخرافية، وبخاصة الطيور.

مشهد مصور من قصص ألف ليلة وليلة يصوّر "كان ما كان" مع حصانه

وحكايات الحيوان، في التراث الشعبي لبعض أقاليم العالم الإسلامي، متعددة جدًا؛ ففي شمالي إفريقية، بصفة خاصة، نجدها عنصرًا مهمًا في أدب البربر الشعبي، وتفصح عن وجود أوجه تشابه كثيرة مع الحكايات الغربية المناظرة لها؛ ونجد هنا أن ابن آوى، وهو بين الذئب والثعلب، يعد الشخصية المحورية في هذا التراث. وفي اللهجة العربية بشمالي إفريقية يضاف تأثير البربر الملحوظ في الاستعارات الشرقية المستمدة أساسًا من «كليلة ودمنة»؛ وإلى جانب ابن آوى فإن معظم الشخصيات المألوفة حيوانات معروفة كل المعرفة، وهي؛ الحمار والثور والكبش والجدي والدجاجة والكلب والقط، وكذلك الثعلب، والغزال، والضبع، والأسد. وتردد معظم الرسائل ومجموعات النصوص باللهجة المحلية بعض هذه القصص.

لقد كان العرب قبل الإسلام منعزلين بعيدين عن العالم المتحضِّر آنذاك. واكتسبوا بطول مراقبتهم لحيواناتهم التي تعيش معهم، وتلك التي يصطادونها أو تفتك بهم وبحيواناتهم، معرفة طبائعها، وانطبعت في أذهانهم خواصها وصفاتها. وراحوا ينعتونها بما يتفق وهذه الطباع مدحًا أو ذمًّا، وأطلقوا أسماءها على أبنائهم وعشائرهم إذا كان فيها معنى القوة والوفاء. واقتبسوا من أسماء هذه الحيوانات أمثالهم السائرة وتشبيهاتهم المعبِّرة. وقد ندرك هذا الأمر مما نجده من أن معظم الأسماء العربية الصحيحة للقبائل والأفراد في الجاهلية مشتقة من أسماء الحيوان. وقد عزا الدّميريّ معظم الأمثال العربية إلى الحيوان؛ لأن الحيوان خير وسيلة للتعبير والوصف؛ لا يعي ما يصيبه من معاني الإهانة إذا قرنت باسمه في القدح (الذم)، ولا يفقه ما بها من جمال في المدح.

• الحيوانـــــات في الفـــــن

لا تأخذ صور الحيوانات إلا حيزًا محدودًا في فنون البلاد الإسلامية، تحدده الاتجاهات التي تفرض عدم تمثيل الأشياء والتجريد الزخرفي الذي يضفي على هذا الفن طرازًا خاصًا، وهو، وإن كان يختلف في نموه إلى حد كبير من إقليم إلى آخر ومن عصر إلى آخر، فإنه يسهم إسهامًا كبيرًا في أصالة الحضارة الإسلامية. ذلك لأن القيود الدينية هي التي أدت أولًا إلى تحريم كل تصوير للأحياء، وتعلل عدم وجود هذه الصور إطلاقًا في العمائر العامة، مثل المساجد. ومهما يكن من أمر، فإن هذه القيود، لم تقف بحال حائلًا دون أن تستلهم التكوينات المصورة أو المنحوتة ذات الطابع الدنيوي، وبشكلٍ خاص الحيوانات التي تعيش في موطن معين، حتى عندما تحاشت رسم صورةٍ دقيقة جدًا للشكل الطبيعي، أو تجنبت أن تبرز كثيرًا، في نطاق الثقافة الإسلامية، أنها ماضية في إتباع التقاليد القديمة أو إحيائها.

رسم لحيوانات في «كتاب الحيوان» للجاحظ.

الجاحظ، في الأصل، لم يرسم أي شيء، لكن في العهود اللاحقة صار النسّاخ والوراقون يتعاونون مع الرسامين لتجسيد الحيوانات الواردة في النص ولم يقم أحد بعد بوضع قائمة جرد منهجية بالأشكال الحيوانية المستخدمة على نحو ما ذكرنا وطرزها الأساسية العديدة، والحق أن تنوع المجالات المختلفة التي كانت خليقة بأن تكون موضع بحث، من زخرف معماري إلى رسوم إيضاحية للمخطوطات، وما تشمله من كل أدوات الترف التي يبدعها الصناع المهرة، يكفي للدلالة على أهمية ذلك. ولكن ليس من شك في أن النتائج المحصلة سوف تختلف اختلافًا كبيرًا باختلاف طبيعة الأشياء موضوع البحث ومادتها. وسوف تكشف أيضًا عن اختلاف أساليب التناول لكل نوع من الحيوانات، تلك الأساليب التي تعتمد على أفكار مستمدة من الأدب أو من المشاهدة اليومية، كما تكشف

عـن الأهميـة الرمزيـة والسـحرية. وقـد ألقـي الضـوء علـى هـذه المسـألة في جميـع الدراسـات النـادرة جـدًا، التـي تتصـف بشـيء مـن العمـق وتعتمـد علـى موضوعـات بعينهـا، تمثـل الصـور الحيوانيـة كوحيـد القـرن أو الوعـل وهـو يلتهـم ثعبانـا مثـلاً.

في العصور المتأخرة (القرنين 18-19م)، صارت دقة رسم تفاصيل الحيوانات أكبر، وذلك لأهداف تعليمية

حتى إننا قبل الاضطلاع ببحوث أخرى من هذا النوع، يمكن أن نذكر أن بعض الأشكال الحيوانية المستخدمة بكثرة من أجل صفاتها الزخرفية، والمفهومات المختلفة التي يمكن أن تحملها والمرتبطة في كثير من الأحيان بسلطان الملوك، قد ظهرت في الفن الإسلامي في بواكير العصر الأموي. ومن ثم فإن بعض العناصر في مجموعة حكايات الحيوان تجسدت في أعمال النحت المنقوشة على الصور نصف البارزة فوق واجهة قصر المشتى، على حين رسمت موضوعات من الطراز نفسه، وإن كانت أكثر شيوعًا، على عقد الحمَّام في قصر عمرة، والفسيفساء الكبرى لقلعة "خربة المفجر" قد رسمت عليها صورة موضوعها غزالان متقابلان وجهًا لوجه وهما يرعيان وأسد يهاجم أحدهما، على كل جانب من جانبي شجرة عظيمة.

صورة الفسيفساء الكبرى لقلعة "خربة المفجر" قد رسمت عليها صورة موضوعها، غزالان متقابلان وجهًا لوجه، وهما يرعيان وأسد يهاجم أحدهما على جانبي شجرة عظيمة.

ولا مناص من ذكر التصوير الواقعي لجواد ينهب الأرض ركضًا، وأيل جريح في صورة جصية جدارية بقصر الحير الغربي، لأننا نستطيع أن نرى في هذه التجارب أول شاهد للذوق الذي بقي من بعد قائمًا في العالم الإسلامي. والحق أن زخرفة القصور والصروح الفخمة أخذت زمنًا طويلًا تلتمس ذخيرة كاملة من موضوعات حيوانية تتراوح في جمودها على شكل معين، استمدتها من الشرق الساساني أو من العصر اليوناني المتأخر في المشرق، وارتبطت هذه الذخيرة بعد بحياة الترف والمسرات التي كان يعيشها الحكام الجدد الذين تسلموا الملكية.

التصوير الواقعي لجواد ينهب الأرض ركضًا، وأيل جريح في صورة جصية تمثل جزءا من جدارية بقصر الحير الغربي.

وتفسر هذه الأسباب نفسها تواتر هذه الموضوعات على قطع الأثاث المرتبطة بالحياة اليومية الرتيبة للأمراء، مثل المصنوعات الخزفية أو المعدنية، بل المنسوجات الثمينة، تتسم كلها على السواء بالحاجة إلى تأكيد مجد الرعاة الذين أمروا بصنعها وسعادتهم وطالعهم المشرق. ولهذا السبب ظهر إيثار خاص لتصوير تلك الحيوانات التي استفيد بها زمنًا طويلًا رموزًا للسلطان الملكي (الأسد والطير الجارح، الخ)، ذلك أنها يمكن أن تثير ذكرى الأيام الخالية للسلطان (مشاهد الصيد)، أو أنها يمكن أن تتصف ببعض الخواص الكريمة لأصل طلسمي وتنجيمي (صور البروج).

مشهد لصيد غزال من قبل صياد، قد نصب فخًا لحيوان آخر على ضفة النهر.

وأمدت هذه الصور الصناع المهرة بالعناصر الجوهرية للزخارف الخطية (مصورة، أو محفورة أو مرسومة على سطح مستو)، والتي تجمع، بصفة عامة، بين الأشكال النباتية والهندسية موشَّحة بشرائط منمقة بخيوط لحيوانات من ذوات الأربع أو الطيور، وكذلك أوسمة مزخرفة بأشكال تتكرر بدقة تامة أو يقابل أحدها الآخر أحيانا في تناسق. وهي أيضًا تبرز موضوع أعمال النحت النادرة بالنقش البارز، التي تحاكي الصور الظلية لحيوانات معروفة، وبخاصة الجرار والمباخر.

وتبقى النماذج من هذا النوع نادرة بعض الشيء إبان القرون الأولى للإسلام، ولا نستطيع أن نذكر من هذا العصر إلا أعمال البرونز المتأثرة بالتقليد الساساني، مثل المجموعة التي ينتمي إليها ما يسمى بإبريق مروان الثاني. ولكن عددها ازداد زيادة مطردة بنمو الحضارة العباسية، وتقبلها المتزايد لعادات أجنبية، وبعضها مشوب

بالمروق. وهناك دليل مهم على هذا، تقدمه المشغولات الذهبية للصاغة البويهيين أو المنسوجات التي روعيت فيها القواعد الجمالية للأنماط والتكرار، فزينت بحيوانات مثل؛ السنانير والوعول والفيلة والنسور والطواويس بل بطيور العنقاء. بيد أننا نستطيع أيضًا أن نضرب مثلًا بالعلب العاجية التي صنعت في الأندلس في (القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي)، والمنحوتات المصرية الفاطمية من البلور أو العاج أو الخشب، دون أن نغفل ذكر أطباق وأقداح القاشاني المزخرفة بزخرفة براقة صنعت في تلك الحقبة في أرجاء مختلفة من العالم الإسلامي.

ومن هذه الأمثلة المختلفة، التي تتخذ فيها الزخرفة الحيوانية مكانًا بارزًا، يستخدم البعض سلسلة من الأشكال على طراز «الرنوك»، ونجد هذه الأمثلة بصورة أخص في العراق أو إيران، ويمكن التعرف بلا صعوبة على أصولها

الساسانية: وتظهر تفسيرات مبسطة لهذه الموضوعات الرئيسة حتى في أكثر الأنماط شيوعًا من الخزف المزخرف.

وتبيّن لنا أشكالٌ أخرى عن ظهور لمسات من واقعية لطيفة، تجدد بالوعي بالحركة أو بصدق تفاصيلها أسلوب التناول لموضوعات كلاسيكية، وتبدي حرية راسخة في الوضع الذي تتخذه الحيوانات المحفورة على اللوحات المصرية، أو المصورة بضربات سريعة على الخزف تنتمي إلى الأصل نفسه. ولكن آثار هذه الواقعية تتجلى بصورة غالبة، أولًا وقبل كل شيء، في الفن السلجوقي أو في الفن الأكثر تأخرًا الذي يرجع إلى القرن (الخامس الهجري /الحادي عشر الميلادي) والقرن (السادس الهجري /الثاني عشر الميلادي)، وبداية من التاريخ الذي مهدت فيه الإمبراطوريات التركية الجديدة السبيل في الشرق الأدنى لقيام مؤثرات إيرانية وآسيوية مطردة.

في تلك الآونة صُنعت التحف المعدنية ذات الأشكال الحيوانية الأخاذة المعروفة في الفن الإسلامي، وهي تحف أمكن بفضل المعارض المتعاقبة المخصصة للفن الإيراني في السنين الأخيرة، الجمع بينها ومقارنة بعضها ببعض. وفي الحقبة نفسها ظهرت في العمائر العامة ببلاد الجزيرة العليا والأناضول صوراً عديدةً لحيوانات نحتت على الحجر أو على ملاط الجبس، وقصد بها أولًا أن تكون مثابة للطلاسم، وكانت أحيانًا تستلهم الرمز بالنجوم ثم انتشرت على نطاق واسع جدًا. ويمكننا أن نقارن هذه بضروب العملة المعاصرة لها وبخاصة الأرتقية والدانشمندية التي تزودنا بموضوعات مماثلة.

وفي الحقبة نفسها استخدمت أشكال حيوانية في زخرفة خطية لتزيين جدران المباني العامة، أو لتزيين نماذج من التحف والروائع التي تدين بنسبة كبيرة من أهميتها لهذه المظاهر، تنتمي لإيران أو الأناضول في عهد السلاجقة بقدر ما تنتمي إلى الشام ومصر (أولًا في عهد الأيوبيين، ثم في عهد المماليك)، ولا يفوتنا

أن نذكر إقليم الموصل (بالنسبة للورش الخاصة بالعاملين في أشغال البرونز). ولكن لا مناص من أن نلاحظ أن ولايات خراسان هي التي شهدت تطور هذه الضروب العجيبة من النقوش الحيوانية المقصورة على تحف من المعدن فقط، والتي اجتذبت مؤخرًا الأنظار، واستخدمت الصور الظلية لبعض الحيوانات، لتحديد ملامح الشخصيات الحقيقية أو «لتبعث الحياة» فيها برسمها داخل أوراق النبات المتشابكة، لتشكل الخلفية. وليس من شك في أن هذا يقتضينا أن نعده أكمل أنموذج لتطويع الحيوانات الأهلية لمقتضيات الفن الزخرفي العربي الذي نجده ماثلًا في الضروب المثالية للفن القديم في الإسلام.

إضافةً لذلك فإن الميل إلى استخدام موضوعات حيوانية في الفنون الإيرانية أو الهندسية الإيرانية، خلال العصور المتأخرة، ظل يتخذ وسيلة لأنماط زخرفية حافلة بالنضارة، في حين تخلّى الفنانون عنها شيئًا فشيئا في مناطق أخرى من العالم الإسلامي.

وعليه، فإن منسوجات الديباج والسجاجيد في عهد الصفويين، تزودنا حتى عهد قريب، بشاهد على موارد هذه الذخيرة الأنيقة والتقليدية في آنٍ معًا، والتي وفق في إحيائها البحث في عصر المغول، وإن كان قد قدر لها فيما بعد أن تبقى مجهولة لدى الصناع المسلمين، الذين كانوا يعملون في بلدٍ آخر غير فارس.

مع هذه العناصر الحيوانية في الزخرفة الإسلامية، يجب أيضًا ألا نغفل تصاوير حيوانات تكاثرت، وإن كانت بروح مختلفة كل الاختلاف على يد مصورين أو رسامي منمنمات مسلمين، كانوا كثيرًا ما يتخذون نماذجهم من عالم الحيوان، ونجحوا في تمثيل ذلك بصورة زخرفية جلية، ومع ذلك فإن هذا التمثيل لا يخلو أحيانًا من الدقة بل الواقعية.

والواقع أنه في العصر القديم نفسه، أنه يجب أن نطلق عليها اسم «التصوير العربي»، وهي شاهد أدق على ازدهار أحاط بالثقافة فيما بعد العهد السلجوقي العراقي الجزري أو الثقافة السورية - المصرية (من نهاية القرن السادس الهجري/ الثاني عشر الميلادي) إلى (القرن الثامن الهجري/ الرابع عشر الميلادي)، كانت الصفة الطبيعية الفعلية للآثار المصورة، أي كتب الأدب التي تشمل مجموعات من الخرافات أو الرسالات الفنية المؤثرة في علم الحيوان، تشجع أيضًا على ذلك الرواج المتفرد الذي لقيته في ذلك الوقت التصاوير الحيوانية؛ ويكفي، على سبيل المثال، الإشارة إلى ما بقي بين أيدينا من النسخ المحلاة بالصور لكتاب «كليلة ودمنة» لابن المقفع، (نسخه في باريس، المكتبة الأهلية، فن رقم 3465 و 3467؛ ميونخ، المكتبة القومية، القسم العربي، رقم 616)؛ و(نسخة القاهرة، دار الكتب المصرية، الأدب الفارسي، رقم 61)؛ و(نسخة أوكسفورد، مكتبة بود ليانا Pococke 400)، وكذلك إلى نسخ من كتاب «منافع الحيوان»، تحقيق ابن بختيشوع، وابن الدريهم الموصلي (مكتبة الإسكوريال فن 898) دون إغفال «كتاب البيطرة» لأحمد بن الحسين بن الأحنف (إستانبول، طوب قابي سراي، أحمد الثالث رقم 2115)، و«كشف الأسرار» لابن غانم المقدسي (إستانبول، سليمانية، لالا إسماعيل، رقم 565) و«كتاب الحيوان» للجاحظ.

ونحن بصدد هذه الآثار المختلفة، التي يمكن أن يضاف إليها المشاهد الخاصة من نوع معين، المحلاة بالحيوانات المألوفة التي نجدها من حين إلى حين في مخطوطات مصورة أخرى ترجع إلى العصر نفسه. نرى أنه من الأهمية بمكان أن ننوه بوجود تواصل نمطي يتيح لنا التحدث عن أسلوب فنيّ خاص في تمثيل الحيوانات بالفن التصويري، على نحو ما نراه ماثلًا فيها. ويمكن تعريف هذا الأسلوب أساسًا بأنه «مزيج من الإدراك الحسي الثاقب لصفات الحيوان الخاصة، وأسلوب طبيعي في تصويرها".

والواقـع أننـا نسـتطيع أن نـرى بسـهولة في أقـدم نسـخة معروفـة مـن كتـاب «كليلة ودمنة»، ترجع إلى (بداية القرن السابع الهجري/ الثالث عشر الميلادي)؛ (مخطوط، باريس، المكتبة الأهلية، رقم 3465)، المدى الذي بُذِلَ من عناية في إضفـاء الحيـاة وصـدق التعبيـر علـى أشـكال الحيوانـات، وذلـك بالتخلـص شـيئًا فشـيئًا مـن النزعـة التقليديـة الفطريـة في الأسـلوب المأثور الإيرانـي، الـذي ينعكس أحيانًـا في نسـب الموازنـة بكل صـورة وأخيـرًا تتمثل الـذروة التـي بلغتهـا هـذه النزعـة في أثـر نموذجـي لمـا يسـمى "مدرسـة بغـداد"، مثـل مخطـوط مقامـات الحريـري الـذي حققـه شـيفر وسـبقت الإشـارة إليـه، وهـو يحمـل توقيـع كاتـب يدعى الواسـطي عـام (634 هـ/1237 م).

مشهد الواعظ كما صوّره الرسام في «المقامة الرازية»، وهي المقامة الحادية والعشرون من مقامات الحريري

ويمكن أن نرى أن هذه النزعة قد اختفت إلى غير رجعة بعلو شأن المذهب الشكلي الذي اتسم به التصوير المملوكي، في حين قدر لهذه النزعة أن تبعث بصورة جديدة في مدارس التصوير الفارسية الخالصة، التي قدر لها أن تتخذ شكلها بعد التصدع الذي حدث بفعل الغزو المغولي. وكان من نصيب هذه المدارس حقًا أن تحافظ على الإحساس بحركة الحيوان، حتى حين استبدلت بالمحاولات الأولى للواقعية بالعودة إلى تصور أكثر زخرفًا للموضوعات المختلفة التي تتناولها، وحين تبلورت روائعهم باستلهام مشاعر جمالية مختلفة أشد الاختلاف.

إذًا يمكننا أن نضفي على رسامي المنمنمات المسلمين، باعتبارهم وحدة كاملة، لقب «أساتذة مصوري الحيوان»، وهو لقب يبدو من الصعب أن نوفق بينه وبين الأحكام المقيدة لحرية الخيال المبدع في تلك المدينة، وإن كان هذا يؤكد بحق مظهرًا من المظاهر الرائعة في الفن الإسلامي.

• تأسيس علم الحيوان العلمي عند المسلمين

على الصعيد العلمي، قد يظن المرء أن الكتب المخصصة للحيوانات التي كتبها أرسطو مؤسس علم الحيوان المطابق للعقل، وقد تكون أتاحت لأولئك العلماء من العرب الراغبين في الإفادة من نتائج الدراسات الإغريقية، إحراز تقدم عظيم في معرفة مملكة الحيوان وإدخال علم الحيوان في المناهج العلمية التي وضعها المسلمون، على مستوى الجغرافيا العلمية، أو الرياضيات، أو الطب، مثلًا.

ولكن مع ترجمة يحيى بن البطريق (توفي نحو 200 هـ/ 815 م) لكتاب أرسطوطاليس «تاريخ الحيوان Historia Animalium» (في القرنين الثاني والثالث الهجريين/ الثامن والتاسع الميلاديين)، ونقل «كتاب الحيوان» لديموقريطس للعربية، وكتاب «جوامع كتاب أرسطو طاليس في معرفة طبائع الحيوان» الذي ترجمه إسحاق بن حنين (توفي 298 هـ/ 910 م)، فإن مما له دلالة أن علم الحيوان لم يكن قط من فروع المعرفة التي تروج كل الرواج بين الجمهور، كما أن مكانته كانت محدودة على نحو متزايد بين التصنيفات النظرية المختلفة للعلوم.

وهو في تصنيف أرسطوطاليس جزء لا يتجزأ من كتاب «الطبيعة»، المرتبط بعلم النفس، ولا يزال يوجد مع النفس ضمن العلم الطبيعي في كتاب «إحصاء العلوم» للفارابي، كما يظهر علمًا مستقلًا بذاته عند إخوان الصفاء ويدرج بين العلوم الدخيلة في كتاب «مفاتيح العلوم» للخوارزمي، ولكنه لم يعد يوجد في كتاب «إحياء علوم الدين» للغزالي أو في كتاب «المقدمة» لابن خلدون. ويبدو أنه لم يثر أيضًا اهتمام القلقشندي في كتابه «صبح الأعشى»، الذي لم يذكر أي كتاب في علم الحيوان بمفهومه الصحيح. وهذا الإهمال المطرد الذي أبداه المفكرون والكتاب العرب، من الصعب أن نجد له تفسيرًا حين نرى الاهتمام الذي تحظى

به الحيوانات في الشريعة الإسلامية، ولكن لعل هذا يرجع في معظمه إلى عدم وجود بحث منظم، وكتب متخصصة ذات طابع علمي، على الرغم من وجود حدائق للحيوان (حير الوحش)، جمعت فيها أندر أنواع الحيوانات وأشدها ضراوة، وأنفقت فيها مبالغ طائلة، وكان ذلك خليقًا بأن يثير فضول علماء ويشجعهم على الاضطلاع بدراسات عميقة.

ولكن علم الحيوان لدى المسلمين بقي على المستوى الأدبي، أو ربما يمكن القول على المستوى الديني؛ بل لا يمكن أن يقال إنه ظل على المستوى الوصفي في كتب المؤلفين الذين بذلوا جهودًا لإضفاء شيء من الترتيب على حقائق سبق اكتشافها، واصطناع قوائم بالترتيب الأبجدي. والراجح أن السبب البسيط لهذا القصور هو الجاحظ، صاحب «كتاب الحيوان» الضخم في سبعة مجلدات، وكان الغرض الصريح من تأليفه ليس الدراسة العلمية لأنواع الحيوان، وإنما كان الهدف إثبات وجود الخالق، بالدليل عن طريق مشاهدة خلقه، وتمجيد حكمة الله، الذي لم يخلق شيئًا عبثًا أو مؤذيًا.

لقد كان الجاحظ على علم تام بما قاله أرسطوطاليس، وقد ينتقده أحيانًا، وينقل منه على سبيل الاستشهاد فقرات كثيرة جدًا، ولكنه مقتنع بأنه ليس في حاجة إلى الالتجاء للأفكار الإغريقية، نظرًا لأن كل ما يرد في مصنفات الفلاسفة في علم الحيوان كان معروفًا للعرب بحق.

وقد بحث الجاحظ حالات ما يقرب من 350 حيوانًا، على نحو يتفاوت في العمق، وإن كان على غير منهج؛ إذا أراد المرء أن يجد ثمرة لذلك فإن الأمر يقتضيه أن يرجع إلى الفهرس الممتاز للطبعة التي حققها عبد السلام هارون. ومن ثم يمكن سبر غور ما عرفه العرب الأوائل عن الحيوانات، وتحصيل فكرة عن الآراء التي يتخذونها عن بعض أنواع الحيوان. والجاحظ معتزلي، يخضع كل شيء لمعيار العقل، ولذلك فهو يبذل جهدًا في مضيه إلى تقويض دعائم بعض

الأساطير، ويخلط الروايات التي يرويها بأفكارٍ من صنعه، والتي كانت كفيلة، لو لم يعبر عنها بطريقة مشوشة بأن تكسبه مكانة مشرفة بين أرسطوطاليس وبيفون، وعلى حين يسير كتابه «البيان والتبيين» على منهج محدد بعض الشيء، ويعرضه العسكري في صورة أكثر تنظيمًا في مصنفه «كتاب الصناعتين»، فإن «كتاب الحيوان» و«علم الحيوان» بصفة عامة لا يكادان يلهمان الكتاب المتأخرين.

وفي الوقت الذي ازدهر فيه الأدب، فإن ابن قتيبة في كتابه «عيون الأخبار»، خصص بعض الفراغ للحيوانات، ولكن دون أن يعنى بالتصنيف العلمي. وثمة تناول للموضوع من هذا القبيل في الموسوعات العامة، وخير مثالٍ لها هو «المستطرف» للإبشيهي.

ومن جهة أخرى عرض إخوان الصفاء بوضوح في نهاية الجزء الثاني من كتابهم «رسائل إخوان الصفا» طبقات المخلوقات شاملة في ترتيب تصاعدي: المعادن والنباتات والحيوانات والإنسان والأجرام السماوية، وفي كل طبقة من هذه الطبقات نجد أعلاها رتبة قريبة من أدناها في الطبقة التالية، وهكذا فإن النخلة، التي تنتمي إلى أعلى رتبة بين النباتات، تزحزح قليلًا عن الحلزون، الذي لا يتصف إلا بحاسة اللمس، ذلك أن الحكمة الإلهية لا تهب للحيوان أعضاء ليس في حاجة إليها. ويحتل القرد الذي يقارب الإنسان غير المتحضر أعلى رتبة بين الحيوانات، ويوضع في أدنى درجة في الفرع التالي من التقسيم. ويكون الإنسان طبقة قائمة بذاتها، لأنه يتصف دون سواه بجميع المزايا، التي لا توهب للحيوانات إلا على حدة.

وقد أسهم القزويني (توفي 682 هـ/ 1283م) في علوم الحياة، فتكلم عن؛ سبب تكون الإنسان وعن حال الجنين في الرحم، وسبب تخلّق الجنين ذكراً كان أم أنثى، وعن خروجه من الرحم. ثم تكلم عن تشريح جسم الإنسان؛ عن العظام والغضروف والعصب والرباط (الذي يشد العضلات إلى اللحم)،

كما تكلم عن اللحم (العضلات) والشحم والأوردة والشرايين، وعن العين والأذن والأنف والفم والشعر، وكانت الغاية من كلامه بيان حكمة الله في خواص هذه الأعضاء وترتيبها، مما هو في الواقع أمر طبيعي، ولكنه عند التأمل يدعو إلى التعجب والاعتبار.

أما الدميري فقد جمع في هذا الكتاب أسماء الحيوانات في البر والبحر والجو، وأسماء الحشرات، وأسماء أجناس من البشر، فذكر الناس (الإنسان) ويأجوج ومأجوج، وذكر الجن والحيوانات الخرافية؛ كإنسان الماء، وبنات الماء، والرخ، والعنقاء. وهو في كتابه يستطرد كثيرًا؛ ففي باب الإوز مثلًا، يستطرد إلى قتل علي بن أبي طالب كرم الله وجهه، ثم يأتي بتواريخ الخلفاء من أبي بكر إلى أيامه هو. كما أنه يذكر كثيراً من الأحاديث والأمثال والأشعار، وربما قصائد كاملة، ويذكر الحُكم الفقهي فيما يجوز أكله من الحيوان وما لا يجوز. كما يذكر الأدوية التي تستخرج من الحيوانات، ويورد تعبير رؤيا الحيوانات (في المنام). ومما لا شك فيه أنه لا يمكن الموازنة بين هذا الكتاب وكتاب الجاحظ الذي يولي طباع الحيوان وأحواله اهتمامًا كبيرًا.

وكان هناك أطباء أو علماء في الطبيعيات مثل ابن بختيشوع في كتابه «منافع الحيوان» وابن البيطار والأنطاكي يهتمون أحيانًا بالحيوانات أيضًا، ولكن الفروع الوحيدة لعلم الحيوان التي كانت حقًا موضع دراسات متعمقة ومنهجية هي؛ علم الخيل، والبيطرة، وكذلك علم الطيور في تطبيقه على الصيد بالصقور.

تصوير لأنواع مختلفة من الطيور في كتاب «بابور نامة» الهندي.

وخارج نطاق المجال العربي بالمعنى الدقيق، فلا يَعلم الباحثون كتابًا يتسم بالأصالة كما فعل العرب. ولا يذكر أ. عدنان إديوار (عثمانلى توركلرنده علم، إستانبول سنة 1934، ص 15، 76، 91) إلا ترجمة تركية واحدة لكتاب «حياة الحيوان» مع بعض الإضافات، كتبها محمد بن سليمان، وهو معاصر للدميري (مخطوط طوب قابي سراي، روان كوشكي عام (1664م))، و«تحفة الزمان وخريدة الأوان» للموسوعي التركي مصطفى بن علي الموقت، الذي يشتمل على منهج في علم الحيوان يقوم على كتابي الدميري والقزويني، وأخيرًا ترجمة فارسية لكتاب «حياة الحيوان»، قام بها حكيم شاه قزويني لسليم الأول. وننهي حديثنا في ذلك بكتاب في علم الحيوان، وهو «خواص الحيوان»، جمعه وصنفه، في القرن (الثاني عشر الهجري / الثامن عشر الميلادي)، الكاتب الفارسي حزين.

مع ذلك نجد أن العلماء العرب المسلمين اشتهروا في علم الحيوان بدراستهم الميدانية، وتجاربهم العلمية المعتمدة على تشريح الحيوان، والتي قادتهم في كثير من الأحيان إلى معرفة أجزاء جسم الإنسان الداخلية. من هؤلاء نذكر الجاحظ والدميري والقزويني وابن مسكويه والأصمعي وابن البيطار (الذي تكلم عن الحيوانات المائية والبرية)، والمجريطي وابن سينا (وكان أول من تكلم عن الأنكلوستوما قبل أن يعرفها دوبيني في أوربا بـ 900 سنة)، والخزرجي والسجستاني والدينوري وابن عبيدة التميمي وأبو الحسن الأندلسي وموفق الدين البغدادي والكِرماني العمري، وآخرون نخص منهم؛ الأصمعي الذي وصف الجراد بالتفصيل، وكتب كتباً مختلفة منها: كتاب «خلق الإنسان»، وكتاب «خلق الفَرَس»، و«كتاب الإبل»، و« كتاب الشاء» (مفردها شاة)، و«كتاب الوحوش»، وكتاب «النبات والشجر».

وقد وردت في ثنايا كتاب الجاحظ والدميري إشارات إلى آراء لم تبحث إلا في العصر الحالي تحت مبحث علم الحيوان، مثل: السلوك الحيواني، والتشريح المقارن، والتكافل بين الحيوانات.

الحصان هو أحد أكثر الحيوانات التي حظيت بالتشريح عند العرب، فقد كان وسيلتهم للتنقل في الحرب والسلم، لذلك كان ضروريًا بالنسبة لهم معرفة بنيته التشريحية المفصلة، وكيفية معالجة أمراضه والحفاظ على صحته.

وكتب ابن العوام الإشبيلي (توفي نحو 580 هـ/1185 م) كتابه «علم الفلاحة»، وأورد في مجلده الثاني أبواباً عن تربية البقر والضأن والماعز، وبعض أمراضها وكيفية مداواتها، وعن البغال والحمير والإبل والخيل والطيور.

لقد كان اهتمام العرب بالحيوان وعنايتهم به، أمرًا طبيعيًا جُبلوا عليه، خاصة أن المستأنس منها كان يمثل جزءًا لا يتجزأ من حياتهم بدوًا وحضرًا. فكانت الخيل والإبل والكلاب والشاء وغيرها عماد الحياة الاقتصادية والاجتماعية والجمالية لديهم؛ لذا عندما بدأت نهضتهم إبان العصر العباسي، أضافوا إلى الأدب الملفوظ المحفوظ أدبيات صنفوها في كل نوع من أنواع الحيوان؛ أليفه ووحشيه، ووصفوها وصفًا دقيقًا، وبيّنوا صفاتها وأشكالها وطبائعها وأسمائها وأسماء أصواتها. كان من أول مصادرهم في الكتابة القرآن الكريم، والحديث النبوي، وديوان العرب (الشعر).

إنّ إسهام العرب في حقل الحيوان لم يكن واضحًا مثل إسهامهم في بقية العلوم، إلا أن لهم آراء سبقوا بها أفكار بعض المُحْدَثين؛ فعلى سبيل المثال تنسب نظرية التكافل أو المشاركة الحيوانية للفيلسوف الألماني جوته (توفي 1749 م)، وقد أخذ ذلك من عبارته الشهيرة في فاوست: «إن روحيْن يسكنان صدري». إلا أننا نجد إشارات واضحة لدى كل من الجاحظ والقزويني والدّميري لهذه النظرية التي مفادها أن بعض الحيوانات التي تعيش في بيئة مكانية واحدة، قد يربط بينها نوع من المصلحة المشتركة؛ لذا تنشأ بينها مودة. كأن يحط طائر البقر فوق البقرة ليلتقط منها الهوام، أو كأن ينظف طائر التمساح أسنان التمساح مما علق بها من بقايا اللحوم. فالجاحظ يقول: «إن بين العقارب والخنافس مودة، والغراب مصادق للثعلب، والثعلب صديق للحية، وهناك عداوة بين العقاب والحية». أما الدّميري فيؤكد على أن: «بين الضّبّ والعقرب مودة، وأنها تعيش في جحره لتحميه من الأعداء، فمن حاول التحرّش به ودخل جحره، سيجد العقرب مستعدة للسّعه».

تصوير لأنواع العقارب كما ورد في كتاب «الاختيارات البديعة» لعلي بن الحسين العطار.

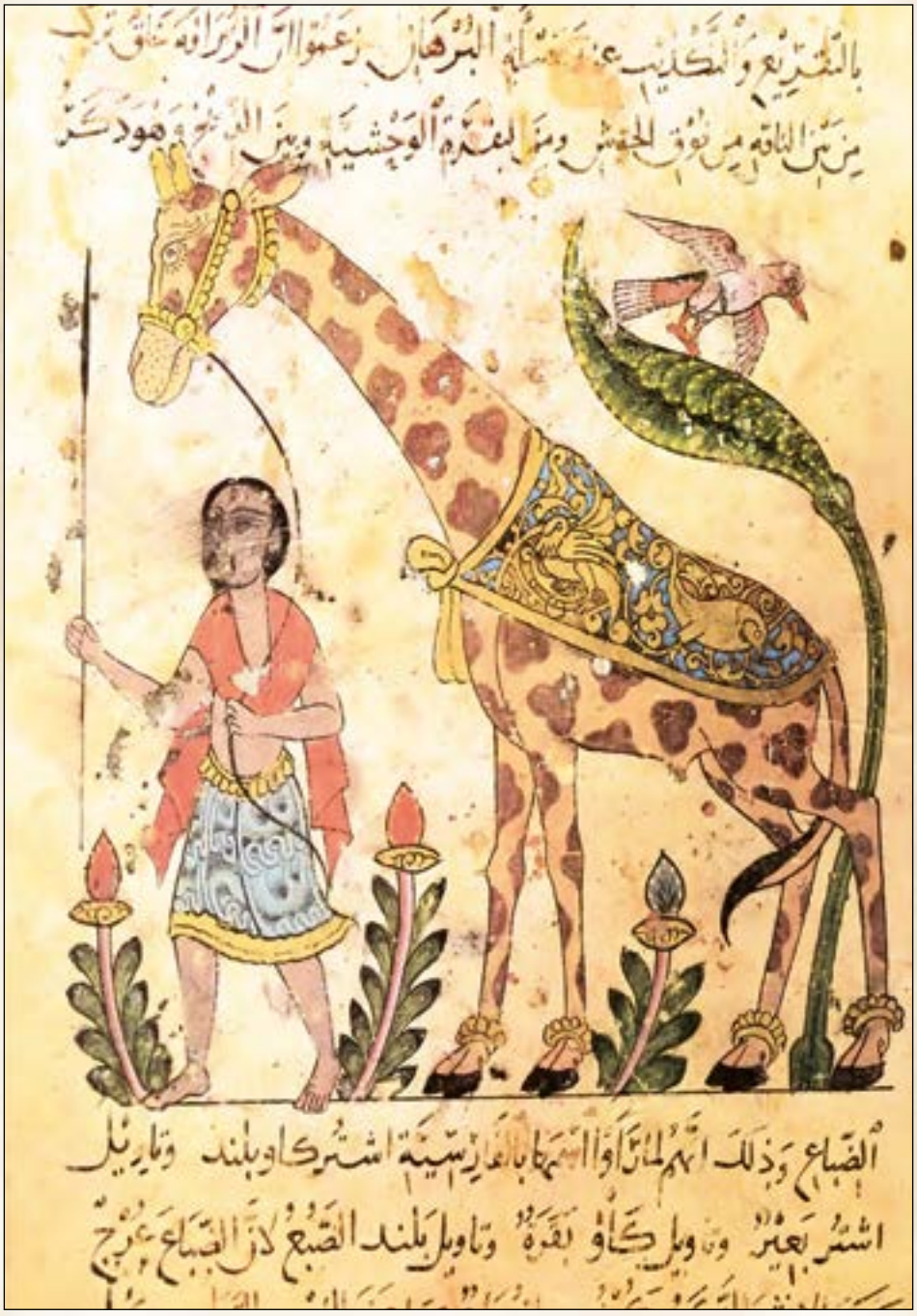
أما القزويني الذي سبق الدّميري فيقول: «إن الببر الهندي الضخم، الذي يفوق الأسد في القوة، صديق للعقرب التي تبني لها بيتًا في شعر الببر، وأيضًا هناك صداقة قوية بين الذئب والضبع، وكذلك بين النّمر والأفعى».

• تهجين الحيوانات

ومن المشاهدات والتجارب التي عرفها العرب مثل غيرهم، شيء من علم الوراثة، ومن هذا القبيل يأتي قول عمر بن الخطاب رضي الله عنه: «اغتربوا لا تضووا»؛ أي تناكحوا من غير الأقارب حتى لا يَضْوَى (يضعف) نسلكم. وقال الأصمعي في النساء: «الغرائب أنجب، وبنات العم أصبر، وما ضرب رؤوس الأبطال كابن الأعجمية». ولطالما استخدم العرب التهجين في إبلهم، واختاروا أفضل الفحول لأفراسهم. ومن قول الجاحظ في هذا المعنى: «إذا ضربت الفوالج (الجمال ذات السنامين) في العراب (الإبل العربية) جاءت هذه الجواميز (الإبل الممتازة) والبُخت (الإبل الخراسانية) الكريمة التي تجمع عامة خصال العراب، وخصال البخت. ومتى ضربت فحول العراب في إناث البخت، جاءت الإبل البهوتية أقبح منظرًا من أبويها». وفي هذا المعنى من التهجين يقول الدّميري: «المتولد من الفرس والحمار، إن كان الذكر حمارًا فشديد الشَّبه بالفرس، وإن كان الذكر فرسًا فشديد الشّبه بالحمار، ومن العجب أن كل عضو فيه (الهجين) يكون بين الفرس والحمار. وكذلك أخلاقه؛ فليس له ذكاء الفرس، ولا بلادة الحمار. وكذلك صوته ومشيه بين الفرس والحمار».

• أثر البيئة في الحيوانات

ومن المسائل التي سبق إليها العرب أثر البيئة في الحيوانات. يورد الجاحظ عددًا غير قليل من الإشارات العلمية التي توضح فهمه لهذا الأمر. وهو أول من أشار إلى أثر الهجرة والمحيط في التغيرات التي تطرأ على حياة الحيوان. فبعضها يغيّر لونه أو سلوكه. فيقول: «إن القملة تكون في الرأس الأسود الشعر سوداء، والرأس الأبيض الشعر بيضاء. وفي رأس الخاضب بالحمرة حمراء، وهذا شيء يعتري القمل. كما تعتري الخضرة دود البقل، وجراده وذبابه وكل شيء يعيش فيه». ولا يغيب أثر البيئة عند القزويني الذي يرى أن البيئة تؤثر في التوالد والتفريخ. فيقول في «عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات»: «فالفيلة لا تتولد إلا في جزائر البحار الجنوبية، وعمرها في أرض الهند أطول من عمرها بغير أرض الهند، وأنيابها لا تعظم مثل ما تعظم بأرضها، والزرافة لا تتولد إلا بأرض الحبشة (إفريقيا الشرقية)، والجاموس لا يتولد إلا بالبلاد الحارة قرب المياه ولا يعيش بالبلاد الباردة، والسنجاب والسمور وغزال المسك لا يتولد إلا في البلاد الشرقية الشمالية، والصقر والبازيّ والعقاب لا يتفرخ إلا على رؤوس الجبال الشامخة، والنعامة والقطا لا يفرخان إلا في الفلوات، والبطوط وطيور الماء لا تفرخ إلا في البساتين، والحجل لا يفرخ إلا في الجبال. هذا هو الغالب، فإن وقع شيء على خلاف ذلك فهو نادر».



الزرافة من الحيوانات التي تعيش في إفريقيا، وقد أشار إليها الجاحظ في «كتاب الحيوان»

ولإخوان الصفا رأي في الحيوان لم يُسبقوا إليه؛ وإن كان رأيًا فلسفيًا أكثر منه علميًا. ففي ثنايا حديثهم عن الخلائق يوردون الرأي الآتي: «صورة النبات منكوسة الانتصاب إلى أسفل لأن رؤوسها نحو مركز الأرض، ومؤخرها نحو محيط الأفلاك. والإنسان بالعكس من ذلك، لأن رأسه مما يلي الفلك ورجليه مما يلي مركز الأرض. في أي وضع وقف على بسيطها شرقًا وغربًا وجنوبًا وشمالاً من الجوانب كلها، ومن هذا الجانب، ومن ذلك الجانب. والحيوانات متوسطة بين ذلك لا منكوسة كالنبات ولا منتصبة كالإنسان، بل رؤوسها إلى الآفاق، ومؤخرها إلى ما يقابله من الأفق الآخر كيفما دارت وتصرفت في جميع أحوالها». ويدللون على قدرة الخالق بالمقارنة بين الفيل أضخم الحيوانات والبَقَّة أهون الحشرات. «إن أكثر الناس يتعجبون من خلقة الفيل أكثر من خلقة البقة، وهي أعجب خلقة وأظرف صورة؛ لأن الفيل - مع كبر جثته - له أربع أرجل وخرطوم ونابان خارجيان، والبقة - مع صغر جثتها - لها ست أرجل وخرطوم وأربعة أجنحة وذنب وفم وحلقوم وجوف ومصارين وأمعاء، وأعضاء أخرى لا يدركها البصر، وهي مع صغر جثتها مسلطة على الفيل بالأذية، ولا يقدر عليها، ولا يمتنع بالتحرز منها».

لم تكن الفيلة منتشرة بكثرة في شبه الجزيرة العربية، وإنما في إفريقيا والهند

• التصنيف الحيواني

لم يكن تقسيم العرب للحيوان موحدًا، فقد بدأ عامًّا مطلقًا، إذ قسموا الحيوانات إلى أليفة ومتوحشة وضارية. ثم لما انتقلوا من الوصف اللغوي إلى الوصف شبه العلمي، قسَّموها إلى نوع يمشي وآخر يطير وثالث يسبح ورابع ينساح (يزحف). ومنهم من قسمها إلى تام وناقص. فالقزويني، مثلاً، يجعل الحيوان في المرتبة الثالثة من الكائنات بعد أن جعل الأولى والثانية للمعادن والنباتات على التوالي. وقسّم الحيوان بدوره إلى أنواع متعددة جعل الإنسان في قمتها؛ فهو "أشرف الحيوانات وخلاصة المخلوقات".

وصنّف القزويني الحيوان إلى سبعة أقسام: الإنسان، والجن، والدواب؛ وذكر منها: الفرس، والبغل، والحمار، وحمار الوحش وغيرها وبيّن خواص كل منها، ثم النَّعَم؛ «وهي حيوانات كثيرة الفائدة شديدة الانقياد، ليس لها شراسة الدواب ولا نفرة السباع؛ كالإبل والبقر والجاموس والزراف وغيرها. ثم السباع؛ كابن آوى وابن عرس والأرنب والخنزير والذئب والضبع والفهد والفيل والكركند والكلب والنمر. ثم الطير؛ ومنها أبو براقش والأوز والباقش والببغاء والبلبل والحبارى والحدأة والحمام والخفاش. ثم الهوام والحشرات؛ وهذا النوع لا يمكن ضبط أصنافه لكثرته: كالأرضة والبرغوث، والأفعى، والجراد، والحرباء، والحلزون، والخنفساء».

أما الجاحظ فقد ذهب في ذلك شوطًا بعيدًا، حيث قسم الحيوانات إلى فصائل؛ ففي باب الحيوانات ذات الأظلاف يذكر؛ الظباء والمعز والبقر الوحشي والبقر الأهلي والجواميس والوعول والتياتل. ومن خلال حديثه عن هذه الفصيلة ترد ملاحظات علمية كأن يقول: «إن البقر الوحشي أشبه بالبقر الأهلي، وإن الوعول والتياتل حيوانات جبلية». ويقسم الجاحظ الحيوان عامة إلى أربعة أقسام: «شيء يمشي، وشيء يطير، وشيء يسبح، وشيء ينساح. إلا أن كل طائر

يمشي، ولا يسمى الذي يمشي ولا يطير منها طائرًا، كما أنه ليس كل ما طار من الطير؛ فقد يطير الجعلان، والذباب والزنابير والنمل والأرضة لكنها لا تسمى طيرًا. كما أن ليس كل عائم سمكًا على الرغم من مناسبته للسمك في كثير من الصفات. إذ إن في الماء؛ كلب الماء وخنزير الماء والسلحفاة والضفدع والتمساح والدلفين».

أما الحيوان عند إخوان الصفا فصنفان: تام الخلقة، وناقص الخلقة. تام الخلقة هو الذي ينزو ويحبل ويلد ويرضع، أما ناقص الخلقة فهو: «كل حيوان يتكون من العفونات، ومنها ما هو كالحشرات والهوام وما هو بين ذلك؛ كالتي تنفذ وتبيض وتحضن وتربي». وأشار إخوان الصفا إلى التطور في خلق الحيوان: «ثم إن الحيوانات الناقصة الخلقة متقدمة الوجود على التامة الخلقة بالزمان في بدء الخلق، وذلك أنها تتكون في زمان قصير، والتي هي تامة الخلقة تتكون في زمن طويل». وقسموا الحيوانات وفق بيئاتها: «فمنها سكان الهواء، وهي أنواعٌ، الطيور أكثرها والحشرات جميعًا. ومنها سكان الماء؛ وهي حيوانات تسبح في الماء كالسمك والسرطان والضفادع والصدف ونحو ذلك. ومنها سكان البر؛ وهي البهائم والأنعام والسباع. ومنها سكان التراب وهي الهوام».

وعندما جاء القزويني اصطنع بطريقة منهجية أفكارًا أقدم عهدًا، وأدخل في كتابه «عجائب المخلوقات» رسالة عن علم الحيوان؛ وهو يقسم الكائنات الحية لثلاث «ممالك»، ويضع الحيوانات في أعلى رتبة، ويعلق أهمية كبرى على طرقها في الدفاع، ويتخذ هذه الطرق معيارًا لتصنيفها:

1 - حيوانات تصد أعداءها بقوتها، مثل الأسد والفيل.
2 - حيوانات تحمي نفسها بالفرار، مثل الغزال والأرنب والطيور.
3 - حيوانات مزودة بوسائل خاصة للدفاع، مثل القنفذ.
4 - حيوانات تعيش في حصن مثل الفئران أو الحيات.

وفي الأجزاء الثلاثة الأخيرة من رسالته، يخصص للحيوانات حواشي مرتبة بحسب الحروف الهجائية، وفيها بعض الملاحظات العامة البعيدة كل البعد عن العلم، تليها الخواص السحرية أو الطبية لأعضاء الحيوان المختلفة.

حاول القزويني أن يقدم تصنيفًا مناسبًا للكائنات الحية وغير الحية.
(في الصورة ترتيبه للبرمائيات مع بعضها)

بالمقارنة مع تصنيف الجاحظ؛ فإن هذا يشكل هبوطًا واضحًا في مستوى التصنيف، ويمكن أن يصدق الشيء نفسه من الناحية العلمية البحتة، على كتاب «حياة الحيوان الكبرى» للدميري (توفي 808 هـ/1405م)؛ الذي لا يأتي بتصنيف جديد، بل يقتصر على نقل تصنيف الجاحظ، بيد أنه يجمع بطريقة مفيدة في حواشٍ مرتبة حسب الحروف الهجائية؛ ملاحظ لغوية، وروايات مختلفة، والموقف الشرعي الخاص للحيوان (بالأدلة التي قدمها فقهاء المذاهب المختلفة)، والأمثال التي كانت الحيوانات مضربا لها، والخواص السحرية أو الطبية لأعضائها المختلفة، وأخيرا تفسير الأحلام التي تظهر فيها هذه الحيوانات.

• تعليـــم الحيـــوان

لكل حيوان مما خلق الله قدر من الذكاء، قل ذلك او كثر حتى الحمار، وهو مضرب المثل في الغباء أمكن للإنسان أن يلج به باب التعليم والتدريب.

بعيدًا عن طرفة الرجل الذي وعد أحد الملوك بتعليم الحمار الأصول، ويراعي الأوامر الملكية خلال 30 سنة، فقالت له زوجته: «وماذا لو أن المدة انتهت ولم يتعلم الحمار، فقال لها الرجل:» خلال 30 سنة؛ إما أن يموت السلطان أو أموت أنا، أو يموت الحمار».

فإن مما يروى عن العرب في هذا المجال ما كان ممن يُدعى: الأسود الكذاب العنسي (قُتل 21 هـ)، أحد المتنبئين باليمن في صدر الإسلام وكان يلقب ذا الحمار. يقول المسعودي في كتابه «التنبيه والاشراف»: «كان له حمار قد راضه وعلمه، فكان يقول له اسجد، فيسجد ويقول له اجث فيجثو، وغير ذلك من أمور كان يدعيها، ومخاريق كان يأتي بها يجتذب بها قلوب متبعيه».

• نقل الحيوان

كما يحدث مع نقل النباتات والفواكه، وكما حدث في مصر من إدخال أنواع الفواكه الحمضية منذ عهد ليس بالبعيد، حدث مثل هذا التهجير في عصور سحيقة.

إذ ذكر المسعودي تاريخ دخول الجاموس إلى بلاد الشام، ويقول في «التنبيه والاشراف»: «وقيل إنّ بدء الجواميس بالثغر الشامي وسواحل الشام من جواميس كانت لآل المهلب ببلاد البصرة والبطائح والطفوف، فلما قتل يزيد بن المهلب نقل يزيد بن عبد الملك بن مروان كثيرًا منها إلى هذه النواحي»، وكانت خلافة يزيد بن عبد الملك ما بين عامي (101 - 105هـ).

وذكر المسعودي قولًا آخر في خلافة المعتصم (218 - 227 هـ)، أنه بعد تغلبه على الزط، أجلاهم وأنزلهم بلاد خانقين وجلولاء من طريق خراسان وبلاد عين زربة من الثغر الشامي، ومن يومئذ صارت الجواميس بالشام، ولم تكن تعرف هنالك.

إسهامات العلماء العرب والمسلمين في علم الحيوان

صنّف العلماء العرب والمسلمون في كل فروع المعرفة، وقلما اقتصر إنتاج العالم منهم على تخصص واحدٍ، بل كان يتناول شتى فروع المعرفة في مؤلف موسوعي واحد. ولن يتناول الحديث هنا إسهامات علماء؛ كالرازي وابن سينا والغافقي وابن البيطار وغيرهم، إذ إن الدراسة قد شملتهم في حقول أخرى سابقة. وسيقتصر الحديث هنا على نماذج ممن لم يُكتب عنهم من قبل من علماء الحيوان.

• إسهامات الجاحظ

ألّف أبو عثمان عمرو بن بحر الجاحظ (ت 255هـ/ 869 م) موسوعته الضافية بعنوان «الحيوان». وهي مصنف يحتوي على معظم المعارف والمسائل الفلسفية والدينية والسياسية والجغرافية والطب والقرآن والحديث والفكاهة. أما بحثه في الحيوان، فقد درس فيه سلوكه وأعضاءه وتطوراته، وطعامه وشرابه، وسلاحه وطباعه، وأمراضه وعمره، وموطنه وأثر البيئة فيه، وعلاقته بغيره من الحيوان.

قسّم الجاحظ «كتاب الحيوان» إلى سبعة فصول. يتناول الجزءان الأول والثاني المناظرة بين الديك والكلب مدعمًا رأي كل منهما بالآيات القرآنية أو الأحاديث النّبَوية أو الحكايات والحكم. ويتناول في الفصلين الثالث والرابع الحمام وأنواعه وطبائعه، والذباب والغربان والجعلان والخنافس والخفاش والنمل والقرود والخنازير والثيران. وفي الخامس والسادس يواصل البحث عن الثيران، ثم ينتقل إلى أجناس البهائم والطير الأليف، ويعقد مقارنة بين الإنسان والحيوان، ثم يتكلم عن الضب والهدهد والتمساح والأرنب. وفي الفصل السابع يتحدث عن الزرافة والفيل وذوات الأظلاف.

تناول الجاحظ في ثنايا «كتاب الحيوان» سلوك الحيوان والطير والحشرات

وفي سياق ذكره لطبائع الحيوانات يذكر ملاحظاته عن حاسة الشم الشديدة لدى بعض الحيوانات، والتعرق وتأثير المحيط على الحيوان. ويعطي أحيانًا بعض الملاحظات الفسيولوجية للمظاهر الخارجية للحيوانات كذوات الشعر وذوات الوبر وذوات الصوف وذوات الريش. وفي الكتاب معلومات غنية تتصل بتزاوج الحيوانات وتناسلها وعلاقاتها بأولادها. كما اشتمل على ملاحظات علمية صحيحة كقوله: «إن الخفافيش تلد ولا تبيض وترضع، أما التمساح والسلحفاة والضفدع فإنها تبيض وتحضن بيضها. ومن ملاحظاته أن جميع الحشرات وجميع العقارب والذبابات والأجناس التي تعض وتلسع تكمن في الشتاء دون أكل أو شرب، ما عدا النمل والنحل فإنها تدخر ما يكفيها أثناء فترة سباتها».

لم يكن الجاحظ يدلي برأي في مسألة إلا بعد التمحيص الشديد. وقد قاده ذلك إلى إجراء العديد من التجارب ليثبت صحة ما ذهب إليه. من هذه التجارب تأثير الخمر في الحيوانات، والتولد الذاتي. ومما ذكر أنه: «إذا وُضعت عقرب مع فأرة في إناء زجاجي، فليس عند الفأرة حيلة أبلغ من قرص إبرة العقرب؛ فإما أن تموت من ساعتها، وإما أن تتعجل السلامة منها، ثم تقتلها كيف شاءت، وتأكلها كيف أحبت». والتجربة توضح طبائع الحيوانات، وصراعها، وأيها أقتل للآخر. ومن استقراء تجارب الجاحظ نجد أنه أشار إلى أثر العادة في الحيوان وبخاصة الكلب فيقول: «إن له صديقًا حبس كلبًا له في بيت وأغلق دونه الباب في الوقت الذي كان طباخه يرجع فيه من السوق ومعه اللحم. ثم أحدَّ سكينًا بسكين فنبح الكلب، وقلق، ورام فتح الباب لتوهمه أن الطباخ قد رجع بالوظيفة (حصته من الطعام)، وهو يحد السكين ليقطع اللحم. فلما كان العشي صنعنا به مثل ذلك لنتعرف حاله في معرفة الوقت فلم يتحرك». وهذه التجربة تذكرنا بتجربة بافلوف التي أطلق عليها في علم النفس نظرية التعلم الشرطي. وفي ضوء هذه التجارب والملاحظات عده البعض أول علماء الحيوان التجريبيين.

قام بتهذيب «كتاب الحيوان» للجاحظ عالمان جليلان من علماء (القرن السابع)، أما أحدهما فهو الشاعر المصري هبة الله بن جعفر بن محمد سناء الملك، المعروف بابن سناء الملك. وقد قال ياقوت في ترجمته: «وصنف كتاب روح الحيوان ولخص فيه كتاب الحيوان للجاحظ». ويقول ابن خلكان بعده في ترجمة له أيضًا: «واختصر كتاب الحيوان للجاحظ وسمي المختصر روح الحيوان وهي تسمية لطيفة». كما يشير صاحب «كشف الظنون» إلى أنّ للموفق البغدادي اختصارًا آخر للحيوان، والموفق هذا هو عبد اللطيف بن يوسف بن محمد المعروف بابن نقطة، توفي عام (629 هـ)، وكلا المختصرين قد ذهب في طيات التاريخ، فلم يعد لأحدهما أثرًا.

- **إسهامات ابن أخي خزام**

عاش العالِم أبو يوسف يعقوب بن أخي خزام في (القرن التاسع الميلادي)، وقد كتب كثيرًا من المؤلفات في مجال تربية الحيوان وخاصةً تربية الخيل. ومن مؤلفاته الشهيرة في مجال الطبابة البيطرية كتاب «الخيال والبيطرة»، وقد عُثر على نسخة مصورة من هذا الكتاب في إحدى مكتبات إسطنبول، ولم يُعرف متى تُرجم إلى اللغة التركية، حيث إن تاريخ نسخه يعود لعام (1536 م)، (المكتبة السليمانية رقم 3535). ومما يذكر أنه منذ مطلع (القرن التاسع الميلادي)، أخذت حركة الترجمة إلى اللغة العربية بالتقدم و التطور، كما أن الطب عند العرب المسلمين بصورة عامة، أخذ بالازدهار والتطور، وكان هذا التطور مشفوعاً دومًا بتطورٍ مشابهٍ في علم البيطرة.

لقد حرص الخلفاء العباسيون آنذاك على تنشيط تطوير المجالات العلمية كافةً، وكان من بين هؤلاء الخلفاء الذين ساعدوا على الرفع من مستوى العلم الخليفة العباسي السابع المأمون (813–838 م)، الذي كان غيورًا على العلم ومحبًا للعلماء، مثله في ذلك مثل والده الخليفة هارون الرشيد، وقد أسس المأمون أكاديمية علمية في بغداد، وساعد على جمع وترجمة الكثير من الآثار اليونانية إلى اللغة العربية. كما قدم المكافآت للعلماء لقاء نشرهم للكتب العلمية، و كان يتعاون مع المعتصم من أجل جلب العلماء الأجانب واستهوائهم بغية الاستفادة منهم . وكذلك فإن الخليفة المتوكل (861 – 847 م)، كان يشجع على الترجمة ويكافئ المترجمين والعلماء بمكافآت مادية مجزية؛ إذ أنه كان يعطي المترجم ذهباً بمقدارٍ يتناسب مع وزن الكتاب الذي تُرجم، و كانت الترجمة بصورة عامة تتم تحت إشراف حنين بن إسحق. وفي مقدمة كتاب «الخيال والبيطرة» ذكر ابن أخي خزام بأن الحصان حيوان قيم، ويشير إلى أهمية تغذية وتطمير الحصان ومعالجة العرج عنده .

ومن أقوال ابن أخي خزام الشهيرة في الحصان: «كنت قد جربت كل العلاجات المفيدة عندما أسمع بحالةٍ مرضيةٍ عند الحصان، وقد كنت أستفيد من جميع المصادر والمؤلفات القديمة، وقد كتبت هذا الكتاب الذي يضم ثلاثين بابًا، وبحثت في معظمها في عيوب ومناقص الحصان الخلقية والمكتسبة، ووجدت أن البغال والحمير والجمال حيواناتٌ مفيدة في الحروب، ولذلك فإني كتبت في معالجتهم ومشكلاتها كما أنني تطرأت في البحث عن الأغنام و الأبقار».

تعود الأقسام الأولى من الكتاب إلى علم يدعى علم تدريب الخيل، يليها بابٌ جيد في الولادة ومشكلاتها؛ ترك فيه المؤلف الاعتقادات الباطلة المتعلقة بالحمل والولادة، ولجأ إلى طرق سليمة ومبتكرة. وفي باب المعالجة والمداواة ذكر المؤلف أنه استفاد من كثيرٍ من الأطباء اليونانيين، وحتى أنه يشير إلى مصادر الاستفادة أحيانًا.

ومن المؤلفات المهمة أيضًا لابن أخي خزام كتاب «الفروسية»، وهو أول كتاب باللغة العربية في موضوع الطبابة البيطرية. وعمومًا نلاحظ أن هذا العالم العربي الفذ ليس مجرد مؤلفٍ نظري في مجال علم البيطرة، إنما هو بيطري اعتمد بشكلٍ كبيرٍ على تجاربه الشخصية في هذا المجال، وأفضل مثالٍ على ذلك طريقة معالجة الاستسقاء (الحبن)، بالإضافة إلى الأفكار الجديدة التي أدخلها في معالجة أمراض الحافر والقوائم، كما بين ضرورة عزل الحيوانات المصابة بخناق الخيل، والأغنام المصابة بالتهاب الظلف، لكون هذه الأمراض سارية وقابلةً للانتقال إلى الحيوانات السليمة.

• إسهامات ابن مسكويه

تناول أحمد بن يعقوب بن مسكويه (توفي 421 هـ/ 1030 م)، علم الأحياء عمومًا في كتابه «الفوز الأصغر»، وقسّم فيه الكائنات الحية إلى مراتب من حيث قبول حركة النفس؛ أي حركة القوة. وتناول فيه أهم خصائص النبات من حيث إنها مثبَّتة في التربة بالجذور على عكس الحيوانات؛ إذ إن الحيوانات قادرة على الانتقال من مكان إلى آخر لأنها مزودة بأعضاء تساعد على الحركة. وقسّم الحيوانات إلى أقسام، وضع كل قسم منها في وضعه الملائم من الشجرة الحيوانية. وذكر تأثير البيئة على جميع الأحياء من حيث التطور الإدراكي والعقلي. وتحدث عن الحيوانات الدنيئة، والحيوانات ناقصة الحواس، وتلك التي استكملت حواسها الخمس. فالحيوانات الدنيئة عنده تلك التي لم تستوف الصفات الحيوانية الكاملة، والتي تشابه النباتات في صفاتها، كالسوطيات التي تشبه الحيوانات في أنها قادرة على الانتقال والحركة، وتشارك النبات في قدرتها على التركيب الضوئي. وكالأصداف والحلزون، «وليس لهما من صفات الحيوانية إلا حس واحد، وهو الحس العام الذي يقال له: حس اللمس». أما الحيوانات ناقصة الحواس الخمس فيمثل لها بالخُلد، وهو حيوان قارض، فقد البصر بتأثير البيئة، تُولد صغاره بعيونها، غير أن عيونها سرعان ما تضمر ويغطيها الشعر في جحورها المظلمة تحت الأرض. ومن أمثلة الحيوانات ناقصة الحواس النمل، ومنه أنواع لا عيون لها، إلا أن باقي حواسها فمستكمل قوي كحاسة الشم. ومن النواقص أيضًا الحيوانات التي ليس لها جفون كالحيات وكثير من ذوات الفقار كالأسماك الكبيرة.

أما الحيوانات مستكملة الحواس الخمس فهي عنده على مراتب متفاوتة. منها البليدة الجافية الحواس، ومنها الذكية اللطيفة الحواس التي تستجيب للتأديب وتقبل الأمر والنهي؛ كالفرس من البهائم والبازي من الطير. أما القردة وما شاكلها فقد وضعها في قمة مرتبة الثدييات لكنها أحط من مرتبة الإنسان، خاصة فيما يتعلق بالمواهب من قبول التأديب والتمييز والاهتداء إلى المعارف.

تنبه ابن مسكويه إلى تأثر الحيوانات بالبيئة المحيطة بها

• إســـــهامات الدّميـــــريّ

ألّـف كمـال الديـن أبـو البقـاء محمـد بـن موسـى الدميـري (تـوفي 808 هـ/ 1405 م)، كتـاب «حيـاة الحيـوان الكبـرى». ويذكـر أنـه قـد جمعـه مـن 560 كتابًـا و199 ديوانًـا مـن دواويـن الشـعر العربـي. وترجـم جيـاكار معظـم هـذا الكتـاب إلـى اللغـة الإنجليزيـة عـام (1906 م). وجـاء ترتيـب هـذا الكتـاب علـى حـروف المعجـم، ويبـدأ كل مـادة بتعريـف اسـم الحيـوان، وشـرح الاسـم شـرحًا لغويًـا، ويـورد الأسـماء التـي يكنـى بهـا الحيـوان مقتبسًـا ذلـك مـن مؤلفـات فقهـاء اللغـة؛ كابـن سـيده، والقزوينـي، والجاحـظ، والجوهـري. ثـم يتلـو ذلـك وصـف الحيـوان، وذكـر طباعـه وأنواعـه، ويـورد أحيانًـا قصصًـا اشـتهرت عـن حيـوان بعينـه مثـل: البـراق، والعنقـاء، وهدهـد سـليمان، وحـوت موسـى، وفـرس فرعـون. وخلـط هـذا الكتـاب العلـم بـالأدب، والحقائـق بالخرافـات، وأورد أشـياء خاطئـة. وهـذا مثـال ممـا كتبـه عـن

الدجاج: «كنية الدجاجة أم وليد وأم حفص وأم جعفر وأم عقبة، وإذا هرمت الدجاجة لم يخلق منها فرخ. والدجاج مشترك الطبيعة؛ يأكل اللحم والذباب، وذلك من طباع الجوارح، ويأكل الخبز ويلتقط الحب، وذلك من طباع الطير. ويُعرف الديك من الدجاجة وهو في البيضة؛ وذلك أن البيضة إذا كانت مستطيلة محدودة الأطراف فهي مخرج الإناث، وإذا كانت مستديرة عريضة الأطراف فهي مخرج الذكور. والفرخ يخرج من البيضة تارة بالحضن، وتارة بأن يدفن في الزبل ونحوه. ومن الدجاج ما يبيض مرتيْن في اليوم. والدجاجة تبيض في جميع السنة إلا في شهرين، ويتم خلق البيض في عشرة أيام، وتكون البيضة عند خروجها لينة القشر، فإذا أصابها الهواء يبست. وأغذى البيض وألطفه ذوات الصفرة، وأقله غذاء ما كان من دجاج لا ديك لها، وهذا النوع من البيض لا يتولد منه حيوان».

كان الدميري يكثر من ذكر الشواهد الأدبية والأحكام الشرعية، مبينًا الحلال والحرام، ويورد النوادر اللطيفة عن كل حيوان، ويعلل رؤية هذا الحيوان أو ذاك في المنام

• إســـــهامات العَوْفـــي

محمد بن محمد بن علي بن عطية العوفيّ، الإسكندري الأصل، المزي ثم العاتكي؛ أبو الفتح، شمس الدين (توفي 906 هـ/ 1501 م)، من سلالة عبد الرحمن بن النعمان بن عوف (فقيه شافعيّ متصوف، له علم بالأدب، ونظم كثير). ولد بالإسكندرية، ورحل إلى مكة واليمن والهند، ورجع إلى مصر، ثم زار العراق. واستقر بالمزة (من ضواحي دمشق) بعد (سنة 880 هـ)، ونكب في فتنة، فانتقل إلى محلة قبر عاتكة بدمشق وتوفي فيها. من كتبه «الحجة الراجحة في سلوك المحجة الواضحة» بخطه، الجزءان الأول والثاني منه، و«ابتغاء القربة باللباس والصحبة» أربعة مجلدات، وكتاب «في اللغة» كبير، و«ديوان» منظوماته، ثمانية أجزاء، و «تحفة اللبيب وبغية الكئيب». وكتاب ضخم عن الحيوان اسمه «كشف البيان عن صفات الحيوان»، في 60 جزءا، كل جزء 250 ورقة، وهو موسوعة شاملة، لم تحقق وتظهر مطبوعة حتى اليوم.

وهذا الكتاب ذكر مصنِّفه في مقدمتِه أنه اطلع على كتاب «حياة الحيوان» للدميري فوجده ناقصًا غير مستوفٍ جميع جوانب علم الحيوان، فأحبَّ أن يضع كتابًا جامعًا فيه كل ما يتعلق بالحيوان في علوم وآداب العرب؛ حيث يقول: «استخرتُ من أوجد وأفنى أن أجمع كتابًا في هذا المعنى؛ أي حياة الحيوان، أزينه بعجائب المخلوقات، وأطرزه بغرائب الموجودات، مشحونًا بدقائق سنية، ورقائق لدنِّية، وقواعد كلية، ونوادر جزئية من حديثٍ، وفقهٍ، وتفسيرٍ، وصرفٍ ونحو، ولغة وتعبير، وهندسة وتقويم، وتسوية وتهوين، وفصاحة وبلاغة، ونباهة وبراعة، .. » إلى آخر ما قاله.

صفحتان من موسوعة العوفي الضخمة «كشف البيان عن صفات الحيوان»

علم الحيوان في عصر النهضة

كان عصر النهضة في أوربا هو عصر هواة الجمع والمسافرين، حيث جرى إثبات صحة العديد من القصص عندما تم إحضار العينات الحية أو المحفوظة إلى أوروبا.

ثم أصبح التحقق من خلال جمع الأشياء أكثر شيوعًا، بدلاً من تراكم الحكايات، وطور العلماء آلية جديدة للمراقبة الدقيقة. جلب عصر النهضة اهتمامًا واسعًا بكل من التاريخ الطبيعي التجريبي وعلم وظائف الأعضاء.

في عام (1543 م)، افتتح أندرياس فيزاليوس العصر الحديث للطب الغربي من خلال أطروحته في علم التشريح البشري «De humani Corporis Fabrica»، والتي كانت مبنية على تشريح الجثث.

كان فيزاليوس الأول في سلسلة من علماء التشريح الذين استبدلوا تدريجيًا المذهب المدرسي بالتجريبية في علم وظائف الأعضاء والطب، معتمدين على الخبرة المباشرة بدلاً من السلطة والتفكير المجرد.

أصبحت الحيوانات، النوع الذي يجمع بين المعرفة الطبيعية والتصويرية للحيوانات، أكثر تعقيدًا أيضًا. ظهر عمل كونراد جيسنر في علم «تاريخ الحيوان Historiae Animalium» في أربعة مجلدات، بين عامي (1551–1558 م)، في زيورخ، وصدر خامسٌ في عام (1587 م). كانت أعماله نقطة انطلاق علم الحيوان الحديث. تم إنتاج الأعمال الرئيسة الأخرى من قبل ويليام تورنر وبيير بيلون وغيوم روندليت وأوليسي ألدروفاندي. [Mayr, 1985]

كان فنانون مثل ألبريشت دورر وليوناردو دافنشي، الذين غالبًا ما كانوا يعملون مع علماء الطبيعة، مهتمين أيضًا بأجساد الحيوانات والبشر، ودرسوا علم وظائف الأعضاء بالتفصيل وساهموا في نمو المعرفة التشريحية. [Magner, 1979]

في (القرن السابع عشر)، جمع المتحمسون للعلوم الجديدة والباحثون عن الطبيعة عن طريق الملاحظة والتجربة، أنفسهم في الأكاديميات أو المجتمعات

للدعم المتبادل والخطاب. أول تأسيس للأكاديميات الأوروبية الباقية كانت، (Academia Naturae Curiosorum,1651) التي اقتصرت بشكل خاص على وصف وتوضيح بنية النباتات والحيوانات. بعد أحد عشر عامًا (1662م) تأسست الجمعية الملكية في لندن بموجب ميثاق ملكي، حيث كانت موجودة دون اسم أو منظمة ثابتة لمدة سبعة عشر عامًا، ابتداء من عام (1645م). وبعد ذلك بقليل، أسس لويس الرابع عشر أكاديمية العلوم في باريس، ثم جرى تأسيس الجمعية الملكية للعلوم في أوبسالا.

بعد ذلك تم تنظيم وتسمية وتصنيف علم الحيوان المهيمن طوال (القرنين السابع عشر والثامن عشر)، حيث نشر كارل لينيوس تصنيفًا أساسيًا للعالم الطبيعي في عام (1735م) (جرى استخدام اختلافاته منذ ذلك الحين)، وفي (خمسينات القرن الثامن عشر) قدم أسماء علمية لجميع أنواعه. بينما تصور لينيوس الأنواع على أنها أجزاء غير متغيرة من التسلسل الهرمي المصمم، فإن عالم الطبيعة العظيم الآخر في (القرن الثامن عشر)، جورج لويس لوكليرك، كونت دي بوفون، تعامل مع الأنواع على أنها تصنيفات اصطناعية وأشكال حية قابلة للطرق، حتى أنها تشير إلى إمكانية الأصل المشترك. [Mayr, 1985]

قبل عصر الاستكشاف، كان لدى علماء الطبيعة فكرة قليلة عن النطاق الهائل للتنوع البيولوجي. أصبح اكتشاف الأنواع الجديدة ووصفها وجمع العينات شغفًا للسادة العلميين، ومشروعًا مربحًا لأصحاب المشاريع؛ سافر العديد من علماء الطبيعة حول العالم بحثًا عن المعرفة العلمية والمغامرة.

قام ويليام هارفي بتوسيع عمل فيزاليوس ليشمل تجاربَ على الأجسام التي لا تزال حية (لكل من البشر والحيوانات)، وقام بالتحقيق في أدوار الدم والأوردة والشرايين. كان كتاب هارفي «De Motu Cordis» في عام (1628م) بداية النهاية لنظرية جالينوس، وإلى جانب دراسات سانتوريو حول التمثيل الغذائي، كان مثابة نموذج مؤثر للنهج الكمي في علم وظائف الأعضاء. [Magner, 1979]

علم الحيوان في العصر الحديث

في (أوائل القرن السابع عشر)، كان عالم الحيوان الصغير قد بدأ للتو في الانفتاح. كان عددٌ قليل من صانعي العدسات والفلاسفة الطبيعيين يصنعون مجاهر بدائية منذ أواخر (القرن السادس عشر)، ونشر روبرت هوك كتابه «الميكروغرافي» بناءً على الملاحظات باستخدام مجهره المركب في عام (1665 م).

ولكن لم يكتشف العلماء الحيوانات المنوية، والبكتيريا، والغرابة المطلقة والتنوع في الحياة المجهرية إلا بعد التحسينات الهائلة التي أدخلها أنتوني فان ليفينهوك في صناعة العدسات في (سبعينات القرن السابع عشر)، مما أدى في النهاية إلى تكبير يصل إلى 200 ضعف بعدسة واحدة. أدت التحقيقات المماثلة التي أجراها جان سوامردام إلى اهتمام جديد بعلم الحشرات، وبناء التقنيات الأساسية للتشريح والتلوين المجهري. [Magner, 1979]

حفز الجدل حول الطوفان الموصوف في «الكتاب المقدس» على تطور علم الحفريات. في عام (1669 م)، نشر نيكولاس ستينو مقالًا حول كيفية حصر بقايا الكائنات الحية في طبقات من الرواسب وتمعدنها لإنتاج الأحافير.

مع أن أفكار ستينو حول التحجر كانت معروفة جيدًا، ونوقشت كثيرًا بين الفلاسفة الطبيعيين، إلا أن الأصل العضوي لجميع الأحافير لم يتقبله جميع علماء الطبيعة حتى نهاية (القرن الثامن عشر) بسبب الجدل الفلسفي واللاهوتي حول قضايا مثل؛ عمر الأرض والانقراض. [Rudwick, 1985]

كان للتقدم في الفحص المجهري أيضًا تأثير عميق على التفكير البيولوجي. في (أوائل القرن التاسع عشر)، أشار عدد من علماء الأحياء إلى الأهمية المركزيةللخلية. في عامي (1838 و 1839 م)، بدأ شلايدن وشوان في الترويج للأفكار القائلة بأن:

1. الوحدة الأساسية للكائنات الحية هي الخلية.
2. الخلايا الفردية لها جميع خصائص الحياة.
3. جميع الخلايا تأتي من انقسام الخلايا الأخرى.

بفضل عمل روبرت ريماك ورودولف فيرشو، بحلول (ستينات القرن التاسع عشر)، قبل معظم علماء الأحياء المبادئ الثلاثة لما أصبح يُعرف باسم (نظرية الخلية). [Sapp, 2003]

حتى (القرن التاسع عشر)، كان نطاق علم الحيوان مقسمًا إلى حد كبير بين؛ علم وظائف الأعضاء الذي يبحث في مسائل الشكل والوظيفة، والتاريخ الطبيعي؛ الذي كان يهتم بتنوع الحياة، والتفاعلات بين أشكال الحياة المختلفة وبين الحياة وغير الحياة.

بحلول عام (1900م)، تداخل الكثير من هذه المجالات، في حين أن التاريخ الطبيعي (والفلسفة الطبيعية المقابلة له) قد أفسح المجال إلى حد كبير للتخصصات العلمية الأكثر تخصصًا؛ علم الخلايا، وعلم الجراثيم، وعلم التشكل، وعلم الأجنة، والجغرافيا، والجيولوجيا.

أدى السفر الواسع النطاق من قبل علماء الطبيعة في (أوائل القرن التاسع عشر إلى منتصفه) إلى الحصول على ثروة من المعلومات الجديدة حول تنوع وتوزيع الكائنات الحية. كان عمل ألكسندر فون همبولت ذا أهمية خاصة، حيث حلل العلاقة بين الكائنات الحية وبيئتها (أي مجال التاريخ الطبيعي) باستخدام الأساليب الكمية للفلسفة الطبيعية (أي الفيزياء والكيمياء). وضع عمل همبولت أسس الجغرافيا الحيوية، وألهم عدة أجيال من العلماء. [Bowler, 2000]

كما أدى نظام الجيولوجيا الناشئ إلى تقريب التاريخ الطبيعي والفلسفة الطبيعية من بعضهما بعضًا؛ قام جورج كوفييه وآخرون بخطوات كبيرة في علم التشريح المقارن وعلم الحفريات في (أواخر تسعينات القرن الثامن عشر وأوائل

القرن التاسع عشر). في سلسلة من المحاضرات والأوراق البحثية التي أجرت مقارنات تفصيلية بين الثدييات الحية وبقايا الحفريات، تمكن كوفييه من إثبات أن الحفريات كانت بقايا كائنات انقرضت، بدلًا من كونها بقايا لكائنات لا تزال حية في أماكن أخرى من العالم، كما كان يعتقد بشكل واسع. [Rudwick, 1985]

ساعدت الحفريات التي اكتشفها ووصفها؛ جدعون مانتل، ووليام باكلاند، وماري أنينج، وريتشارد أوين، من بين آخرين في إثبات وجود «عصر من الزواحف» سبق حتى الثدييات في عصور ما قبل التاريخ. استحوذت هذه الاكتشافات على خيال الجمهور وركزت الانتباه على تاريخ الحياة على الأرض. [Bowler, 2000]

أنجزت الكثير من الأعمال المهمة في (بواكير القرن العشرين) بواسطة فريتز مولر، وهيرمان مولر (تخصيب النباتات بالحشرات)، وأوغست وايزمان، وإدوارد ب. بولتون، وأبوت ثاير. كان هناك تقدم كبير خلال هذه الفترة في المجال الذي أصبح يعرف باسم علم الوراثة، قوانين الاختلاف والوراثة (المعروف في الأصل باسم Thremmatology). أعطى تقدم الفحص المجهري فهمًا أوضح لأصل خلية البويضة وخلية الحيوانات المنوية وعملية الإخصاب.

في (بداية القرن العشرين)، كانت أسباب الاختلاف الخلقي غامضة، على الرغم من أنه تم الاعتراف بأنها كانت إلى حد كبير بسبب اختلاط المادة التي تشكل الجرثومة المخصبة أو الخلية الجنينية من شخصين.

الإنسان، مقارنة بالحيوانات الأخرى، أقل عددًا من الغرائز وأكبر دماغًا بالنسبة لحجم الجسم. فهو منذ الولادة وما بعدها، يبني آلياته العقلية الخاصة، ويشكل المزيد منها، ويستغرق وقتًا أطول في القيام بذلك، أكثر من أي حيوان آخر. [Lankester, 1911]

في (النصف الثاني من القرن العشرين)، بدأ تطبيق أفكار علم الوراثة السكانية في مجالات؛ علم الوراثة الجديد للسلوك، وعلم الأحياء الاجتماعي، وعلم النفس التطوري على وجه الخصوص عند البشر. في (الستينات من القرن

الماضي)، طور و. دي. هاميلتون وآخرون مناهج نظرية الألعاب لشرح الإيثار من منظور تطوري من خلال اختيار الأقارب.

في (سبعينات القرن الماضي)، اقترح ستيفن جاي جولد ونيلز إلدردج نظرية «التوازن المتقطع» التي تنص على أن الركود هو أبرز سمة في سجل الحفريات، وأن معظم التغيرات تحدث بسرعة خلال فترات زمنية قصيرة نسبيًا. [Larson, 2006]

في عام (1980)، اقترح لويس ألفاريز ووالتر ألفاريز الفرضية القائلة بأن حدوث تصادم عظيم كان مسؤولًا عن حدوث انقراض نهاية العصر الطباشيري وبداية العصر الباليوجيني.

في (أوائل الثمانينات) أيضًا، أدى التحليل الإحصائي للسجل الأحفوري للكائنات البحرية الذي نشره جاك سيبكوسكي وديفيد إم. راوب إلى تقدير أفضل لأهمية أحداث الانقراض الجماعي في تاريخ الحياة على الأرض. [Zimmer, 2015]

في (القرن الحادي والعشرين)، أُحرز تقدم تكنولوجي في الكيمياء التحليلية وأجهزة الفيزياء بما في ذلك؛ أجهزة الاستشعار المطورة، والبصريات، وأجهزة التتبع، ومعالجة الإشارات، والشبكات، والروبوتات، والأقمار الصناعية، وقدرة الحوسبة لجمع البيانات، وتخزينها، وتحليلها، ومن ثم النمذجة، والتصور، والمحاكاة.

سمحت هذه التطورات التكنولوجية بالبحوث النظرية والتجريبية، بما في ذلك النشر عبر الإنترنت لعلوم الحيوان، بالوصول إلى قياسات أفضل، ونماذج نظرية ومحاكاة معقدة، وتجريب نموذج تنبؤي نظري، وتحليل وتقارير بيانات رصد الإنترنت في جميع أنحاء العالم، ومراجعة مفتوحة للنظراء، والتعاون والنشر عبر الإنترنت.

الفصل العاشـر

فـن العمـارة والهندسـة

الطب
الهندسة
العمارة
الحيوان
النبات
الجغرافيا

مُقَدِّمَة

العمارة Architecture هي فن وتقنية التصميم والبناء، وهي تتميز عن المهارات المرتبطة بالبناء بأنها؛ عملية نتاج رسم، وتصور، وتخطيط، وتصميم، وبناء المباني أو الهياكل الأخرى. ويشير مصطلح «الهندسة المعمارية» بشكل عام إلى المباني، ولكن معناه في جوهره أوسع بكثير، بما في ذلك المجالات التي نعتبرها حاليًا أشكالًا متخصصة من الممارسات، مثل الهندسة المدنية، والبحرية، والعسكرية، وهندسة المناظر الطبيعية.

لقد ارتبطت العمارة بالبيئة منذ أن فكّر الإنسان بالخروج من الكهوف للسكن في السهول والوديان والغابات. فصار يصنع المنازل المناسبة لكل بيئة والتي يشعر فيها بالراحة والأمان.

يتتبع تاريخ العمارة التغييرات في الهندسة المعمارية من خلال دراسة مختلف التقاليد والمناطق والاتجاهات الأسلوبية الشاملة والتواريخ. يُعتقد أن بدايات كل هذه التقاليد، كانت وما زالت، تلبية حاجة البشر الأساسية جدًا للمأوى والحماية.

فـن العمـارة والهندسـة عنـد الحضـارات القديمـة

تعتبـر التطـورات المعمـارية جـزءًا مهمًـا مـن العصـر الحجـري الحديـث (10000–2000 ق. م)، حيث حدثت بعض الابتكارات الرئيسة في تاريخ البشرية. أدى تدجـين النباتـات والحيوانـات، علـى سـبيل المثـال، إلـى اقتصاديـات جديـدة وعلاقـة جديـدة بـين النـاس والعالـم، وزيـادة حجـم المجتمـع واسـتدامته، وتطـور هائـل للثقافـة الماديـة، وحلـول اجتماعيـة وطقـوس جديـدة تمكـن النـاس مـن العيـش معًـا في هـذه المجتمعـات. وقـد قدمـت الأنمـاط الجديـدة للهيـاكل الفرديـة، وتم تجميعهـا في المبانـي اللازمـة والمناسـبة لنمـط الحيـاة والاقتصـاد الجديديـن، وكانـت أيضًـا عنصـرًا أساسـيًا للتغييـر. [Jones, 2014]

مـع اكتشـاف العديـد مـن المسـاكن التـي تنتمـي إلـى جميـع فتـرات مـا قبـل التاريـخ، وكذلـك بعـض نمـاذج المسـاكن الطينيـة ممـا يتيـح إنشـاء عمليـات إعـادة بنـاء مؤمنـة، إلا أنهـا نـادرًا مـا تضمنـت عناصـر قـد تربطهـا بالفـن. يتـم توفيـر بعـض الاسـتثناءات مـن خـلال زخـارف الجـدران والاكتشـافات التـي تنطبـق بشـكل متسـاوٍ علـى طقـوس وفـن العصـر الحجـري الحديـث والعصـر النحاسـي.

في جنـوب وجنـوب غـرب آسـيا، ظهـرت ثقافـات العصـر الحجـري الحديـث قبـل (10 آلاف عـام ق. م)، في البدايـة في بـلاد الشـام (العصـر الحجـري الحديـث مـا قبـل الفخـار A، والعصـر الحجـري الحديـث مـا قبـل الفخـار B)، ومـن هنـاك انتشـرت شـرقًا وغربًـا. توجـد ثقافـات مبكـرة مـن العصـر الحجـري الحديـث في جنـوب شـرق الأناضـول وسـوريا والعـراق بحلـول (عـام 8000 ق. م)، وظهـرت المجتمعـات المنتجـة للغـذاء لأول مـرة في جنـوب شـرق أوروبـا بحلـول عـام (7000 ق. م)، وأوروبـا الوسـطى بحلـول (عـام 5500 ق. م). [Maldonado, 2003]

تشتهر بلاد ما بين النهرين ببناء مبانٍ من الطوب اللبن، وبناء الزقورات، وتحتل المباني مكانًا بارزًا في كل مدينة وتتكون من تل اصطناعي؛ غالبًا ما يرتفع على درجات ضخمة، يعلوه معبد. لا شك في أن الكومة سترفع المعبد إلى موقع قيادي في وادي نهر منبسط. كان لمدينة أوروك العظيمة عدد من المناطق الدينية، التي تحتوي على العديد من المعابد الأكبر حجمًا والأكثر طموحًا من أي مبانٍ معروفة سابقًا. [Risebero, 2018]

كلمة الزقورة هي شكل من أشكال الكلمة الأكادية Ziqqurratum، الاسم الذي يطلق على الأبراج الصلبة المتدرجة من الطوب اللبن. مشتق من الفعل Zaqaru، (وتعني «أن تكون عالية»). توصف المباني بأنها مثل الجبال التي تربط الأرض بالسماء. يبلغ ارتفاع زقورة أور، التي حفرها ليونارد وولي (64 × 46) مترًا في القاعدة، ويبلغ ارتفاعها في الأصل نحو 12 مترًا مع ثلاثة طوابق. تم بناؤه في عهد أور نامو (نحو 2100 ق. م)، وأعيد بناؤه في عهد نابونيدوس (555–539 ق. م)، عندما زاد ارتفاعه إلى سبعة طوابق على الأرجح.

تتأثر التصورات الحديثة لمصر القديمة بشدة بآثار العمارة الأثرية الباقية. حيث جرى إنشاء العديد من الأساليب والزخارف الرسمية في فجر الدولة الفرعونية، نحو (عام 3100 ق. م). أكثر المباني المصرية القديمة شهرة هي الأهرامات، التي بنيت في عهد المملكتين القديمة والوسطى (2600–1800 ق. م)، لتكون مقابر للفرعون. ومع ذلك، هناك أيضًا معابد رائعة، مثل مجمع معبد الكرنك.

آمن المصريون القدماء بالآخرة؛ لقد اعتقدوا أيضًا أنه حتى تعيش أرواحهم (المعروفة باسم Ka) إلى الأبد في حياتهم الآخرة، يجب أن تبقى أجسادهم سليمة إلى الأبد. لذلك، كان عليهم إيجاد طريقة لحماية المتوفى من الضرر ولصوص القبور، وبهذه الطريقة ولدت فكرة المصطبة. وهي عبارة عن هياكل من الطوب اللبن ذات أسقف مستوية، والتي تحوي على غرف تحت الأرض

للتابوت، على بعد نحو 30 مترًا. كان على إمحوتب، وهو كاهن مصري قديم ومهندس معماري، تصميم مقبرة للفرعون زوسر. لهذا، وضع خمسة مصاطب، واحدة فوق الأخرى، وبهذه الطريقة تكون أول هرم مصري، هرم زوسر في سقارة (2667 – 2648 ق. م)، وهو هرم متدرج.

أمكن بناء أول هيكل أملس من قبل الفرعون سنفرو، الذي حكم بين نحو (2613 – 2589 ق. م). أكثرها حضورًا هو الهرم الأكبر في الجيزة، الذي صُنع لابن سنفرو، خوفو (2589–2566 ق. م)، وهو آخر عجائب العالم القديم وأكبر هرم في مصر.

جرى تثبيت الكتل الحجرية المستخدمة في صناعة الأهرامات معًا بواسطة الملاط، وكان الهيكل بأكمله مغطى بالحجر الجيري الأبيض المصقول تمامًا، مع قمم مغطاة بالذهب. ما نراه اليوم هو في الواقع البنية الأساسية للهرم. في الداخل، تؤدي الممرات الضيقة إلى غرف الدفن الملكية. ومع ارتباط الأهرام الكبير بمصر القديمة، فقد جرى بناء أهرامات من قبل حضارات أخرى أيضًا، مثل حضارة المايا.

بسبب نقص الموارد والتحول في السلطة نحو الكهنوت، ابتعد المصريون القدماء عن الأهرامات، وأصبحت المعابد النقطة المحورية لبناء العبادة. تمامًا مثل الأهرامات، كانت المعابد المصرية القديمة أيضًا مذهلة وضخمة.

تطورت المعابد من أضرحة صغيرة مصنوعة من مواد قابلة للتلف إلى مجمعات كبيرة، وبحلول الدولة الحديثة (نحو 1550–1070 ق. م)، أصبحت المعابد هياكل حجرية ضخمة تتكون من قاعات وأفنية. كان المعبد يمثل نوعًا من «الكون» في الحجر، وهو نسخة من تل الخلق الأصلي الذي يمكن للإله أن يجدد حيويته والعالم.

يتكون المدخل من بوابة مزدوجة (الصرح) ترمز إلى تلال الأفق. في الداخل كانت هناك قاعات ذات أعمدة ترمز إلى غابة بدائية من نبات البردي. تبع ذلك سلسلة من الممرات المتناقصة الحجم، حتى الوصول إلى الحرم، حيث وضع تمثال عبادة الإله. في العصور القديمة، جرى طلاء المعابد بألوان زاهية، خاصة الأحمر والأزرق والأصفر والأخضر والبرتقالي والأبيض. بسبب المناخ الصحراوي في مصر، جرى الحفاظ على بعض أجزاء هذه الأسطح المطلية جيدًا، خاصة في الديكورات الداخلية.

عنصر معماري خاص بالعمارة المصرية القديمة هو الكورنيش (تشكيل مقعر)، الذي جرى تقديمه بحلول نهاية المملكة القديمة. كان يستخدم على نطاق واسع لإبراز الجزء العلوي من كل مبنى فرعوني رسمي تقريبًا. نظرًا لعدد المرات التي أمكن استخدامها فيها، فإنها ستزين لاحقًا العديد من المباني والأشياء التي تعود إلى عصر النهضة المصرية. [Hodge, 2019]

يمكن تتبع الحضارة المدنية الأولى في شبه القارة الهندية في الأصل، في حضارة وادي السند، وبشكل رئيس في موهينجودارو وهارابا، حاليًا في باكستان الحديثة، وكذلك الولايات الغربية من جمهورية الهند.

شوهدت المستوطنات المبكرة خلال العصر الحجري الحديث في مرغاره، بلوشستان. لوحظت مدن الحضارة بتخطيطها الحضري مع المباني المبنية من الطوب المحروق، وأنظمة الصرف الصحي والمياه المتقنة، والحرف اليدوية (منتجات العقيق، نحت الختم). انتقلت هذه الحضارة من العصر الحجري الحديث إلى العصر الحجري النحاسي وما بعده، بخبرتهم في علم المعادن (النحاس والبرونز والرصاص والقصدير). [Wright, 2009]

ربما نمت مراكزهم الحضرية لتضم ما بين 30000 و60000 فرد، وربما احتوت الحضارة نفسها على ما بين مليون وخمسة ملايين فرد. [McIntosh, 2008]

لا شك أن العمارة اليونانية القديمة، إلى جانب العمارة الرومانية، هي واحدة من أكثر الأساليب تأثيرًا في كل العصور. منذ ظهور العصر الكلاسيكي في أثينا، في (القرن الخامس ق. م)، كانت الطريقة الكلاسيكية للبناء منسوجة بعمق في الفهم الغربي للهندسة المعمارية. [Hopkins, 2014]

من نحو (850 ق. م) إلى نحو (300 ميلادي)، ازدهرت الثقافة اليونانية القديمة في البر الرئيس اليوناني، في البيلوبونيز، وعلى جزر بحر إيجة. خمسة من عجائب العالم كانت يونانية: معبد أرتميس في أفسس، وتمثال زيوس في أولمبيا، وضريح هاليكارناسوس، وتمثال رودس، ومنارة الإسكندرية.

ومع ذلك، تشتهر العمارة اليونانية القديمة بمعابدها، والتي يوجد الكثير منها في جميع أنحاء المنطقة، ويعد البارثينون مثالًا رئيسًا على ذلك. ولاحقًا، ستكون مصدر إلهام للمهندسين المعماريين الكلاسيكيين الجدد خلال أواخر (القرن الثامن عشر والتاسع عشر).

أشهر المعابد اليونانية القديمة هي؛ البارثينون وإريختيون، وكلاهما في الأكروبوليس في أثينا. كانت المسارح نوعًا آخر من المباني اليونانية القديمة المهمة. استخدمت كل من المعابد والمسارح مزيجًا معقدًا من الأوهام البصرية والنسب المتوازنة.

تتكون المعابد اليونانية القديمة عادةً من قاعدة ذات سلالم متواصلة من بضع خطوات عند كل الحواف (تُعرف باسم الكريبيدوما)، وسيلا (أو ناووس) بها تمثال عبادة، وأعمدة، وكونتابيتور، واثنين من الأقواس، واحدة في المقدمة جانبًا وآخر في الخلف.

بحلول (القرن الرابع ق. م)، طور المهندسون المعماريون اليونانيون وعمال بناء الحجارة نظامًا من القواعد لجميع المباني المعروفة باسم: الدوري Doric والأيوني Ionic والكورنثي Corinthian. جرى التعرف عليها بسهولة من خلال أعمدتها (خاصة في تاج العمود). العمود الدوري قوي وأساسي، والعمود الأيوني أقل نحافة وله أربعة خطوط (تسمى الحلزونات) في زوايا تاج العمود، والعمود الكورنثي مثل العمود الأيوني، لكن التاج مختلف تمامًا، حيث جرى تزيينه بأكانثوس بورق وأربعة خطوط. [Hodge, 2019]

إلى جانب الأعمدة، كان الإفريز مختلفًا حسب الترتيب. فبينما الدوري يحتوي على نقوش ثلاثية الشكل مع سطوح مخروطية، تتكون الأفاريز الأيونية والكورينثية من فرقة واحدة كبيرة متصلة بنقوش بارزة.

إلى جانب الأعمدة، تم تزيين المعابد بشكل كبير بالمنحوتات، في الأقواس، وعلى الأفاريز، والمقابر، والرسومات الثلاثية. تشمل الزخارف المستخدمة من قبل المهندسين المعماريين والفنانين اليونانيين القدماء؛ سعيفات، وخطوط نباتية أو شبيهة بالموجات، وماسكار الأسد (معظمها على الأفاريز الجانبية)، والأسنان، وأوراق الأقنثة، والبكرانيات، والإكليل، والبيض، والسهام، والربيع، والخرز، والتعرجات، والأكروتيريا في زوايا الأقواس.

في كثير من الأحيان، يتم استخدام الزخارف اليونانية القديمة بشكل مستمر، كعصابات. سيتم استخدامها لاحقًا عند الإتروسكان Etruscan والرومان Roman وفي أنماط ما بعد العصور الوسطى، التي حاولت إحياء الفن والعمارة اليونانية الرومانية، مثل عصر النهضة والباروك والكلاسيكية الجديدة وما إلى ذلك.

عند النظر إلى البقايا الأثرية للمباني القديمة والعصور الوسطى، من السهل تصورها على أنها حجر جيري وخرسانة بلون رمادي داكن، والافتراض

أن المباني القديمة كانت أحادية اللون. لكن العمارة كانت متعددة الألوان في كثير بقاع العالم القديم والعصور الوسطى. أحد المباني القديمة الأكثر شهرة، وهو البارثينون (نحو 447 – 432 ق. م) في أثينا، كانت له تفاصيل مطلية باللون الأحمر والأزرق والأخضر النابض بالحياة. إلى جانب المعابد القديمة، لم تكن كاتدرائيات العصور الوسطى بيضاء بالكامل. كان لمعظمها إضاءات ملونة على تيجان والأعمدة. [Zukowsky, 2019]

جرى التخلي عن ممارسة تلوين المباني والأعمال الفنية مع أوائل عصر النهضة. هذا لأن ليوناردو دافنشي وفناني عصر النهضة الآخرين، بما في ذلك مايكل أنجلو، روجوا للوحة ألوان مستوحاة من الآثار اليونانية – الرومانية القديمة، والتي صارت بيضاء بسبب الإهمال والانحلال المستمر في العصور الوسطى، مع كونها ملونة في البداية. كانت الأصباغ المستخدمة في العالم القديم حساسة، وعرضة بشكل خاص للعوامل الجوية. بدون العناية اللازمة، اختفت الألوان المعرضة للمطر والثلج والأوساخ وعوامل أخرى بمرور الوقت، وبهذه الطريقة صارت المباني والأعمال الفنية القديمة اليوم بيضاء كما كانت خلال عصر النهضة. [Vinzenz Brinkmann, et al, 2017]

كانت الهندسة المعمارية لروما القديمة واحدة من أكثر المباني تأثيراً في العالم. يتضح إرثها في العصور الوسطى وأوائل العصور الحديثة، ولا تزال المباني الرومانية يُعاد استخدامها في العصر الحديث في كل من العمارة الكلاسيكية الجديدة وما بعد الحداثة. تأثرت بشكل خاص بالأنماط اليونانية والإتروسكانية. جرى تطوير مجموعة من أنواع المعابد خلال سنوات الجمهورية (509 – 27 ق. م)، وتم تعديلها من النماذج اليونانية والإتروسكانية.

أينما غزا الجيش الروماني، أقاموا البلدات والمدن، ونشروا إمبراطوريتهم ودفعوا إنجازاتهم المعمارية والهندسية. وبينما كانت أهم الأعمال موجودة في

إيطاليا، فإن البناؤون الرومان أيضًا وجدوا منافذ إبداعية في المقاطعات الغربية والشرقية، وأفضل الأمثلة المحفوظة منها في العصر الحديث شمال إفريقيا وتركيا وسوريا والأردن.

ظهرت مشاريع مكلفة ماديا، مثل قوس سبتيموس سيفيروس في لبدة ماجنا (ليبيا الحالية، بُنيت (عام 216 ميلادي))، مع أقواس مكسورة من جميع الجوانب، أو قوس كركلا في طيبة (الجزائر حاليًا، بنيت (عام 214 ميلادي))، مع وجود أعمدة مقترنة من جميع الجوانب، وإبراز المسطحات ذات التماثيل النصفية الإلهية.

نظرًا لحقيقة أن الإمبراطورية الرومانية تشكلت من دول وثقافات متعددة، كانت بعض المباني نتاجًا للجمع بين الطراز الروماني والتقاليد المحلية. ومن الأمثلة على ذلك قوس تدمر (سوريا الحالية، الذي بُني في الفترة من (212 إلى 220 ق.م))، وقد زينت بعض أقواسه بتصميم عصري متكرر يتكون من أربعة أشكال بيضاوية داخل دائرة حول وردة، وهي من أصل شرقي.

متجاوزون معظم الحضارات في عصرهم، طور الرومان مهارات وتقنيات ومواد هندسية جديدة. من بين العديد من الإنجازات المعمارية الرومانية كانت القباب (التي جرى إنشاؤها للمعابد) والحمامات والفيلات والقصور والمقابر.

المثالُ الأكثر شهرة هو ذلك البانثيون الموجود في روما، كونه أكبر قبة رومانية باقية، وذات كوة كبيرة في وسطها. ابتكار مهم آخر هو القوس الحجري المستدير، المستخدم في الأروقة والقنوات المائية وغيرها من الهياكل، إلى جانب الأعمدة اليونانية (الدوري، الأيوني، الكورنثي)، اخترع الرومان اثنين آخرين.

تأثر النسق التوسكاني بالنسق الدوري، ولكن مع أعمدة غير مخددة، وكونتلاتور أبسط بدون أشكال ثلاثية أو حواف، في حين كان المركب بنسق

مختلط، حيث يجمع بين الأجزاء الحلزونية من النسق الأيوني وأوراق الأقنثة من النسق الكورنثي.

في الفترة ما بين (30 و15 عاما ق. م)، نشر المهندس المعماري ماركوس فيتروفيوس بوليو أطروحة رئيسة بعنوان «العمارة De architecture»، والتي أثرت على المهندسين المعماريين في جميع أنحاء العالم لعدة قرون. باعتبارها الأطروحة الوحيدة عن العمارة التي بقيت متداولة منذ العصور القديمة، فقد جرى اعتبارها منذ عصر النهضة أول كتاب عن النظرية المعمارية، فضلًا عن كونها مصدرًا رئيسًا عن قانون العمارة الكلاسيكية. [Kruft, 1994]

تمامًا مثل الإغريق، بنى الرومان أيضًا مدرجات. أكبر مدرج أمكن بناؤه على الإطلاق هو الكولوسيوم في روما، يمكن أن يستوعب نحو 50000 متفرج. هيكل روماني مبدع آخر يوضح دقته وتقدمه التكنولوجي هو جسر بونت دو جارد في جنوب فرنسا، وهو أعلى قناة رومانية باقية. [Hodge, 2019]

فن العمارة والهندسة عند العرب والمسلمين

كان من الطبيعي أن ينقل العرب معارفهم الهندسية النظرية الرياضية، وأن يطبقوها على فنهم المعماري من مساجد وقصور ومدن وغيرها، واهتموا بالزخارف الهندسية التي اتسمت بالتناسق والدقة. وهذا يتطلب معرفة دقيقة بأعقد قوانين علم الهندسة؛ لضبط رسم الخطوط والدوائر، وتقسيم الأشكال الهندسية. ولا أدل على ذلك من الشواهد القائمة حتى الوقت الحاضر في الأندلس؛ كقصر الحمراء وجنة العريف في غرناطة.

كما برع العرب في تخطيط المدن، وشق الطرقات وقنوات الري. وكان تصميم المدن يجري أولًا بعمل الخرائط الهندسية على الجلود والأقمشة والورق، بل كانوا يعملون لها نماذج مجسَّمة صغيرة (ماكيت)، كما يعمل مهندسو العمارة اليوم.

ومن أشهر المدن التي خططها المعماريون العرب والمسلمون على أسس هندسية؛ بغداد والبصرة في العراق، والفسطاط والقاهرة في مصر، والزهراء في الأندلس، وأصفهان في إيران، وأغرا في الهند. وقد راعوا في هذه المدن وغيرها الموقع الجغرافي، وتوافر المياه، وشق أكبر شوارعها في وسطها، بحيث يخترقها منصفًا لها، ويقوم على جانبي هذا الشارع الأحياء السكنية التي أطلق عليها مصطلح (الخطط). وكان يقوم في مركز المدينة المسجد الكبير ودار الإمارة ودواوينها.

تشمل العمارة الإسلامية الأساليب المعمارية للمباني المرتبطة بالإسلام. وهي تغطي كلًا من الأساليب العلمانية والدينية من التاريخ المبكر للإسلام حتى يومنا هذا. يشمل العالم الإسلامي منطقة جغرافية واسعة تتراوح تاريخيًا من غرب إفريقيا وأوروبا إلى شرق آسيا. تشترك الأساليب المعمارية الإسلامية في

بعض القواسم المشتركة في جميع هذه المناطق، ولكن مع مرور الوقت طورت مناطق مختلفة أنماطها الخاصة وفقًا للمواد والتقنيات المحلية، والسلالات المحلية والرعاة، والمراكز الإقليمية المختلفة للإنتاج الفني، وأحيانًا الانتماءات الدينية المختلفة. [Tabbaa, 2007]

تأثرت العمارة الإسلامية المبكرة بالعمارة الرومانية والبيزنطية والفارسية وبلاد ما بين النهرين، وجميع الأراضي الأخرى التي بلغتها الفتوحات الإسلامية المبكرة في (القرنين السابع والثامن). [Petersen, 1996]

إلى الشرق، كما تأثرت العمارة الإسلامية بالهندسة المعمارية الصينية والهندية مع انتشار الإسلام في جنوب وجنوب شرق آسيا. في وقت لاحق طورت خصائص مميزة في شكل المباني، وفي زخرفة الأسطح بالخط الإسلامي والأرابيسك والزخارف الهندسية. جرى اختراع عناصر معمارية جديدة مثل المآذن والمقرنصات)وهي تحليات معمارية تزين بواطن العقود أو واجهاتها)، والأقواس متعددة القوالب. تشمل الأنواع الشائعة أو المهمة من المباني في العمارة الإسلامية؛ المساجد والمدارس والمقابر والقصور والحمامات (الحمامات العامة) والمعالم الصوفية (مثل الخانقاه أو الزوايا)، والنوافير والسبل والمباني التجارية (كالخانات والبازارات أو الأسواق) والتحصينات العسكرية. [Bloom & Blair, 2009]

• أصـــول العمـــارة الإســـلامية

بدأ العصر الإسلامي بتشكيل الإسلام تحت قيادة رسول الله محمد ﷺ في الجزيرة العربية في أوائل (القرن السابع). كان المسجد الأول عبارة عن مبنى بناه رسول الله ﷺ في المدينة المنورة (عام 622 م)، مباشرة بعد هجرته من مكة، والتي تتوافق مع موقع المسجد النبوي الحالي.

صورة حديثة للمسجد النبوي الشريف في المدينة المنورة الذي تعلوه القبة الخضراء، وما يحيط به هي توسعات حديثة

عادة ما يوصف بأنه كان منزل رسول الله ﷺ، ولكن ربما جرى تصميمه ليكون مركزا مجتمعيًا منذ البداية. كان يتألف من فناء بسيط، مبني من الآجر غير المصقول، بخطة أرضية مستطيلة الشكل، شبه مربعة، تبلغ مساحتها نحو (53 × 56) مترًا. على الجانب الشمالي من الفناء، كان هناك رواق مظلل تدعمه

جذوع النخيل، في اتجاه الصلاة (القبلة)، والتي كانت في البداية باتجاه بيت المقدس. عندما جرى تغيير اتجاه القبلة باتجاه مكة (عام 624 م)، جرى إضافة رواق مماثل على الجانب الجنوبي من المسجد. عاش رسول الله محمد ﷺ وعائلته في غرف منفصلة ملحقة بالمسجد، ودُفن رسول الله محمد ﷺ نفسه في إحدى هذه الغرف، بعد وفاته (عام 632 م). [Bloom & Blair, 2009]

خلال الفترة المتبقية من (القرن السابع والقرن الثامن)، تم توسيع المسجد مرارًا وتكرارًا ليشمل قاعة صلاة كبيرة، ذات سقف مسطح مدعوم بأعمدة (قاعة أعمدة) مع فناء مركزي. وصار أحد النماذج الرئيسة للمساجد المبكرة التي بنيت لاحقا في أيّ مكان آخر. [Petersen, 1996]

يتفق العلماء عمومًا على أنه بصرف النظر عن المسجد النبوي الشريف، يبدو أن العمارة في شبه الجزيرة العربية كان لها دور محدود فقط في صياغة العمارة الإسلامية اللاحقة. [Ettinghausen, et al., 2001]

قبل بدء الفتوحات العربية الإسلامية في (القرن السابع الميلادي)، كانت القوتان الرئيستان في الشرق الأوسط وشرق البحر الأبيض المتوسط هما الإمبراطورية البيزنطية (الرومانية الشرقية) والإمبراطورية الساسانية. طورت هاتان الإمبراطوريتان تقاليدهما المعمارية الرئيسة. وكان يستوطن الأراضي الحدودية بين هاتين الإمبراطوريتين - في الصحراء ومناطق السهوب في سوريا وفلسطين وبلاد ما بين النهرين وشمال شبه الجزيرة العربية - دولتان قبليتان عربيتان حليفتان: اللخميون، الذين كانوا حلفاء للساسانيين وعاصمتهم في الحيرة (في العراق الحالي)، والغساسنة، الذين كانوا حلفاء للبيزنطيين وقاموا بحماية حدودهم الشرقية. [Hattstein et al., 2011]

كانت هاتان السلالتان العربيتان رعاة مهمين للهندسة المعمارية في منطقتهم.

لـم تُفهـم هندسـتهم بشـكل جيـد بسـبب نـدرة البقايـا التـي يمكـن التعـرف عليهـا اليـوم، لكنهـم اسـتعاروا وكيفـوا الهندسـة المعماريـة الخاصـة بهـم مـن البيزنطيـين والساسـانيين. بعـض مبانيهـم معروفـة مـن الآثـار أو النصـوص التاريخيـة، مثـل قصـور اللخميـين في الخورنـق وقصـر السـدير في الحيـرة. [Shahîd, 1995]

وقـد تكـون ثقافـة وعمـارة اللخميـين والغساسـنة قـد لعبـت دورًا لاحقًـا في نقـل وتصفيـة التقاليـد المعماريـة للعالمين الساسـاني والبيزنطي/ الروماني إلى السـلالات العربيـة الإسـلامية اللاحقـة، التـي أسسـت مراكزهـا السياسـية في المناطـق نفسـها. [Zahrān, 2009]

عندمـا انتشـرت الفتوحـات العربيـة الإسـلامية المبكـرة من شـبه الجزيـرة العربية في (القـرن السـابع)، وتقدمـت عبـر الشـرق الأوسـط وشـمال إفريقيـا، جـرى إنشـاء مـدن حاميـة جديـدة في الأراضـي المفتوحـة، مثـل الفسـطاط في مصـر؛ والكوفـة في العـراق حاليًـا، أمكـن بنـاء مسـاجد التجمـع المركزيـة في هـذه المـدن علـى شـكل أقـواس. [Bloom & Blair, 2009]

• أنـواع العمائـر الإسـلامية

لقد شيّد المعماريون المسلمون أنواعًا عديدة من العمائر، وخلّفوا لنا كثيرًا من الأبنية الدينية والعلمية؛ كالمساجد والمدارس والكتاتيب والزوايا، ومن العمائر المدنية؛ كالقصور والبيوت والخانات والوكالات والحمامات والبيمارستانات (المستشفيات) والأسبلة والقناطر، ومن العمائر العسكرية؛ كالقلاع والحصون والأسوار والأبواب والأربطة. وكان لكل نوع منها تصميمه الخاص به والملائم لوظيفته، كما اختلف طراز كل نوع وفقًا لإقليم إنشائه.

وقد استمدت الأصول المعمارية الإسلامية مقوماتها الأولى من العقيدة الإسلامية، إلى جانب إفادتها من التقاليد الفنية القديمة التي كانت سائدة حينذاك في الفنون العربية والساسانية والهيلينستية والبيزنطية، غير أنها بقيت تحتفظ بالروح العربية الإسلامية، وابتكرت لنفسها عناصر معمارية وفنية خاصة لها؛ كالمآذن والعقود الحذوية (على هيئة حذوة الفرس)، والعقود المفصَّصة والمقرنصات بأنواعها، وغيرها الكثير.

1. المساجد

تُعد المساجد من أهم المباني التي تمتاز بها العمارة الإسلامية. وكان تخطيط المساجد الأولى بسيطًا؛ يتكون من مساحة مربعة محاطة بسور، وبها ظلة سقفها يرتكز على عُمُد مصنوعة، أو مأخوذة من جذوع النخل أو من عُمُد منقولة من عمائر قديمة. ومن أهم أمثلة تلك المساجد مسجد الرسول ﷺ في المدينة المنورة، ومسجد البصرة (عام 638 م)، ومسجد عمرو بن العاص في الفسطاط (عام 640 م)، ومسجد القيروان في تونس (عام 670 م).

مسجد القيروان في تونس ويسمى جامع عقبة بن نافع أو جامع القيروان الكبير. هو مسجد بناه عقبة بن نافع في مدينة القيروان التي أسسها بعد فتح إفريقية (تونس حاليًا) على يد جيشه

ولم تلبث المساجد أن صار لها نظام معماري واضح يتكون من صحن أوسط تحيط به أربع ظلات (أروقة)، أكبرها ظلة القبلة التي تشتمل على المحراب والمنبر. ومن أمثلة هذا النوع مسجد الرسول ﷺ في العصر الأموي، ومسجد المنصور في بغداد (عام 770 م)، والمساجد العباسية في العراق ومصر.

2. المـــدارس

ظهرت المدارس في أواخر (القرن الخامس الهجري/ الحادي عشر الميلادي) على يد السلاجقة، وكان الغرض منها نشر المذاهب السُنِّية. والمخطط المعماري لتلك المدارس يتكون من صحن وأربعة إيوانات أكبرها إيوان القبْلة، وكان كل إيوان يُخصَّص لتدريس مذهب من المذاهب أو أكثر. وغالبًا ما يلحق بتلك المدارس مبنى لسكن الطلاب، وسبيل للشرب، وحوض لسقاية الدواب، وميضأة (موضع للوضوء) وغيرها من الملاحق. ومن أشهر المدارس الإسلامية: المدارس النظامية؛ في نيسابور والعراق، والمدرسة المستنصرية؛ في بغداد، والمدرسة الصالحية؛ في مصر، ومدرسة قايتباي؛ في الحجاز، والمدرسة البوعنانية في المغرب؛ والمدرسة الأشرفية؛ في اليمن، وغيرها الكثير.

3. الأربطـــة

من المنشآت التي كانت تجمع بين الوظيفة الدينية والعسكرية، حيث كان يقيم فيها المحاربون استعدادًا للجهاد أو للتعبد. ومن أشهر أمثلتها في العمارة الإسلامية رباط المنستير؛ في تونس الذي شيده هرثمة (عام 796 م)، ورباط سوسة؛ في تونس أيضًا الذي شيده زيادة الله بن إبراهيم بن الأغلب نحو (عام 828 م)، ورباط الأغوات؛ في المدينة المنورة الذي شُيِّد في (عام 1306 م).

4. الأســـبلة

هي من المنشآت المائية التي وصلت منها نماذج جميلة وطرز عديدة، وبخاصة من العصر المملوكي والعثماني. وكانت هذه الأسبلة تُستخدم لسقاية

المـارة في الطـرق العامـة. ومـن أقـدم هـذه الأسـبلة في العالـم الإسـلامي؛ سـبيل الناصـر محمـد بـن قـلاوون بالقاهـرة، وكان يُلحـق بأعلـى السـبيل مكتـبٌ لتعليـم الأيتـام.

سبيل عبد الحميد الأول في إستانبول، وهو السبيل الذي قدمه الإمبراطور وليم الثاني هديةً للسلطان عبد الحميد الثاني (عام 1898 م)، إحياءً لذكرى الصداقة العثمانية الألمانية. يقع هذا السبيل في ساحة السلطان أحمد مقابل مقبرة السلطان أحمد الأول

5. البيمارستانات (المستشفيات)

اعتنى الإسلام بصحة الأبدان كما اعتنى بصحة الأنفس والعقائد، وقد حث على الاستشفاء ومعالجة الأمراض. وكان من أثر ذلك اهتمام الملوك والسلاطين ببناء البيمارستانات وتوفير ما يُحتاج إليه من أطباء وأدوية وأدوات طبية. ومن أشهر البيمارستانات في العالم الإسلامي؛ بيمارستان السلطان قلاوون بالقاهرة، والبيمارستان النوري في دمشق، والبيمارستان الموحدي بمراكش.

مدخل البيمارستان النوري في دمشق، بناه الملك العادل نور الدين زنكي، في (القرن السادس الهجري/ الثاني عشر الميلادي)، وخصصه مشفى للمساكين والفقراء، ثم تحول ليصبح واحداً من أشهر المشافي ومدارس الطب والصيدلة في البلاد الإسلامية

• طرز العمارة الإسلامية

1. الطراز الأموي

لقد جمعت الخلافة الأموية (661-750م)، ما بين عناصر العمارة البيزنطية والعمارة الساسانية، لكن العمارة الأموية أدخلت مجموعات جديدة من هذه الأساليب. [Petersen, 1996]

كانت إعادة استخدام عناصر من الفن الروماني/البيزنطي الكلاسيكي لا تزال واضحة على نطاق واسع في العمارة العربية، لأن السلطة السياسية كانت مركزة في سوريا التي كانت مقاطعة رومانية/ بيزنطية سابقة. [Bloom & Blair, 2009]

كما يبدو أن بعض الهياكل الغسانية السابقة قد أعيد استخدامها وتعديلها في هذه الفترة. [Shahîd, 1995]

ومع ذلك، حدث قدر كبير من التجارب عندما قام الأمويون بتجنيد الحرفيين من جميع أنحاء الإمبراطورية، وأمكن السماح للمهندسين المعماريين، أو حتى تشجيعهم، على مزج عناصر من التقاليد الفنية المختلفة وتجاهل الأعراف والقيود التقليدية. ونتيجة لذلك، تميزت العمارة الأموية بتنوع الزخارف وكثرتها، بما في ذلك؛ الفسيفساء واللوحات الجدارية والنحت والنقوش المنحوتة.

وبينما كانت المشاهد التصويرية حاضرة بشكل ملحوظ في المعالم الأثرية مثل قُصير عمرة، فإن الزخرفة غير التصويرية والمشاهد الأكثر تجريدية كانت المفضلة جدًا، لا سيما في العمارة الدينية. [Bloom & Blair, 2009]

وهكذا لعبت الفترة الأموية دورًا حاسمًا في تحويل وإثراء التقاليد المعمارية القائمة خلال تشكيل الثقافة البصرية للمجتمع الإسلامي المبكر. [Flood, 2001]

كان الأمويون أول من أضاف المحراب إلى تصميم المسجد، وهو محراب مقعر في جدار القبلة بالمسجد. وبحسب ما ورد، ظهر المحراب الأول في المسجد النبوي في المدينة المنورة عندما أعاد بناءه الوليد الأول في (عام 707م)، ويبدو أنه يمثل المكان الذي وقف فيه النبي ﷺ إمامًا للصلاة. وقد أصبح هذا على الفور تقريبًا سمةً قياسية لجميع المساجد. [Ettinghausen, et al., 2001]

قُصير عمرة في الأردن؛ وهو قصر صحراوي أموي يقع في شمال الصحراء الأردنية في منطقة الأزرق في محافظة الزرقاء، نحو 85 كم شرقي عمان. بناؤه صغير نسبياً لذلك يُسمّيه البعض بالقُصير، وهو مدرج على لائحة مواقع التراث العالمي لمنظمة اليونسكو منذ (عام 1985 م)

تشمل العديد من المعالم القديمة للعمارة الإسلامية التي بنيت في عهد الأمويين قبة الصخرة في القدس (التي بناها الخليفة عبد الملك)، والمسجد الكبير بدمشق (بناه الوليد الأول). كما أعاد الوليد الأول بناء المسجد الأقصى في مجمع الأقصى، في القدس أيضًا، ليحل محل الهيكل البسيط الذي تم بناؤه نحو (عام 670 م). وقد نجا عدد من القصور من هذه الفترة جزئيًا أو تم التنقيب فيها في العصور الحديثة. [Bloom & Blair, 2009]

محراب الجامع الكبير في قرطبة، وقد بُنيَ مسجد قرطبة على طراز المسجد الأموي بدمشق، ويتألف الجامع من حرم عرضه 73.5 مترًا، وعمقه 36.8 مترًا، مقسم إلى 11 رواقًا، يفصلها 10 صفوف من الأقواس

وظهر قوس حذوة الحصان لأول مرة في العمارة الأموية، ليتطور لاحقًا إلى أكثر أشكاله تقدمًا في الأندلس (شبه الجزيرة الأيبيرية). [Ali, 1999]

قبة الصخرة لها مخطط أرضي مركزي، بتصميم ثماني الأضلاع. تم تصميمه على الأرجح على غرار الشواهد البيزنطية السابقة في المنطقة التي كان لها شكل مماثل، مثل كنيسة كرسي مريم. [Avner, 2010]

مع الأهمية الدينية والتاريخية لقبة الصخرة، إلا أن تصميمها لم يكن في كثير من الأحيان نموذجًا للآثار الإسلامية الكبرى بعد ذلك

في مساجد الأعمدة، قدم الأمويون تقليدًا جعل «الصحن» أو الممر أمام المحراب أوسع من المساجد الأخرى، وجعل تقسيم غرفة الصلاة على محورها المركزي. ربما كان هذا الابتكار مستوحى من تصميم البازيليكات المسيحية الموجودة في المنطقة. [Ettinghausen, et al., 2001]

يتميز كل من المسجد الأقصى والمسجد الكبير بدمشق بقاعة أعمدة بهذه الطريقة، مع قبة فوق المساحة أمام المحراب، وكلاهما كان لهما تأثير في تصميم المساجد اللاحقة في أماكن أخرى. [Bloom & Blair, 2009]

قبة الصخرة والجامع الأموي معروفان أيضًا ببرنامجهما الواسع للزخرفة الفسيفسائية، الذي رسم على الزخارف العتيقة المتأخرة والحرف اليدوية. ومع ذلك، فإن الزخرفة الفسيفسائية في النهاية لم تعد من الموضة في العمارة الإسلامية. [Milwright, 2014]

الجامع الأموي الكبير في دمشق. يُعد رابع أشهر المساجد الإسلامية بعد حرمي مكة والمدينة والمسجد الأقصى، كما يُعد واحداً من أفخم المساجد الإسلامية، وأحد عجائب الإسلام السبعة في العالم

2. الطـــراز العباســـي

تميز طراز العمائر العباسية في أقطار العالم الإسلامي، بخصائص فنية متعددة كان من ورائها انتقال الخلافة من الشام إلى العراق، وما ترتَّب على ذلك من ظهور تأثيرات بيئية وفنية جديدة كانت منتشرة في العراق إبان انتقال مركز الخلافة إليها. من تلك التأثيرات؛ الفنون الفارسية وفنون بلاد الرافدين التي كانت شائعة بمنطقة دجلة والفرات، كما ظهرت ملامح التأثير القديم في العمائر العباسية من خلال استخدام المعمار العباسي للَّبِن والآجر في بناء منشآته المعمارية، كذلك استخدام الجص في تكسية واجهات المباني الذي انتشر في الطراز العباسي.

أما أهم العناصر المعمارية التي كانت شائعة في الطراز المعماري العباسي، فنجدها في الدعائم التي استخدمها المعمار العباسي بكثرة في عمائره عوضًا عن

الأعمدة. كذلك شاع استخدام التغطيات المقببة والمعقودة إلى جانب استخدام السقوف المستوية المحمولة على الأكتاف والدعامات المستطيلة. كما شاع في الطراز العباسي استخدام الأواوين، والأبواب المعقودة، والأسوار الضخمة المدعمة بأبراج، والعقود المتنوعة الأشكال منها؛ المدبَّب والمنكسر المعروف بالفارسي والعقد المفصص، إلى جانب استخدام المحاريب المسطحة والمجوفة.

كما تميزت المآذن العباسية بأشكالها المخروطية، وانفصالها عن مبنى المسجد والصعود إليها بسلم يلتف حول بنائها من الخارج على شكل حلزوني. وقد وصف المستشرقون هذا الطراز من المآذن بأنه مقتبس من المعابد القديمة في العراق والمعروفة باسم الزقورات. ومن أشهر مآذن المساجد العباسية مئذنة جامع سامراء، وجامع أبي دُلف بالعراق، ومئذنة جامع أحمد بن طولون بمصر. وقد اشتهرت تلك المآذن في الآثار الإسلامية باسم الملوية.

مئذنة جامع سامراء الحلزونية، من أشهر مآذن مساجد العصر العباسي. المئذنة ملحقة بجامع الملوية في سامراء وهو من مساجد العراق الأثرية القديمة، ويتسع المصلى الكبير لأكثر من ثمانين ألف مصلٍّ، وشيد الجامع بمادة الطابوق والجص، وفرشت أرضيته كلها بطابوق مربع صف بدقة وإتقان، وجدران الجامع ضخمة ومتميزة بارتفاعها البالغ 11 متراً، وسمكها البالغ متران.

أما العناصر الزخرفية التي شاع استخدامها في طراز العمائر العباسية، فنجدها في الأكسية الجصية التي نُفذت بطريقة القالب على كافة واجهات العمائر العباسية من الداخل والخارج، وكذلك على إطارات العقود وفتحات النوافذ والمداخل والمحاريب. وكذلك اتسمت العمائر العباسية من مساجد وقصور، بضخامتها وكبر مساحاتها وسعة أفنيتها. ومن أهم ما خلفه لنا الطراز العباسي من عمارة المساجد ما نجده في المسجد الجامع بسامراء، وجامع أبي دلف بالعراق، وجامع ابن طولون بمصر وجامع نايين في إيران. وتلك المساجد تمتاز بعناصر معمارية وزخرفية متشابهة من حيث مادة البناء الآجرية، وكذلك استخدام الدعائم والأكتاف بدلاً من الأعمدة. كما أُحيطت تلك المساجد من الخارج من ثلاث جهات عدا جهة القِبْلة بزيادة تُعد بمثابة حرم للمسجد.

أما العمائر المدنية في الطراز العباسي، فقد كشفت عنها أعمال التنقيب التي أجريت في المدن العربية الإسلامية بالعراق. وقد ساعدت تلك الكشوف على التعرف بصورة جلية على تخطيط تلك المدن. ومن أشهر العمائر المدنية في العصر العباسي مدينة بغداد، التي أسّسها الخليفة أبو جعفر المنصور في (عام 147 هـ). وقد خُططت على هيئة دائرية الشكل، واستُخدم في بنائها اللَّبِن والآجر. وكان للمدينة سوران خارجيان بينهما مساحة فضاء مكشوفة عرفت بالفصيل. وكان للمدينة أربعة أبواب رئيسة محورية، هي باب الكوفة وباب البصرة وباب خراسان وباب الشام. وبحق كانت مدينة بغداد تحفة معمارية، تشهد على عظمة المعمار الإسلامي في تلك الفترة.

أصبح لبغداد بعدها مكانة عظيمة، فكانت أهم مراكز العلم على تنوعه في العالم، وملتقى العلماء والدارسين لعدة قرون من الزمن. وصلت مدينة بغداد لذروتها في عصر الخليفة العباسي الخامس هارون الرشيد، وارتبطت باسمه في روايات ألف ليلة وليلة ذات الشهرة العالمية، حيث باتت عاصمة العالم القديم

ومن المدن العباسية التي حظيت بشهرة واسعة في الحضارة الإسلامية مدينة سامراء التي شيدها الخليفة المعتصم في (عام 221 هـ / 835 م)، بعد أن ضاقت مدينة بغداد بجنوده. ومن أشهر قصور سامراء قصر الجوسق الخاقاني، وقصر العاشق، إلى جانب كثرة البساتين والبحيرات والميادين، كما اشتهرت سامراء بشوارعها الفسيحة ومخططاتها المنتظمة.

وقد تجلّت عناصر العمارة العباسية في قصور تلك المدن من حيث؛ القباب المرتفعة، والبوابات الضخمة، والأواوين الواسعة، والحدائق المسّورة.

كما وصلت إلينا من العمائر المدنية في الطراز العباسي مجموعة قليلة من القصور التي تعود تواريخ إنشائها إلى تلك الفترة. ومن أشهر تلك القصور قصر الأُخيضر؛ الذي يقع جنوب مدينة كربلاء بالعراق، وقصر بلكوارا؛ الذي شُيّد في عهد الخليفة المتوكل جنوب مدينة سامراء.

ومـن أشـهر مـا يميـز عمائـر الطـراز العباسـي بنـاء الأضرحـة، إذ يعـود أقـدم ضريـح في العمـارة العباسـية إلـى عهـد الخليفـة العباسـي المستنصر، وهـو الضريـح المعـروف بالقبـة الصليبيـة التـي تقـع علـى الضفـة الغربيـة لنهـر دجلـة. وهـي بنـاء مثمـن التخطيـط، يتألـف مـن مثمـن خارجـي داخلـه بنـاء مثمَّـن الشـكل، ضلعـه أصغـر مـن طـول ضلـع المثمـن الخارجـي. وهـذا التخطيـط يؤكـد مـرة أخـرى علـى اسـتمرار التأثيـرات المعماريـة الأمويـة في طـراز العمائـر العباسـية.

ضريح المعتصم؛ هو ضريح الخليفة المعتصم بالله بن الخليفة هارون الرشيد العباسي الهاشمي في مدينة سامراء في العراق، ويعرف ضريحه بقبة الخلفاء أو القبة الصليبية، وهو واحد من أقدم أضرحة العمارة العباسية

3. الطـراز الفاطمـي

تميّزَ طراز العمارة الفاطمية عن غيره من الطرز المعمارية الإسلامية، وأصبح له طابع خاص، يتجلى في مبانيه القائمة من مساجد ومشاهد وأضرحة وأسوار وأبراج وغيرها من العناصر المعمارية والفنية.

ومن أهم خصائص طراز العمارة الفاطمية استعمال الأحجار بشكل أساسي في المنشآت الدينية والحربية والأضرحة. وبفضل استعمال الحجارة في العمائر الفاطمية، تطورت عمارة المساجد الفاطمية تطورًا كبيرًا، وامتاز بناؤها بالمتانة والفخامة والصلابة. وليس معنى ذلك أن الطراز الفاطمي لم يستخدم الآجر في البناء، فقد شُيدت قاهرة جوهر بالآجر. كذلك استُخدم الآجر في بناء القباب والعقود والأسقف، والجوانب الداخلية للجدران.

كما استُخدمت في بناء بعض المساجد الأحجار والآجر، ومن أمثلة ذلك جامع الحاكم بأمر الله (403 هـ). كذلك استُخدمت العوارض الخشبية في تدعيم الجدران والأعمدة السابحة في تثبيت الأسوار الحربية.

جامع الحاكم بأمر الله، مسجد بني (عام 380 هـ) في عهد العزيز بالله الفاطمي، الذي بدأ في سنة (379 هـ) في بناء مسجد آخر خارج باب الفتوح، ولكنه توفي قبل إتمامه، فأتمّه ابنه الحاكم بأمر الله (403 هـ) لذا نسب إليه وصار يعرف بجامع الحاكم

وقد اعتنى المعمار الفاطمي عناية كبيرة بصقل الأحجار ونحتها وتنسيقها في البناء، مِمّا ساعد المعمار كثيرًا على الاستغناء عن الأكسية الجصية، كما ساعد استعمال الأحجار في العمائر الفاطمية على تنفيذ الزخارف عليها بطريقة الحفر أو النحت مباشرة، مثال ذلك واجهات جامع الأقمر، والصالح طلائع، وكذلك أسوار وأبواب القاهرة.

كذلك شاع في العمائر الفاطمية استخدام الصَّنْجات المعشقة (قطع الحجارة الصغيرة) في مصر لأول مرة، مثال ذلك أبواب القاهرة الفاطمية مثل باب النصر والفتوح وباب زويلة. وقد استخدم المعمار الفاطمي تلك الصنجات في تكوين إطارات عقود فتحات الأبواب، وكذلك في الأعتاب، والعقود. ثم تطورت بعد ذلك في جامع الأقمر والصالح طلائع، حيث اتخذت الصنجات المعشقة مظهرًا زخرفيًا، مع احتفاظها بوظيفتها المعمارية.

كذلك امتازت المساجد الفاطمية في مصر والمغرب بالتطور الكبير الذي أُدخل على طريقة استخدام الروافع، حيث استعمل الفاطميون انحدارات فوق تيجان الأعمدة وبدأت، ولأول مرة، تُصنع الأعمدة خصيصًا للمساجد بعد أن كانت تُنقل من عمائر قديمة. كما استخدم المعمار الفاطمي الدعائم والأكتاف في بعض المساجد الفاطمية، من أمثلتها؛ جامع الحاكم الذي قيل إنه شُيد على غرار جامع ابن طولون، وأيضًا جامع المهدية في تونس.

كذلك شاعت في الطراز المعماري الفاطمي أنواع عديدة من العقود؛ منها العقد المقوّس والمدبَّب والمنفرج والمنبطح والمحدب والمنكسر ونصف الدائري. ومن أشهر العقود انتشارًا في العمارة الفاطمية العقود الفارسية. كذلك استُخدمت في العمائر الفاطمية المداخل البارزة عن سمت الواجهة والمعروفة بالمداخل التذكارية، ومن أقدم أمثلتها المدخل الرئيس في جامع المهدية بتونس، والمدخل الرئيس في جامع الحاكم بالقاهرة.

كذلك عرفت العمائر الدينية في الطراز الفاطمي أنواعًا عديدة من مخططات المساجد، منها جامع المهدي الذي ظهرت فيه لأول مرة ظاهرة تعدد الصحون، وجامع الأزهر الذي كان يتكون من صحن وثلاثة أروقة، ثم جامع الحاكم الذي خُطط على هيئة صحن وأربع ظلات أكبرها ظلة القبلة، هذا بخلاف التخطيطات الأخرى التي ظهرت في جامع الأقمر، والصالح طلائع، والمشاهد.

الجامع الأزهر هو أهم مساجد مصر على الإطلاق، وأحد المعاقل التاريخية لنشر وتعليم الإسلام، كذلك هو واحد من أشهر المساجد الأثرية في مصر والعالم الإسلامي

كذلك شاع في طراز العمائر الفاطمية الدينية والحربية استخدام التغطيات المقببة، مثال ذلك استخدام القباب لأول مرة في مصر على المحراب والصحون أو في تغطية ظلة القبلة كما هو الحال في جامع الأقمر.

كما شاع في طرز العمائر الفاطمية ظاهرة تعدد المحاريب، سواء المسطحة منها، كما هو الحال في جامع ابن طولون، أو المجوفة التي من أمثلتها مشهد السيدة رقية بالقاهرة، إلا أن المحاريب الفاطمية شهدت تطورًا كبيرًا في محراب جامع الجيوشي بالقاهرة.

كما شاع في طراز العمائر الفاطمية استخدام المقرنصات بأشكال متطورة وأصبحت التركيبات المقرنصة أكثر تعقيدًا.

مقرنص في مدرسة عبد العزيز في بخارى

كذلك احتفظ المعمار الفاطمي بنمط مميز في المآذن تشهد على ذلك أمثلتها في جامع الحاكم والجيوشي، حيث ظهرت بهما لأول مرة في تاريخ العمارة الإسلامية الأفاريز المزدوجة من المقرنصات التي تدور حول الطابق الأول من بناء المئذنة، ومن أمثلتها مئذنة الجيوشي.

4. الطـراز المغربـي الأندلسـي

اعتاد الباحثون دراسة المغرب والأندلس ضمن إطار فني واحد؛ نظرًا للعوامل التاريخية والجغرافية والسياسية التي تؤلف بينهما، إلى جانب الصلات الفنية المتبادلة بينهما، مما ساعد على طبع عمائر هذا الطراز بسمات فنية متشابهة إلى حد كبير مع وجود فن مغربي اصطلح على تسميته الفن القيرواني. إلا أنَّ غلبة العناصر المعمارية والفنية بين المغرب والأندلس والوحدة السياسية التي ربطت بينهما، هي التي أوعزت لعلماء الآثار والفن بالربط بينهما فنيًا.

وقد بدأت مراحل الزعامة الفنية في المغرب والأندلس في عصر الدولة الأموية الغربية، ثمّ انتقلت إلى مراكش منذ ضم بلاد الأندلس إلى سلطانهم سنة (483 هـ/ 1090 م)، فكان ذلك إيذانًا بتغيير في ميدان الفنون الإسلامية في المغرب، إذ أفل نجم الطراز الأموي المغربي، وبدأت تظهر في الأفق سمات فنية معمارية جديدة حملها معه العصر المرابطي والموحدي، تتمثل في بداية أمرها بالتقشف والبساطة والبعد عن الزخم الزخرفي ومظاهر الترف. ولكن سرعان ما تغير الحال وبدأ المغرب والأندلس في ظل عصر الموحدين عهدًا فنيًا جديدًا في (القرن السادس الهجري/ الثاني عشر الميلادي).

ومن الجدير بالذكر أن الطراز المغربي لم يتأثر بغيره من الطرز الإسلامية تأثرًا كبيرًا، وأن تطوره كان بطيئًا بالنسبة إلى تطور سائر الطرز الإسلامية. وكانت أهم المراكز الفنية لهذا الطراز أشبيليا وغرناطة ومراكش وفاس.

أمـا العمائـر الدينيـة؛ فقـد كانـت متأثـرة بمـا كان متبعًـا في الطـراز المغربـي الأندلسـي، في القـرون الثلاثـة الأولـى، في الفسـطاط والكوفـة والبصـرة والشـام في تخطيطـات المسـاجد إلـى أن جـاء (القـرن السـادس الهجـري/ الثانـي عشـر الميـلادي)، حيـث بـدأ يظهـر تطـور كبيـر في عمـارة المسـجد علـى أيـدي الموحديـن؛ فانصـرف معمـار تلـك الفتـرة عـن اسـتعمال الأعمـدة، وأقبـل علـى اسـتعمال الأكتـاف والدعائـم المشـيدة مـن الآجـر والعقـود الحذويـة الشـكل التـي نُفِّـذت علـى هيئـة حـذوة الفـرس مسـتديرة تمامًـا أو مدببـة قليـلًا. وكانـت معظـم تلـك العقـود تبنـى منخفضـة، ممـا كان يكسـب ظـلات المسـجد طابعًـا مـن الجـلال. ومـن أمثلـة ذلـك عقـود جامـع الكُتُبِيَّـة بمراكـش، وعقـود جامـع تينملـل في جنـوب المغـرب.

يوجد جامع الكتبية بمدينة مراكش بالقرب من ساحة جامع الفنا، وتسمية المسجد مشتقة من «الكتبيين»، وهو اسم سوق لبيع الكتب يعتقد أنه كان بمقربة من المساجد

كذلك اتسمت مساجد تلك الفترة بتعدد الصحون. ومن أمثلة ذلك؛ جامع حسان بالرباط، وجامع القصبة بمراكش، وجامع القصبة بأشبيليا. كذلك شاع في عمارة المسجد أسلوب اتساع البلاطة الوسطى عن سائر بلاطات المسجد، واستخدام التغطيات الجمالونية (الجمالون: نظام إنشائي يُستخدم لتغطية مساحات كبيرة بأقل عدد من الأعمدة الداخلية)، والمداخل البارزة، والقباب المقرنصة (ذات الحليات المعمارية) التي تغطي مجال المحراب بظلة القبلة، إلى جانب ظاهرة تشجير الصحون التي تميزت بها المساجد الأندلسية والمغربية على السواء.

وأهم ما يميز مساجد تلك الفترة على الإطلاق عمارة الصوامع التي وصلت إلى قمة تطورها على يد الموحدين؛ حيث أخذت هيئة الصومعة تشبه البرج الضخم. ومن الداخل خُططت الصوامع المغربية والأندلسية من مجموعة حجرات متطابقة يلتف حولها طريق صاعد بدون درج. ومن الخارج تُغلَّف واجهات الصوامع بالفتحات المعقودة (المقوسة) والزخارف الشبكية (أشرطة متقاطعة تكوِّن مناطق هندسية على شكل مُعيَّنات). ومن أشهر نماذج هذا الطراز صومعة جامع الكُتُبِيَّة بمراكش، وصومعة جامع حسان بالرباط، وصومعة جامع القصبة بأشبيليا المعروفة باسم الخيرالدا.

كذلك أدخل الموحدون بناء المدارس في المغرب والأندلس في نهاية (القرن السادس الهجري/ الثاني عشر الميلادي)، ولكن المدارس هناك كانت وقفًا على التدريس فقط، ولم تؤثر عمارتها على تصميم المساجد. واشتهرت مدينة فاس في العصر المريني بكثرة ما شُيِّد فيها من المدارس التي كانت مخصصة لتدريس المذهب المالكي. ومن أشهر المدارس المغربية المدرسة اليعقوبية، وتُعرف بمدرسة الصفارين أو النحاسين (1276 م)، ومدرسة فاس الجديدة المعروفة بمدرسة دار المخزن (1320 م)، ومدرسة الصهريج (1321 م)، ومدرسة العطارين، والمدرسة البوعنانية (1323 م).

وقد تميزت المدارس المغربية بوضوح عناصرها المعمارية المتمثلة في بساطة تخطيطها المعماري، بجانب اشتمالها على كافة العناصر الأساسية التي تتألف منها المدرسة بشكل عام مثل: تخصيص إيوان أو قاعة للتدريس والصلاة، إلى جانب حجرات لإقامة الطلاب وملاحق مائية من صهاريج ومظاهر وغيرها.

ومن أهم المميزات التي كانت تميز المدارس المغربية أنها لم تكن مخصصة لتكون مدارس وقبورًا في الوقت نفسه، كما هو الحال في مدارس الشرق الإسلامي. كما استخدمت الأحجار والآجر في الواجهات والجدران والحجرات، إلى جانب مراعاة التماثل بشكل رئيس، في توزيع الكتل والعناصر المعمارية داخل المدرسة وخاصة بين الكتل المتقابلة.

وكذلك انتشرت في بلاد المغرب القباب الضريحية على قبور الأولياء، ومن أشهر أنواع هذه العمائر ما يوجد في مقابر المدن أو على مقربة من أبوابها. وهي تتألف من قبة نصف كروية تعتمد على مخطط مربع الشكل، ومن أشهر الأضرحة المغربية ضريح مولاي إدريس بفاس وضريح الأشراف السعديين بمراكش. وقد تلاشت أو اندثرت قبور ملوك غرناطة.

أما العمائر المدنية، فقد كان نصيبها من العناية قليلاً وبخاصة في عصر المرابطين. كذلك انصرفت عناية الموحدين إلى العمائر الدينية على الرغم من أسماء القصور الكثيرة التي وصلتنا عن عصرهم في كتب المؤرخين وبخاصة ما شيِّد منها في مراكش وأشبيليا.

ولكن من أهم وأعظم القصور التي وصلتنا أسماؤها قصور ملوك الأندلس في غرناطة، والجعفارية في سرقسطة. ويُعدُّ قصر الحمراء بغرناطة من أعظم العمائر الإسلامية التي خلَّفها المسلمون هناك. وقد جمعت عمارة هذا القصر بين التحصينات الدفاعية ممثلة في أسوارها وأبراجها الخارجية، وبين روعة القاعات والصحون والعقود المقرنصة، وأشغال الجص الفريدة والقباب المرصعة بالمقرنصات وهندسة البساتين.

تتوزع الأعمدة داخل قصر الحمراء بغرناطة التي تعلوها المقرنصات

5. الطـــراز الأيوبـــي

كان عصـر صـلاح الديـن الأيوبـي وأخيـه السـلطان العـادل مـن أزهـى عصـور الدولـة الأيوبيـة التـي امتـد سـلطانها ليشـمل مصـر والشـام واليمـن، وعاشـت حتـى (عـام 658 هـ / 1259 م). وكان طابـع الدولـة الأيوبيـة السياسـي طابعًـا حربيًـا، فرضـه الجهـاد المسـتمر ضـد الخطـر الصليبـي. وقـد انعكـس ذلـك بـدوره علـى مـا شـيده مـن عمائـر في مصـر والشـام، حيـث اتسـمت العمائـر في الطـراز الأيوبـي بالطابـع الدفاعـي، فأكثـروا مـن بنـاء الاسـتحكامات الدفاعيـة والقـلاع الحربيـة والحصـون والأربطـة، وتحصـين المـدن والثغـور بالأسـوار المدعمـة بالأبـراج.

أما داخل المدن فقد غُصَّ بالمدارس من أجل بناء كوادر من الدعاة لمقاومة الغزو الصليبي، كما شُيدت المساجد والخانقاوات والبيمارستانات والأضرحة والزوايا والقيساريات والخانات والفنادق. ومازالت معالم هذه المنشآت قائمة إلى اليوم في مصر والشام، وهي كافية لأن تعطينا السمات العامة والخصائص المعمارية لتلك الفترة، والتي أهمها الآتي:

1. غلب على العمائر الأيوبية المدنية والدينية طابع التقشف وعدم الإسراف في الزخرفة؛ بسبب حالة الحرب والجهاد التي أعلنتها الدولة الأيوبية ضد الصليبيين. تميزت العمائر الحربية في تلك الفترة بالقوة والمتانة واستخدام الأبراج الضخمة في تدعيم جدرانها.

2. استخدمت الأحجار المنحوتة بأحجام كبيرة في بناء المنشآت وبخاصة في الواجهات والمداخل والأسوار والأبراج، كما استُخدم الآجر في بناء القباب والأقبية.

3. ظهرت في عمائر الطراز الأيوبي بعض التأثيرات السلجوقية؛ منها استخدام القباب في التغطيات، والأواوين، وتخطيطات المدارس وبناء الخانات.

كما تأثر المعمار الأيوبي ببعض العناصر المعمارية والفنية الفاطمية، منها استخدام المعمار الأيوبي للصنجات المعشقة، وكذلك الاهتمام بالواجهات وشغلها بالمقرنصات والعقود الفارسية، وذلك على غرار ما كان سائدًا في جامع الأقمر والصالح طلائع الفاطميَّيْن.

كذلك شاع في عمائر الطراز الأيوبي استخدام القباب التي شهدت عمارتها تطورًا في ذلك الوقت وبخاصة من حيث مناطق الانتقال، المتمثلة في تحويل المربع السفلي إلى مثمن عن طريق رقبة مكونة من طابقين، إلى جانب ما

تميزت به القباب الأيوبية بوجود زخارف زجاجية على خوذاتها الخارجية، وهو الأسلوب الذي انتشر انتشارًا واسعًا في القباب المملوكية.

كذلك اعتنى الأيوبيون بالمداخل بشكل خاص فشيدوها في دخلات عميقة معقودة تُغلق طواقيها (قمة العقد) بصفوف من المقرنصات، وتُتوَّج فتحاتها بعقود مدببة، كما انتشر في العمائر الأيوبية استخدام العقود بأنواعها المختلفة حيث استُخدم العقد المدبب أو المنكسر، كما شاع استخدام العقد الحذوي (على شكل حذوة) والعقد العاتق (العقد الذي يقوم بتخفيف الحمل على عتب المدخل) الذي أخذ مظهرًا جديدًا في تلك الفترة حيث أصبح منخفضًا جدًا، ومكونًا من صنجات حجرية صغيرة. كذلك استخدم المعمار الأيوبي، ولأول مرة، الأعمدة ذات التيجان الإسلامية التي شُكلت من الحطات المقرنصة. ومن ناحية أشكال المحاريب المستخدمة في العمائر الدينية الأيوبية، فقد تأثر المعمار الأيوبي بأشكال المحاريب الفاطمية التي كانت تزخرف طواقيها بزخارف مشعة من مركز واحد.

ومن الجدير بالذكر أن أكبر ما يميز العمائر في الطراز الأيوبي قد جاء في العمائر التي ما زالت شاخصة إلى اليوم في مصر والشام. وهي تشهد على تطور الأساليب الدفاعية التي جاءت في العناصر المعمارية للاستحكامات الدفاعية، وهي تشهد كذلك على فن تحصين المدن من خلال الأسوار الضخمة المدعَّمة بالأبراج، ومن أمثلتها أسوار القاهرة الحربية التي أحاط بها السلطان الناصر صلاح الدين مدن مصر الإسلامية كلها لحمايتها من الهجوم الصليبي عليها. هذا غير ما شُيد من قلاع كان أهمها؛ قلعة الجبل بالقاهرة، وقلعة حلب، وقلعة نجم على الفرات، وقلعة حمص، وقلعة دمشق، وقلعة حماة، وجميعها كانت تضم عناصر دفاعية غاية في التطور، ساعدت إلى حد كبير على صد زحف الصليبيين إليها. لقد كان الأيوبيون بحق أهل جهاد وعمارة في الوقت نفسه.

قلعة الجبل بدأ تشييدها صلاح الدين الأيوبي فوق جبل المقطم في القاهرة، حتى تبقى حصنه ومقر حكمه، لكنه لم يسكن فيها، وإنما سكنها سلاطين الأيوبية بعده حتى عهد الصالح أيوب الذي نقل مقر الحكم ومكان إقامته مع مماليكه لجزيرة الروضة وسط نيل القاهرة

6. الطـــراز المملوكـــي

لاريب في أن عصري دولتي المماليك البحرية والجركسية التي حكمت بين (عامي 648 – 923 هـ/ 1517-1250 م)، كانا يمثلان العصر الذهبي في تاريخ العمارة الإسلامية في مصر والشام والحجاز؛ إذ تبارى سلاطين وأمراء تلك الفترة في تشييد العمائر المختلفة من؛ جوامع ومدارس وخانقاوات وأسبلة وأربطة وحمامات وغير ذلك الكثير.

ولـم يقـف الأمـر عنـد حـد الإقبـال علـى البنـاء فحسـب، بـل اقتـرن مـع هـذه النهضـة العمرانيـة بتطـور في الأسـاليب الفنيـة الزخرفيـة، وكذلـك بتطـور في العناصـر المعماريـة الإنشـائية؛ إذ اهتـم المعمـار المملوكـي بواجهـات العمائـر الدينيـة التـي اسـتخدم فيهـا أهـم العناصـر المعماريـة مثـل: كتلـة المدخـل الرئيسـة، والقبـة الضريحيـة، وفتحـات النوافـذ المعشـقة بالزجـاج الملـون، إلـى جانـب الدخـلات الرئيسـة المعقـودة، وصفـوف المقرنصـات التـي تتـوج أعلـى الواجهـات، وكذلـك الشـرفات المسـننة أو التـي شُـكِّلت علـى هيئـة الورقـة النباتيـة الثلاثيـة أو الخماسـية.

كذلـك اسـتخدم المماليـك أنظمـة معماريـة جديـدة في التخطيـط، ظهـرت بوضـوح في عمـارة المسـاجد والمـدارس والأضرحـة، وإن كان قـد غلـب علـى بعـض العناصـر المعماريـة التـي شـاعت في تلـك الفتـرة التأثيـرات السـلجوقية، إلـى جانـب اسـتمرار التقاليـد المعماريـة المتبعـة في تخطيطـات المسـاجد. ومـن أمثلـة ذلـك جامـع السـلطان بيبـرس البندقـداري، الـذي شُـيد في (عـام 1258 م). ويمتـاز هـذا الجامـع بتكوينـه المعمـاري الـذي اشـتمل علـى صحـن أوسـط مكشـوف وأربـع ظـلات أكبرهـا القبلـة. وقـد اسـتُخدمت العقـود المحمولـة علـى أعمـدة مـن الرخـام في رفـع السـقف والقبـة الرئيسـة، كذلـك اسـتُخدم الحجـر المصقـول في بنـاء الواجهـات الخارجيـة، كمـا اسـتُخدم الآجـر في بنـاء القبـاب والعقـود، كمـا يمتـاز هـذا المسـجد بوجـود المدخـل التذكاري، وهـو المدخـل الـذي يبـرز عـن سـمت الواجهـة.

ومـن أمثلـة المسـاجد المملوكيـة أيضًـا جامـع الناصـر محمـد بـن قـلاوون الـذي يتكـون تخطيطـه المعمـاري مـن صحـن وأربـع ظـلات أكبرهـا ظلـة القِبْلـة. ويميـز هـذا الجامـع القبـة الضخمـة التـي تعلـو ظلـة القِبْلـة وقـد حُملـت علـى أعمـدة ضخمـة مـن الجرانيت.

جامع الناصر محمد بن قلاوون، كان جامع السلطان الناصر محمد، هو الجامع الرسمي بالقلعة خلال العصر المملوكي. وهو يقع بالقسم الجنوبي من قلعة صلاح الدين، وقد أمر ببنائه السلطان الناصر محمد بن قلاوون في (عام 718 هـ/ 1318 م)، ثم أعاد بناءه في (عام 735هـ / 1335 م). كان هذا الجامع يحظى بعناية سلاطين المماليك اللاحقين، وكان يستخدمه قاطنو القلعة من المماليك

ومن أمثلة هذا التخطيط أيضًا جامع ومدرسة المؤيد الذي يقع بجوار باب زويلة، ويرجع تاريخه إلى (عام 1415 م).

جامع ومدرسة المؤيد، وهو أحد المساجد الأثريّة الشهيرة بالقاهرة، ويوصف بأنه فخر مساجد عصر المماليك الجراكسة. بدأ بناؤه سنة (818 هـ /1415 م)، بأمر السلطان المؤيد أبي النصر سيف الدين شيخ ابن عبد الله المحمودي الظاهري أحد حكام الدولة المملوكية خلال عصر المماليك الجراكسة

وإلى جانب طراز المساجد والمدارس المملوكية التي شُيدت وفق نظام الظلات، ظهر نظام جديد في تخطيط المساجد والمدارس يعرف بالنظام الإيواني. وهو صحن أوسط مكشوف تحيط بأضلاعه أربعة إيوانات، أكبرها عمقًا إيوان القبْلة، وقد جاءت جميع الإيوانات متقابلة ومعقودة، وقد انتشر هذا التخطيط انتشارًا واسعًا في العمائر الدينية المملوكية بمصر والشام، وكان هذا التخطيط بداية لظهور نظام آخر جديد عرف بنظام المجمعات الدينية، أي أن المنشأة أصبحت تؤدي أكثر من وظيفة، إذ بدأ المعمار بإضافة وحدات معمارية جديدة إلى عمارة المدرسة أو المسجد. ومن أشهر أمثلتها في مصر؛ مجمع السلطان قلاوون الذي يضم مدرسة ومسجدًا وضريحًا وبيمارستانَ وسبيلاً وخلاوي لأقارب الطلاب، وميضأة (موضع الوضوء) وغيرها من الملاحق الثانوية، ومن أمثلة هذا النظام أيضًا؛ مدرسة السلطان حسن بن قلاوون التي شُيدت في (عام 1356 م)، والتي تُعد من أروع أمثلة المدارس الإسلامية على الإطلاق.

كما انتشر نوع رابع من مخططات العمائر الدينية في عمائر الطراز المملوكي منذ عصر السلطان برسباي (1436 م)، يعتمد تخطيطه الرئيس على النظام الإيواني (نظام إيراني عرف في العمارة الإسلامية في تخطيط المدارس والمساجد)، ولكن بنسب أصغر مما كانت عليه في العصر المملوكي البحري. إذ بدأ المعمار في تقليل مساحة الصحن، مما ساعد على تغطيته بسقف خشبي على هيئة الفانوس عرف بالشخشيخة. ومن الجدير بالذكر أن المعمار المملوكي حافظ على تعدد وظائف المنشأة داخل هذا النظام، وضم إلى أغلبها المدارس وفقًا لنظام المجمعات الدينية. ومن أشهر أمثلتها؛ مجمع السلطان قايتباي بصحراء المماليك، ومجمع السلطان الغوري، ومجمع الأمير قرقماس، وغيرها الكثير. ومن أمثلة هذا الطراز في سوريا؛ الركنية والمدرسة الجقمقية.

كما امتازت المآذن المملوكية برشاقتها وارتفاعها وجمال زخارفها. وقد شُيد معظمها على قاعدة مربعة، يعلوها بناء مثمن تتخلله شرفات بارزة محمولة على حطات مقرنصة. أما عن مداخل العمائر المملوكية، فقد اهتم بها المعمار اهتمامًا كبيرًا، وأصبحت تحتل مكانًا بارزًا على الواجهة، إلى جانب مجموعة العناصر الزخرفية التي شغل بها الفنان المملوكي مداخل منشآته الدينية من؛ أفاريز بارزة وغائرة، وجفوت (حليات معمارية بارزة على المداخل والنوافذ والواجهات)، ومقرنصات، وحليات معمارية، ونقوش كتابية. وقد تأثرت مداخل العمائر الدينية في الطراز المملوكي بالمداخل السلجوقية.

مجمع السلطان قايتباي بصحراء المماليك، هو مجمع معماري أثري شهير بالقاهرة مبني على الطراز الإسلامي، يعود إلى عصر المماليك الجراكسة. يضم المجمع عدة منشآت تتمثل في؛ مسجد، ومدرسة وملحقاتها، وقبة، وسبيل، وكتاب، ومقعد للسلطان، وحوض لسقاية الدواب، وربع لإقامة الصوفية

كذلك ازدهرت في العمائر المملوكية زخرفة الوزرات الرخامية الملونة على الجدران وفي الأرضيات وفي المحاريب. ومن أبرز أمثلتها؛ مدرسة السلطان حسن بن قلاوون، ومدرسة السلطان قايتباي، ومدرسة السلطان الغوري.

أيضًا شاع بناء الخانقاوات في العمائر الدينية المملوكية، وهي تلك التي بُنيت من أجل إيواء الصوفية، وتعليمهم على أيدي شيوخ متخصصين في الفقه والتفسير وأصول التصوف. وقد خُططت تلك العمائر على غرار تخطيط المدارس ذات الإيوانات المتعامدة على أضلاع الصحن. ومن أشهر أمثلتها؛ خانقاه بيبرس الجاشنكير، وخانقاه سيلار، وسنجر الجاولي، بالقاهرة. كما شُيدت بعض الخانقاوات على غرار المساجد الجامعة. ومن أمثلتها؛ خانقاه السلطان الناصر فرج بن برقوق الواقعة بمقابر المماليك بمدينة القاهرة. وقد جمعت تلك الخانقاوات بين عدة وظائف منها؛ المسجد والضريح والسبيل ومكتب لتعليم الأيتام.

خانقاه السلطان الناصر فرج بن برقوق، بدأ في بنائها الملك الناصر فرج بن برقوق، سنة (801 هـ - 1399/1398 م)، وانتهى منها سنة (813 هـ -1410/1411 م)، وهي بناء ضخم نفذ على أن يخدم أغراضًا مهمة متعددة، حيث يضم: مدرسة، وجامعًا فسيح الأرجاء، وتربة لآل برقوق، وخانقاه فخمة. استغرق بناؤها حوالي اثنتي عشرة سنة

أما العمائر المدنية في عصر المماليك، فقد تنوعت بين الخانات والوكالات والفنادق، ومن أمثلتها مدخل وكالة الأمير قوصون، ووكالة السلطان قايتباي الواقعة بباب النصر بمدينة القاهرة، ومقعد ماماي السيفي المعروف ببيت القاضي، وخان الخليلي، ووكالة الغوري. وقد تضمنت هذه المنشآت الكثير من العناصر المعمارية والفنية التي انتشرت في عمائر الطراز المملوكي.

وكالة قانصوه الغوري هي فندق أقيم في عهد قانصوه الغوري سنة (909 هـ/ 1504 م). تتكون الوكالة من فناء مكشوف مستطيل التخطيط، تحيط به من جميع جوانبه قاعات على خمسة طوابق

7. الطـــراز السـلجوقـــي

يمكن إيجاز الخصائص المعمارية التي تميز عمائر الطراز السلجوقي بما يلي:

1. ابتكار التخطيط الإيواني في المساجد والمدارس السلجوقية؛ حيث أصبح الإيوان هو العنصر الرئيس في العمائر السلجوقية، والإيوان قاعة أو غرفة ذات ثلاثة جدران، وتفتح بكامل اتساعها على الداخل سواء على الصحن أو على درقاعة (أي قاعة)، وغالبًا ما يغطي الإيوان عقد معماري يرتكز على حوائط حاملة بدلاً من الأعمدة.
2. امتازت العمائر السلجوقية بعدم الاهتمام بمساحات الصحون الكبيرة، حيث شيدوها على أحجام صغيرة، وقاموا بتغطيتها بقباب كبيرة، وإدخال مساحاتها ضمن المساحة المغطاة.

شاع استخدام الأحجار المصقولة والمنحوتة في بناء المنشآت المعمارية وبخاصة الواجهات الخارجية والمداخل، وقد ساعد ذلك على تطور صناعة النقش على الأحجار. ويظهر ذلك جليًا في عمائر الأناضول؛ إذ أضفت النقوش الزخرفية على واجهات العمائر الدينية هناك مظهرًا فريدًا وجديدًا، وذلك نتيجة استخدام الصناع والفنانين أساليب نحت مبتكرة قوامها الاعتماد على بروز العناصر الزخرفية لتصبح غليظة الخطوط، مما أضفى على الواجهات مظهرًا فنيًا يذكرنا بفن الباروك الذي شاع استعماله في العمائر الأوروبية منذ (القرن السابع عشر الميلادي).

ومن أشهر النماذج المعمارية السلجوقية التي تعبر عن هذا الفن مدرسة أنجه منار بقونية، وجامع وبيمارستان مدينة ديفري، ومدرسة قرطاي، ومسجد علاء الدين في قونية.

مدرسة أنجه منارة هي مدرسة إسلامية تقع في مدينة قونية التركية، بُنيت المدرسة بين (عامي 1258 و1279 م)، على يد وزير السلطنة السلجوقية فخر الدين علي (صاحب أتا)

شاع استخدام الآجر في عمائر السلاجقة، وتطورت طريقة البناء بالآجر في تلك الفترة، حيث استُخدم الآجر في بناء القباب والأقبية، إلى جانب استخدامه في بعض الواجهات بأسلوب زخرفي وإنشائي معًا. ومن أمثلة ذلك ما نجده في الأضرحة السلجوقية بمنطقة الأناضول.

استُخدمت في العمائر السلجوقية البلاطات الخزفية كمادة أساسية في تكسية الجدران الآجرية من الداخل، وتمتاز البلاطات الخزفية السلجوقية بألوانها الفيروزية، كما استُخدمت الأكسية الجصية على الآجر.

شـاع اسـتخدام القبـاب والعقـود المعماريـة، ولا سـيما العقـد المعمـاري نصـف الأسـطواني، والعقـود المعماريـة المتقاطعـة، كمـا اسـتخدمت القبـة عنصـرًا أساسـيًا يعلـو المحـراب، كمـا ظهـرت أنـواع جديـدة مـن القبـاب يعلـو كلاً منهـا فانـوس.

شـاع اسـتخدام المقرنصـات عنصـرًا إنشـائيًا وزخرفيًـا في المنشـآت السـلجوقية، وأصبحـت مـن أهـم العناصـر التـي يشـكل منهـا المعمـار بطـون طواقـي المداخـل والمحاريـب وشـرفات المـآذن.

أمـا المـآذن السـلجوقية، فقـد امتـازت بأشـكالها الأسـطوانية أو المخروطيـة أو المضلعـة، وكان يتخللهـا في أغلـب النمـاذج شـرفة أو شـرفتان حُملـت على مقرنصـات. وقـد شُـكلت قمـة المئذنـة السـلجوقية على هيئـة قلـم الرصـاص، وهـو الأسـلوب الذي أثـر بعـد ذلـك في مـآذن العصـر العثمانـي.

أمـا في إيـران، فقـد شـهدت العمائـر الدينيـة تطـورًا كبيـرًا في عهـد السـلاجقة، إذ امتـازت مسـاجد تلـك الفتـرة بقبابهـا العديـدة وأقبيتهـا، ومـن أمثلـة ذلـك مسـجد الجمعـة في مدينـة أصفهـان. واعتنـى السـلاجقة ببنـاء الأسـوار والقـلاع والحصـون وسـائر الاسـتحكامات الحربيـة نتيجـة لحروبهـم المسـتمرة مـع الـروم والصليبيـين، ممـا طبـع عمائرهـم بطابـع القـوة والمتانـة وجـاءت مبانيهـم أقـرب مـا تكـون للحصـون. ومـن أشـهر أعمالهـم الحربيـة؛ سـور مدينـة دمشـق وقلعتهـا، وسـور مدينـة قونيـة، وغيرهـا.

أمّـا القصـور السـلجوقية، فلـم يبـق منهـا إلا القليـل، ومـن أمثلتهـا قصـر الأميـر بـدر الديـن لؤلـؤ في الموصـل الـذي يقـع على نهـر دجلـة.

ومـن أشـهر مـا يميـز عمائـر الطـراز السـلجوقي مجموعـات الخانـات التـي أقبـل السـلاجقة على بنائهـا في مختلـف الطـرق الرئيسـة، وكان تصميمهـا يشـبه إلـى حـد كبيـر تخطيـط المـدارس.

8. الطـراز الإيرانـي المغـولـي

يمكن إيجاز الخصائص المعمارية التي تميز عمائر الطراز الإيراني المغولي فيما يلي:

بناء الأضرحة على شكل أبراج مخروطية، إلى جانب الأضرحة التي شُيدت عليها قباب ضخمة، ومن أشهر أمثلتها ضريح السلطان الجايتو، وكذلك مجموعة القباب الضريحية بمدينة سمرقند، التي دفن فيها الكثير من أفراد الأسرة التيمورية. ومن أشهر الأضرحة هناك ضريح تيمورلنك (1405 م).

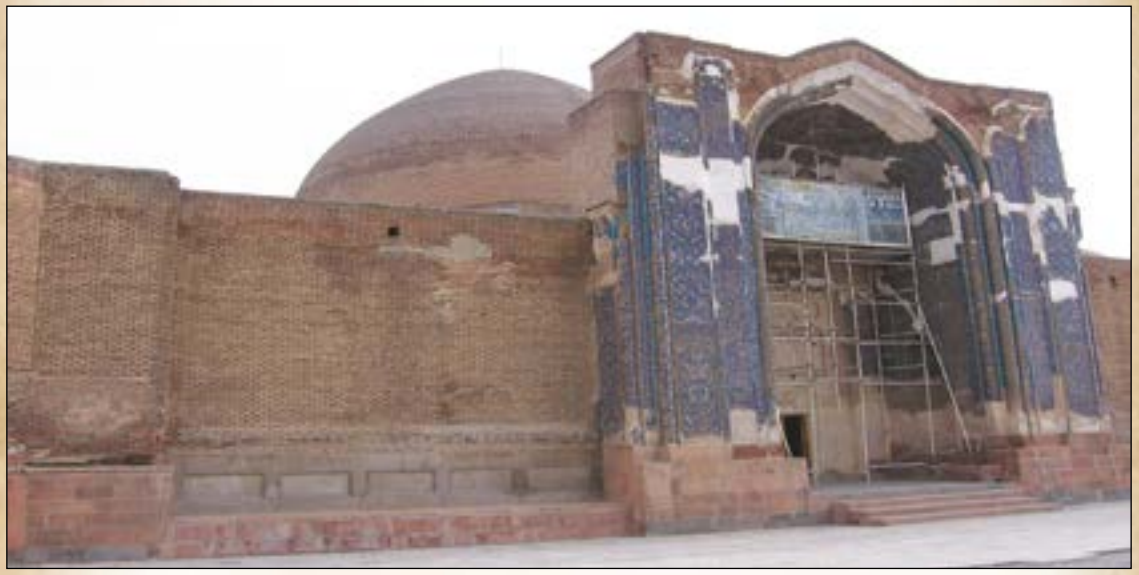
1. أما عن تخطيطات المساجد في الطراز الإيراني المغولي، فقد زادت فخامة؛ إذ يتميز تصميمها بالسمات الفنية والخصائص المعمارية التي سادت في العمائر السلجوقية، ولا سيما التي نجدها في المسجد الجامع بمدينة أصفهان.

المسجد الجامع بمدينة أصفهان أو المسجد العتيق بأصفهان، وهو من أقدم مساجد إيران القائمة، ويعود إنشاؤه إلى (عام 771 م)، يقع في مدينة أصفهان في محافظة أصفهان - إيران، وقد أحترق المسجد أواخر (القرن الحادي عشر للميلاد)

ومن أروع نماذج المساجد التي تعود إلى تلك الفترة جامع قرامين (1322 م)، وجامع جوهر شاد بمدينة مشهد، والمسجد الجامع بمدينة يزد. كما شاع في عصر التيموريين بناء المساجد ذات القباب والمداخل الفخمة.

ومن أشهر مساجد تلك الفترة مسجد كليان في بخارى، الذي امتاز باستخدام الأحجار المنحوتة في بنائه، والإيوانات الضخمة، ومئذنته الأسطوانية. كذلك امتاز مسجد كليان باستخدام المقرنصات في مئذنته، وفي طاقية عقد المدخل (قمة القوس).

ومن أشهر مساجد تلك الفترة أيضًا الجامع الأزرق، الذي شيد بمدينة تبريز في (منتصف القرن التاسع الهجري/ الخامس عشر الميلادي). ويعتمد الجامع على التغطيات المقببة؛ منها القبة الرئيسة التي تتوسط مبنى المسجد، وكذلك مجموعة القاعات التي تغطيها قباب صغيرة.



المسجد الأزرق أو مسجد كبود أو مسجد جهانشاه (بالفارسية: كئوي مسجد)، هو أحد مساجد مدينة تبريز التاريخية بمحافظة أذربيجان الشرقية في إيران، وهو من بقايا دولة قراقويونلو التي حكمت إيران. بُني المسجد (عام 1465 م)، بأمر من جان بيك خاتون زوجة الملك جهان شاه

اهتم التيموريون بإنشاء المدارس دون أن يدخلوا على تخطيطاتها أي تغييرات جوهرية، إلا أنها كانت تتميز بمآذنها الأسطوانية الضخمة التي تحف بمباني المدخل الرئيس. كما شيد تيمورلنك عدة مدارس في سمرقند في (القرن التاسع الهجري/ الخامس عشر الميلادي)، ومن أشهر تلك المدارس مدرسة أولوغ بك (851 هـ/ 1447 م). وامتازت هذه المدرسة بوجود أربع مآذن في أركانها، وبمدخلها الضخم المعقود بعقد مدبَّب، إلى جانب حجرات الطلاب التي خطِّطت من طابقين.

ومن الجدير بالذكر أن العمائر في الطراز الإيراني المغولي قد اتَّجهت إلى البناء بالأحجار المصقولة والمنحوتة، في حين أن المعمار في تلك الفترة لم يتجه إلى استعمال الرخام في كسوة الجدران الداخلية، وربما يرجع ذلك إلى النجاح الكبير الذي حققه المعمار المغولي في استخدام قوالب الآجر المطلي أو المزجج. كذلك استخدموا الفسيفساء والقرميد والبلاطات الخزفية بأشكال متعددة وأنماط مختلفة، مما يؤكد على قدرة الفنان في ذاك الوقت وتفوقه.

كما شاع في عمائر تلك الفترة استخدام الجص في تكسية الجدران الداخلية.

9. الطـــراز الهنـــدي

ظهرت في عمائر الطراز الهندي عدة تأثيرات، بعضها محلي مثل؛ التقاليد الهندية في استخدام الحجر مادة رئيسة للبناء، وكذلك الخشب، كما تأثرت العمائر الهندية مباشرة بالعمائر الإسلامية في إيران وتركستان، التي تعتمد في عمارتها على اللَّبِن والآجر موادا للبناء.

أمـا مـن حيـث التخطيـط المعمـاري، فقـد امتـازت عمائـر الطـراز الهنـدي، وبخاصـة الدينيـة، بصحـون المسـاجد الواسـعة التـي تحيـط بهـا أروقـة غطيـت بقبـاب صغيـرة، مـن أمثلتهـا؛ مسـجد وزيـر خـان في لاهـور. كمـا ظهـر المسـجد المغطـى وقـد اختفـى منـه عنصـر الصحـن، ومـن أمثلتـه مسـجد غلبرغـا.

وهنـاك تخطيـط ثالـث هـو قاعـة صغيـرة بالنسـبة لمسـاجد الصحـن، تخطيطهـا يشـبه التخطيـط الشـائع في مسـاجد إيـران، ومـن أمثلتـه جامـع فتـح بورسـيكري.

وهنـاك تخطيـط رابـع ظهـر في مسـاجد الهنـد قُسِّـمت فيـه ظلـة القبلـة علـى غـرار مسـاجد المشـرق في مصـر والشـام، حيـث تكونـت ظلـة القبلـة مـن ثـلاث بلاطـات، ومـن أمثلتهـا جامـع اللؤلـؤة.

أمـا مـن حيـث العناصـر المعماريـة المسـتخدمة، فنجـد أنواعًـا مـن العقـود، حيـث شـاع في الطـراز الهنـدي؛ العقـد المدبَّـب مـن النـوع الفارسـي، كمـا شـاع العقـد المدبـب الشـبيه بالعقـد الفاطمـي، ومـن أمثلتـه ضريـح الإمبراطـور أكبـر. كمـا شـاع في عمائـر الطـراز الهنـدي اسـتخدام العقـد المفصـص، وهـو يختلـف عـن النـوع الـذي عُـرف في الطـراز المغربـي والأندلسـي، لأن فصـوص العقـد الهنـدي أقـل مـن نصـف دائـرة. ومـن أمثلـة هـذا النـوع؛ جامـع مسـجد أجميـر، وجامـع التوتميـش.

أمـا القبـاب، فقـد تعـددت أشـكالها؛ فمنهـا مـا كان قطاعهـا عقـدًا مدببًـا مـن النـوع المنتشـر في العمائـر العباسـية، ومنهـا مـا كان قطـاع عقـده متطـاولاً أو دائريًـا أو بصليًـا. ومـن أهـم مـا يميـز القبـاب الهنديـة أنهـا كانـت تتكـون مـن طبقتـين خارجيـة وداخليـة بينهمـا فـراغ واسـع علـى غـرار قبـة النسـر في الجامـع الآسـيوي، أو قبـة الصخـرة في فلسـطين. كذلـك شـاع في عمائـر الطـراز الهنـدي اسـتخدام الشـاذروان (مظلـة حجريـة تتـوج المـآذن وواجهـات المبانـي وأركانهـا). وهـي تختلـف عـن الشـاذروان الـذي عـرف في العمائـر العثمانيـة. كذلـك شـاع في العمائـر الهنديـة

استخدام الرفرف البارز في الواجهات أو فوق الأروقة أو حول رقبة القبة وكان يرتكز على كوابيل صخرية.

أما المآذن التي شاع استخدامها في طراز العمائر الهندية، فهي مبنية بالحجر، ولها جسم مضلع أو أسطواني أو مخروطي، وهي تختلف عن المآذن الشائعة في إيران وتركستان.

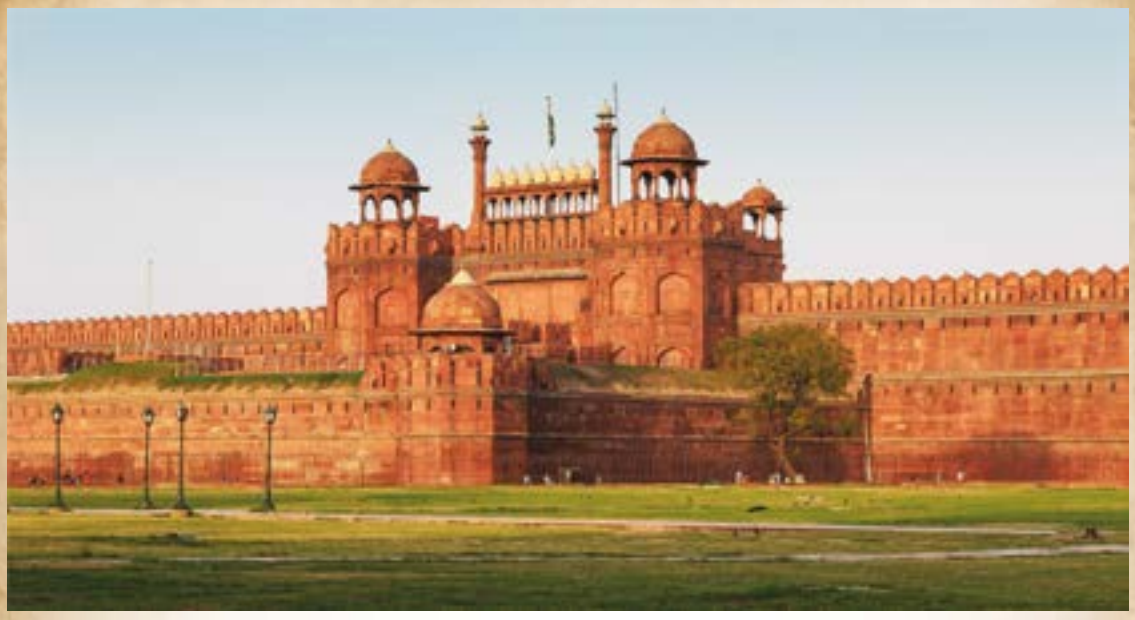
كذلك امتازت العمائر في الطراز الهندي بالأضرحة الضخمة، وأشهرها تاج محل الذي شيده الإمبراطور شاه جهان في أكْرا لزوجته ممتاز محل. وتبدو التأثيرات الفارسية في واجهة هذا الضريح من حيث شكل القبة الرئيسة، وإمالة الأركان وهيئة الأبراج الأربعة.

يعتبر تاج محل في أكْرا من أروع الأمثلة على تطور فن العمارة عند المغول، لأنه يجمع في تناغم جميل بين العمارة الهندية والفارسية والعثمانية والإسلامية. بدأ بناء تاج محل سنة (1632 م) وانتهى سنة (1653 م)، والمهندس الذي صمم المبنى (في الغالب) كان مهندسًا فارسيًا اسمه أستاذ أحمد لاهوري

ومـن الأضرحـة الهنديـة المشـهورة ضريـح محمـود عـادل شـاه في بيجابـور، ويرجع إلى (عام 1660 م). ويمتاز هذا الضريح بأبراجه الأربعة المتصلة بجدران البنـاء، وفي كل منهـا سـبع طبقـات مـن النوافـذ التـي تسـاعد في عمليـة تخفيـف الثقل النـاتج من ارتفـاع الجدران. كذلـك شـاع في العمائـر الهنديـة بعض العناصـر المعماريـة لأغـراض زخرفيـة، كمـا هـو الحـال في العمـارة الإسـلامية عامـة.

ومـن أمثلـة تلـك العناصـر في العمـارة الهنديـة، اسـتخدام الشـاذروانات والمقرنصـات، والمحاريـب المجوفـة والمسـطحة التـي اسـتُخدمت بكثـرة في تقسـيم الواجهـات إلـى مداخـل رئيسـة. كمـا اسـتخدمت الأعمـدة المنحوتـة والدعائـم المرتفعة، وقد برع الفنـان المسلم في الهند في أعمال النقش على الحجر والجص، والفسيفسـاء الحجريـة، والرسـوم الملونـة، وتطعيـم الأحجـار، وترصيعهـا.

أمـا العمائـر المدنيـة في الطـراز الهنـدي، فتمثلهـا القصـور التي عُنـي حكام المغول المسـلمون بتشـييد معظمهـا ضمـن قـلاع ملكيـة في المـدن المشـهورة، التـي اتخـذت عواصـم في عهـد إمبراطوريـة المغـول كفتـح بورسـيكري وأكْـرا ولاهـور ودلهـي. ومـن أشـهر قصـور الهنـد في العهـد المغولـي قصـر أكبـر في أجميـر، الـذي امتـاز بوجـود سـور محصـن ومدعـم بأبـراج مسـتطيلة الشـكل، توجـد في زوايـاه أبـراج ضخمـة مثمنـة الشـكل. وقـد جـاء المدخـل الرئيس الموصـل إلـى القصـر في بـرج بـارز. أمـا في الداخـل فيوجـد صحـن مركـزي تتصـل بـه غـرف مربعـة موزعـة في أركان القاعـة. ومـن أمثلـة القصـور الهنديـة قصـر القلعـة الحمـراء في أكْـرا، وقصـر فتح بورسـيكري بالقـرب مـن أكْـرا، وغيرهـا الكثيـر.



يُعرف قصر القلعة الحمراء بأسماء؛ قلعة سرخ أو حصن دلهي، بُني في (القرن السابع عشر للميلاد)، حيث بدأ بتشييدها الإمبراطور المغولي شاه جهان (عام 1638 م)، واستكمل العمل فيها (عام 1648 م)

10. الطـراز العثمـانـي

امتازت العمائر العثمانية من حيث التخطيط في المباني الدينية وبخاصة المساجد بأنها استوحت في بادئ الأمر التخطيط التقليدي للمساجد التي شاع ظهورها في صدر الإسلام، والتي تتكون من صحن أوسط وأربع ظلات، أكبرها عمقًا واتساعًا ظلة القبْلة. ولكن هذا التخطيط لم يلق قبولًا، لأن مناخ منطقة الأناضول يمتاز بالبرودة والصقيع والثلوج.

لذلك عمل المعمار المحلي على ابتكار تخطيط يتلاءم مع تلك العوامل المناخية الصعبة، فقام بحجب ظلة القِبْلة تمامًا، وقام بتغطيتها بمجموعة من القباب أو بقبة كبيرة، كما أضاف المعمار العثماني لكتلة المدخل ظلة كبيرة غطيت بقباب ضخمة.

والحقيقة أن المعمار العثماني استفاد من الطراز المعماري السلجوقي بشكل كبير، وبخاصة في الفترة التي سبقت فتح القسطنطينية، حيث شهدت مساجد مدينة بورصة وأدرنه باستمرار التقاليد والخصائص المعمارية السلجوقية فيها.

أما بعد فتح القسطنطينية، فقد تأثرت عمارة المساجد الكبرى ببناء كنيسة آيا صوفيا بعد أن أصبحت مسجدًا، إذ نرى هذا التأثير في مسجدي المحمدية ومسجد محمد الفاتح الذي شُيد بين (عامي 1462ـ 1468 م)، وكذلك مسجد السلطان بايزيد الثاني (1501 م).

مسجد آيا صوفيا في إستانبول، عُرف في العصر العُثماني باسم الجامع الكبير الشريف لآيا صوفيا، وكان في العصر البيزنطي يُسمّى كنيسة آيا صوفيا، التي تعني (كنيسة الحكمة الإلهيّة)

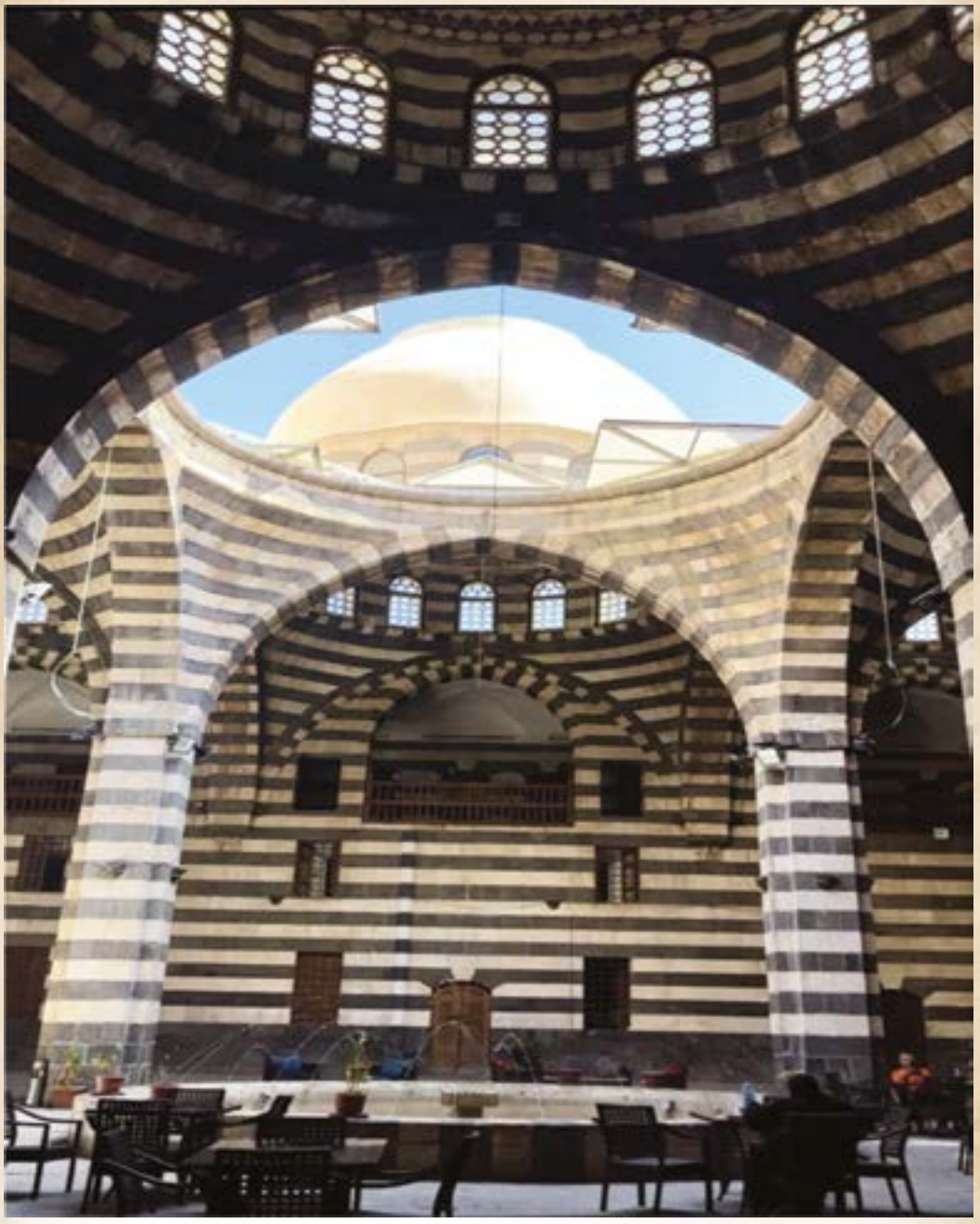
ولكن العصر الذهبي للعمارة العثمانية كان على يد المهندس المعماري النابغة سنان، الذي يُنسب إليه العديد من المنشآت العثمانية في إسطنبول وخارجها. ولقد نجح هذا المعماريّ في أن يطبع عصره بطابع فني معماري له أساليبه المعمارية المتميزة. وتتجلى مراحل نشاطه في ثلاث عمائر تمثل نشأته الفنية في إسطنبول، كان آخرها مسجد السلطان سليم (السليمية) في أدرنه. فنراه في المسجد الأول قد تأثر بمسجد المحمدية مع نجاحه في إكساب القبة الرئيسة طابعًا خاصًا، يتميز بالرشاقة وجمال النِّسَب. أما المرحلة الثانية، فقد تأثر فيها بتخطيط آيا صوفيا والبايزيدية عند بنائه لجامع السليمانية، مع احتفاظه ببعض الابتكارات في بناء القبة وارتفاعها واتساع قطرها. أما المرحلة الأخيرة فيعبّر عنها جامع السليمية في أدرنه، إذ أظهر سنان عبقريته في إقامة القبة الضخمة على ثمانية أكتاف، وفي الإكثار من فتحات النوافذ من أجل تخفيف ضغط البناء. ولقد ترك المهندس سنان مدرسةً كبيرةً تخرج منها أشهر المعماريين الذين نهجوا على منواله في بناء العمائر الدينية والمدنية.

قبة مسجد السلطان سليم (السليمية) في أدرنه من الداخل

وأهـم مـا كان يميـز مسـاجد هـذه المدرسـة المعماريـة أنهـا كانـت تُبنـى ضمـن مجمعـات معماريـة كبيـرة، تذكرنـا بنظـام المجمعـات التـي ظهـرت في مصـر والشـام في العصـر المملوكـي، وإن كان نظـام المجمعـات العثمانيـة يعـرف باسـم «كليـة»، حيث أصبح هـذا الاسـم يعبـر عـن مجمـع إنشـائي ضخـم، يضـم مسـجدًا ومدرسـةً وضريحًـا وسـبيلًا وبيمارسـتان، في وحـدات مسـتقلة يربـط بينهـا سـور كبيـر. ويبـدو أن هـذا النظـام قـد تأثـر بـه العثمانيـون مـن الطـراز المملوكـي.

كمـا تميـزت مسـاجد العثمانيـين بتعـدد المـآذن وبالتغطيـات المقببـة، التـي تعتمـد علـى قبـة رئيسـة تغطـي الجـزء الأكبـر مـن بيـت الصـلاة، تحيـط بهـا مـن الجوانـب مجموعـة قبـاب أو عقـود معماريـة. ويتقـدم الجـزء المغطـى مسـاحة مكشـوفة تعـرف باسـم حـرم المسـجد، وهـي صحـن أوسـط مكشـوف، يحيـط بـه أربعـة أروقـة مغطـاة بقبـاب ضحلـة، ويتصـل هـذا الحـرم بالجـزء المغطـى مـن المسـجد عـن طريـق مداخـل، ويتوسـط الحـرم شـاذروان للوضـوء وسـبيل للمـاء.

أمـا العمائـر المدنيـة في الطـراز العثمانـي فكثيـرة منهـا؛ الخانـات والبيمارسـتانات والأسـبلة. فالخانـات العثمانيـة، لـم يكـن تخطيطهـا المعمـاري يتبـع تخطيـط الخانـات السـلجوقية بـل تطـورت عمارتهـا عـن الخانـات المملوكيـة، التـي تتكـون مـن صحـن أوسـط مكشـوف، تحيـط بـه أروقـة ذات عقـود وتضـم غرفًـا وقاعـات متطابقـة. ومـن أشـهر الخانـات العثمانيـة خـان أسـعد باشـا في دمشـق الـذي يرجـع إلـى (القـرن الثانـي عشـر الهجـري/ الثامـن عشـر الميـلادي).



خان أسعد باشا أكبر خانات دمشق القديمة، حيث يغطي مساحة 2,500 متر مربع، ويقع في وسط سوق البزورية أحد الأسواق التراثية في المدينة القديمة، بناه الوالي أسعد باشا العظم سنة (1167 هـ /1753 م)

اشـتقت تخطيطـات الحمامـات العثمانيـة مـن الحمامـات الكلاسـيكية. ومـن أشـهر تلـك الحمامـات العثمانيـة حمـام قابلجـة في مدينـة بروسـة (الاسـم القـديم لبورصـة)، ويرجـع أقـدم الحمامـات العثمانيـة إلـى (القـرن الرابـع عشـر الميـلادي).

كذلـك بالنسـبة للقصـور العثمانيـة في بروسـة (بورصـة) وفي أدرنـه، لـم يبـق منهـا شـيء؛ أمـا السـراي القديمـة في إسـطنبول، فقـد كانـت منفصلـةً عـن المدينـة بسـور مـن الحجـر ذي أبـراج وأبـواب.

وتتألـف الـدور أو البيـوت العثمانيـة مـن عـدة طوابـق؛ يضـم الطابـق الأول منهـا غـرف الاسـتقبال. أمـا الطوابـق العليـا فلأفـراد الأسـرة، ولكـن بعـض دور الأثريـاء كانـت تتكـون مـن قسـمين أساسـيين أولهمـا قسـم الاسـتقبال، ويعـرف بسـلاملك، والثانـي للحـريم ويُعـرف بـحرملك، وقـد يضـاف إليهمـا قسـم ثالـث ذو ملاحـق للخـدم. وقـد تأثـرت زخـارف تلـك الـدور بالمنـازل المملوكيـة.

أمـا الأسـبلة العثمانيـة، فقـد عرفهـا العثمانيـون وشـيدوا منهـا العديـد في إسـطنبول وخارجهـا. وتأثـر العثمانيـون ببنـاء الأسـبلة مـن المماليـك في مصـر والشـام. وقـد ميَّـز المعمـار الأسـبلة العثمانيـة عـن غيرهـا مـن الأسـبلة المملوكيـة مـن حيـث التخطيـط المعمـاري والعناصـر الزخرفيـة، حيـث شُـيِّدت مـن مسـقط نصـف دائـري ذي واجهـة مضلعـة، تشـتمل علـى؛ تجويفـات تُوجـت بمقرنصـات وزخـارف بـارزة بعضهـا تأثـر بفـن البـاروك الأوروبـي. ومـن أشـهر الأسـبلة العثمانيـة في إسـطنبول؛ سـبيل السـلطان أحمـد الثالـث، وفي مصـر سـبيل السـيدة رقيـة، وسـبيل نفيسـة البيضـاء، وسـبيل محمـد علـي بمدينـة القاهـرة.

وامتـازت العمائـر في الطـراز العثمانـي باسـتخدام البلاطـات الخزفيـة في كسـوة الجـدران الداخليـة، واختفـى تمامًـا اسـتعمال الفسيفسـاء الخزفيـة التـي عرفناهـا في العصـر السـلجوقي. وتميـزت البلاطـات الخزفيـة العثمانيـة بألوانهـا الزرقـاء

والخضـراء والحمـراء والمذهبـة، وهـو نـوع مبتكـر مـن البلاطـات الخزفيـة متعـددة الألـوان، ومـن أشـهر أمثلتهـا عمائـر مدينـة بورصـة.

وأخيـرًا كان لاتصـال العثمانيـين بأوروبـا أثـرٌ واضـح في الطـراز العثمانـي، إذ عـرف طـراز البـاروك في تقوسـات السـقوف وبعـض الزخـارف النباتيـة في الأسـبلة، ثـم عُـرف طـراز أوروبـي آخـر يعـرف بالروكوكـو (ينسـب إلـى فرنسـا)، انتشـر في العمائـر العثمانيـة منـذ (منتصـف القـرن الثانـي عشـر الهجـري/ الثامـن عشـر الميـلادي)، وقـد أقبـل علـى هـذا الطـراز الفنـي الفنانـون الأتـراك، وانتشـر انتشـارًا واسـعًا في أعمالهـم الفنيـة.

فن العمارة والهندسة في عصر النهضة

خلال عصر النهضة، تألفت إيطاليا من العديد من الدول، وأدى التنافس الشديد بينها إلى زيادة التطورات الفنية. تشتهر عائلة ميديتشي Medici، وهي عائلة مصرفية إيطالية وسلالة سياسية، بدعمها المالي لفن النهضة والهندسة المعمارية.

بدأت الفترة في نحو (عام 1452 م)، عندما أكمل المهندس المعماري والعالم الإنساني ليون باتيستا ألبيرتي (1404–1472 م) أطروحته «De Re Aedificatoria» (عن فن البناء) بعد دراسة أطلال روما القديمة، وكتاب المعماري الروماني فيتروفيوس «العمارة».

غطت كتاباته العديد من الموضوعات، بما في ذلك؛ التاريخ، وتخطيط المدن، والهندسة، والهندسة المقدسة، والإنسانية، وفلسفات الجمال، وحددت العناصر الأساسية للهندسة المعمارية ونسبها المثالية. في العقود الأخيرة من (القرن الخامس عشر)، بدأ الفنانون والمهندسون المعماريون بزيارة روما لدراسة الآثار، وخاصة الكولوسيوم والبانثيون.

لقد تركوا وراءهم سجلات ثمينة لدراساتهم على شكل رسومات. في حين أن الاهتمام الإنساني بروما كان يتراكم على مدى أكثر من قرن (يعود تاريخه على الأقل إلى بترارك في القرن الرابع عشر)، ركزت الاعتبارات الأثرية للآثار على المعلومات الأدبية والكتابية والتاريخية بدلاً من البقايا المادية.

مع أن بعض الفنانين والمهندسين المعماريين، مثل فيليبو برونليسكي (1377–1446م) ودوناتيلو (نحو 1386–1466 م) وليون باتيستا ألبيرتي، قد أجروا دراسات حول المنحوتات والآثار الرومانية، لم يبق أي دليل مباشر تقريبًا على هذا العمل.

بحلول (ثمانينات القرن التاسع عشر)، كان المهندسون المعماريون البارزون، مثل فرانسيس جورج (1439–1502 م)، وجوليانو دا سانجالو (نحو 1445–1516م)، يجرون العديد من الدراسات على الآثار القديمة، والتي أمكن إجراؤها بطرائق أظهرت أن عملية تحويل النموذج إلى تصميم جديد قد بدأت بالفعل في كثير من الحالات، استلزم رسم الأنقاض في حالتها المجزأة قفزة من الخيال، كما اعترف فرانشيسكو نفسه في شرحه لإعادة بناء الكابيتول Campidoglio، مشيرًا إلى ذلك بقوله: «تخيلت إلى حد كبير من قبلي، حيث لا يمكن فهم سوى القليل جدًا من الأنقاض». [Jones, 2014]

سرعان ما جرى تشييد المباني الكبرى في فلورنسا باستخدام الطراز الجديد، مثل كنيسة بازي (1441–1478) أو قصر بيتي (1458–1464). بدأ عصر النهضة في إيطاليا، لكنه انتشر ببطء إلى أجزاء أخرى من أوروبا، بتفسيرات مختلفة. [Hodge, 2019]

نظرًا لأن فن عصر النهضة هو محاولة لإحياء ثقافة روما القديمة، فإنه يستخدم إلى حد كبير الزخارف نفسها كما اليونانية والرومانية القديمة. ومع ذلك، ولأن معظم الموارد التي يمتلكها فنانو عصر النهضة، إن لم يكن كلها، كانت رومانية، فإن العمارة والفنون التطبيقية في عصر النهضة تستخدم على نطاق واسع بعض الزخارف والزخارف الخاصة بروما القديمة.

أكثر الزخارف شهرة هو مارجنت Margent، وهو ترتيب عمودي من الزهور أو أوراق الشجر أو الكروم المعلقة، يستخدم في الأعمدة. زخرفة أخرى مرتبطة بعصر النهضة هي الميدالية المستديرة، التي تحتوي على صورة شخصية لشخص، على غرار النقش القديم.

عصـر النهضـة، البـاروك، الروكوكو، وأنمـاط مـا بعـد العصـور الوسـطى الأخـرى تسـتخدم بوتـي (ملائكـة الأطفـال السـمينين) في كثيـر مـن الأحيـان مقارنـة بالفـن والعمـارة اليونانيـة الرومانيـة. الزخرفـة التـي أعيـد تقديمهـا خـلال عصـر النهضـة، والتـي كانـت مـن أصـل رومانـي قـديم، والتـي سـيتم اسـتخدامها أيضًـا في أنمـاط لاحقـة، هـي الخرطـوش، وهـو تصميـم بيضـاوي أو مسـتطيل ذو سـطح محـدب قليـلًا، وعـادةً مـا يكـون مزينًـا بزخـارف زخرفيـة.

فـن العمـارة والهندسـة في العصـر الحديـث

سيطر (القرن التاسع عشر) على مجموعة واسعة من الإحياء والتنوعات والتفسيرات الأسلوبية. إحياء العمارة هو استخدام الأساليب المرئية التي تعكس بوعي أسلوب عصر معماري سابق. يمكن تلخيص أنماط الإحياء الحديثة في العمارة الكلاسيكية الجديدة، وأحيانًا تحت مصطلح العمارة التقليدية.

يمكن إرجاع فكرة أن العمارة قد تمثل مجد الممالك إلى فجر الحضارة، لكن فكرة أن العمارة يمكن أن تحمل طابع الشخصية الوطنية هي فكرة حديثة، ظهرت في التفكير التاريخي في (القرن الثامن عشر)، وأعطيت عملة سياسية فيما بعد الثورة الفرنسية.

مع تغير خريطة أوروبا بشكل متكرر، جرى استخدام الهندسة المعمارية لمنح هالة من الماضي المجيد حتى لأحدث الدول. بالإضافة إلى عقيدة الكلاسيكية العالمية، كان هناك موقفان جديدان، حول الأساليب التاريخية، موجودان منذ أوائل (القرن التاسع عشر)، وغالبًا ما كانا متناقضين.

عززت التعددية الاستخدام المتزامن للنطاق الموسع للأسلوب، بينما رأت النهضة أن نموذجًا تاريخيًا واحدًا كان مناسبًا للعمارة الحديثة. ظهرت روابط بين الأنماط وأنواع المباني، على سبيل المثال: مصري للسجون، أو قوطي للكنائس، أو النهضة للبنوك والمبادلات. كانت هذه الاختيارات نتيجة روابط أخرى: الفراعنة مع الموت والخلود، والعصور الوسطى مع المسيحية، أو عائلة ميديشي مع صعود البنوك والتجارة الحديثة.

سواء كان اختيارهم كلاسيكيًا أو من العصور الوسطى أو عصر النهضة، فقد شارك جميع أنصار الإحياء استراتيجية الدعوة إلى أسلوب معين يعتمد

على التاريخ الوطني، وهو أحد أعظم شركات المؤرخين في أوائل (القرن التاسع عشر). زُعم أن فترة تاريخية واحدة هي الوحيدة القادرة على تقديم نماذج ترتكز على التقاليد أو المؤسسات أو القيم الوطنية. أصبحت قضايا الأسلوب من شؤون الدولة. [Bergdoll, 2000]

آرت ديكو Art Deco، الذي سمي بأثر رجعي على اسم معرض أقيم في باريس (عام 1925)، نشأ في فرنسا بأسلوب فاخر ومزين جدًا. ثم انتشر بسرعة في جميع أنحاء العالم (بشكل كبير في الولايات المتحدة)، وأصبح أكثر انسيابية وحداثة خلال الثلاثينات.

كان الأسلوب شائعًا ومنتشرًا، حيث وجد طريقه إلى تصميم كل شيء من المجوهرات إلى مجموعات الأفلام، من الديكورات الداخلية للمنازل العادية إلى دور السينما، والسينما الفاخرة والفنادق. استحوذت وفرتها وخيالها على روح «العشرينات الصاخبة»، ووفرت الهروب من حقائق الكساد الكبير خلال الثلاثينات. [Dempsey, 2018]

مع أنها انتهت ببداية الحرب العالمية الثانية، إلا أن جاذبيتها استمرت. ومع كونها مثالًا على العمارة الحديثة، إلا أن عناصر الأسلوب مستوحاة من التأثيرات المصرية القديمة واليونانية والرومانية والأفريقية والأزتيك واليابانية، ولكن أيضًا على المستقبليات والتكعيبية والباوهاوس. غالبًا ما يجري تطبيق الألوان الجريئة على النقوش المنخفضة؛ تشمل المواد السائدة طلاء الكروم والنحاس والفولاذ المصقول، والألمنيوم والخشب المرصع، والحجر، والزجاج الملون.

العمارة المعاصرة هي الهندسة المعمارية (للقرن الحادي والعشرين)، ولا يوجد أسلوب واحد هو المسيطر. يعمل المهندسون المعماريون المعاصرون بأساليب

مختلفة، انطلاقًا من الحداثة والهندسة المعمارية عالية التقنية والتفسيرات الجديدة للهندسة المعمارية التقليدية، وصولًا إلى الأشكال والتصاميم ذات المفاهيم، التي تشبه النحت على نطاق هائل. [Urban, 2017]

تستفيد بعض هذه الأساليب من التكنولوجيا المتقدمة جدًا، ومن مواد البناء الحديثة، مثل هياكل الأنابيب التي تسمح ببناء مبانٍ أطول وأخف وزنًا، وأقوى من تلك الموجودة في (القرن العشرين)، في حين يعطي البعض الآخر الأولوية لاستخدام المواد الطبيعية والبيئية مثل الحجر والخشب والجير.

إحدى التقنيات الشائعة في جميع أشكال العمارة المعاصرة؛ هي استخدام تقنيات جديدة للتصميم بمساعدة الحاسوب، والتي تسمح بتصميم المباني ونمذجتها على أجهزة الحاسوب ذات الأبعاد الثلاثة، وبنائها بمزيد من الدقة والسرعة.

المراجـــع

أولًا: المراجـع العربيـــة

الأبهري، أثير الدين، هداية الحكمة، ط1، مكتبة المدينة للطباعة والنشر والتوزيع، كراتشي، 2019م.

الأتاسي، محمد وائل، لمحات في الإبداع العلمي، الهيئة العامة للكتاب، دمشق، 2010م.

الأحيدب، إبراهيم بن سليمان بن حسن، المدخل إلى الطقس والمناخ والجغرافيا المناخية، ط1، الرياض، 2004م.

إخوان الصفا، رسائل إخوان الصفا، مجلد2، دار صادر، بيروت، (د.ت).

إخوان الصفا، رسائل إخوان الصفا، مجلد2، تحقيق: خير الدين الزركلي، المطبعة العربية بمصر، القاهرة، 1928م.

الأزدي، أبو بكر محمد بن الحسن بن دريد، وصف المطر والسحاب وما نعتته العرب الرواد من البقاع، تحقيق: عز الدين التنوخي، مجلة المجمع العلمي، المجلد 38، ج 2، دمشق، 1963م.

ابن إسحق، حنين، جوامع حنين بن اسحق في الآثار العلوية لأرسطو، تقديم وتحقيق: يوسف حبي وحكمت نجيب، بغداد مجمع اللغة السريانية ببغداد. 1976م.

الإصطخري، أبو إسحاق، كتاب الأقاليم، تحقيق: مولر غوتا، 1893م.

الإصطخري، أبو إسحاق، المسالك والممالك، دار صادر، بيروت، 2004م.

المراجـــع

الأشعري، أبو الحسن، مقالات الإسلاميين واختلاف المصلين، تحقيق: محمد محي الدين عبد الحميد، ج1،2، ط1، مكتبة النهضة، القاهرة، 1950م.

ابن أبي أصيبعة، عيون الأنباء في طبقات الأطباء، تحقيق: نزار رضا، دار مكتبة الحياة، بيروت، (د.ت).

أفلاطون، الطيماوس واكريتيس، تحقيق وتقديم: البير ريفو، ترجمة: فؤاد جرجي بربارة، الهيئة العامة للكتاب، دمشق، 2014م.

أفندي، عماد الدين، أطلس حضارات العالم القديمة، مراجعة: د. سائر بصمه جي، ط2، دار الشرق العربي، بيروت، 2016م.

الألوسي، حسام محيي الدين، بواكير الفلسفة قبل طاليس، ط2، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 1981م.

الأهواني، أحمد فؤاد، الكندي فيلسوف العرب، سلسلة أعلام العرب26-، وزارة الثقافة والإرشاد القومي، القاهرة، 1964م.

ابن إياس، محمد بن أحمد، نشق الأزهار في عجائب الأقطار، مخطوطة في المكتبة الوطنية بباريس، رقم (Arabe 2208).

ابن إياس، محمد، نزهة الأمم في العجائب والحكم، تحقيق: عزب محمد زينهم محمد، ط1، مكتبة مدبولي، القاهرة، 1995م.

الإيجي، عضد الدين، كتاب المواقف، تحقيق : عبد الرحمن عميرة، ط1، عدد الأجزاء : 3، دار الجيل ، بيروت، 1997م.

البابا، محمد زهير، التعدين أساس علم الكيمياء، مجلة التراث العربي، العدد 79، أبريل، دمشق، 2000م.

المراجـــع

البابانـي البغـدادي، إسـماعيل بـن محمـد أمـين بـن ميـر سـليم، طبـع بعنايـة وكالـة المعـارف الجليلـة في مطبعتهـا البهيـة إسـتانبول، أعـادت طبعـه بالأوفسـت دار إحيـاء التـراث العربـي، ج1، بيـروت، 1951م.

ابن باجة، شرح السماع الطبيعي، حققه: ماجد فخري، دار النهار، ط2، بيروت،1991م.

الباكـوي، عبـد الرشـيد، تلخيـص الآثـار في عجائـب الأقطـار، مخطوطـة المكتبـة الوطنيـة بباريـس، رقـم (Arabe 2247).

بَحْشَـل، أسـلم بـن سـهل بـن أسـلم بـن حبيـب الـرزّاز الواسـطي، أبـو الحسـن، تاريـخ واسـط، تحقيـق: كوركيـس عـواد، ط 1، عالـم الكتـب، بيـروت، 1986م.

البخـاري، السـيد الشـريف، رسـالة ملتقطـة مـن رسـالة السـيد الشـريف البخـاري في الصناعـة الفلسـفية، مخطـوط ضمـن مجمـوع في مكتبـة المتحـف البريطانـي، رقـم (Or. MS. 13,006).

بـدوي، عبـد الرحمـن، الأفلاطونيـة المحدثـة عنـد العـرب، كتـاب الروابيـع، وكالـة المطبوعـات، الكويـت، 1977م.

بدوي، عبد الرحمن، خريف الفكر اليوناني، ط5، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، 1970م.

بـدوي، عبـد الرحمـن، شـروح علـى أرسـطو مفقـودة في اليونانيـة (ورسـائل أخـرى)، دار المشـرق، بيروت، 1971م.

برنال، جون، العلم في التاريخ، ترجمة: شكري إبراهيم سعد، ج1، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 1981م.

برهييـه، إميـل، تاريـخ الفلسـفة، ج2،3، ترجمة:جـورج طرابيشـي، ط2، دار الطليعـة، بيـروت، 1988م.

المراجـــع

بـزّون، أحمـد، المطـر، مجلـة القافلـة، العـدد 1، مجلـد68، تصـدر عـن شـركة أرامكـو، ينايـر فبرايـر، الظهـران، 2019م.

البطروجي، نور الدين، كتاب في الهيئة، مخطوطة مكتبة الاسكوريال، رقم (963).

ابـن بطوطـة، أبـو عبـد اللّه، رحلـة ابـن بطوطـة (تحفـة النظـار في غرائـب الأمصـار وعجائـب الأسـفار)، ج2، تحقيـق وتقـديم عبـد الهـادي التـازي، أكاديميـة المملكـة المغربيـة، الربـاط، 1997م.

بطلميوس، المقالات الأربع، ترجمة: زياد الخفاجي، (د.د)، بغداد، 2009م.

بعلبكي، منير، المورد (قاموس إنكليزي-عربي)، ط23، دار العلم للملايين، بيروت، 1989.

البغدادي، عبد القاهر، أصول الدين، إستانبول، 1928م.

البغـدادي، عبـد اللطيـف، الإفـادة والاعتبـار في الأمـور المشـاهدة والحـوادث المعاينـة بـأرض مصـر، ط1، مطبعـة وادي النيـل، القاهـرة، 1869م.

البغدادي، عبد المؤمن، مراصد الاطلاع على أسماء الأمكنة والبقاع، تحقيق: السيد علي محمد البجاوي، ط1، ج2، دار الجيل، بيروت، 1992م.

البكري، أبو عبيد، كتاب المغرب في ذكر إفريقية والمغرب، مكتبة المثنى، إعادة طبع الجزائر 1857م، بغداد، (د.ت).

البكري، أبو عبيد، المسالك والممالك، ج2، دار الغرب الإسلامي، بيروت، 1992م.

البَـلَاذُري، أحمـد بـن يحيـى بـن جابـر بـن داود، فتـوح البلـدان، دار ومكتبـة الهـلال، بيـروت، 1988م.

المراجـــع

بلدي، نجيب، تمهيد لتاريخ مدرسة الإسكندرية وفلسفتها، دار المعارف بمصر، القاهرة، 1962م.

بليمر، إيان، السماء + الأرض، ترجمة: عبد الله مجير العمري، ط1، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية والمنظمة العربية للترجمة، الرياض-بيروت، 2011م.

بلينوس الحكيم، سر الخليقة وصنعة الطبيعة، تحقيق: أورسولا وايسر، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب، حلب، 1979م.

ابن البهلول، الحسن، المختار من كتاب الدلائل، اختيار وتقديم: إياد خالد الطباع، وزارة الثقافة، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق، 2014م.

بونهيم، ماري-إنج وبفيرش، لوقا، عالم المصريين، ترجمة وتعليق: ماهر جويجاتي، المركز القومي للترجمة، العدد 2033، ط1، القاهرة، 2014م.

بيرلمان، ياكوف، الفيزياء المسلية، ج2، ط3، ترجمة: داوود سليمان المنير، دار مير للنشر، موسكو، 1977م.

البيروني، أبو الريحان، الآثار الباقية عن القرون الخالية، تحقيق: إدوارد سخاو، ليبزغ، 1878م.

البيروني، أبو الريحان، تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، تحقيق: ب. بولجاكوف، نشرها معهد المخطوطات العربية في مجلته، المجلد 8، 1962م، وقد أعاد معهد المخطوطات العربية بجامعة فرانكفورت بإعادة نشرها ضمن سلسلة الجغرافيا الإسلامية المجلد 25، 1992م.

البيروني، أبو الريحان، تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أو مرذولة، ط2، عالم الكتب، بيروت، 1982م.

المراجـــع

البيروني، أبو الريحان، الجماهر في معرفة الجواهر، دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، 1939م.

البيروني، أبو الريحان، القانون المسعودي، ج1، ط1، حيدر آباد الدكن بالهند، 1952م.

بيكون، فرنسيس، الأورغانون الجديد، ترجمة: عادل مصطفى، رؤية للنشر والتوزيع، القاهرة، 2013م.

بينيس، سولومون، مذهب الذرة عند المسلمين، ترجمة: عبد الهادي أبو ريدة، القاهرة، 1948م.

تارن، و.و، الحضارة الهلنستية، ترجمة: عبد العزيز توفيق جاويد، المركز القومي للترجمة، العدد 1954، ط1، القاهرة، 2015م.

التلمساني، شهاب الدين أحمد بن محمد المقري، نفح الطيب من غصن الأندلس الرطيب، ج1، تحقيق: إحسان عباس، دار صادر، بيروت، 1997م.

التميمي المقدسي، محمد بن حمد، مادة البقاء، تحقيق: يحيى شعار، ط1، معهد المخطوطات العربية، القاهرة، 1999م.

ابن تومرت، جمال الدين، كنز العلوم والدر المنظوم في حقائق علم الشريعة ودقائق علم الطبيعة، ط1، تحقيق: أيمن عبد الجابر البحيري، دار الآفاق العربية، القاهرة، 1999م.

توملين، أ . و . ف، فلاسفة الشرق، ترجمة: عبد الحميد سليم، ط2، دار المعارف، 1994م.

تويلييه، بيير، العالم الصغير، ترجمة: لطيفة ديب غرنوق، سلسلة العلوم16-، منشورات وزارة الثقافة، دمشق، 1995م.

المراجـــع

التيفاشي، أبو العباس أحمد بن يوسف، سرور النفس بمدارك الحواس الخمس، هذبهُ: محمد بن جلال الدين المكرم (ابن منظور)، تحقيق: إحسان عباس، ط1، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 1980م.

الثعالبي، أبو منصور، فقه اللغة وسر العربية، تحقيق: عبد الرزاق المهدي، ط1، دار إحياء التراث، بيروت، 2002م.

جابر بن حيان، مختار رسائل جابر بن حيان، عني بتصحيحها ونشرها: بول كراوس، مطبعة الخانجي، القاهرة، 1935م.

جابر بن حيان، مصنفات في علم الكيمياء، المجلد الأول، تحقيق: أرك يحيى هوليارد، باريس، مطبعة فول غاتييه، 1928م.

الجاحظ، أبو عثمان عمرو بن بحر، الرسائل الأدبية، دار ومكتبة الهلال، ط2، بيروت، 2002م.

جبر، يحيى عبد الرؤوف، التكون التاريخي لاصطلاحات البيئة الطبيعية والفلك-مجلة مجمع اللغة العربية في الأردن، العدد 46 - يناير، عمان، 1994م.

الجبرتي، عبد الرحمن بن حسن، تاريخ عجائب الآثار في التراجم والأخبار، ط2، ج3، دار الجيل، بيروت، 1978م.

ابن جبير، محمد بن أحمد، تذكرة بالأخبار عن اتفاقات الأسفار، تحقيق: علي كنعان، ط1، دار السويدي للطباعة والنشر، أبو ظبي، 2008م.

جريبين، جون، الحياة السرية للشمس، ترجمة: لبنى الريدي، ط1، سلسلة الألف كتاب الثاني، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 2008م.

المراجـــع

جزماتي، حسام، (1994م)، علم التشريح في المؤلفات الطبية العربية، مجلة آفاق الثقافة والتراث، العدد 7، تصدر عن مركز جمعة الماجد، دبي.

جلال الدين، رسالة في بيان عمر الدنيا، مخطوطة محفوظة في قونيا، المكتبة الإقليمية برقم (6172).

الجلدكي، أيدمر، جودة، حسنين جودة وفتحي محمد أبو عيانة، قواعد الجغرافيا العامة الطبيعية والبشرية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 1989م.

ابن الجوزي، سبط، مرآة الزمان في تواريخ الأعيان، ط1، ج 19، تحقيق وتعليق: محمد بركات، كامل محمد الخراط، عمار ريحاوي، محمد رضوان عرقسوسي، أنور طالب، فادي المغربي، رضوان مامو، محمد معتز كريم الدين، زاهر إسحاق، محمد أنس الخن، إبراهيم الزيبق، دار الرسالة العالمية، دمشق، 2013م.

ابن الجوزي، عبد الرحمن بن علي بن محمد، المنتظم في تاريخ الملوك والأمم، ط1، دار الكتب العلمية، بيروت، 1992م.

جي، بو جين وتانغ يو يوان وخه جاو وو وصون كاي تاي، تاريخ تطور الفكر الصيني، ترجمة: عبد العزيز حمدي عبد العزيز، المشروع القومي للترجمة، العدد 587، ط1، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، 2004م.

جيل، برتران، تاريخ التكنولوجيا، ط1، ترجمة: هيثم اللمع، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر، بيروت، 1996م.

جيمز، ت. ج. هـ.، كنوز الفراعنة، ترجمة: أحمد زهير أمين، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1999م.

أبو حجر، آمنة، المعجم الجغرافي، ط1، دار أسامة، عمّان، 2009م.

المراجـــع

ابن حزم الأندلسي، علي بن أحمد، الفصل في الملل والأهواء والنحل، ج4، مكتبة الخانجي، القاهرة، (د. ن.).

حسن، محمد يوسف، والنقاش، عدنان باقر، أثر التراث العربي في بعث الفكر الجيولوجي قبيل عصر النهضة مجلة المورد، مج 9، ع 1، وزارة الثقافة والاعلام، بغداد، 1980م.

الحلي، الحسن بن يوسف بن المطهر، كشف المراد في شرح تجريد الاعتقاد للطوسي، تحقيق: آية الله حسن زاده الآملي، مؤسسة النشر الإسلامي، (د.ت).

حماد، حسين فهد، موسوعة الآثار التاريخية، دار أسامة، عمّان، 2003م.

الحموي، ياقوت، معجم البلدان، ج2، دار صادر، بيروت، 1995م.

حميد، انتصار أحمد حسن، الأحجار الكريمة في حضارة وادي الرافدين، ط1، دار المشرق الثقافية، دهوك، 2013م.

الحِميري، محمد بن عبد الله بن عبد المنعم، الروض المعطار في خبر الأقطار، تحقق: إحسان عباس، ط2، مؤسسة ناصر للثقافة، بيروت، 1980م.

الحنبلي، ابن العماد، شذرات الذهب في أخبار من ذهب، حققه: محمود الأرناؤوط، ط1، ج 6، دار ابن كثير، دمشق - بيروت، 1986م.

ابن حوقل، محمد، صورة الأرض، ج2، دار صادر، أفست ليدن، بيروت، 1983م.

الخازني، أبو الفتح، ميزان الحكمة، تحقيق: فؤاد جميعان، شركة فن الطباعة، (د.ت).

ابن خرداذبة، عبيد الله بن أحمد، المسالك والممالك، أوفست عن طبعة ليدن، دار صادر، بيروت، 1889م.

المراجـــع

خسرو، ناصر، سفرنامة، تحقيق: يحيى الخشاب، ط3، دار الكتاب الجديد، بيروت، 1983م.

خشيم، علي فهمي، الجبائيان، الجامعة الليبية، بنغازي، 1968م.

الخطيب، أحمد شفيق ويوسف سليمان خير الله، الموسوعة العلمية الشاملة، مكتبة لبنان ناشرون، ط1، بيروت، 1998م.

ابن خلدون، عبد الرحمن، مقدمة ابن خلدون، دار الفكر، بيروت، 1988م.

أبو خليل، شوقي والمبارك، هاني، دور الحضارة الإسلامية في النهضة الأوربية، دار الفكر، دمشق، 1996م.

أبو خليل، شوقي ورفاقه، موسوعة الأوائل والمبدعين في الحضارة العربية الإسلامية، ط1، دار المنبر، دمشق، 2003م.

الخوارزمي، محمد بن أحمد بن يوسف، مفاتيح العلوم، ط2، تحقيق: إبراهيم الأبياري، دار الكتاب العربي، القاهرة، 1989م.

الخيون، رشيد، معتزلة البصرة وبغداد، دار الحكمة، ط1، لندن، 1997م.

دبس، محمد، معجم أكاديميا للمصطلحات العلمية والتقنية، دار أكاديميا، بيروت، 1993م.

الدرويش، مريم، وشعار، ممدوح، الفيزياء الموجية، ج1، منشورات جامعة حلب. 2002م.

ابن دُقْماق، إبراهيم بن محمد بن أيدمر العلائي، نزهة الأنام في تاريخ الإسلام، ط1، دراسة وتحقيق: سمير طبارة، المكتبة العصرية للطباعة والنشر، بيروت، 1999م.

الدمشقي، شمس الدين أبو عبد الله، نخبة الدهر في عجائب البر والبحر، طبعة فرين وأغسطس بن يحيى مهرن، كوبنهاغن، 1865م.

المراجـــع

دوكروك، ألبير، قصة العناصر، ترجمة: وجيه السمان، منشورات وزارة الثقافة، دمشق، 1981م.

ابن الدَّوَاداري، أبو بكر بن عبد الله بن أيبك، كنز الدرر وجامع الغرر، ج1، حققه مجموعة من المحققين، نشره عيسى البابي الحلبي، نشر بين عامي 1960–1994م.

الدِّيار بَكْري، حسين بن محمد بن الحسن، تاريخ الخميس في أحوال أنفس النفيس، ج2، دار صادر، بيروت، (د.ت).

ديكارت، رينيه، العالم أو كتاب النور، ترجمة: إميل خوري، ط1، درا المنتخب العربي، بيروت، 1999م.

رئيس، بيري، كتاب الملاحة، مخطوطة محفوظة في متحف والترز الفني رقم (Walters Ms. W.658).

الرازي، فخر الدين، شرح الإشارات والتنبيهات لابن سينا، تحقيق: مهدي محقق، طهران، 1964م.

الرازي، فخر الدين، كتاب المحصل، تحقيق: حسين أتاي، ط1، مكتبة دار التراث، القاهرة، 1991م.

الرازي، فخر الدين، المباحث المشرقية في علم الإلهيات والطبيعيات، ط2 ج1، منشورات بيدار- قم، 1990م.

الرازي، فخر الدين، المنتخب من كتاب الملخص، مخطوط ضمن مجموع في مكتبة المتحف البريطاني، رقم (Or. MS. 13,006).

راسل، برتراند، النظرة العلمية، ترجمة: عثمان نويه، دار المدى، دمشق، ط1، 2008م.

المراجـــع

رايس، إ. إ.، البحار والتاريخ تحديات الطبيعة واستجابات البشر، ترجمة: عاطف أحمد، سلسلة عالم المعرفة، العدد314-، تصدر عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 2005م.

ابن ربن الطبري، فردوس الحكمة في الطب، تحقيق: محمد زبير الصديقي، مطبعة آفتاب، برلين، 1928م.

الرحال، محمد عادل، صناعة المعادن وتجارتها في مملكة أوجاريت في عصر البرونز الحديث بين (1400–1200 ق.م)، وزارة الثقافة، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق، 2018م.

ابن رشد، تلخيص الآثار العلوية، تحقيق: جمال الدين العلوي، ط1، دار الغرب الإسلامي، بيروت، 1994م.

ابن رشد، رسائل فلسفية، تقديم وضبط وتعليق: جيرار جهامي ورفيق العجم، دار الفكر اللبناني، بيروت، 1994م.

الرشيد، محمد بن أحمد، الحرّات في السعودية، مجلة الفيصل العلمية، العددان 439-440، تصدر عن مركز الملك فيصل للدراسات والبحوث الإسلامية، الرياض، ديسمبر 2012م-يناير 2013م.

الرفاعي، أنور، تاريخ العلوم في الإسلام، دار الفكر، دمشق، 1973م.

رونن، كولين، تاريخ عمر الأرض، مجلة آفاق علمية، العدد 24، مارس-إبريل، تصدر عن مؤسسة عبد الحميد شومان، عمّان، 1990م.

أبو ريان، محمد علي، تاريخ الفكر الفلسفي، ج2، ط3، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 2000م.

الزبيـدي، علـي بـن الحسـن، العقـود اللؤلؤيـة في تاريـخ الدولـة الرسـولية، ط1، ج1: عُنـي بتصحيحـه وتنقيحـه: محمـد بسـيوني عسـل، ج2: تحقيـق: محمـد بـن علـي الأكـوع الحوالـي، مركـز الدراسـات والبحـوث اليمنـي، صنعـاء، دار الآداب، بيـروت، 1983م.

الـزركان، محمـد علـي، المصطلحـات العلميـة العربيـة القديمـة في علـم الجواهـر والأحجـار الكريمـة، بحـث منشـور ضمـن أبحـاث المؤتمـر السـنوي العشـرين لتاريـخ العلـوم عنـد العـرب المنعقـد في حلب1999-م، إعـداد: مصطفـى موالـدي ومصطفـى شـيخ حمزة، منشـورات جامعة حلـب، معهـد التـراث العلمـي العربـي، حلـب، 2006م.

الزركلي، خير الدين، قاموس الأعلام، ط5، ج2، دار العلم للملايين، بيروت، 1980م.

الزهاوي، جميل صدقي، المد وتعليله، مجلة العلم، ج8، المجلد 1، العدد 1، النجف، 1910م.

الزهاوي، جميل صدقي، الجاذبية وتعليلها، مجلة العلم، ج8، مجلد 2، النجف، 1912م.

الزهـراوي، أبـو القاسـم، التصريـف لمـن عجـز عـن التأليـف، مخطوطـة مكتبـة الأمـة، إسـتنبول، علـي الأميـري (رقـم 79).

الزهـراوي، أبـو القاسـم، التصريـف لمـن عجـز عـن التأليـف، مخطوطـة مكتبـة حـاج بشـر آغـا، إسـتنبول، (رقـم 502).

الزهـري الغرناطـي، محمـد بـن أبـي بكـر، كتـاب الجغرافيـة، تحقيـق: محمـد حـاج صـادق، مكتبـة الثقافـة الدينيـة، القاهـرة، (د.ت).

زيدان، محمود فهمي، الاستقراء والمنهج العلمي، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1977م.

سـارتون، جـورج، تاريـخ العلـم، ترجمـة: لفيـف مـن العلمـاء، ج3، ط1، المركـز القومـي للترجمـة، العـدد 1638، القاهـرة، 2010م.

سافاج-سميث، إميلي، «الطب»، (2005م)، بحث منشور ضمن موسوعة تاريخ العلوم العربية، ج3، ط2، إشراف رشدي راشد، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت.

السامرائي، كمال، (1984)، مختصر تاريخ الطب العربي ج+1ج2، دار الحرية للطباعة، بغداد.

السامرائي، عبد الرزاق، (1996)، طب العيون، دار الفكر، بيروت.

السامرائي، قصي عبد المجيد، مبادئ الطقس والمناخ، دار اليازوري العلمية، عمّان، 2008م.

سباهي زادة، محمد بن علي البرسوي، أوضح المسالك إلى معرفة البلدان والممالك، تحقيق: المهدي عبد الرواضية، ط1، دار الغرب الإسلامي، بيروت، 2006م.

ستيس، ولتر، تاريخ الفلسفة اليونانية، ترجمة: مجاهد عبد المنعم مجاهد، دار الثقافة، القاهرة، 1984م.

ابن سرابيون، سهراب كتاب عجائب الأقاليم السبعة إلى نهاية العمارة، اعتنى بنسخه وتصحيحه: هانس فون مزيك، مطبعة أدولف هولز هوزن، فيينا، 1929م.

سزكين، فؤاد، تاريخ التراث العربي (أحكام التنجيم والآثار العلوية)، ط1، المجلد 7، ترجمة: عبد الله حجازي، جامعة الملك سعود، الرياض، 1999م.

سزكين، فؤاد، تاريخ التراث العربي (علم الفلك حتى نحو 430 هـ)، مجلد6، ج1، ترجمة: عبد الله حجازي، جامعة الملك سعود، الرياض، 2008م.

أبو سعد الآبي، منصور بن الحسين الرازي، نثر الدر في المحاضرات، ج6، تحقيق: خالد عبد الغني محفوظ، دار الكتب العلمية، بيروت، 2004م.

المراجـــع

السعدي، عباس فاضل، البيروني وجهوده العلمية في الرياضيات والفيزياء، كجلة التراث العلمي العربي، العدد1، جامعة بغداد، بغداد، 2013م.

سعيّد، جلال الدين، فلسفة الرواق، مركز النشر الجامعي، تونس، 1999م.

سعيدان، أحمد سعيد، «الأصول الإغريقية للعلوم الرياضية عند العرب»، مجلة معهد المخطوطات العربية، مج7، ج2، نوفمبر 1961م.

السمهودي، نور الدين، وفاء الوفاء بأخبار دار المصطفى، ط1، ج 1، دار الكتب العلمية، بيروت، 1998م.

سوسة، أحمد، العرب واليهود في التاريخ، ط2، المركز العربي للإعلان والنشر، دمشق، 1981م.

ابن سيده، علي بن إسماعيل، المخصص، تحقيق: خليل إبراهيم جفال، ط1، ج3، دار إحياء التراث العربي، بيروت، 1996م.

ابن سينا، أبو عليّ، الإشارات والتنبيهات، ج2، تحقيق: سليمان دنيا، دار المعارف، ط2، القاهرة، 1983م.

ابن سينا، أبو علي، الشفاء-الطبيعيات، تحقيق: محمد رضا مدور، إمام إبراهيم أحمد، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1980م.

ابن سينا، الشفاء-الطبيعيات، المعادن والآثار العلوية، ج2، ط2، تحقيق: محمود قاسم، منشورات مكتبة آية الله العظمى المرعشي النجفي الكبرى، قم، 2012م.

ابن سينا، الشفاء-الطبيعيات، المعادن والآثار العلوية، تحقيق: عبد الحليم منتصر وسعيد زايد وعبد الله إسماعيل، راجعه وقدم له: إبراهيم مدكور، الهيئة العامة لشؤون المطابع الأميرية، القاهرة، 1965م.

ابن سينا، الشفاء-السماء والعالم، الكون والفساد، الأفعال والانفعالات، تحقيق: محمود سالم، دار الكتاب العربي، القاهرة، 1969م.

السيرافي، سليمان التاجر، رحلة السيرافي، المجمع الثقافي، أبو ظبي، 1999م.

السيرافي، سليمان التاجر، عجائب الدنيا وقياس البُلدان، دراسة وتحقيق: سيف شاهين المرخي، مركز زايد للتراث والتاريخ، ط1، أبو ظبي، 2005م.

شحادة، عبد الكريم، (2005م)، صفحات من الطب في التراث العربي، سلسلة الكتاب الطبي الجامعي، منظمة الصحة العالمية.

شحيلات، علي وعبد العزيز الياس الحمداني، مختصر تاريخ العراق (تاريخ العراق القديم)، ج6، دار الكتب العلمية، بيروت، 2011م.

الشريف الادريسي، محمد بن محمد، نزهة المشتاق في اختراق الآفاق، ط1، ج1، عالم الكتب، بيروت، 1989م.

شعار، مها، المشروعات المائية في سورية في العصور، منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب، وزارة الثقافة، دمشق، 2018م.

الشكري، جابر، الكيمياء عند العرب، منشورات وزارة الثقافة والإعلام، بغداد، 1979م.

شلتوت، مسلم، الفلك والمراصد الفلكية في مصر الفاطمية الإسلامية، المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية، حلوان. 2009م.

الشوك، علي، الثورة العلمية وما بعدها، دار المدى، دمشق، 2004م.

الشيباني، ابن المجاور، صفة بلاد اليمن ومكة وبعض الحجاز المسمى تاريخ المستبصر، تحقيق: أو. لوفغرين، ليدن، 1951م.

المراجـــع

الشيباني، ابن المجاور، صفة بلاد اليمن ومكة وبعض الحجاز (تاريخ المستبصر)، راجعه: ممدوح حسن محمد، مكتبة الثقافة الدينية، القاهرة، 2018م.

شيخ الربوة، شمس الدين محمد الدمشقي، نخبة الدهر في عجائب البر والبحر، نشره م. فرين، ثم أغسطس مهرن، إعادة طبعة بطرسبورغ. منشورات معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية، جامعة فرانكفورت، 1865م.

الشّيرازيّ الشّافعيّ، محمود، ابتداء دولة المغول وخروج جنكيز خان، ترجمة وتحقيق: يوسف الهادي، كربلاء، دار الكفيل، 2017.

شيميري، لور، المناخ، ترجمة: زينب منعم، ط1، كتاب المجلة العربية150-، الرياض، 2014م.

صادق، سمير حنا، نشأة العلم في مكتبة الإسكندرية القديمة، ط1، دار العين، القاهرة، 2003م.

الصباغ، أحمد سالم، علم المعادن الفيزيائية، منشورات جامعة حلب، حلب، (د. ت).

صبحي، أحمد محمود، وحملها الإنسان، ط1، دار النهضة العربية، بيروت، 1997م.

ضاي، ميادة، الملامح الهندسية لعلم الأراضة في التراث العربي، رسالة ماجستير غير منشورة، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب، حلب، 1994م.

الطغرائي، مؤيد الدين، تراكيب الأنوار، مخطوط ضمن مجموع في مكتبة المتحف البريطاني، رقم (Or. MS. 13,006).

ابن طفيل، أبو بكر، حي بن يقظان، تحقيق: عبد الرحمن بدوي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1995م.

المراجـــع

طوقان، تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك، مطبعة المقتطف، القاهرة، 1941م.

طوقان، قدري حافظ، المهدون للاكتشاف والاختراع، مجلة الرسالة، العدد 72، القاهرة، 1934م.

الظواهر الطبيعية، مكتب اليونسكو الإقليمي، القاهرة، 2009م.

العباسي، عبد القادر باش أعيان، البصرة في أدوارها التاريخية، مطبعة دار البصري، بغداد، 1961م.

عبد الباقي، أحمد، معالم الحضارة العربية في القرن الثالث الهجري، ط1، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 1991م.

عبد الحميد، هشام كمال، تكنولوجيا الفراعنة والحضارات القديمة، ط1، مكتبة النافذة، القاهرة، 2008م.

عبد الرحمن، حكمت نجيب، دراسات في تاريخ العلوم عند العرب، جامعة الموصل، الموصل. 1977م.

عبد العليم، أنور، البحار في كتب البلدان، مجلة قافلة الزيت، العدد 7، المجلد 31، رجب 1403هـ، إبريل/ مايو، تصدر عن شركة أرامكو، الظهران، 1983م.

عبد العليم، أنور، الملاحة وعلوم البحار عند العرب، سلسلة عالم المعرفة، العدد13-، تصدر عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1979م.

عبد النبي، مصطفى يعقوب، الأصول العربية لأسماء المعادن في اللغات الأجنبية، مجلة آفاق الثقافة والتراث، السنة 17، العدد 65، ربيع الثاني/ مارس، مركز جمعة الماجد، دبي، 2009م.

المراجـــع

عبده، طلعت أحمد محمد، وحورية محمد حسين جاد الله، جغرافية البحار والمحيطات، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 1997م.

ابن العبري، غريغوريوس، مختصر تاريخ الدول، تحقيق: أنطون صالحاني اليسوعي، ج1، دار المشرق، بيروت، 1992م.

العجل، فؤاد، المعدن والفلز، مجلة مجمع اللغة العربية بدمشق، الجزء 2، المجلد 70، نيسان (إبريل)، دمشق، 1995م.

العراقي السماوي، أبو القاسم محمد بن أحمد، مخطوطة (الأقاليم السبعة ذات الصور (التنسابية))، محفوظة في مجلس الشورى الإسلامي، طهران، رقم (3167 (ز)).

العراقي السيماوي، محمد بن أحمد، المكتسب في زراعه الذهب، مخطوط ضمن مجموع في مكتبة نور عثمانية، إستنبول، رقم (3633).

العسكري، أبو هلال، التَّلخِيص في مَعرفَةِ أسمَاءِ الأشياء، عني بتَحقيقِه: الدكتور عزة حسن، ط2، دار طلاس، دمشق، 1996م.

العلوي، جمال الدين، رسائل ابن باجة الفلسفية، ط1، دار الثقافة، القاهرة، 1983م.

علي، ماهر عبد القادر محمد، محاضرات في الفلسفة اليونانية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 1985م.

العمري، عبد الله بن محمد، سلسلة العمري العلمية: 6، جامعة الملك سعود، الرياض، 2013م.

العمري، ابن فضل الله، مسالك الأبصار في ممالك الأمصار، ج16، ط1، المجمع الثقافي، أبو ظبي، 2002م.

المراجـــع

العمري، ابن فضل الله، مسالك الأبصار في ممالك الأمصار، تحقيق: كامل سلمان الجبوري ومهدي النجم، ط1، ج 4، دار الكتب العلمية، بيروت، 2010م.

العمري، ياسين بن خير الله، زبدة الآثار الجلية في الحوادث الأرضية، النجف، 1974م.

عوض الله، محمد فتحي، الإنسان والثروات المعدنية، عالم المعرفة 33-، سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون، الكويت، 1980م.

عويضة، كامل محمد محمد، زينون، دار الكتب العلمية، ط1، بيروت، 1994م.

عويضة، كامل محمد محمد، كارل بوبر فيلسوف العقلانية، دار الكتب العلمية، بيروت، ط1، 1995م.

عيسى، أحمد، (2011)، تاريخ البيمارستانات في الإسلام، كلمات عربية للترجمة والنشر، القاهرة.

العيني، بدر الدين، عقد الجمان في تاريخ أهل الزمان، حققه ووضع حواشيه: محمد محمد أمين، ج2، الهيئة المصرية العامة للكتاب - مركز تحقيق التراث، القاهرة، 1987م.

الغرناطي، أبو حامد، تحفة الألباب ونخبة الإعجاب، تحقيق: إسماعيل العربي، ط1، منشورات دار الآفاق الجديدة، المغرب، 1993م.

الغرناطي، أبو حامد، محمد بن عبد الرحيم، تحفة الألباب ونخبة الإعجاب، مخطوطة مكتبة غوته، برلين، رقم (Ms. orient. A 1502).

غريبين، جون، تاريخ العلم، ترجمة: جلال شوقي، ج1، سلسلة عالم المعرفة، العدد 389، يونيو المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 2012م.

المراجـــع

غريـغوريان، أ.ت. وروجانسـكايا، م.م.، الميكانيـك والفلـك في الشـرق في العصـر الوسـيط، ترجمـة: أمـين طربـوش، منشـورات الهيئـة العامـة السـورية للكتـاب، دمشـق، 2010م.

الغنيم، عبد الله يوسف، أسباب الزلازل وأحداثها في التراث العربي، مجلة المجمع العلمي العراقي، ج4، مجلد 35، تشرين الأول، بغداد، 1984م.

الغنيم، عبد الله يوسف، البراكين والحرات في التراث العربي، الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت، رسائل جغرافية117-، سبتمبر، الكويت، 1988م.

غنيمة، عبد الفتاح مصطفى، فلسفة العلوم الطبيعية النظريات الذرية والكوانتوم، (د. د.)، (د.ت).

فاخوري، محمود وخوام، صلاح الدين، موسوعة وحدات القياس العربية، ط 1، مكتبة لبنان ناشرون، بيروت، 2002م.

ابن فارس، أحمد بن زكرياء القزويني الرازي، أبو الحسين، معجم مقاييس اللغة، ج5، تحقيق: عبد السلام محمد هارون، دار الفكر، بيروت، 1979م.

فارنتن، بنيامين، العلم الإغريقي، ترجمة: أحمد شكري سالم، ط1، ج1، المركز القومي للترجمة، القاهرة، 2011م.

أبو الفداء، عماد الدين إسماعيل، تقويم البلدان، المكتبة الثقافية الدينية، القاهرة، 2007م.

فروخ، عمر، تاريخ العلوم عند العرب، دار العلم للملايين، بيروت، 1970م.

فروخ، عمر، تاريخ الفكر العربي إلى أيام ابن خلدون، دار العلم للملايين، بيروت، 1969م.

فريلي، جون، مصباح علاء الدين، ترجمة: سعيد محمد الأسعد ومروان البواب، دار الكتاب العربي، بيروت، 2010م.

المراجـــع

الفضلي، إبراهيم جواد والسبتي، غسان محمد، المنقول والمدلول في الأفكار والمعارف الجيولوجية عند العرب، بحث منشور ضمن أبحاث المؤتمر السنوي السادس لتاريخ العلوم عند العرب، تحرير خالد ماغوط ومحمد عليّ خياطة، منشورات معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب، 1984م.

ابن الفقيه، أحمد بن محمد، كتاب البلدان، تحقيق: يوسف الهادي، ط1، عالم الكتب، بيروت، 1996م.

فلوطرخس، في الآراء الطبيعية التي ترضَّى بها الفلاسفة، ترجمة: قسطا بن لوقا، راجعها وحققها: عبد الرحمن بدوي، دار القلم، بيروت. 1980م.

الفندي، محمد جمال وأحمد، إمام إبراهيم، البيروني، سلسلة أعلام العرب (77)، دار الكاتب العربي، القاهرة، 1968م.

الفيروزآبادي، مجد الدين، المغانم المطابة في معالم طابة، ط1، ج1، مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة، المدينة المنورة، 2009م.

الفيومي، محمد إبراهيم، تاريخ الفرق الإسلامية السياسي والديني، دار الكتاب الحديث، القاهرة، (د.ت).

الفيومي، محمد إبراهيم، المعتزلة، دار الفكر العربي، القاهرة، 2010م.

فوربس، ر.ج.، وديكستر، إ.ج.، تاريخ العلم والتكنولوجيا، ط2، ترجمة: أسامة أمين الخولي، ج1، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة. 1992م.

قاسم، محمد محمد، مدخل إلى الفلسفة، ط1، دار النهضة العربية، بيروت، 2001م.

القزويني، زكريا بن محمد، آثار البلاد وأخبار العباد، دار صادر، بيروت، (د.ت.).

المراجـــع

القزويني، زكريا بن محمد، آثار البلاد وأخبار العباد، إعادة طبعة جوتنجن، نشر فردناند فستفيلد، منشورات معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية، جامعة فرانكفورت، 1848م.

القزويني، زكريـــا بن محمـــد، عجائب البلدان، مخطوطة مكتبة الدولة، برلين، رقم (Diez A quart. 133).

القزويني، زكريا بن محمد، عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات، تحقيق ومراجعة: سعد كريم الفقي وكرم السيد الأزهري، دار ابن خلدون، الإسكندرية، (د.ت).

القلقشندي، أحمد بن علي بن أحمد الفزاري، صبح الأعشى في صناعة الإنشاء، تحقيق: محمد حسين شمس الدين وآخرون، ط1، ج5، دار الكتب العلمية، بيروت، 1987م.

القمي، أبو نصر، المدخل لعلم الفلك والتنجيم، مخطوطة مكتبة الدولة ببرلين، رقم (Sprenger 1841).

قنواتي، جورج شحادة، تاريخ الصيدلية والعقاقير في العهد القديم والعصر الوسيط، مؤسسة هنداوي، القاهرة، 2019م.

قنواتي، جورج شحادة، الخيمياء العربية، بحث منشور في موسوعة العلوم العربية، ج3، إشراف رشدي راشد، مركز دراسات الوحدة العربية-مؤسسة عبد الحميد شومان، ط2، بيروت، 2005م.

كارناب، رودلف، الأسس الفلسفية للفيزياء، ترجمة: السيد نفادي، ط1، دار التنوير، بيروت، 1993م.

كاشفي، حسين وايزي، أنوار سهيلي، مخطوطة محفوظة في مكتبة نانها، في الهند، رقم (In 04.5).

المراجـــع

ابن كثير، أبو الفداء، البداية والنهاية، تحقيق: عبد الله بن عبد المحسن التركي، ط1، ج 1، دار هجر للطباعة والنشر والتوزيع والإعلان، القاهرة، 1997م.

ابن كثير، أبو الفداء، بداية خلق الكون، تحقيق: عادل أبو المعاطي، دار البشير، القاهرة، (د.ت).

كحالة، عمر رضا، معجم المؤلفين، ج 5، مكتبة المثنى ودار إحياء التراث العربي، بيروت، (د.ت).

كراتشكوفسكي، أغناطيوس، تاريخ الأدب الجغرافي العربي، ترجمة: صلاح الدين عثمان هاشم، الإدارة الثقافية في جامعة الدول العربية، ج1، القاهرة، 1987م.

الكرخي، أبو بكر، أنباط المياه الخفية، ط1، مطبعة دار المعارف، حيدر آباد الدكن، 1892م.

كرم، يوسف، تاريخ الفلسفة اليونانية، مطبعة لجنة التأليف والترجمة، القاهرة، 1936م.

كروزيه، موريس، تاريخ الحضارات العام، ط2، نقله إلى العربية: فريد داغر وفؤاد أبو الريحان، منشورات عويدات، بيروت - باريس، 1986م.

كلوز، فرانك، النهاية، ترجمة: مصطفى إبراهيم فهمي، سلسلة عالم المعرفة، العدد191-، نوفمبر/ تشرين الثاني، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1994م.

كلوزييه، رينيه، تطور الفكر الجغرافي، تعريب: عبد الرحمن حميدة، دار الفكر، دمشق، 1985م.

كلينغل، هورست وإيفلين، إله الطقس السوري والعلاقات التجارية، تعريب: علي خليل، مجلة الحوليات الأثرية العربية السورية، العدد 43، تصدر عن الهيئة العامة للآثار والمتاحف، دمشق، 1999م.

الكندي، يعقوب بن إسحاق، تقويم الصحة، مخطوطة محفوظة في مكتبة كوبرلي، باستنبول، (رقم 960).

المراجـــع

الكندي، أبو يعقوب، رسائل الكندي الفلسفية، تحقيق: عبد الهادي أبو ريدة، القاهرة، 1950م.

الكندي، أبو يعقوب، رسالة في العلة الفاعلة للمد والجزر، نسخة موجودة ضمن مجموع أياصوفيا رقم (AYASOFYA4832).

كوب، كاتي ووايت، هارولد جولد، إبداعات النار، ترجمة: فتح الله الشيخ، ط1، سلسلة عالم المعرفة، رقم 266، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 2001م.

كوت، ميشيل، التراث الثقافي للماء، ط2، المجلس الدولي للآثار والمواقع، شارنتون لو بونت، 2019م.

كوربير، ريتشارد، بلا قيود، ترجمة: دينا عادل غراب، مؤسسة هنداوي، القاهرة، 2020م.

كولن، صالح، سلاطين الدولة العثمانية، ترجمة: منى جمال الدين، دار النيل، القاهرة، 2014م.

كومنس، نيل كومنس، ماذا لو لم يوجد القمر؟، مجلة علوم وتكنولوجيا، تصدر عن معهد الكويت للأبحاث العلمية، العدد 39، الكويت، يناير 1997م.

كوهين، مايكل، الميكانيكا الكلاسيكية، ترجمة: محمد أحمد فؤاد باشا، مؤسسة هنداوي، القاهرة، 2014م.

لانداو، ل. وكيتايجورودسكي، أ، الفيزياء للجميع، ترجم بإشراف: داود المنير، ط3، دار مير، موسكو، 1978م.

ليستين، ريمي، أبناء الزمان، ترجمة: محمد حسن إبراهيم، منشورات وزارة الثقافة، دمشق، 1998م.

ابن مثويه، الحسن، التذكرة في أحكام الجواهر والأعراض، تحقيق: سامي نصر لطف وفيصل عون، دار الثقافة، القاهرة، 1975م.

المراجـــع

مجلـة آفـاق علميـة، العـدد 17، السـنة 3، كانـون الثاني-شـباط، تصـدر عـن مؤسسـة عبـد الحميـد شـومان، عمـان. 1989م.

مجلـة علـوم وتكنولوجيـا، تصـدر عـن معهـد الكويـت للأبحـاث العلميـة، العـدد 112، الكويـت، إبريـل 2004م.

مجلـة لغـة العـرب، العـدد 26، ج3، صاحـب امتيازهـا: أَنسْـتاس مـاري الألياوي الكَرْمِلـي، وزارة الأعـلام، الجمهوريـة العراقيـة، مديريـة الثقافـة العامـة، مطبعـة الآداب، بغـداد، 1913م.

مجلة المقتبس، العدد 88، يصدرها محمد بن عبد الرزاق بن محمَّد كُرْد عَلي، دمشق، 1914م.

مجلة الهلال، الجزء 6، السنة الأولى، أول فبراير/ شباط، القاهرة، 1893م.

مجموعـة مـن المستشـرقين، تـراث الإسـلام، ترجمـة: جرجيـس فتـح اللّه، ط2، دار الطليعـة للنشـر، بيـروت، 1972م.

مجموعـة مؤلفـين، موجـز دائـرة المعـارف الإسـلامية، تحريـر: م. ت. هوتسـما، ت. و. أرنولـد، ر. باسـيت، ر. هارتمـان، ترجمـة: نخبـة مـن أسـاتذة الجامعـات المصريـة والعربيـة، المراجعـة والإشـراف العلمـي: أ. د. حسـن حبشـي، أ. د. عبـد الرحمـن عبـد اللّه الشـيخ، أ. د. محمـد عنانـي، مركـز الشـارقة للإبـداع الفكـري، الشـارقة، 1998م.

مجموعـة مـن المؤلفـين، الموسـوعة العلميـة الميسـرة، مجلـد1، ج2، منشـورات وزارة الثقافـة، دمشـق، 1981م.

محمد، صباح محمود، الطقس والمناخ، الموسوعة الصغيرة (89)، دار الجاحظ، بغداد، (د. ت).

محمديـن، محمـد محمـود، التـراث الجغـرافي العربـي، ط3، دار العلـوم للطباعـة والنشـر، الريـاض، 1999م.

المراجـــع

محمدين، محمد محمود، وطه عثمان الفرا، المدخل إلى علم الجغرافيا والبيئة، ط4، دار المريخ، الرياض، 2002م.

محيي الدين، عبد الواحد بن علي التميمي المراكشي، المعجب في تلخيص أخبار المغرب من لدن فتح الأندلس إلى آخر عصر الموحدين، تحقيق: الدكتور صلاح الدين الهواري، المكتبة العصرية، صيدا-بيروت، 2006م.

مرحبا، محمد عبد الرحمن، الكندي، ط1، منشورات عويدات، بيروت-باريس، 1985م.

ابن المرزبان، المحصل، مخطوطة المكتبة الأحمدية بحلب، رقم 1122، الكتاب الثالث.

المرزوقي، أبو علي، الأزمنة والأمكنة، تحقيق خليل المنصور، ط1، دار الكتب العلمية، بيروت، 1996م.

مزيك، رنا، الآثار العلوية في الحضارات القديمة، ط1، وزارة الثقافة، دمشق، 2013م.

المسعودي، أبو الحسن، أخبار الزمان، ط2، المكتبة الحيدرية، النجف الأشرف، 1966م.

المسعودي، أبو الحسن، مروج الذهب ومعادن الجوهر، ج1، ط1، اعتنى به وراجعه: كما حسن مرعي، المكتبة العصرية، صيدا-بيروت، 2005م.

المسعودي، أبو الحسن، التنبيه والأشراف، ج1، تصحيح: عبد الله إسماعيل الصاوي، دار الصاوي، القاهرة، (د. ت).

المسعودي، عباس فضل حسين، المحيط الأطلسي في التراث الجغرافي العربي الإسلامي، مجلة آفاق الثقافة والتراث، السنة 23، العدد 89، مركز جمعة الماجد، دبي، 2015م.

ابن مسكويه، تجارب الأمم وتعاقب الهمم، تحقيق: أبو القاسم إمامي، ط2، ج6، سروش، طهران، 2000م.

المصـري، عبـد الغنـي، غرائـب الفنـون وملـح العيـون، مخطوطـة مكتبـة بودليـان رقـم (MS. Arab. c. 90).

مطر، أميرة حلمي، الفلسفة اليونانية، ط2، دار قباء، القاهرة. 1998م.

مطـر، أنيـس، الـزلازل عنـد ابـن سـينا، أبحـاث النـدوة العالميـة السادسـة لتاريـخ العلـوم عنـد العـرب، رأس الخيمـة، منشـورات معهـد التـراث العلمـي العربـي، جامعـة حلـب، 1999م.

مطلب، محمد عبد اللطيف، تأريخ علوم الطبيعة، وزارة الثقافة والفنون، بغداد، 1978م.

أبـو معشـر البلخـي، جعفـر، المدخـل الكبيـر في علـم أحـكام النجـوم، مخطوطـة المكتبـة الوطنيـة بباريـس، رقـم (Arabe 5902).

المغربـي، أبـي الحسـن علـي بـن موسـى بـن سـعيد، بسـط الأرض في الطـول والعـرض، حققـه: خـوان فيرنيـط خينيـس، معهـد مـولاي الحسـن، تطـوان، 1958م.

المغربي، أبي الحسن علي بن موسى بن سعيد، الجغرافيا، حققه ووضع مقدمته وعلق عليه: د. إسماعيل العربي، منشورات المكتب التجاري للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، 1970م.

مفلـح، عصـام، سـيمياء العـرب والنهضـة العلميـة، مجلـة المعرفـة، العـدد 605، السـنة 52، وزارة الثقافة، دمشـق، شـباط 2014م.

المفيـدروس، تفسـير كتـاب أرسـطوطاليس في الآثـار العلويـة، نقـل حنـين بـن إسـحاق وإصـلاح إسـحاق بـن حنـين، عـن كتـاب شـروح علـى ارسـطو مفقـودة في اليونانيـة ورسـائل أخـرى، تحقيـق: عبـد الرحمـن بـدوي، بيـروت، دار المشـرق، 1968م.

المقدسـي البشـاري، أبـو عبـد الله محمـد بـن أحمـد، أحسـن التقاسـيم في معرفـة الأقاليـم، ط3، مكتبـة مدبولـي القاهـرة، 1991م.

المراجـــع

المقدسي، المطهر بن طاهر، البدء والتاريخ، ج2، مكتبة الثقافة الدينية، بور سعيد، (د.ت).

المقري، أحمد، نفح الطيب من غصن الأندلس الرطيب، تحقيق: إحسان عباس، ط1، ج 1، دار صادر، بيروت، 1997م.

المقريزي، تقي الدين، المواعظ والاعتبار بذكر الخطط والآثار، ج1، ط1، دار الكتب العلمية، بيروت، 1998م.

ابن ملكا البغدادي، هبة الله، المعتبر في الحكمة الإلهية، ط1، ج2، تحت إدارة جمعية دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، 1939م.

المنبجي، محبوب بن قسطنطين، كتاب العنوان (تاريخ محبوب)، كتبه لنفسه سعيد بن أبي البدر يوحنا بن عبد المسيح، ج1، باريس، 1909م.

موجز دائرة المعارف الإسلامية، (1998م)، تحرير: م.ت.هوتسما; ت.و.أرنولد; ر.باسيت؛ ر.هارتمان، ترجمة: إبراهيم زكي خورشيد، أحمد الشنتناوي، عبد الحميد يونس، حسن حبشي، عبد الرحمن الشيخ، محمد عناني، ط1، مجلد 24، مركز الشارقة للإبداع الفكري، الشارقة.

مؤلف مجهول، الاستبصار في عجائب الأمصار، دار الشؤون الثقافية، بغداد، 1986م.

مؤلف مجهول، حدود العالم من المشرق إلى المغرب، تحقيق وترجمة عن الفارسية: السيد يوسف الهادي، الدار الثقافية للنشر، القاهرة، 2002م.

مؤلف مجهول، طريق الرشاد إلى تعريف الممالك والبلاد، مكتبة بايزيد العمومية (رقم 4689).

مؤلف مجهول، قول في الرعد والبرق من كتاب المحصّل، ضمن مجموع بعنوان Fuṣūl Abuqrāṭ. Faṣl fī qaḍāyā Buqrāṭ fī al-ʻalāmāt al-dāllah ʻalá al-mawt ...) (etc في مكتبة جامعة برنستون.

المراجـــع

مؤلف مجهول، كتاب في الكيميـــاء، مخطوطـــة موجودة في مكتبـــة ويلكـــم، لنـــدن رقم (WMS Arabic 38).

مؤلف مجهول، كتاب يشتمل على الآثار العلوية، كتاب ضمن مجموع، [Ahlwardt no. 5734; We1813]، في مكتبة الدولة ببرلين.

مؤلف مجهول، المدخل في علم أحكام النجوم، مخطوطة المكتبة الوطنية الفرنسية بباريس، رقم (Arabe 6224).

مؤلف مجهول، هيئة أشكال الأرض ومقدارها في الطول والعرض، مخطوطة المكتبة الوطنية باريس، رقم (Arabe 2214).

موسى، حسين يوسف وعبد الفتاح الصّعيدي، الإفصاح في فقه اللغة، ج 2، ط4، مكتب الإعلام الإسلامي، قم، 1990م.

موسى، علي، الهواء، مجلة دوائر الابداع، تصدر عن جامعة دمشق، العدد 2، دمشق، 2015م.

الموسوعة العربية، هيئة الموسوعة العربية، مدخل (عمر الأرض)، المجلد 13، دمشق، 2021م.

الموسوعة العربية العالمية، مؤسسة أعمال الموسوعة، الرياض، 2004م.

موسوي حسيني، عباس بن علي، نزهة الجليس ومنية الأديب الأنيس، ج1، تحقيق: خرسان محمد مهدي، المكتبي الحيدري، قم، 1996م.

ابن ميمون، موسى، دلالة الحائرين، ج2، تحقيق: حسين آتاي، دار مكتبة الثقافة الدينية، القاهرة، (د.ت.).

المراجـــع

ابن ميمي، عبد القادر، يتيمة العصر في المد والجزر، مخطوطة دائرة المعارف العثمانية، حيدر أباد الدكن، رقم (ق ع 110/ 423).

نجاتي، محمد عثمان، (1993م)، الدراسات النفسانية عند العلماء المسلمين، ط1، دار الشروق، القاهرة.

نخبة من العلماء، (2007)، التخدير وتاريخه، سلسلة الكتاب الطبي الجامعي، منظمة الصحة العالمية.

نخبة من العلماء، العلم وأزمنته، ترجمة: أيمن توفيق، ط1، المجلد1، ج2، المركز القومي للترجمة، العدد 1961، القاهرة، 2015م.

ابن النديم، الفهرست، تحقيق: إبراهيم رمضان، ط2، دار المعرفة، بيروت، 1997م.

نصر، سيد حسين، مقدمة إلى العقائد الكونية الإسلامية، ط1، ترجمة: سيف الدين القصير، دار الحوار، اللاذقية، 1991م.

نظيف، مصطفى، ابن الهيثم بحوثه وكشوفه البصرية، جامعة فؤاد الأول، كلية الهندسة، المؤلف رقم 3، ج2، مطبعة الاعتماد، القاهرة، 1943م.

نعمة الله، هيكل والياس مليحة، (1991م)، موسوعة علماء الطب، ط1، دار الكتب العلمية، بيروت.

النويري، شهاب الدين، نهاية الأرب في فنون الأدب، ط1، ج1، دار الكتب والوثائق القومية، القاهرة، 2002م.

نيلينو، كرلو، علم الفلك تاريخه عند العرب في القرون الوسطى، الجامعة المصرية، ط1، روما، 1911م.

المراجـــع

هارون، عبد السلام محمد، كناشة النوادر، ط1، مكتبة الخانجى، القاهرة، 1985م.

الهاشمي، محمد يحيى، حول كتب الأحجار العربية، مجلة فكر وفن، العدد 6، 1 يونيو، ألمانيا، 1965م.

هالو، روبير، استقبال الخيمياء العربية في الغرب، بحث منشور في موسوعة تاريخ العلوم العربية، ج3، إشراف رشدي راشد، مركز دراسات الوحدة العربية-مؤسسة عبد الحميد شومان، ط2، بيروت، 2005م.

الهروي، أبو الحسن، الإشارات إلى معرفة الزيارات، ط1، مكتبة الثقافة الدينية، القاهرة، 2002م.

الهمداني، أحمد بن محمد، الجوهرتان المائعتان العتيقتان المائعتان من الصفراء والبيضاء، تحقيق: محمد محمد الشعيبي، دار الكتاب، دمشق، 1983م.

هميمي، زكريا، الذهب أمير المعادن، ط1، مكتبة مدبولي، القاهرة، 2002م.

هوث، جون إدوارد، الفن الضائع ثقافات الملاحة ومهارات اهتداء السبيل، ترجمة: سعد الدين خرفان، سلسلة عالم المعرفة، العدد441-، تصدر عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 2016م.

هوفمان، يانيش، النسبية وجذورها، ترجمة: مروان عريف، ط1، دار طلاس، دمشق، 2000م.

هونكه، زيغريد، شمس الله تسطع على الغرب، ط6، ترجمة: فاروق بيضون، بيروت، 1981م.

هويت، بول ج. وسوشكوي، جون أ. وهويت، ليسلي أ.، مفاهيم العلوم الفيزيائية، مكتبة العبيكان - وزارة التعليم العالي، الرياض، 2014م.

ابن الهيثم، الحسن، كتاب المناظر، المقالات (1-2-3)، تحقيق: عبد الحميد صبرة، الكويت، 1983م.

وجدي، موسوعة القرن العشرين، ط3، ج1، دار المعرفة، بيروت، 1971م.

ابن وحشية، أحمد، كنز الأسرار، مخطوطة نور سليمانية، رقم (3631).

الورد، عبد الأمير محمد أمين والفضلي، إبراهيم جوّاد، الأصول العربية لعلم الأراضة (الجيولوجيا)، بحث منشور ضمن أبحاث الندوة العالمية الأولى لتاريخ العلوم عند العرب، جامعة حلب، حلب، 1977م.

ابن الوردي، سراج الدين أبو حفص عمر بن المظفر، خريدة العجائب وفريدة الغرائب، تحقيق: أنور محمود زناتي، ط1، مكتبة الثقافة الإسلامية، القاهرة، 2008م.

الوزير، عبد الله بن علي، تاريخ طبق الحلوى وصحاف المن والسلوى المعروف بتاريخ اليمن، تحقيق: محمد عبد الرحيم جازم، ط2، ج1، دار المسيرة، بيروت، 1985م.

يحياوي، صلاح، الإبداع مصادفة أم ذكاء أم ماذا؟، مجلة الفيصل، العدد 251، الرياض 1997م.

اليزدي، المُطَهّر بن مُحمد، فرح نامه، مخطوطة موجودة في المكتبة الطبية التاريخية ضمن مكتبة هارفي كاشينغ/جون هاي وِتْنِي بجامعة ييل، (رقم Ms Pr 23).

يعقوب، مصطفى، الأشجار المتحجرة، مجلة القافلة، يوليه/أغسطس، العدد3، المجلد 44، الظهران، 1995م.

يفوت، سالم، الجاذبية بين الدعاة والخصوم، مجلة المناظرة، العدد2، السنة1، الرباط، يونيه 1989م.

يفوت، سالم، في مفهوم الجاذبية: نيوتن ضد ديكارت، مجلة المناظرة، العدد1، السنة1الرباط، يونيه 1989م.

يمين، يوسف، المادة والذرة، الكتاب الرابع، ط1، مكتبة السائح، طرابلس، 1989م.

ثانيًا: المراجـــع الأجنبيـــة

"How did Galileo prove the Earth was not the center of the solar system?". Stanford Solar Center. Retrieved 13 April 2021.

"Studying Earth Sciences." British Geological Survey. 2006. Natural Environment Research Council.

"The Global Public–Private Partnership for Handwashing", (19 March 2015) globalhandwashing.org.

"This shift from ecclesiastical reasoning to scientific reasoning marked the beginning of scientific methodology." Singer, C., A Short History of Science to the 19th Century, Streeter Press, 2008.

Aaboe, Asger (1998). Episodes from the Early History of Mathematics. New York: Random House.

Adams, Frank Dawson (1938). The Birth and Development of the Geological Sciences. Baltimore: The Williams & Wilkins Company.

Aitken, Robert G. (1964). The Binary Stars. New York: Dover Publications Inc.

AL-Humadi, Adil H. & Sadiq Al-Samarrai, (2009), Treatment of Anorectal Diseases by al-Rāzī, JIMA: Volume 41.

Albritton, Claude C. (1980). The Abyss of Time. San Francisco: Freeman, Cooper & Company.

Ali, Wijdan (1999). The Arab Contribution to Islamic Art: From the Seventh to the Fifteenth Centuries. American University in Cairo Press.

Anderson, B. W., (1975), The Living World of the Old Testament, Longman.

Arabic Manuscript (No. 2008) in the Bbliotheque National Paris (1714 AD). Credit: Wellcome Collection. Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Arber, Agnes (1986) [1912; 2nd ed. 1938]. Stearn, William T. (ed.). Herbals: their origin and evolution. A chapter in the history of botany, 1470-1670 (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

المراجـــع

Asarnow, Herman (2005), "Sir Francis Bacon: Empiricism". An Image-Oriented Introduction to Backgrounds for English Renaissance Literature. University of Portland.

Athreya, A.; Gingerich, O. (December 1996). "An Analysis of Kepler's Rudolphine Tables and Implications for the Reception of His Physical Astronomy". Bulletin of the American Astronomical Society.

Avicenna's Canon manuscript. Credit: Wellcome Collection. Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Avner, Rina (2010). "The Dome of the Rock in Light of the Development of Concentric Martyria in Jerusalem: Architecture and Architectural Iconography". Muqarnas.

Bergdoll, Barry (2000). European Architecture 1750-1890. Oxford University Press.

Bitar, M., (1998), History of Arabic Dentistry, Dental News, Vol. V, No II.

Bloom, Jonathan M.; Blair, Sheila (2009). The Grove Encyclopedia of Islamic Art & Architecture. Oxford University Press.

Bowler, Peter J., (2000), The Earth Encompassed, W. W. Norton & Company.

Boyer, C.B. (1991) [1989], A History of Mathematics (2nd ed.), New York: Wiley.

Britannica Illustrated Science Library, (2008), Volcanoes and earthquakes.

Broman, TH., (2003–2020). "The Medical Sciences". The Cambridge History of Science. Vol. 4, Eighteenth-Century Science. Cambridge.

Bruns, Tom (2006). "Evolutionary biology: a kingdom revised". Nature. 443 (7113): 758–61. Bibcode:2006Natur.443..758B. doi:10.1038/443758a. PMID 17051197

Buck, Jutta (2017). "A Brief History of Botanical Art". American Society of Botanical Artists. Retrieved 20 November 2017.

Budge, E. A. Wallis (1920). "Egyptian Hieroglyphic Dictionary: Introduction". John Murray.

Chavoushi, Seyed Hadi, et al., (2012), Surgery for Gynecomastia in the Islamic Golden Age: Al-Tasrif of Al-Zahrawi (936–1013 AD), International Scholarly Research Network, ISRN Surgery, Volume 2012.

Conan, Michel, ed. (2005). Baroque garden cultures: emulation, sublimation, subversion. Washington, D.C.: Dumbarton Oaks Research Library and Collection. ISBN 978-0-88402-304-3. Retrieved 21 February 2015.

Crosland, M.P. (1959). "The use of diagrams as chemical 'equations' in the lectures of William Cullen and Joseph Black." Annals of Science, Vol 15, No. 2, June.

Dalrymple, G. Brent (1994). The Age of the Earth. Stanford University Press.

Damerow, Peter (1996). "The Development of Arithmetical Thinking: On the Role of Calculating Aids in Ancient Egyptian & Babylonian Arithmetic". Abstraction & Representation: Essays on the Cultural Evolution of Thinking (Boston Studies in the Philosophy & History of Science). Springer.

De Candolle, Alphonse (1885) [1882]. Origine des Plantes Cultivées [Origin of Cultivated Plants] (in French). New York: Appleton. Retrieved 19 February 2015.

Dempsey, Amy (2018). Modern Art. Thames & Hudson.

Dreyer, John Louis Emil, (1890), Tycho Brahe: a Picture of Scientific Life and Work in the Sixteenth Century, A. & C. Black.

Elgohary, Mohamerd Amin, (April, 2006), Al Zahrawi: The Father of Modern Surgery, Annals of Pediatric Surgery, Vol 2, No 2.

Ettinghausen, Richard; Grabar, Oleg; Jenkins, Marilyn (2001). Islamic Art and Architecture: 650–1250 (2nd ed.). Yale University Press.

Eves, Howard (1990). An Introduction to the History of Mathematics, Saunders.

Ezzo J, Bausell B, Moerman DE, Berman B, Hadhazy V (2001). "Reviewing the reviews. How strong is the evidence? How clear are the conclusions?". International Journal of Technology Assessment in Health Care.

المراجـــع

Fellowes, Mark (2020). 30-Second Zoology: The 50 most fundamental categories and concepts from the study of animal life. Ivy Press.

Finel, Irving (1995). "A join to the map of the world: A notable discover".

Finnocchiaro, Maurice (1989). The Galileo Affair. Berkeley and Los Angeles, California: University of California Press.

Flood, Finbarr Barry (2001). The Great Mosque of Damascus: Studies on the Makings of an Umayyad Visual Culture. Boston: Brill.

Gerard, John (1597). The Herball or Generall Historie of Plantes. London: John Norton. Retrieved 26 November 2014.

Gingrich, O. (2011). Galileo, the Impact of the Telescope, and the Birth of Modern Astronomy. Proceedings of the American Philosophical Society.

Goetz LH, Schork NJ, (June 2018). "Personalized medicine: motivation, challenges, and progress". Fertility and Sterility.

Gohau, Gabriel (1990). A history of geology. Revised and translated by Albert V. Carozzi and Marguerite Carozzi. New Brunswick: Rutgers University Press.

Hall, Rachel W. (2008). "Math for poets and drummers" (PDF). Math Horizons. 15 (3): 10–11. doi:10.1080/10724117.2008.11974752

Harvey-Gibson, Robert J. (1919). Outlines of the history of botany. London: A. & C. Black.

Hattstein, Markus; Delius, Peter, eds. (2011). Islam: Art and Architecture. h.f.ullmann.

Hayes, J.R. (John Richard); Editor, (1983), The Genius of Arab Civilization, 2ed, MIT Press.

Hebert, John R. The Map That Named America Library of Congress Information Bulletin, September 2003, Accessed August 2013.

Heeffer, Albrecht, (November 2009), On the curious historical coincidence of algebra and double-entry bookkeeping, Foundations of the Formal Sciences, Ghent University.

Helmsley, Alan R.; Poole, Imogen, eds. (2004). The Evolution of Plant Physiology: From Whole Plants to Ecosystems. London: Elsevier Academic Press.

Henrey, Blanche (1975). British botanical and horticultural literature before 1800 (Vols 1–3). Oxford: Oxford University Press.

Henshilwood, C. S.; d'Errico, F.; Van Niekerk, K. L.; Coquinot, Y.; Jacobs, Z.; Lauritzen, S. E.; Menu, M.; García-Moreno, R. (2011-10-15). "A 100,000-year-old ochre-processing workshop at Blombos Cave, South Africa". Science.

Hirschfeld, Alan (2001). Parallax: The Race to Measure the Cosmos. New York, New York: Henry Holt.

Hodge, Susie (2019). The Short Story of Architecture. Laurence King Publishing.

Holmes, Arthur (1913). The Age of the Earth. London: Harper.

Hopkins, Owen (2014). Architectural Styles: A Visual Guide. Laurence King.

Hubeny Ivan & Mihalas Dimitri, (26 October 2014). Theory of Stellar Atmospheres: An Introduction to Astrophysical Non-equilibrium Quantitative Spectroscopic Analysis. Princeton University Press.

Hutchings MI, Truman AW, Wilkinson B, (October 2019). "Antibiotics: past, present and future". Current Opinion in Microbiology.

Jackson, Stephen T. (2009) "Alexander von Humboldt and the General Physics of the Earth". Science. Vol. 324.

Jacobson, Miriam (2014). Barbarous Antiquity: Reorienting the Past in the Poetry of Early Modern England. University of Pennsylvania Press.

Jardine, N.; Secord, J. A.; Spary, E. C., eds. (1996). Cultures of natural history (Reprinted ed.). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Jenkins, Marilyn, & Keene, Manuel, (1983), Islamic jewelry in the Metropolitan Museum of Art, The Metropolitan Museum of Art, New York.

Johnson, Thomas, ed. (1636). Herball, or Generall Historie of Plantes, gathered by John Gerarde. London: Adam Islip, Joice Norton and Richard Whitakers. Retrieved 19 February 2015.

المراجـــع

Jones, Denna, ed. (2014). Architecture The Whole Story. Thames & Hudson.

Kak, Subhash (1995). "The Astronomy of the Age of Geometric Altars". Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society.

Kapur, Anu (2002). Indian Geography: Voice of Concern. Concept Publishing Company.

Kline, Morris (1953). Mathematics in Western Culture. Great Britain: Pelican.

Kooijmans, Luuc (2004). De doodskunstenaar – de anatomische lessen van Frederik Ruysch (in Dutch). Amsterdam: Bert Bakker.

Kruft, Hanno-Walter, (1994), A History of Architectural Theory from Vitruvius to the Present, New York, Princeton Architectural Press.

Krupp, E.C. (1988). "Light in the Temples", in C.L.N. Ruggles: Records in Stone: Papers in Memory of Alexander Thom.

Krupp, Edwin C. (2003), Echoes of the Ancient Skies: The Astronomy of Lost Civilizations, Astronomy Series, Courier Dover Publications.

Kulkarni, R.P. (1978). "The Value of π known to Śulbasūtras" (PDF). Indian Journal of History of Science. 13 (1): 32–41. Archived from the original (PDF) on 2012-02-06.

Lankester, Edwin Ray (1911). "Zoology". In Chisholm, Hugh (ed.). Encyclopædia Britannica. Vol. 28 (11th ed.). Cambridge University Press.

Larson, Edward J., (2006), Evolution, NO-VALUE edition, Modern Library.

Lawson, Russell M. (2004). Science in the Ancient World: An Encyclopedia. ABC-CLIO.

Leroi, Armand Marie (2014). The Lagoon: How Aristotle Invented Science. Bloomsbury.

Livingstone, David (1992). The Geographical Tradition. Oxford: Blackwell.

Lucentini, Jack, (2009), "Dr. Michael A. Rappenglueck sees maps of the night sky, and images of shamanistic ritual teeming with cosmological meaning". space.

MacDonnell, Joseph, (2011), "Angelo Secchi, S.J. (1818–1878) the Father of Astrophysics". Fairfield University.

Maddison, Francis and Emilie Savage-Smith, Science, Tools & Magic, (1997), The Nour Foundation, London.

Magner, Lois N. (1979), A History of the Life Sciences, Marcel Dekker Inc.

Maldonado, Blanco D. (2003). "Tarascan Copper Metallurgy at the Site of Itziparátzico, Michoacán, México" (PDF). Foundation for the Advancement of Mesoamerican Studies. Retrieved 22 January 2016.

Marshack, A. (1972). The Roots of Civilization: the Cognitive Beginning of Man's First Art, Symbol and Notation. New York: McGraw-Hill.

Mashaal, Maurice, (2006). Bourbaki: A Secret Society of Mathematicians. American Mathematical Society.

Masood, Ehsan, (2009), Science and Islam: A History, Icon Books Ltd, London.

Mayr, Ernst, (1985), The Growth of Biological Thought, Harvard University Press.

McIntosh, Jane (2008). The Ancient Indus Valley: New Perspectives. ABC-Clio.

Meyer, Ernst H.F. (1854–57). Geschichte der Botanik. Königsberg: Verlag de Gebrűder Bornträger. Retrieved 2009-12-11. Geschichte der Botanik Meyer.

Michelson, A. A.; Pease, F. G. (1921). "Measurement of the diameter of Alpha Orionis with the interferometer". Astrophysical Journal.

Milwright, Marcus (2014). "Dome of the Rock". In Fleet, Kate; Krämer, Gudrun; Matringe, Denis; Nawas, John; Rowson, Everett (eds.). Encyclopaedia of Islam, Three. Brill.

Montet, Pierre (2000), "Eternal Egypt"(Phoenix Press)

Moore, Ruth, (1956), The Earth We Live On. New York: Alfred A. Knopf.

Morton, Alan G. (1981). History of Botanical Science: An Account of the Development of Botany from Ancient Times to the Present Day. London: Academic Press.

المراجـــع

Nasr, Seyyed Hossein, (1976) ,Islamic Science, World of Islam Festival Publishing Company Ltd., Kent.

Needham, Joseph; Lu, Gwei-djen & Huang, Hsing-Tsung (1986). Science and Civilisation in China, Vol. 6 Part 1 Botany. Cambridge: Cambridge University Press.

Needham, Joseph; Wang, Ling (1995) [1959], Science and Civilization in China: Mathematics and the Sciences of the Heavens and the Earth, vol. 3, Cambridge: Cambridge University Press.

Nilsson, Martin P. (1920), Primitive Time-Reckoning. A Study in the Origins and Development of the Art of Counting Time among the Primitive and Early Culture Peoples, Skrifter utgivna av Humanistiska Vetenskapssamfundet i Lund, vol. 1, Lund: C. W. K. Gleerup.

Oliver, Francis W., ed. (1913). Makers of British Botany. Cambridge: Cambridge University Press.

Parker, Steve, (2013), Kill or Cure: An Illustrated History of Medicine, DK Publishing, New York.

Parker, Steve, (2013), Medicine: The Definitive Illustrated, DK Publishing, New York.

Pavord, Anna (2005). The naming of names: the search for order in the world of plants. New York: Bloomsbury Publishing.

Pedersen, Olaf (1993) Early Physics and Astronomy: A Historical Introduction, revised edition. Cambridge University Press.

Pelling M, Webster C, (November 1979). “Medical Practitioners”. Health, Medicine, and Mortality in the Sixteenth Century. CUP Archive.

Petersen, Andrew (1996). Dictionary of Islamic Architecture. Routledge.

Photos, E., (1989), ‘The Question of Meteorictic versus Smelted Nickel-Rich Iron: Archaeological Evidence and Experimental Results’ World Archaeology Vol. 20, No. 3, Archaeometallurgy.

Pickover, Clifford A., (2012), The Medical Book, Sterling Publishing Co., Inc., New York.

Pierre-Yves Bely; Carol Christian; Jean-René Roy (2010). A Question and Answer Guide to Astronomy. Cambridge University Press.

Pingree, David (1998), "Legacies in Astronomy and Celestial Omens", in Dalley, Stephanie (ed.), The Legacy of Mesopotamia, Oxford University Press.

Plofker, Kim (November 2001). "The 'Error' in the Indian "Taylor Series Approximation" to the Sine". Historia Mathematica. 28 (4).

Powell, M. (1976), "The Antecedents of Old Babylonian Place Notation and the Early History of Babylonian Mathematics" (PDF), Historia Mathematica, vol. 3, pp. 417–439, retrieved July 6, 2023.

Prasad, G. P. (Jan–Jun 2016). "Vṛkṣāyurvĕda of Parāśara--an ancient treatise on plant science". Bulletin of the Indian Institute of History of Medicine (Hyderabad).

Provençal, Philippe, (2007), Arabisk Medicin, Aarhus Universitetsforlag, Langelandsgade.

Pullman, Bernard (2004). The Atom in the History of Human Thought. The Atom in the History of Human Thought. Reisinger, Axel. USA: Oxford University Press Inc.

Puttaswamy, T.K. (2000). "The Accomplishments of Ancient Indian Mathematicians". In Selin, Helaine; D'Ambrosio, Ubiratan (eds.). Mathematics Across Cultures: The History of Non-western Mathematics. Springer.

Qiu, Jane (7 January 2014). "Ancient times table hidden in Chinese bamboo strips". Nature. doi:10.1038/nature.2014.14482. S2CID 130132289. Retrieved 15 September 2014.

Radivojević, Miljana; Roberts, Benjamin W. (2021). "Early Balkan Metallurgy: Origins, Evolution and Society, 6200–3700 BC". Journal of World Prehistory.

Rana, Lalita (2008). Geographical thought. Concept Publishing Company.

Reed, Howard S. (1942). A Short History of the Plant Sciences. New York: Ronald Press.

Rennell, James (1800), The geographical system of Herodotus, examined and explained, by a comparison with those of other ancient authors and with modern geography. Bulmer.

Risebero, Bill (2018). The Story of Western Architecture. Bloomsbury.

Rocchio, Laura, (4 December 2006), "The Landsat Program." National Aeronautics and Space Administration. http://landsat.gsfc.nasa.gov , accessed.

Rudman, Peter Strom (2007). How Mathematics Happened: The First 50,000 Years. Prometheus Books.

Rudwick, Martin J. S., (1985), The Meaning of Fossils, Second edition, University of Chicago Press.

Ruggles, C.L.N. (2005), Ancient Astronomy, ABC-Clio.

Sachs, Julius von (1890) [1875]. Geschichte der Botanik vom 16. Jahrhundert bis 1860 [History of botany (1530-1860)]. translated by Henry E. F. Garnsey, revised by Isaac Bayley Balfour. Oxford: Oxford University Press. doi:10.5962/bhl.title.30585. Retrieved 13 December 2015.

Sangster, Alan & Greg Stoner & Patricia McCarthy, (September 2007), "The market for Luca Pacioli's Summa Arithmetica" (Accounting, Business & Financial History Conference, Cardiff.

Sapp, Jan, (2003), Genesis, 1st Edition, Oxford University Press.

Schuh, Curtis P., (1919), Mineralogy & Crystallography: On the History of these Sciences through.

Sengbusch, Peter (2004). "Botany: The History of a Science". Botany online. Retrieved 19 November 2017.

Sezgin, Fuat, (2010), Science and Technology in Islam, Institut für Geschichte der Arabisch–Islamischen Wissenschaften an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main.

Shahîd, Irfan (1995a). Byzantium and the Arabs in the Sixth Century. Vol. 2 (Part 1). Dumbarton Oaks.

Shteir, Ann B. (1996). Cultivating women, cultivating science: Flora's daughters and botany in England, 1760-1860. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Singer, Charles (1923). "Herbals". The Edinburgh Review.

Siraisi NG, (May 2009). M Medieval and Early Renaissance Medicine: An Introduction to Knowledge and Practice. University of Chicago Press.

Siraisi NG, (September 2012). "Medicine, 1450-1620, and the history of science". Isis.

Smith, Catherine Delano (1996). "Imago Mundi's Logo the Babylonian Map of the World". Imago Mundi.

Smith, David E., (1958), History of Mathematics, Volume I: General Survey of the History of Elementary Mathematics, New York: Dover Publications (a reprint of the 1951 publication).

Snyder, John P. (1993). Flattening the Earth: 2000 Years of Map Projections, p. 33. Chicago: The University of Chicago Press.

Spencer, Roger; Cross, Rob (2017). "The origins of botanic gardens and their relation to plant science with special reference to horticultural botany and cultivated plant taxonomy". Muelleria. 35: 43–93. doi:10.5962/p.291985. S2CID 251005623

Spernovasilis N, Markaki I, Papadakis M, Tsioutis C, Markaki L (December 2021). "Epidemics and pandemics: Is human overpopulation the elephant in the room?". Ethics, Medicine, and Public Health.

Stafleu, Frans A. (1971). Linnaeus and the Linnaeans. Utrecht: International Association of Plant Taxonomy.

Stearn, William T. (1986). "Historical Survey of the Naming of Cultivated Plants". Acta Horticulturae.

Stephenson, Bruce, (1994). Kepler's Physical Astronomy. Princeton University Press.

Struik, Dirk (1987). A Concise History of Mathematics (3rd. ed.). Courier Dover Publications.

المراجـــع

Subbarayappa, B. V. (14 September 1989). "Indian astronomy: An historical perspective". In Biswas, S. K.; Mallik, D. C. V.; Vishveshwara, C. V. (eds.). Cosmic Perspectives. Cambridge University Press.

Tabbaa, Yasser (2007). "Architecture". In Fleet, Kate; Krämer, Gudrun; Matringe, Denis; Nawas, John; Rowson, Everett (eds.). Encyclopaedia of Islam, Three. Brill.

Talbert, Richard J. A. & Kurt A. Raaflaub (2009). Geography and Ethnography: Perceptions of the World in Pre-Modern Societies. John Wiley & Sons.

Temple, Robert K.G. (2007). The Genius of China: 3,000 Years of Science, Discovery, and Invention (3rd edition). London: André Deutsch.

Thanos, Costas A. (2005). "The Geography of Theophrastus' Life and of his Botanical Writings (Περι Φυτων)" (PDF). In Karamanos, A.J.; Thanos C.A. (eds.). Biodiversity and Natural Heritage in the Aegean, Proceedings of the Conference 'Theophrastus 2000' (Eressos - Sigri, Lesbos, July 6–8, 2000). Athens: Fragoudis.

Thom, Alexander; Archie Thom (1988). "The metrology and geometry of Megalithic Man", pp. 132–51 in Ruggles, C. L. N. (ed.), Records in Stone: Papers in memory of Alexander Thom. Cambridge University Press.

Time Matters: Geology's Legacy to Scientific Thought, (2010), John Wiley & Sons.

Torpin R, Vafaie I (1961). "The birth of Rustam. An early account of cesarean section in Iran". American Journal of Obstetrics and Gynecology.

Tuan, Yi-fu, 1930- (1977). Space and place : the perspective of experience. Minneapolis.

Turner, Howard R., (1995), University of Texas Press, Austin.

Unsöld, Albrecht (2001). The New Cosmos (5th ed.). New York: Springer.

Urban, Florian (2017). The new tenement. New York.

Vecchio I, Tornali C, Rampello L, Rampello L, Migliore M, Silvia G, Rigo GA (January 2013). "Jewish medicine and surgery in Catania, Italy before 1492".

Vinzenz Brinkmann, Renée Dreyfus and Ulrike Koch-Brinkmanny (2017). Gods in Color - polychromy in the ancient world.

Von Fritz, Kurt (1945). "The Discovery of Incommensurability by Hippasus of Metapontum". The Annals of Mathematics.

Walters, Stuart M. (1981). The shaping of Cambridge botany: a short history of whole-plant botany in Cambridge from the time of Ray into the present century. Cambridge University Press.

Watts, Sheldon, (2003), Disease and Medicine in World History, Routledge, New York.

Weaver, H. F. (December 24, 2013), "Robert Julius Trumpler". US National Academy of Sciences.

Westman, Robert S. (2011). The Copernican Question: Prognostication, Skepticism, and Celestial Order. Los Angeles: University of California Press.

Whitehouse, David (January 21, 2003). "'Oldest star chart' found". BBC.

Willes, Margaret (2011). The making of the English gardener. Plants, Books and Inspiration, 1560-1660. New Haven: Yale University Press.

Williams, Roger L. (2001). Botanophilia in Eighteenth-Century France: The Spirit of the Enlightenment. Springer Science & Business Media.

Williams, Scott W. (2005). "The Oldest Mathematical Object is in Swaziland". Mathematicians of the African Diaspora. SUNY Buffalo mathematics department.

Woodland, Dennis W. (1991). Contemporary Plant Systematics. New Jersey: Prentice Hall.

Wright, Rita P. (2009). The Ancient Indus: Urbanism, Economy, and Society. Cambridge University Press.

Wyse Jackson, Patrick N., ed. (2007). Four centuries of geological travel: the search for knowledge on foot, bicycle, sledge and camel. London: The Geological Society.

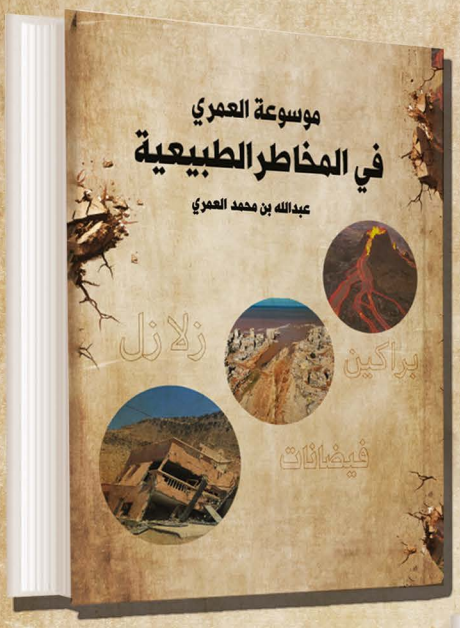
Zahrān, Yāsamīn, (2009). The Lakhmids of Hira: Sons of the Water of Heaven. Stacey International.

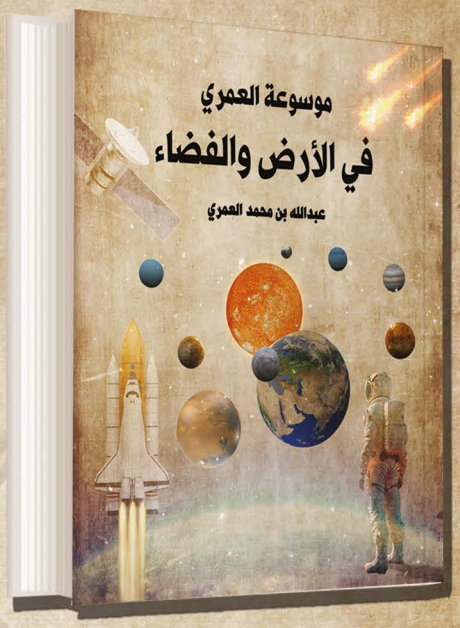
Zimmer, Carl, (2015), 2nd edition, Evolution, Roberts and Company Publishers.

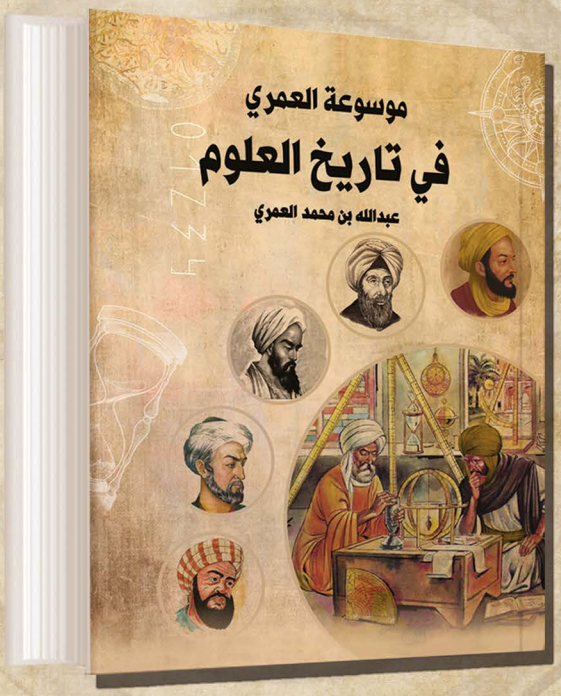
Zittel, Karl Alfred von, (1901) History of Geology and Palaeontology, London: W. Scott; New York: C. Scribner's Sons.

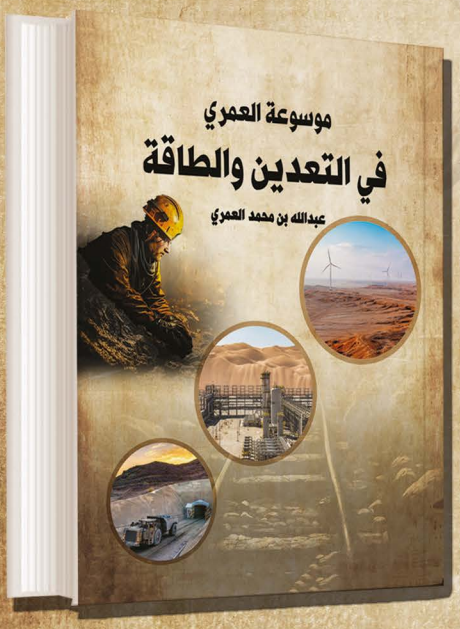
Zukowsky, John (2019). A Chronology of Architecture. Thames & Hudson.

موسوعة العمري في تاريخ العلوم
Alamri's Encyclopedia in the History of Science









www.alamrigeo.com

يتمتع الأستاذ الدكتور عبدالله بن محمد العمري بمسيرة علمية حافلة امتدت لأكثر من خمسة وثلاثين عامًا، حيث شغل منصب أستاذ علم الزلازل ورئيس قسم الجيولوجيا والجيوفيزياء، في جامعة الملك سعود بالرياض، ويعمل مشرفًا على مركز الدراسات الزلزالية ورئيساً للجمعية السعودية لعلوم الأرض. يعمل العمري باحثًا رئيساً في 13 مجموعة عمل أمريكية وألمانية ومستشاراً محلياً ودولياً في العديد من الجمعيات والهيئات داخل المملكة العربية السعودية وخارجها. أسس ورأس تحرير أول مجلة عربية للعلوم الجيولوجية تحت إشراف الناشر الألماني Springer وتمحورت أبحاثه العلمية حول نمذجة ومحاكاة ميكانيكية الزلازل والحد من مخاطرها، واستكشاف المياه الجوفية العميقة وتحديد مكامن الطاقة الحرارية الأرضية. إلى جانب أعماله البحثية، يبذل العمري جهوداً حثيثة على نشر المعرفة، إذ ألف موسوعات وكتبًا تعليمية تخصصية تهدف إلى إثراء المكتبة العربية بمواد تعليمية متفردة. ومن أبرز إنجازاته تأسيس أول موسوعة جيولوجية رقمية للمملكة العربية السعودية في عام 2024، حيث اشتملت على جميع الثروات الاقتصادية والظواهر الجيولوجية فيها. ونشر أكثر من 220 ورقة بحثية وأنجز أكثر من 60 مشروعاً بحثياً و 74 تقريراً علمياً. بالإضافة الى تأليفه موسوعة تعليمية من 30 كتاباً و 5 موسوعات علمية تخصصية و 3 كتب أكاديمية في علوم الأرض

إصدارات المؤلف