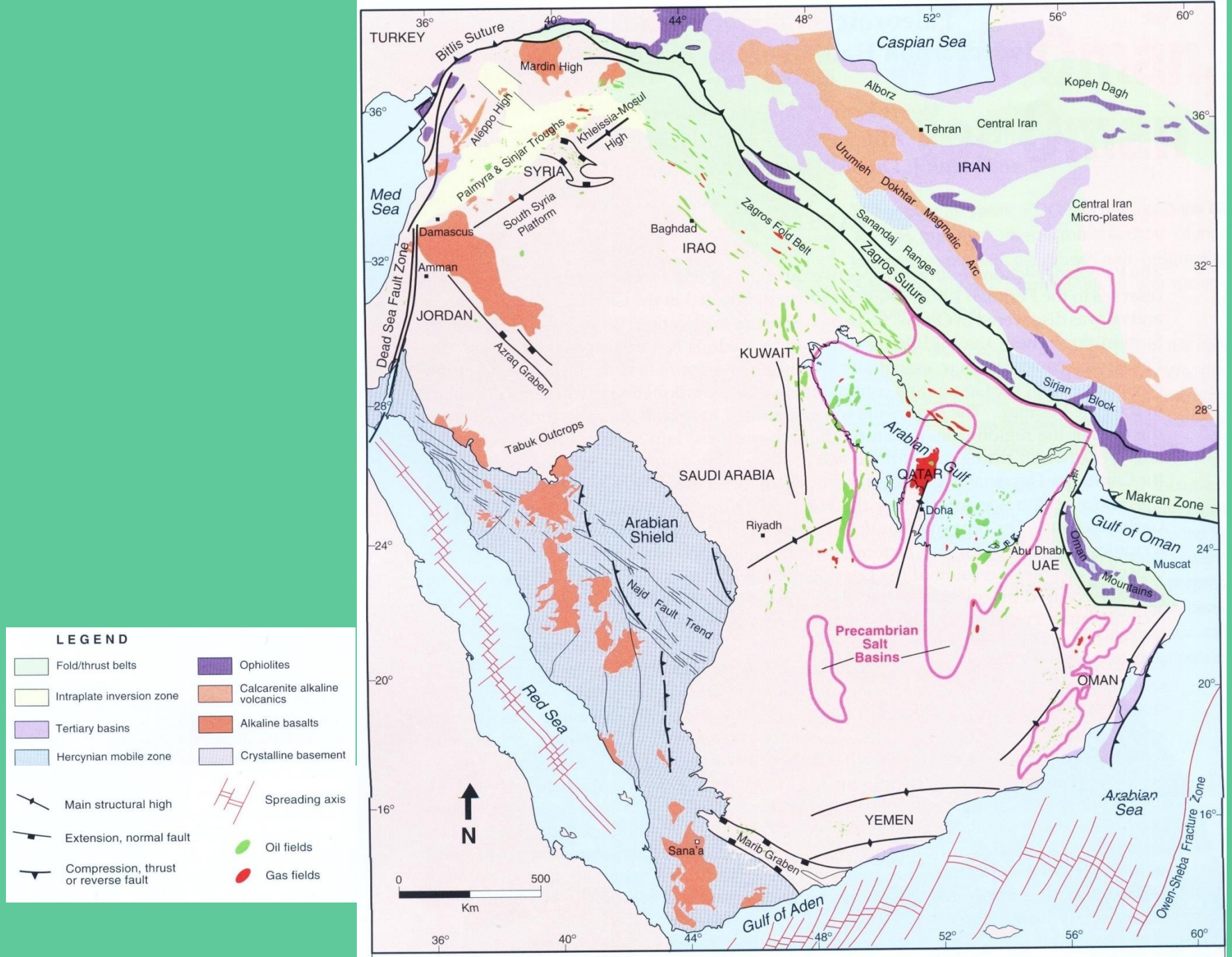
زلزالية وبركانية منطقة المدينة المنورة ووسائل تخفيف مخاطرها

أ.د. عبدالله بن محمد العمري

رئيس قسم الجيولوجيا – جامعة الملك سعود

رئيس الجمعية السعودية لعلوم الأرض



LEGEND

- Fold/thrust belts
- Intraplate inversion zone
- Tertiary basins
- Hercynian mobile zone
- Ophiolites
- Calcarenite alkaline volcanics
- Alkaline basalts
- Crystalline basement
- Main structural high
- Extension, normal fault
- Compression, thrust or reverse fault
- Spreading axis
- Oil fields
- Gas fields

ARABIAN PLATE BOUNDARIES

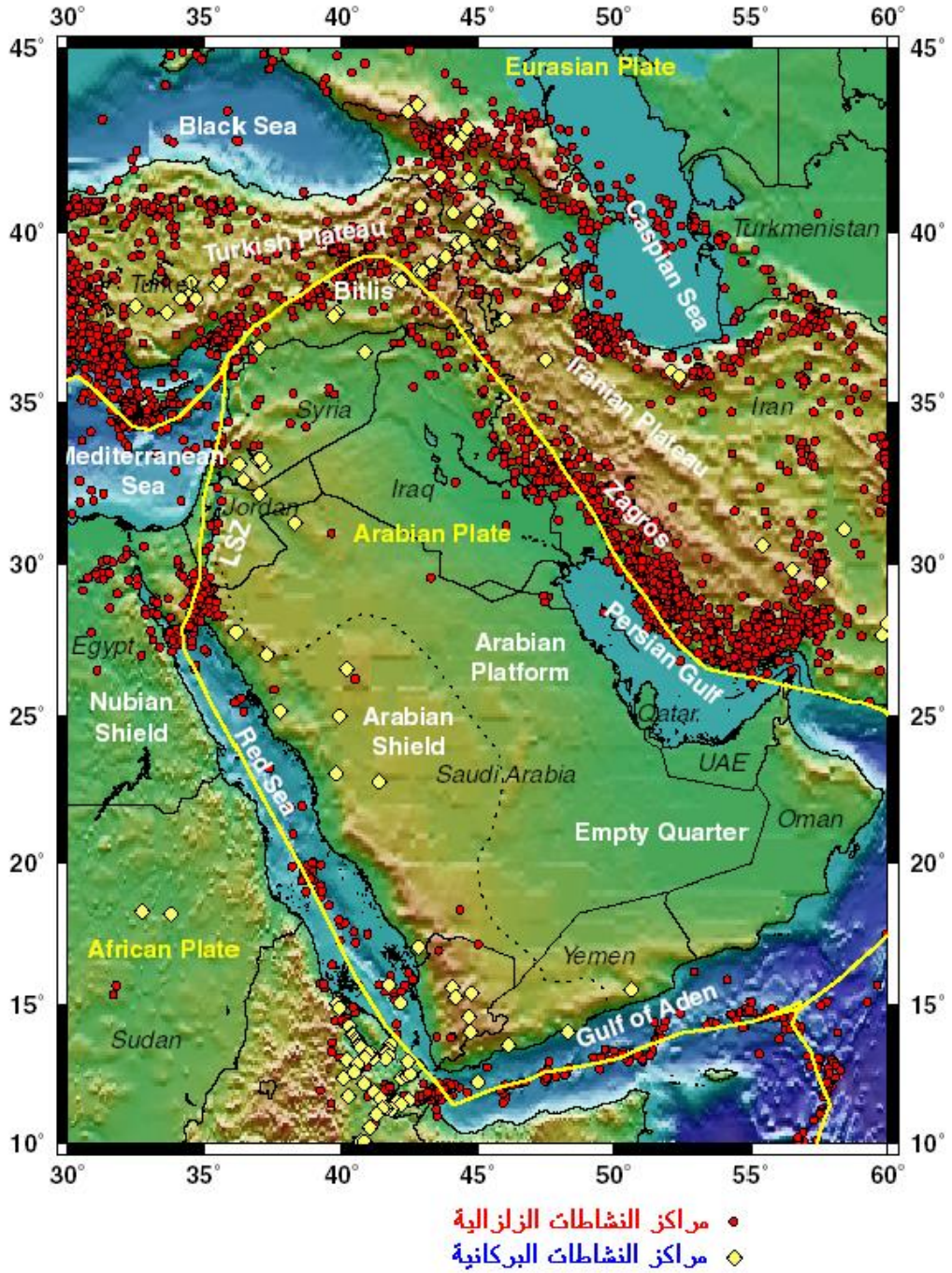
1. **ACTIVE SEA-FLOOR SPREADIG:** Along the axial troughs of the Red Sea and Gulf of Aden.
2. **DEAD SEA FAULT SYSTEM:** Predominantly left lateral transform fault which defines the NW boundary of the Arabian plate.
3. **TAURUS-ZAGROS THRUST BELT:** As result of continental collision associated with the NE boundary between the Arabian plate and the Persian and Turkish plates.
4. **MAKRAN BELT**: In the Gulf of OMAN. The Arabian plate is subducting beneath the Makran region of Pakistan and Iran, Thus marking the Eastern plate boundary.
5. **THE OWEN FRACTURE ZONE:** Relativity active transform fault forms the SE boundary of the plate.

أحداث زلزالية شهدتها الجزيرة العربية

عام 628 م حدث زلزال في منطقة الحجار.
عام 640 م حدث زلزال في المدينة المنورة أدى إلى اهتزاز أسوارها.
عام 645 م حدث زلزال في الحجاز واليمن.
عام 874 م حدث زلزال في الجزيرة العربية.
عام 1068 م حدث زلزال كبير تراوحت شدته بين 6 ـ 9 درجة وشعر به السكان في الحجاز خاصة: خيبر، تيماء، وادي الصفراء، شرم ينبع، وامتد إلى الشمال في الأردن وفلسطين حيث شعر به سكان الرملة، القدس، بنياس، وإيلات.
عام 1122م حدثت زلازل في المدينة المنورة.
عام 1256م انطلقت أصوات بالقرب من المدينة المنورة، تلاها اهتزاز زلزالي، أحدث انفجارا لبركان المدينة «حرة واقم، حرة الوبرة، وحرة رهط».

جدول (1) الأحداث الزلزالية التي وقعت في منطقة مكة المكرمة خلال الفترة من 112-1964م

الموقع	السنة الميلادية			السنة الهجرية		
	سنة	شهر	يوم	سنة	شهر	يوم
مكة / صاعقة في البيت الحرام	801	1	20	185	1	1
اليمن / تأثرت لها الحجاز (غارت عين مشاش في مكة)	859	4	8	245	1	1
وقعت زلازل في كثير من المناطق من بينها مكة	859	12	1	245	9	1
الحجاز / تأثرت لها مكة والمدينة /تأثر لها الركن اليماني وتهدم بعضه وتهدم شئ من مسجد الرسول	1121	3	23	515	1	1
مكة	1191	1	29	587	1	1
ريح سوداء / تأثر لها البيت الحرام والركن اليماني	1195	12	6	592	1	1
الطائف	1269	8	31	668	1	1
مكة	1408	12	30	811	8	10
مكة والحجاز	1481	3	18	886	1	17
مكة	1630	7	1	1039	11	19
مكة	1710	3	2	1122	1	1
مكة	1710	8	27	1122	7	2



زلزالية وحركية شبه الجزيرة العربية والدول المجاورة خلال الفترة من

2008-1990م

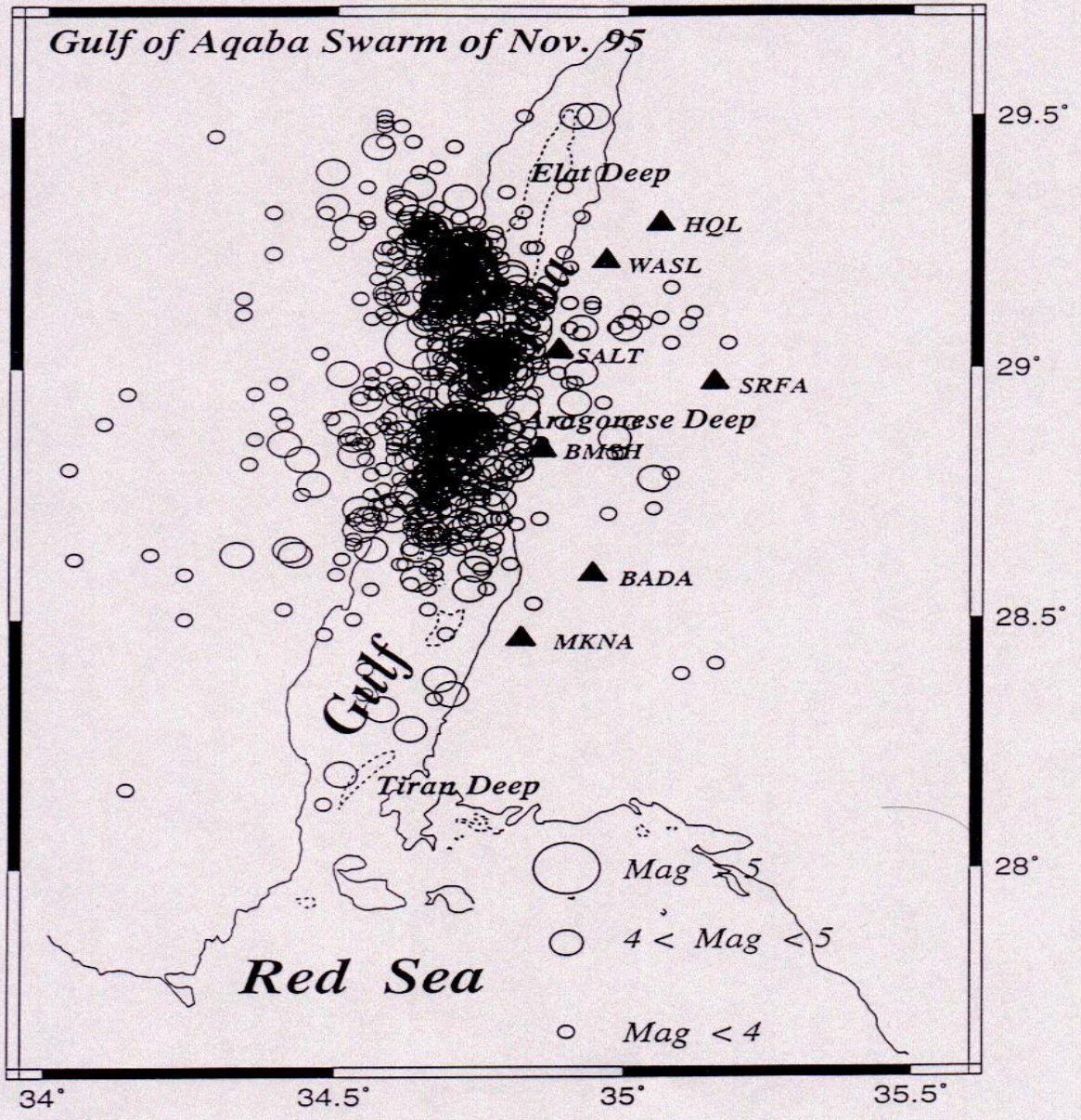


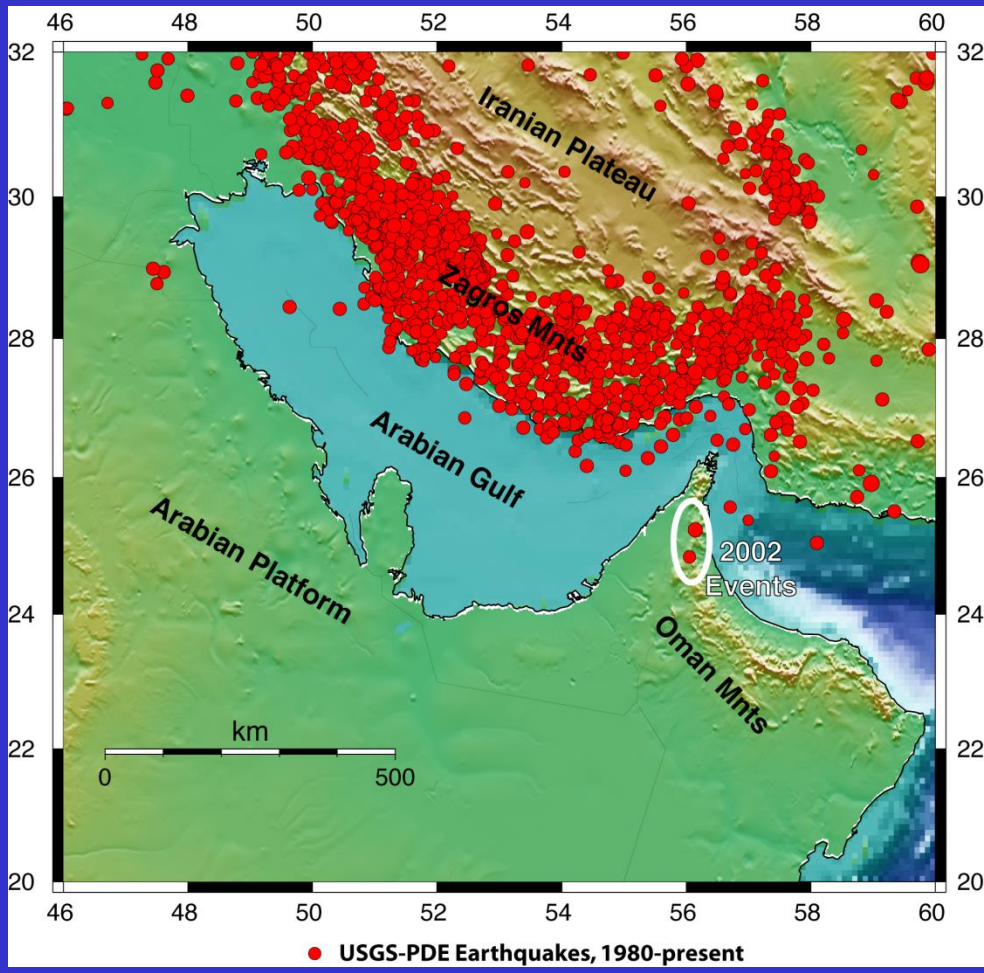
Figure 2. Seismicity map of the swarm activity from Nov.22, 1995 to Feb. 28, 1996. More than 7157 events were recorded with 1.5<MD<5.9.

Seismicity in the Gulf Region is Dominated by the Zagros Thrust

Large earthquakes (M_W 6.5) in the Zagros must be expected!

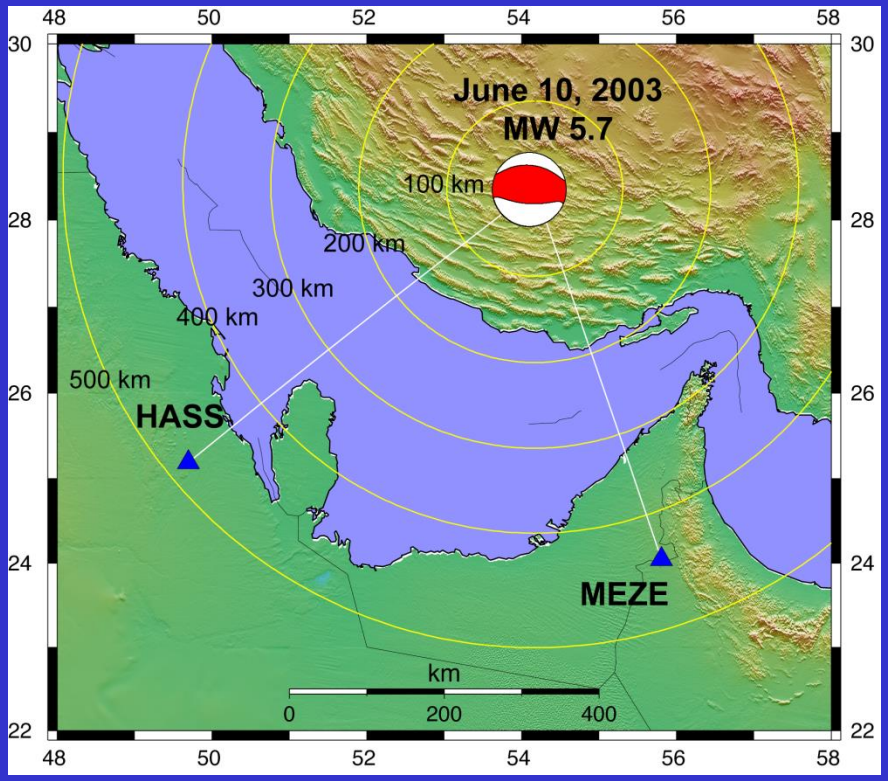
Seismicity of the eastern Gulf not fully understood, without dense local seismic networks.

Exceptions are Kuwait, Oman & Qatar.

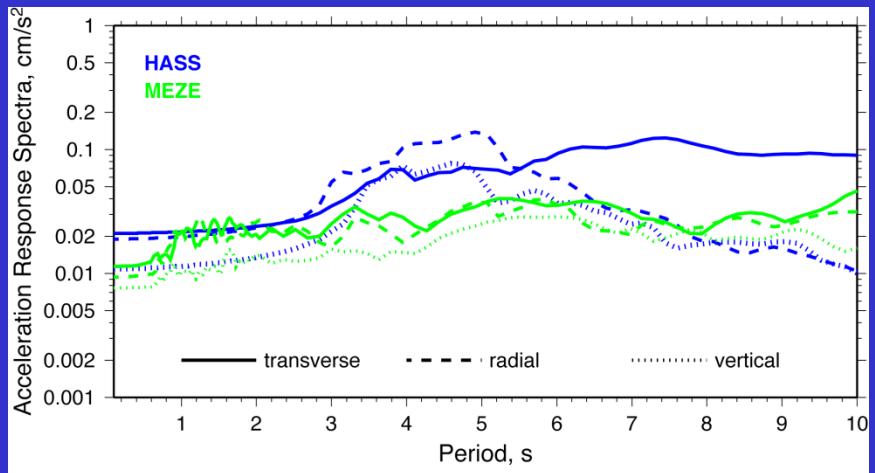


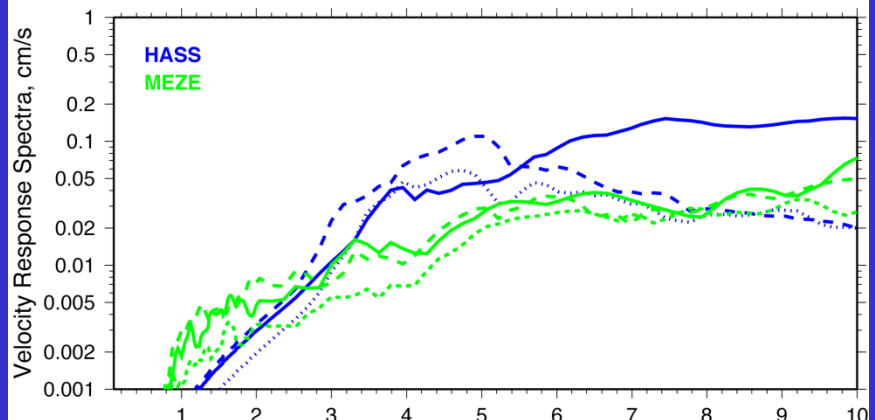
Ground Motions in the Eastern Gulf from a Zagros Earthquake

M_W 5.7 earthquake

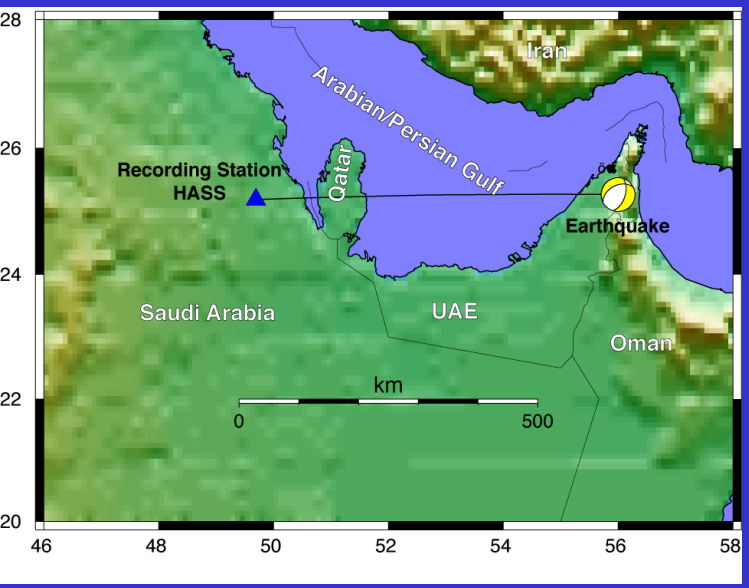


Response Spectra

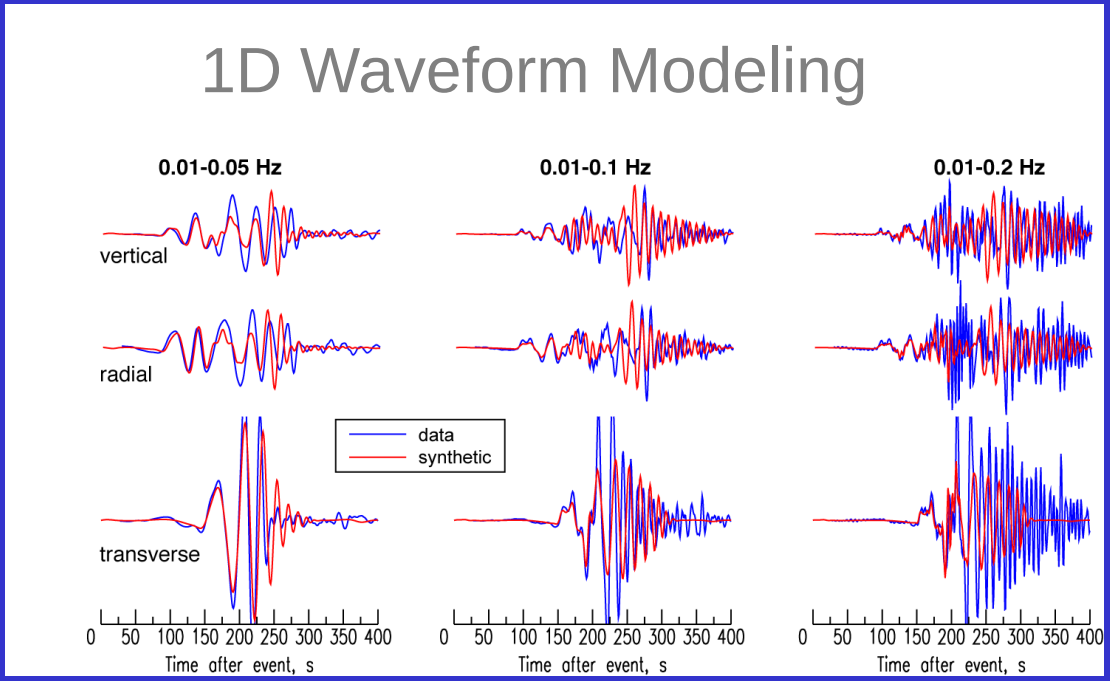




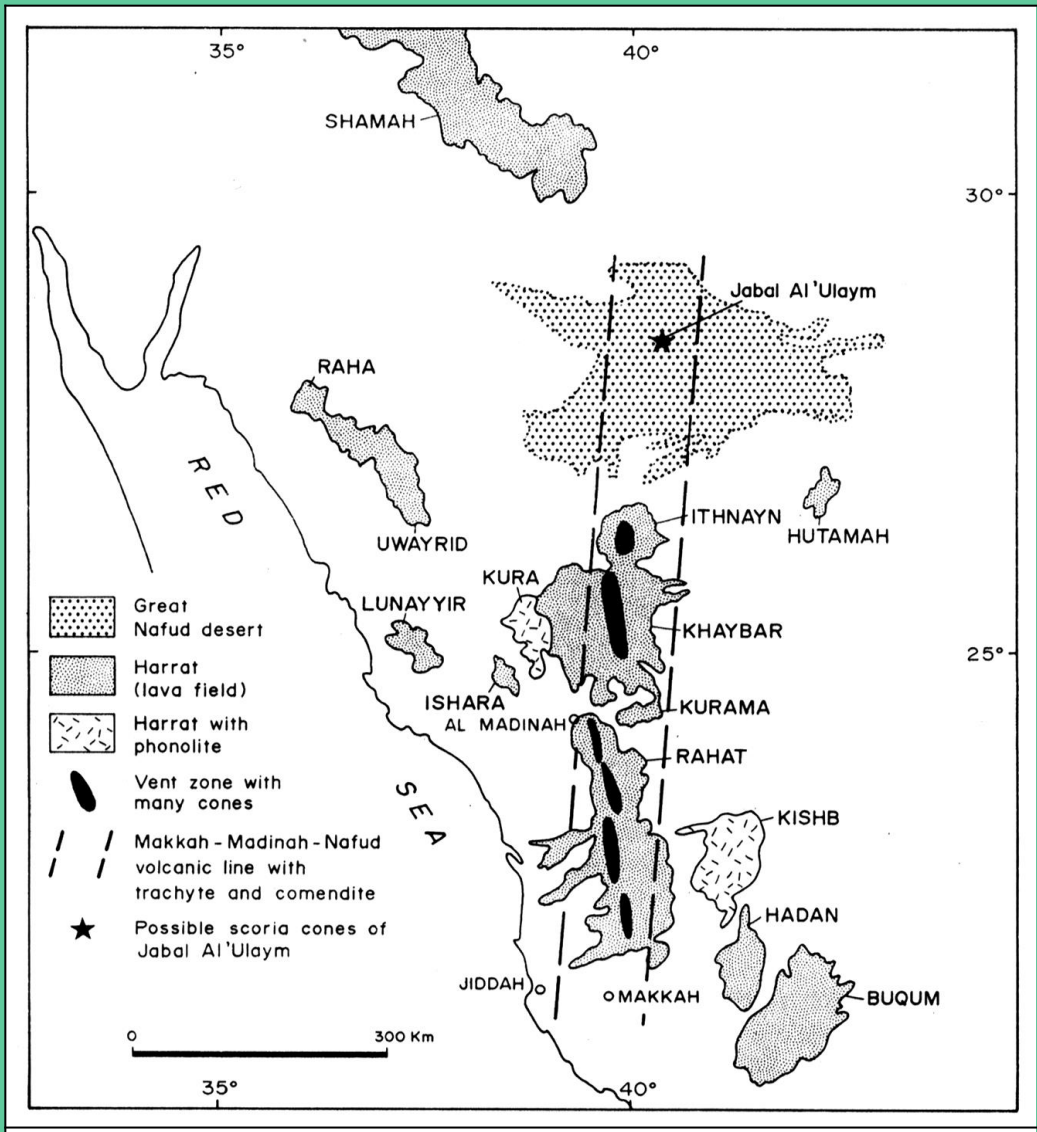
Long-Period Motions Can Be Modeled With A 1D Earth Model

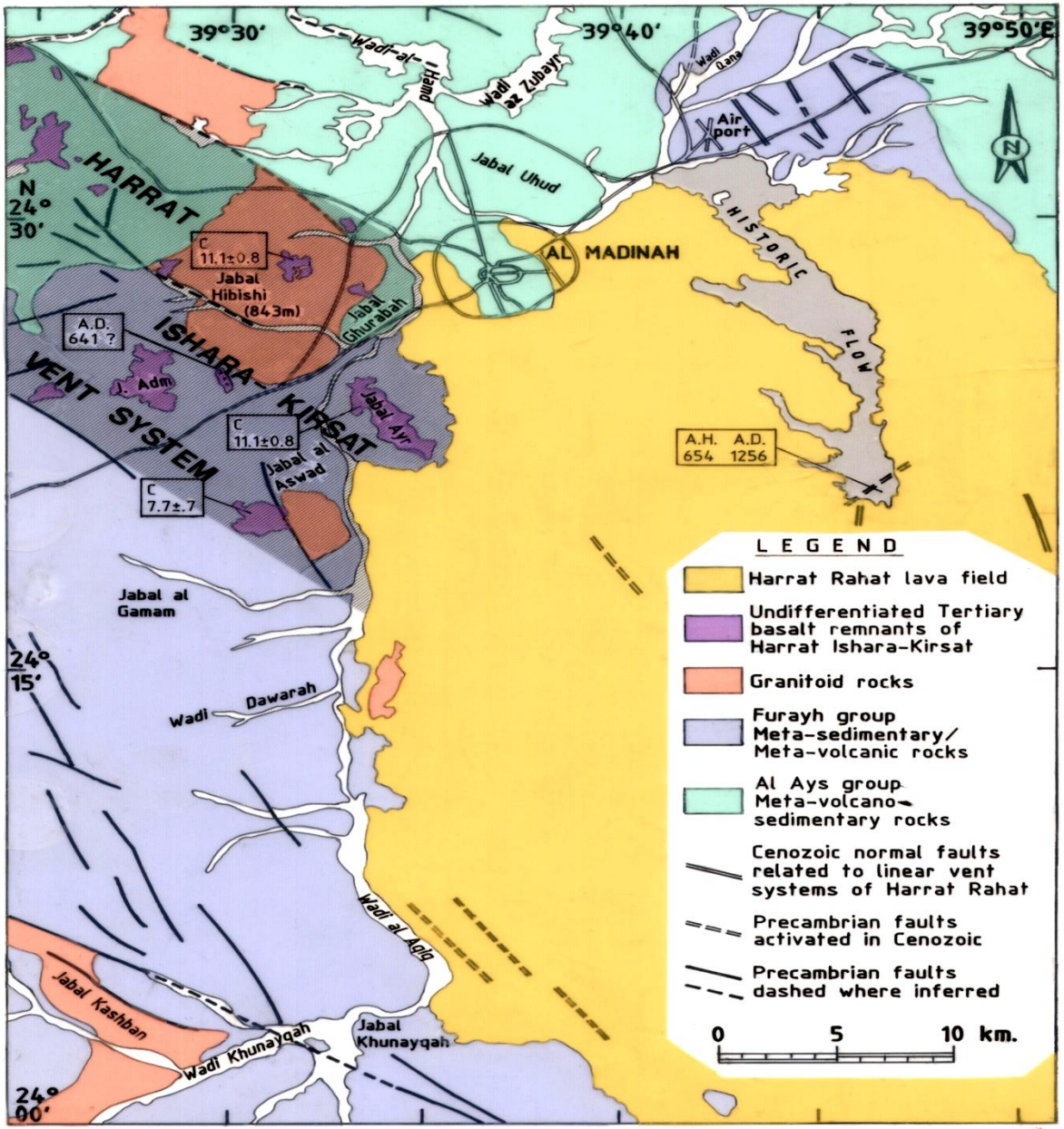


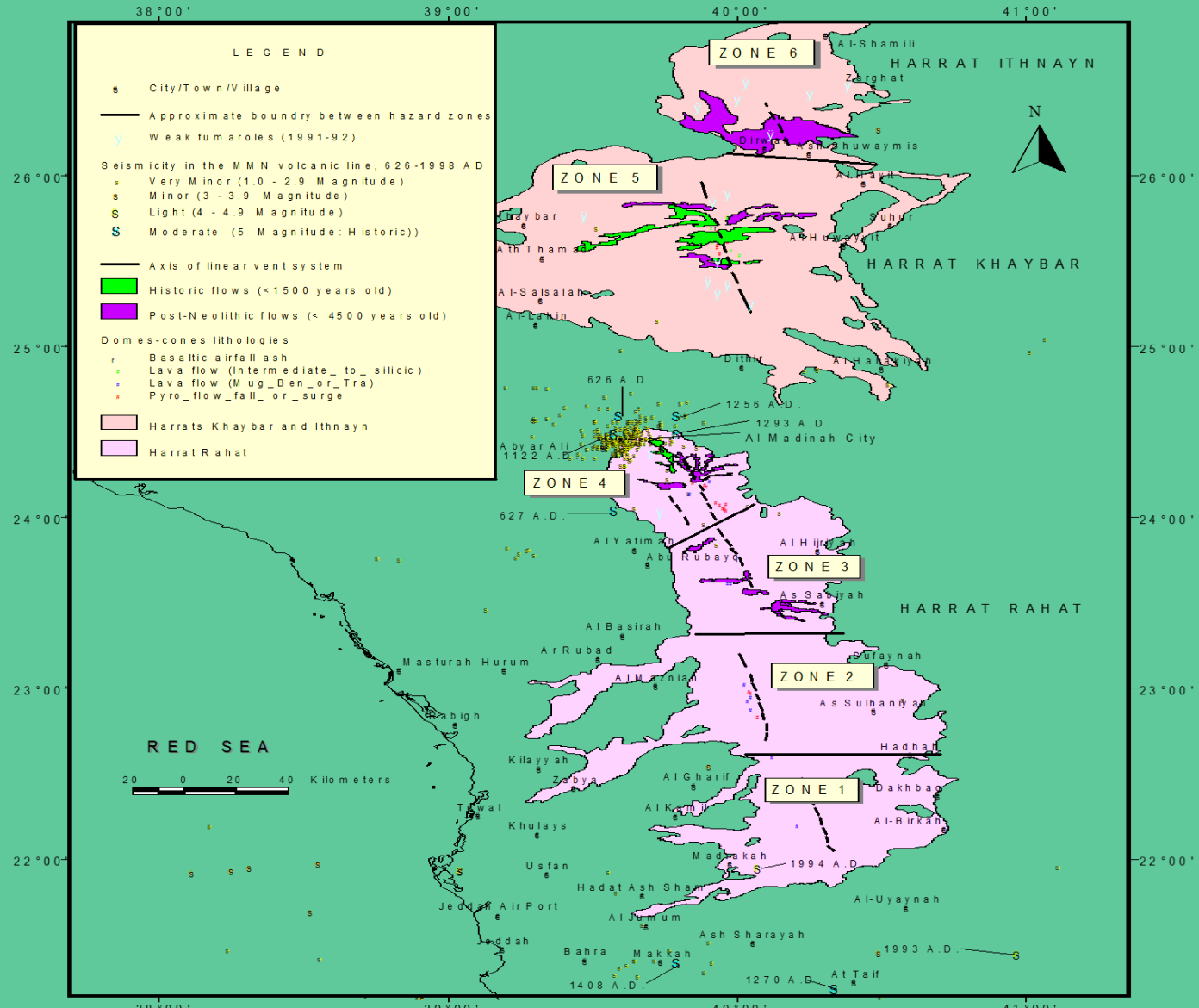
March 11, 2002 Masafi Earthquake recorded at station HASS (Al-Hasa) in Saudi Arabia

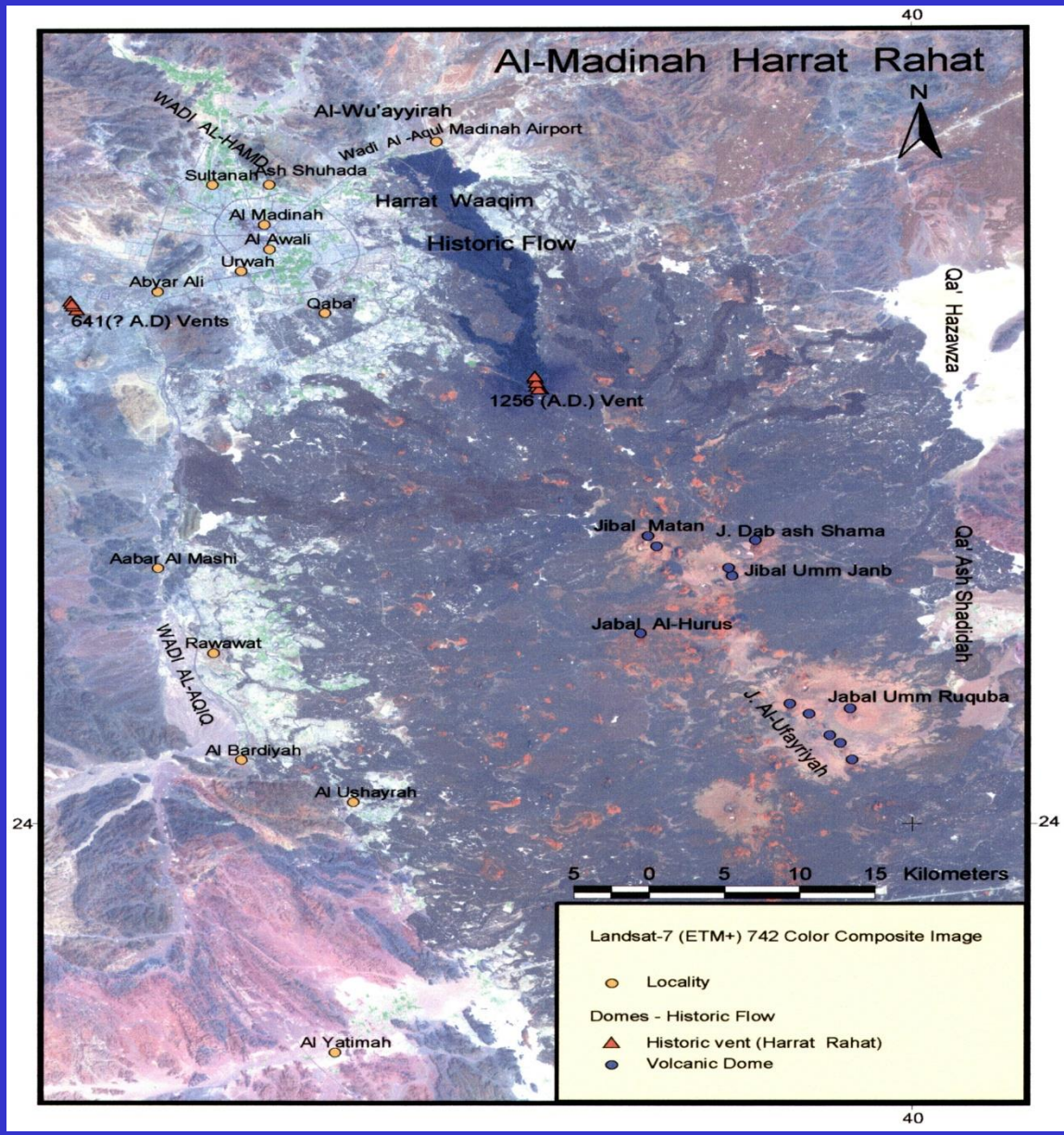


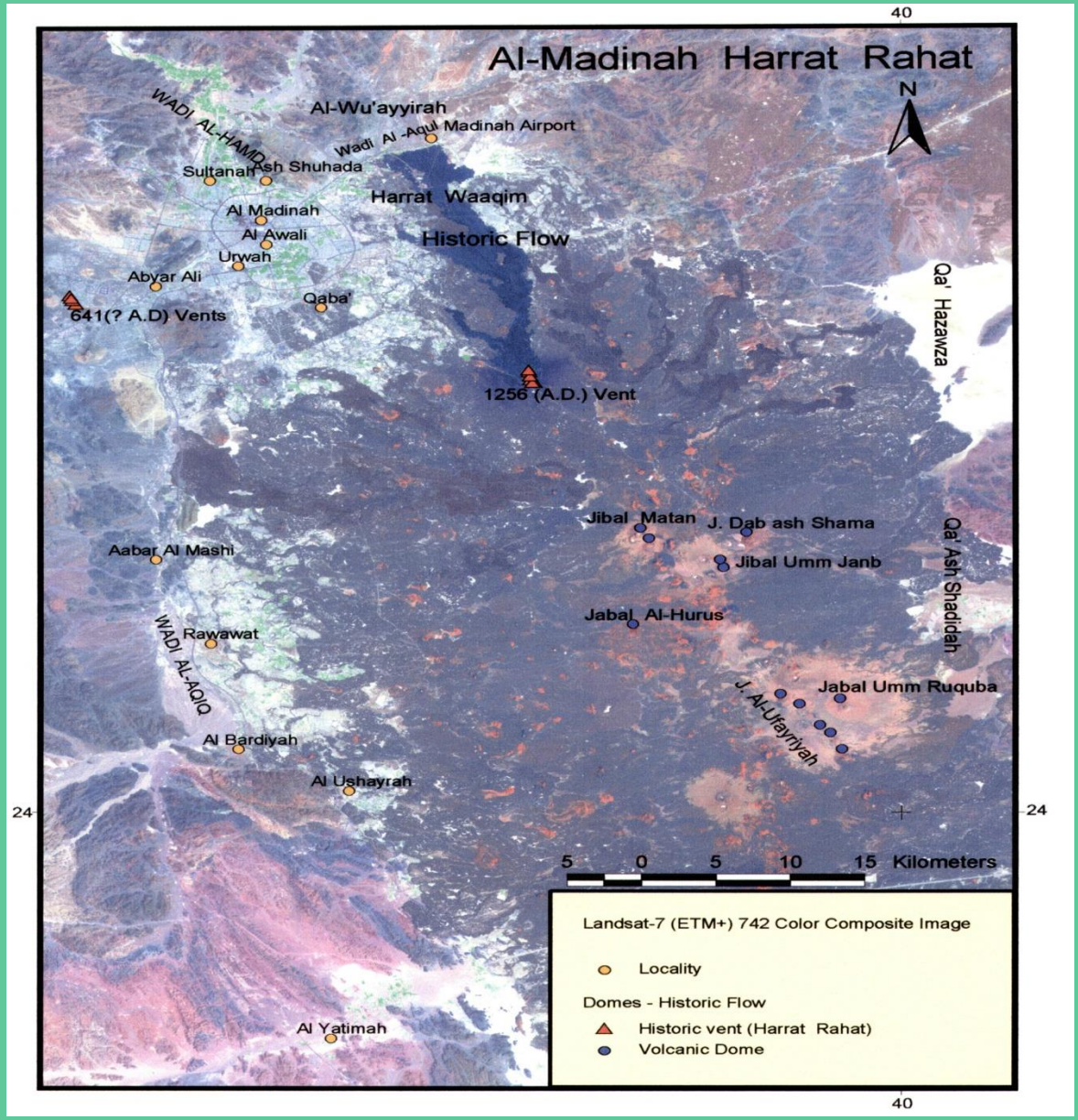
0 100 200 300 400 500 km
Arar
Harrat ash Shamah
Dawmat al Jandal
Haql
Al Bir
Tabuk
Harrat ar Raha
Hafar al Batin
Az Zabirah
ARABIAN GULF
Duba
Tayma
Hail
Harrat Uwayrid
Harrat Hutaymah
Al Ula
Al Jubayl
Al Wajh
Harrat Kura
Harrat Ithnayn
Buraydah
AD DAMMAM
Unayzah
Nuqrah
Umm Lajj
Harrat Lunayyir
Harrat Khaybar
Shaqra
Al Hufuf
AL MADINAH
Harrat Kurama
AR RIYAD
Yanbu al Bahr
Harrat Rahat
Al Kharj
Badr Hunayn
Afif
Al Quwayiyah
Harrat Kishb
Halaban
Rabigh
Zalim
Harrat Hadan
MAKKAH
Harrat Nawasif
JIDDAH
Al Hawiyyah
Ranyah
At Taif
Harrat Shama
Harrat al Buqum
As Sulayyil
RED SEA
Al Lith
Al Bahah
Bishah
Tathlith
Al Qunfudhah
Harrat al Birk
Khamis Mushayt
Abha
Harrat as Sirat
Ash Shuqayq
Najran

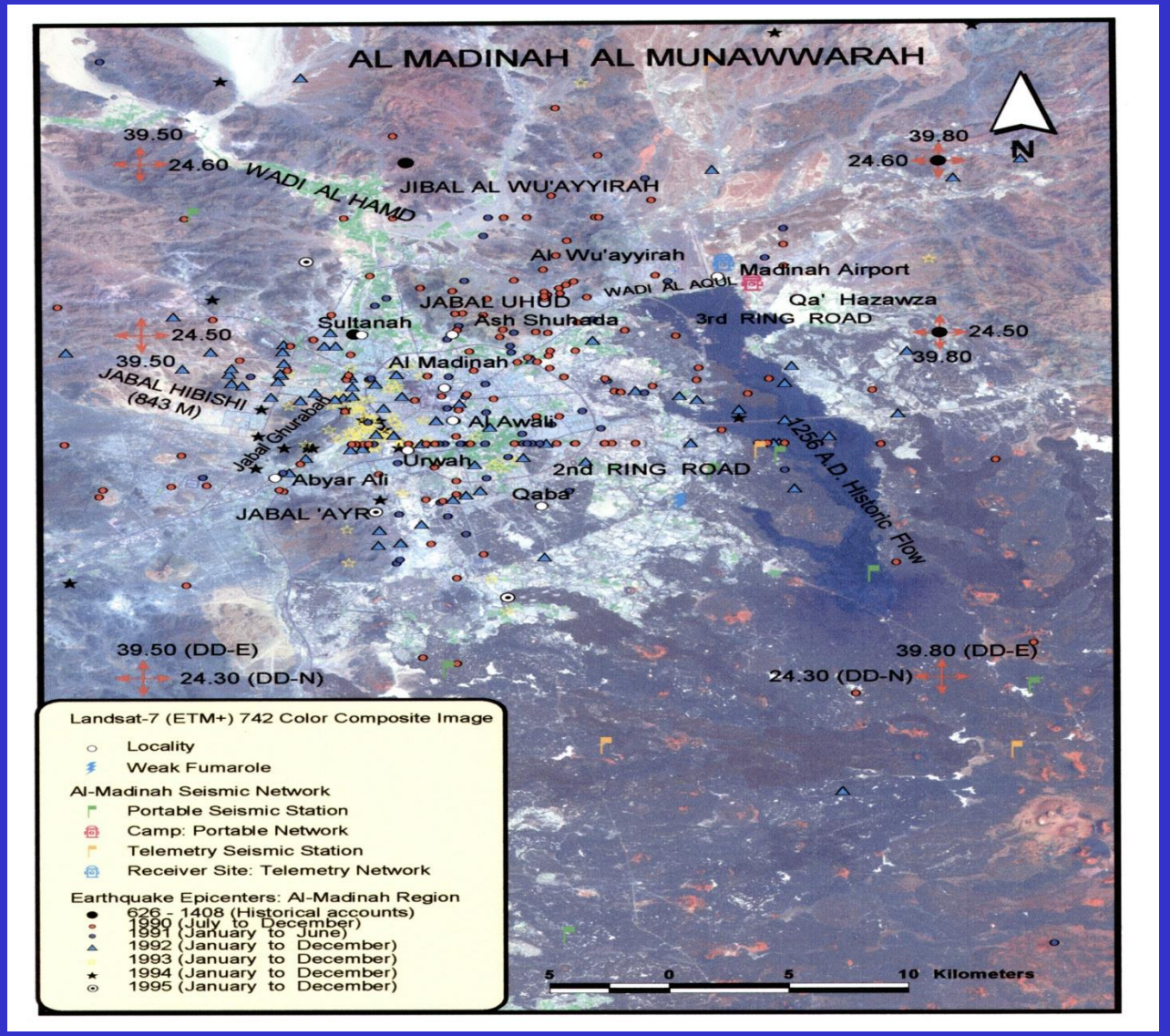

35°
40°
30°
25°
SHAMAH
Jabal Al 'Ulaym
RAHA
RED
SEA
UWAYRID
ITHNAYN
HUTAMAH
KURA
LUNAYYIR
KHAYBAR
ISHARA
AL MADINAH
KURAMA
RAHAT
KISHB
HADAN
JIDDAH
MAKKAH
BUQUM
Great Nafud desert
Harrat (lava field)
Harrat with phonolite
Vent zone with many cones
Makkah - Madinah - Nafud volcanic line with trachyte and comendite
Possible scoria cones of Jabal Al 'Ulaym
0
300 Km


39°30'
39°40'
39°50'E
Wadi al Hamd
Wadi az Zubayr
Wadi Qana
Air port
Jabal Uhud
HARRAT ISHARA
N 24° 30'
C 11.1±0.8
Jabal Hibishi (843m)
Jabal Ghurabah
AL MADINAH
HISTORIC FLOW
A.D. 641 ?
Adm
VENT SYSTEM
KIRSAT
C 11.1±0.8
Jabal Ayr
Jabal al Aswad
C 7.7±.7
A.H. 654 A.D. 1256
Jabal al Gamam
24° 15'
Wadi Dawarah
Wadi al Aqiq
Jabal Kashban
Jabal Khunayqah
Wadi Khunayqah
24° 00'
LEGEND
Harrat Rahat lava field
Undifferentiated Tertiary basalt remnants of Harrat Ishara-Kirsat
Granitoid rocks
Furayh group Meta-sedimentary/ Meta-volcanic rocks
Al Ays group Meta-volcano-sedimentary rocks
Cenozoic normal faults related to linear vent systems of Harrat Rahat
Precambrian faults activated in Cenozoic
Precambrian faults dashed where inferred
0 5 10 km.


LEGEND
City/Town/Village
Approximate boundry between hazard zones
Weak fumaroles (1991-92)
Seismicity in the MMN volcanic line, 626-1998 AD
Very Minor (1.0 - 2.9 Magnitude)
Minor (3 - 3.9 Magnitude)
Light (4 - 4.9 Magnitude)
Moderate (5 Magnitude: Historic))
Axis of linear vent system
Historic flows (<1500 years old)
Post-Neolithic flows (< 4500 years old)
Domes-cones lithologies
Basaltic airfall ash
Lava flow (Intermediate_to_silicic)
Lava flow (Mug_Ben_or_Tra)
Pyro_flow_fall_or_surge
Harrats Khaybar and Ithnayn
Harrat Rahat
ZONE 6
ZONE 5
ZONE 4
ZONE 3
ZONE 2
ZONE 1
HARRAT ITHNAYN
HARRAT KHAYBAR
HARRAT RAHAT
RED SEA
N
20 0 20 40 Kilometers
626 A.D.
1256 A.D.
1293 A.D.
1122 A.D.
627 A.D.
1994 A.D.
1993 A.D.
1408 A.D.
1270 A.D.
Al-Madinah City
Masturah Hurum
Jeddah Air Port
38°00'
39°00'
40°00'
41°00'
26°00'
25°00'
24°00'
23°00'
22°00'

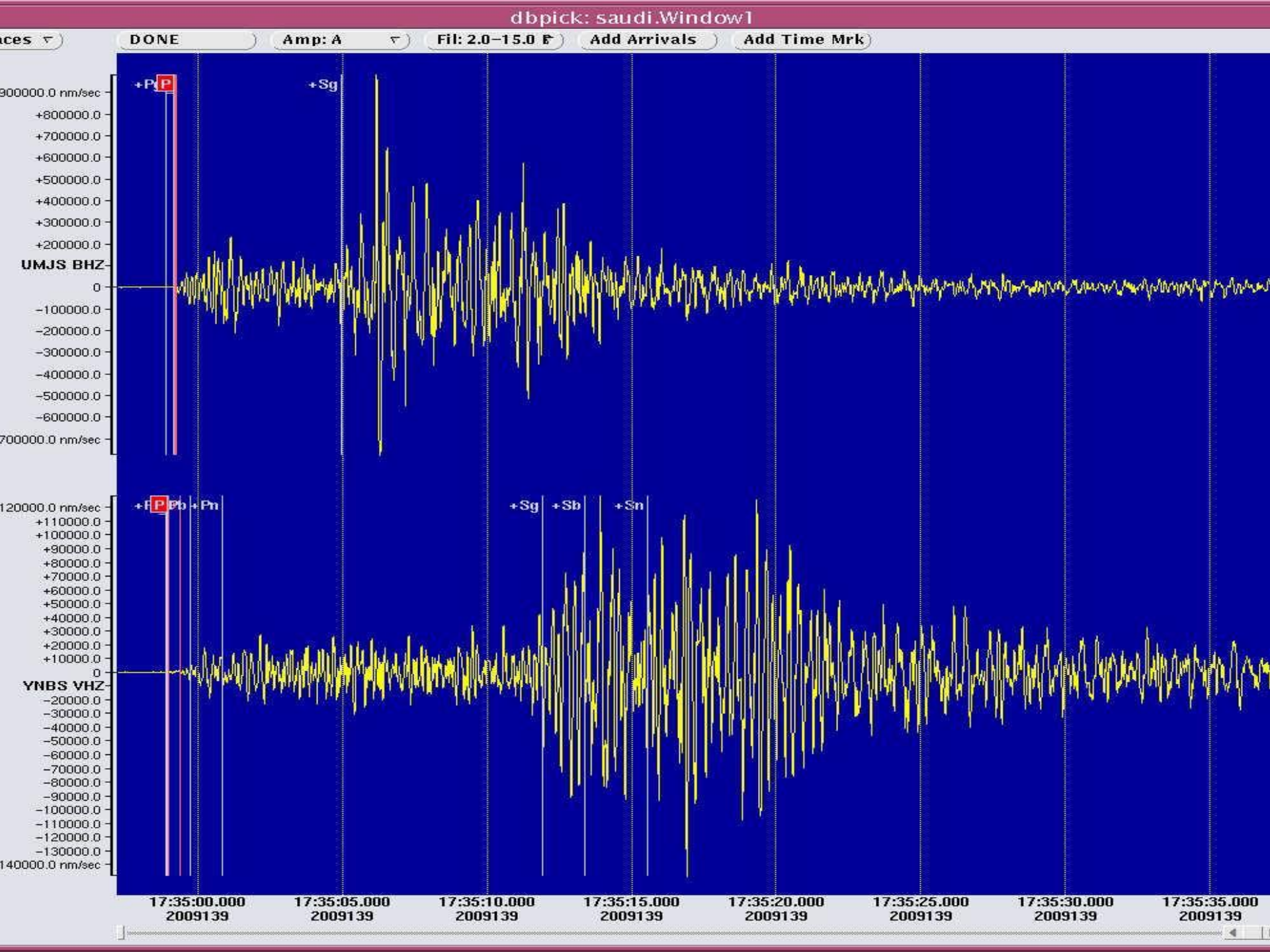

Al-Madinah Harrat Rahat
N
40
24
WADI AL-HAMD
Al-Wu'ayyirah
Wadi Al -Aqul
Madinah Airport
Sultanah
Ash Shuhada
Harrat Waaqim
Al Madinah
Al Awali
Historic Flow
Urwah
Abyar Ali
641(? A.D) Vents
Qaba'
Qa' Hazawza
1256 (A.D.) Vent
Jibal Matan
J. Dab ash Shama
Jibal Umm Janb
Aabar Al Mashi
Qa' Ash Shadidah
Jabal Al-Hurus
Rawawat
WADI AL-AQIQ
Jabal Umm Ruquba
J. Al-Ufayriyah
Al Bardiyah
Al Ushayrah
5 0 5 10 15 Kilometers
Landsat-7 (ETM+) 742 Color Composite Image
Locality
Domes - Historic Flow
Historic vent (Harrat Rahat)
Volcanic Dome
Al Yatimah


Al-Madinah Harrat Rahat
N
40
24
WADI AL-HAMD
Al-Wu'ayyirah
Wadi Al -Aqul
Madinah Airport
Sultanah
Ash Shuhada
Harrat Waaqim
Al Madinah
Al Awali
Historic Flow
Urwah
Abyar Ali
Qaba'
641(? A.D) Vents
1256 (A.D.) Vent
Qa' Hazawza
Jibal Matan
J. Dab ash Shama
Jibal Umm Janb
Aabar Al Mashi
Qa' Ash Shadidah
Jabal Al-Hurus
Rawawat
WADI AL-AQIQ
Jabal Umm Ruquba
J. Al-Ufayriyah
Al Bardiyah
Al Ushayrah
5 0 5 10 15 Kilometers
Landsat-7 (ETM+) 742 Color Composite Image
Locality
Domes - Historic Flow
Historic vent (Harrat Rahat)
Volcanic Dome
Al Yatimah

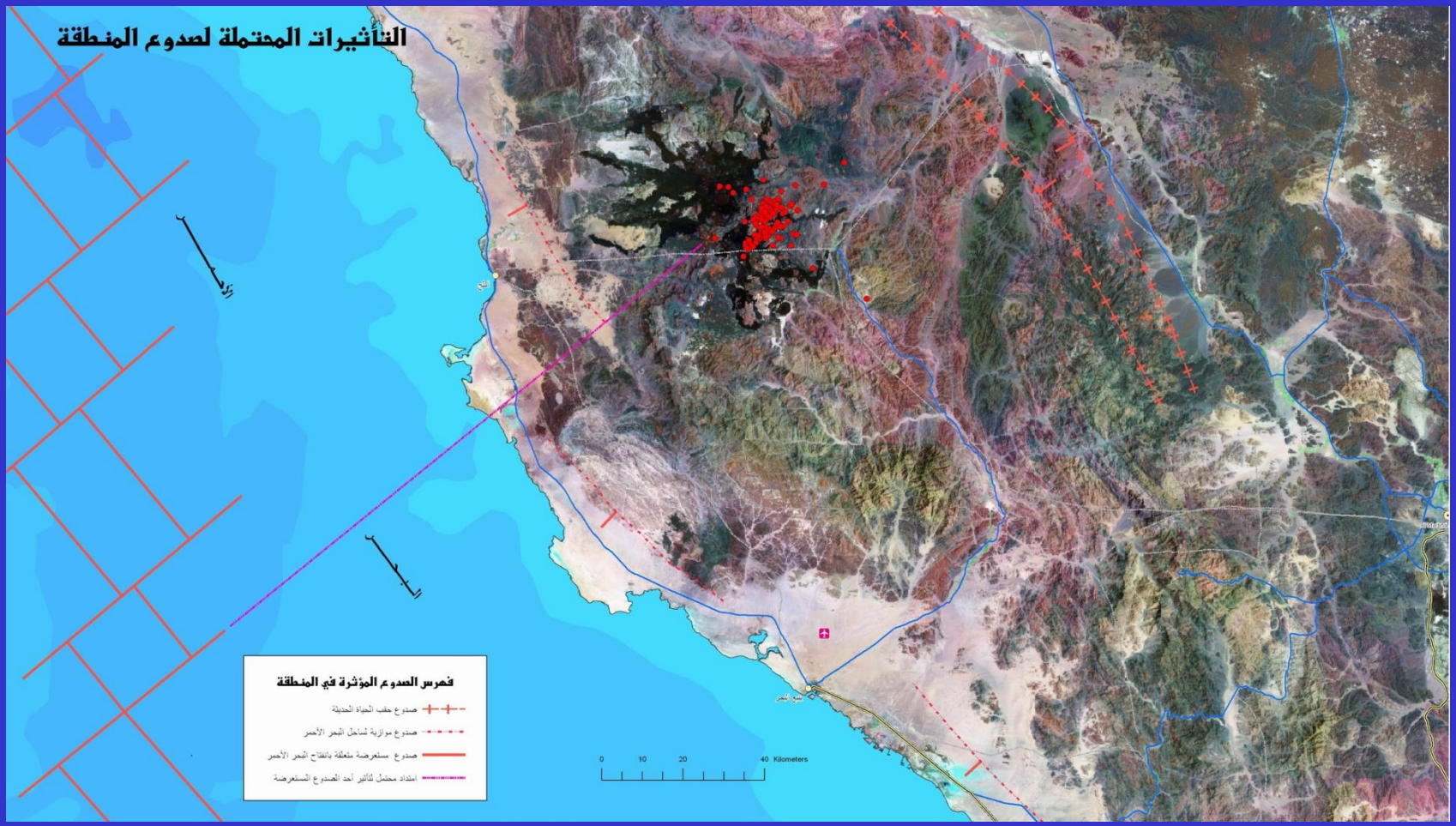

AL MADINAH AL MUNAWWARAH
N
39.50
24.60
WADI AL HAMD
JIBAL AL WU'AYYIRAH
39.80
24.60
Al Wu'ayyirah
Madinah Airport
WADI AL AQUL
JABAL UHUD
Qa' Hazawza
Sultanah
Ash Shuhada
3rd RING ROAD
24.50
24.50
39.50
Al Madinah
39.80
JABAL HIBISHI
(843 M)
Jabal Ghurabat
Al Awali
1256 A.D. Historic Flow
Umwah
2nd RING ROAD
Abyar Ali
Qaba'
JABAL 'AYR
39.50 (DD-E)
24.30 (DD-N)
39.80 (DD-E)
24.30 (DD-N)
Landsat-7 (ETM+) 742 Color Composite Image
Locality
Weak Fumarole
Al-Madinah Seismic Network
Portable Seismic Station
Camp: Portable Network
Telemetry Seismic Station
Receiver Site: Telemetry Network
Earthquake Epicenters: Al-Madinah Region
626 - 1408 (Historical accounts)
1990 (July to December)
1991 (January to June)
1992 (January to December)
1993 (January to December)
1994 (January to December)
1995 (January to December)
5 0 5 10 Kilometers

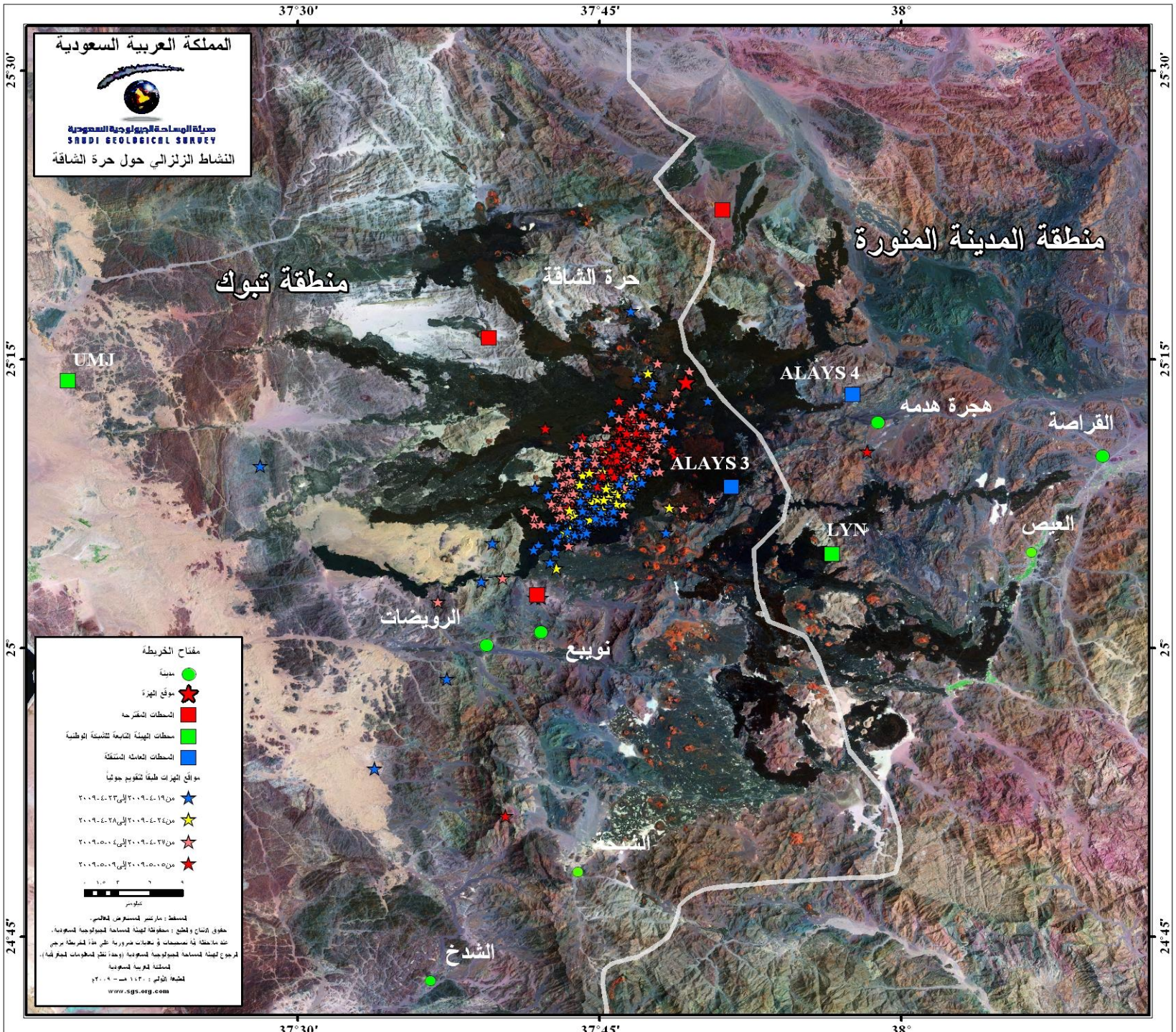
ما تم ذكره عن حرة الشاقة في فبراير 2008 م (العمري وآخرون)

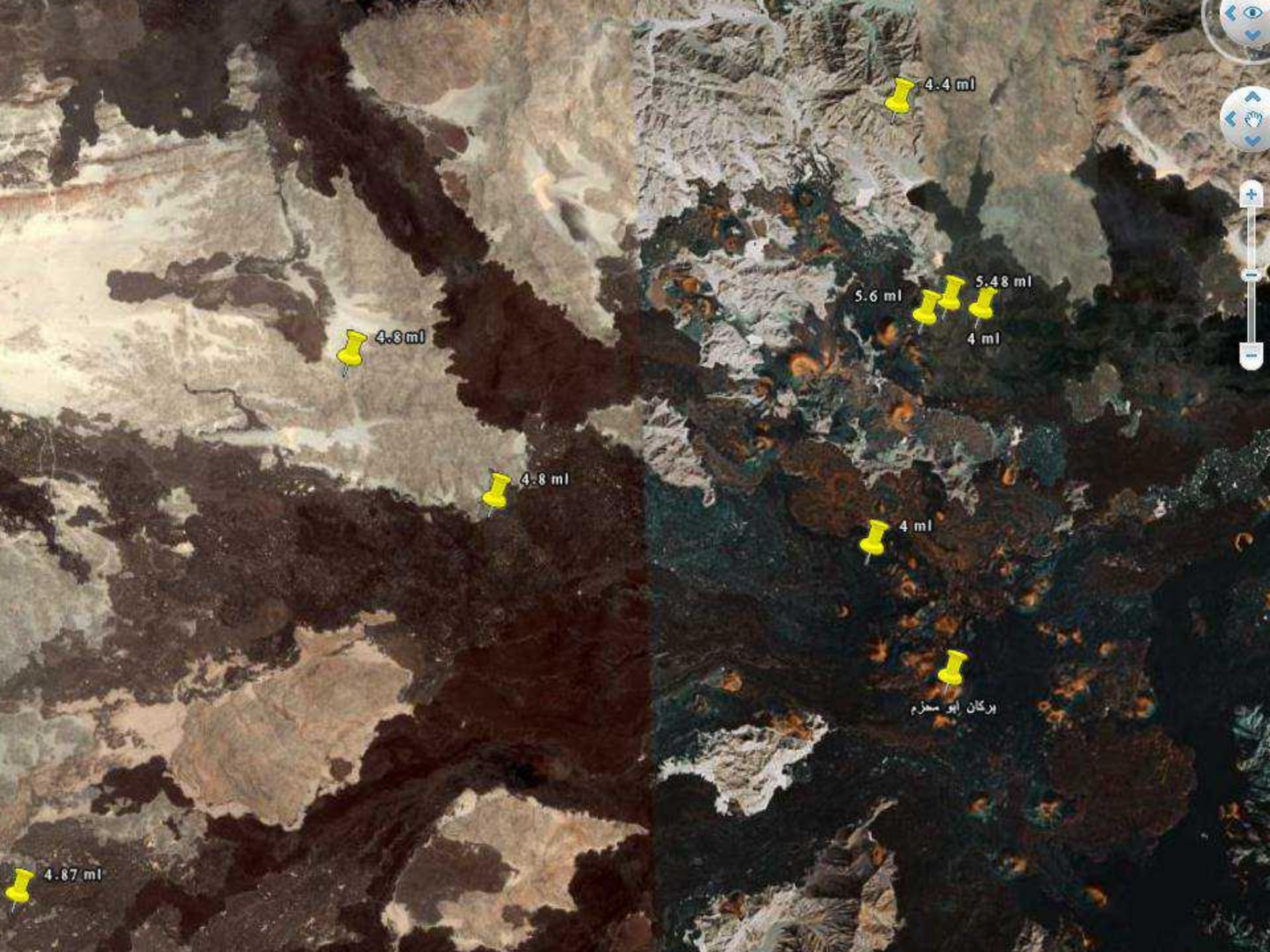
The present activity of October 2007 can be termed a volcano-seismic crisis. In an area where previously there has been little or no seismic activity, the sudden commencement of swarms of activity at shallow depths taken with the presence of fumaroles indicates a possible new cycle of activity. Such events can last for a year or two and then die out. Alternatively they can continue and escalate leading to felt earthquakes **(probably no greater than magnitude 5) and result in a basaltic eruption.**


dbpick: saudi.Window1
DONE
Amp: A
Fil: 2.0–15.0 F
Add Arrivals
Add Time Mrk
+P
+Sg
UMJS BHZ
+P
+Pb
+Pn
+Sg
+Sb
+Sn
YNBS VHZ
17:35:00.000 2009139
17:35:05.000 2009139
17:35:10.000 2009139
17:35:15.000 2009139
17:35:20.000 2009139
17:35:25.000 2009139
17:35:30.000 2009139
17:35:35.000 2009139

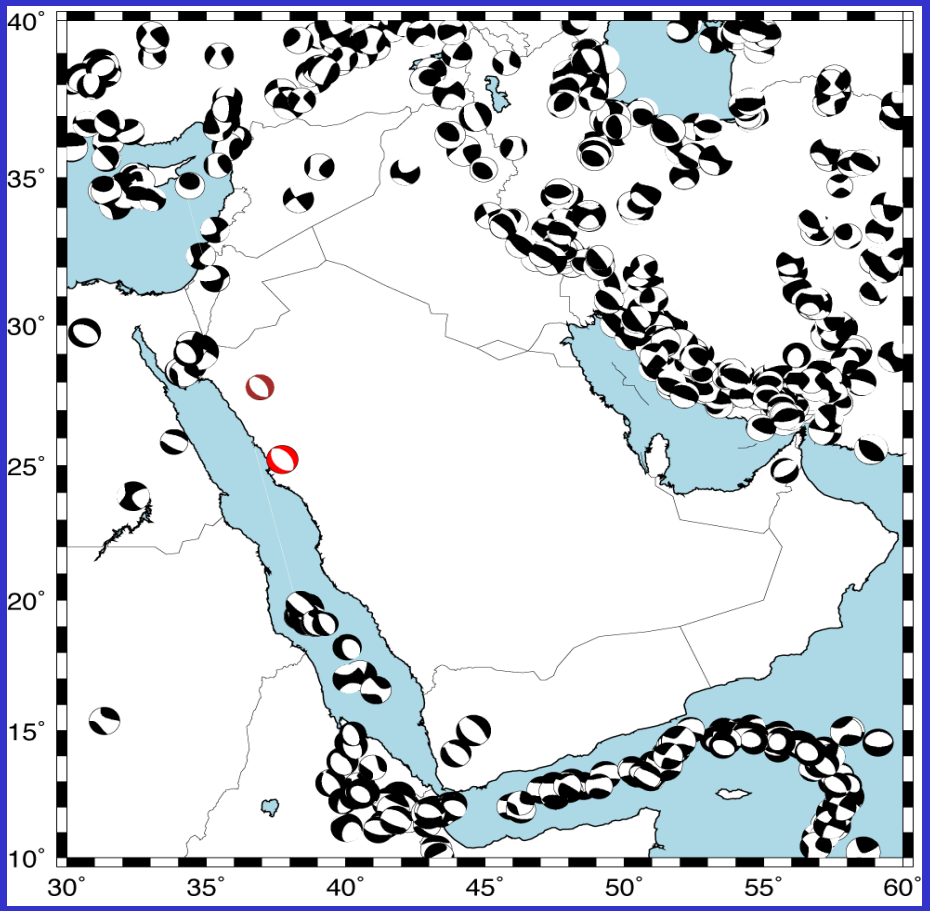
orbmonrtd: :saudi
File View Amp Time
sa ALWS HHZ
sa JMOS HHZ
SG HOLS BHZ
SG HAOS BHZ
sa TAYS HHZ
SG BDAS VHZ
sa AYUS HHZ
SG JLOS BHZ
SG DBAS VHZ
SG RSHS BHZ
sa JMOS HHZ
SG TBKS VHZ
SG BIDS VHZ
SG WJHS BHZ
SG UMJS BHZ
SG YOBS BHZ
SG YNBS VHZ
SG KBRS BHZ
sa RYDS HHZ
SG HRDS BHZ
SG FDAS BHZ
SG BOOS BHZ
SG KFJS BHZ
SG SHMS BHZ
SG ASYS BHZ
SG BTHS BHZ
SG FRAS BHZ
SG LYLS BHZ
SG SLWS BHZ
SG SHBS BHZ
SG KAMS BHZ
SG TATS VHZ
SG BLJS VHZ
SG NAMS VHZ
SG WBHS BHZ
SG LTHS VHZ
SG DJNS VHZ
SG JAZS BHZ
SG FRSS BHZ
SG KHLS BHZ
SG FRJS BHZ
SG RYNS BHZ
SG LBNS BHZ
SG DRBS VBZ
SG ENMS VBZ
SG MDRS BHZ
SG OLBS BHZ
SG JEDS VBZ
09139:16:30:00
2009139:17:00:00
2009139:17:30:00
2009139:18:00:00
2009139:18:30:00
2009139:19:00:00


التأثيرات المحتملة لصدوع المنطقة
فهرس الصدوع المؤثرة في المنطقة
صدوع حقب الحياة الحديثة
صدوع موازية لساحل البحر الأحمر
صدوع مستعرضة متعلقة بانفتاح البحر الأحمر
امتداد محتمل لتأثير أحد الصدوع المستعرضة
0 10 20 40 Kilometers


37°30′
37°45′
38°
25°30′
25°15′
25°
24°45′
المملكة العربية السعودية
هيئة المساحة الجيولوجية السعودية
SAUDI GEOLOGICAL SURVEY
النشاط الزلزالي حول حرة الشاقة
منطقة المدينة المنورة
منطقة تبوك
حرة الشاقة
UMJ
ALAYS 4
هجرة هدمه
القراصة
ALAYS 3
LYN
العيص
الرويضات
نويبع
الشبحة
الشدخ
مفتاح الخريطة
مدينة
موقع الهزة
المحطات المقترحة
محطات الهيئة التابعة للشبكة الوطنية
المحطات العاملة المستقلة
مواقع الهزات طبقاً لتقويم جولياً
من ١٩-٤-٢٠٠٩ إلى ٢٣-٤-٢٠٠٩
من ٢٤-٤-٢٠٠٩ إلى ٢٨-٤-٢٠٠٩
من ٢٧-٤-٢٠٠٩ إلى ٠٤-٥-٢٠٠٩
من ٠٥-٥-٢٠٠٩ إلى ٠٩-٥-٢٠٠٩
كيلومتر
المسقط : مارتنر المستوى العالمي.
حقوق الانتاج والطبع : محفوظة لهيئة المساحة الجيولوجية السعودية.
عند ملاحظة أية تصحيحات أو معلومات ضرورية على هذه الخريطة يرجى الرجوع لهيئة المساحة الجيولوجية السعودية (وحدة نظم المعلومات الجغرافية).
المملكة العربية السعودية
الطبعة الأولى : ١٤٣٠ هـ - ٢٠٠٩م
www.sgs.org.com


4.4 ml
5.48 ml
5.6 ml
4 ml
4.8 ml
4.8 ml
4 ml
برکان ابو معزم
4.87 ml

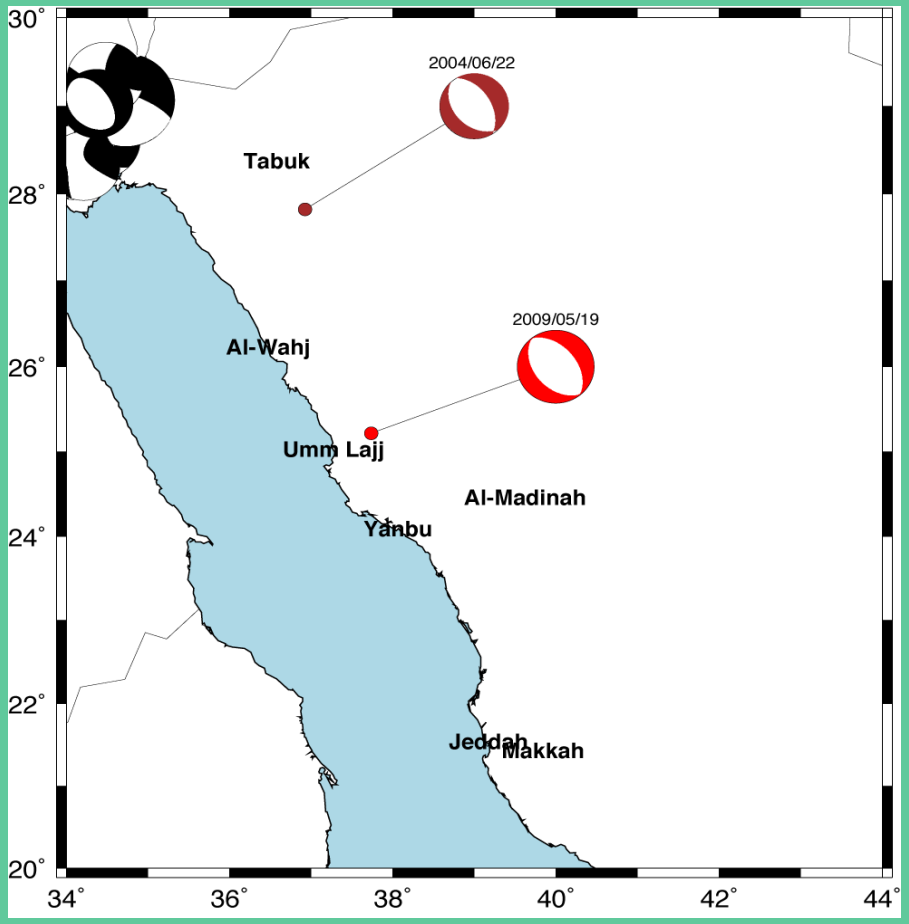
يعتبر غرب المملكة نسبيا غير نشط زلزاليا



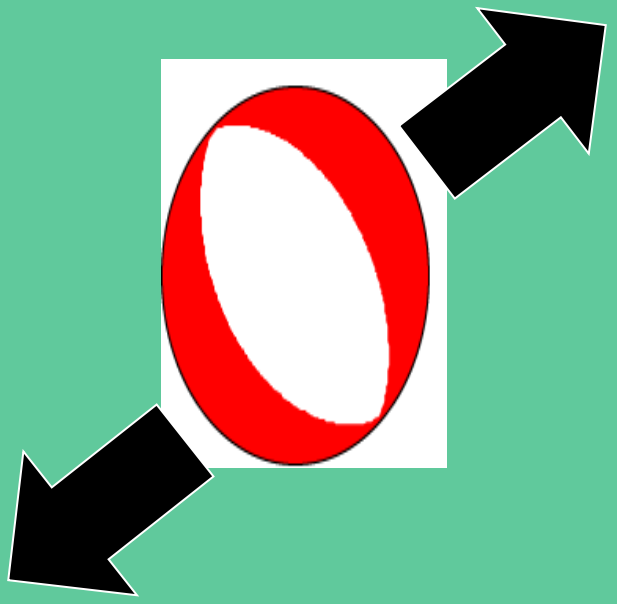
الزلازل نادرة في هذه المنطقة وخاصة التي مقدارها الزلزالي خمسة تقريبا

دلت حلول ميكانيكية البؤر الزلزالية على حدوث تشوهات في قشرة الأرض

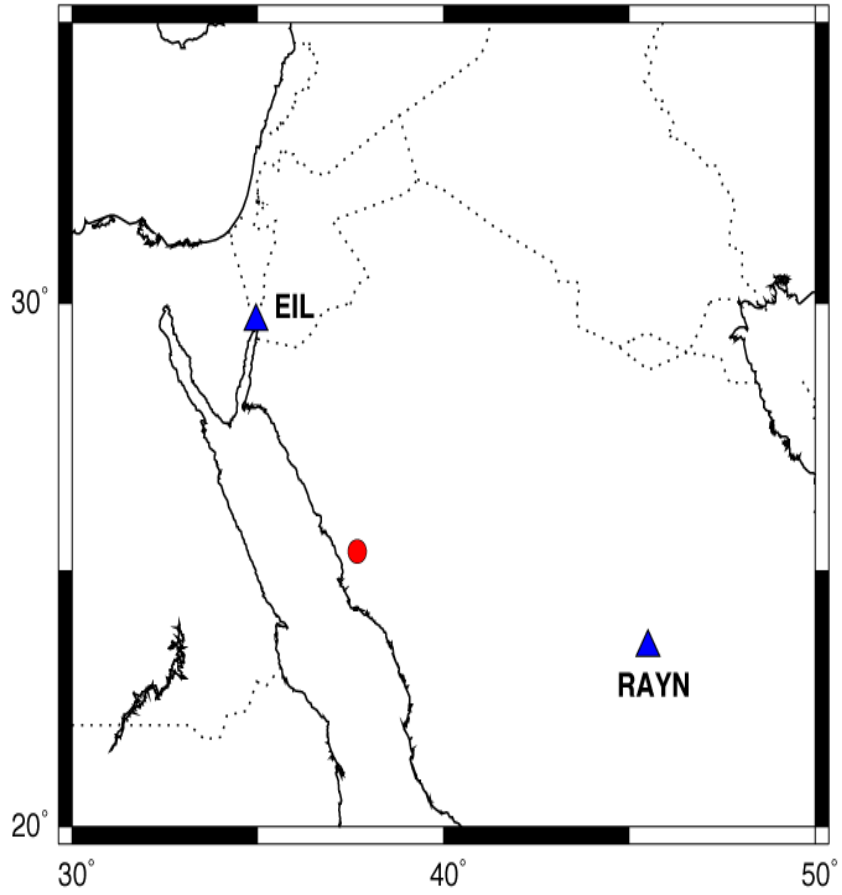
حركة الزلازل الحالية متوافقة مع حركة الانفتاح في البحر الأحمر

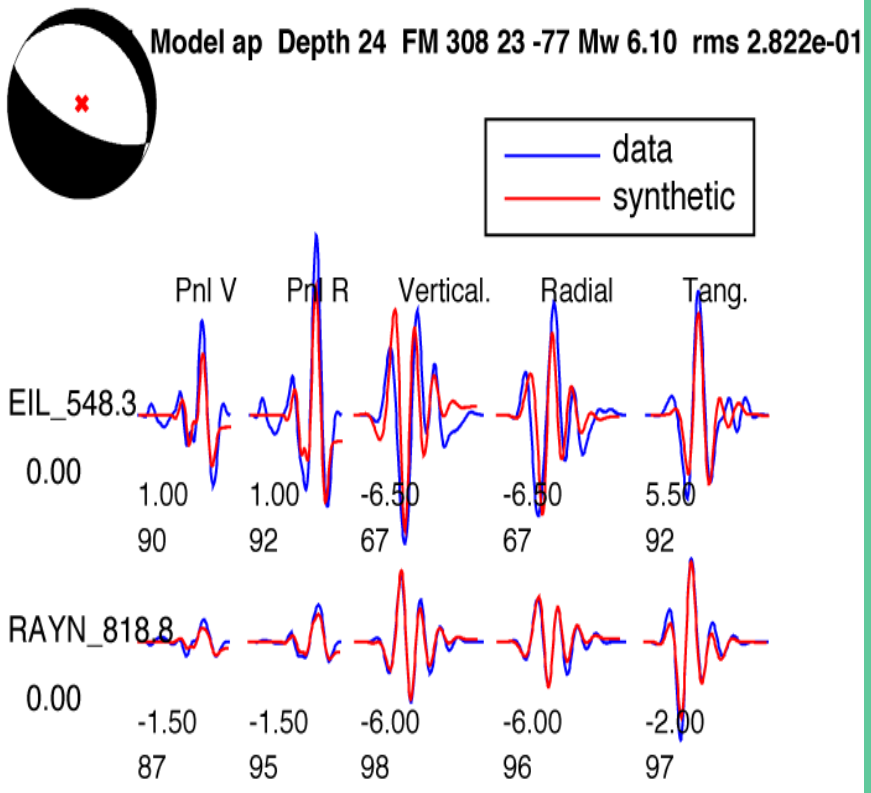


يوضح اتجاه الحركة
صدوع رأسية

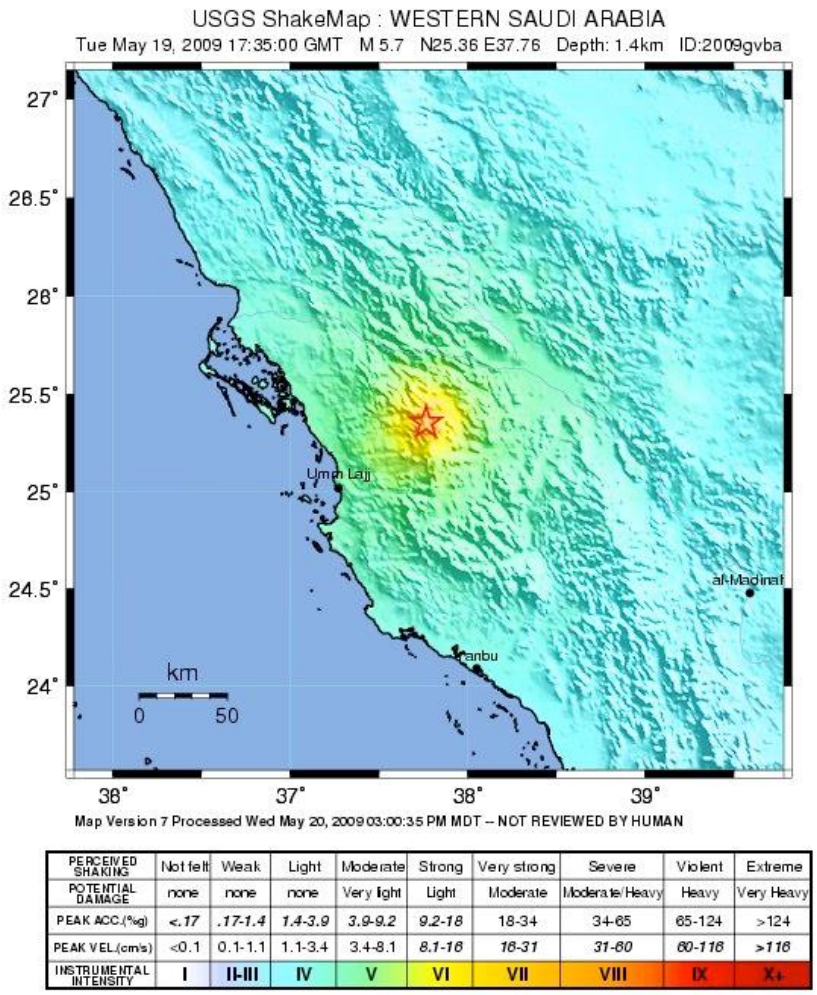


نتائج تحليل المعلومات الزلزالية من بعض المحطات واسعة المدى





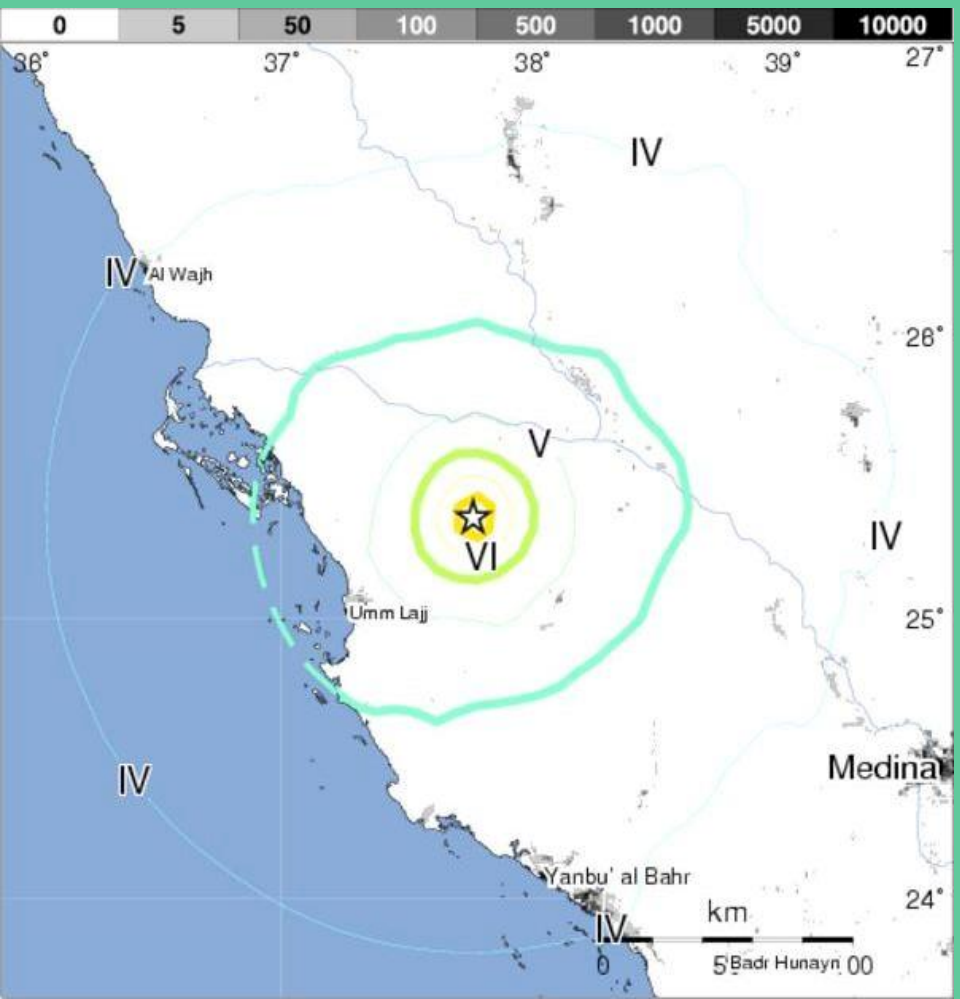
الاهتزاز الأرضي من أقوى زلزال أدى إلى حدوث أضرار بسيطة في المباني في العيص وأملج



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	*<.17*	*.17-1.4*	*1.4-3.9*	*3.9-9.2*	*9.2-18*	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	*8.1-16*	*16-31*	*31-60*	*60-116*	*>116*
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

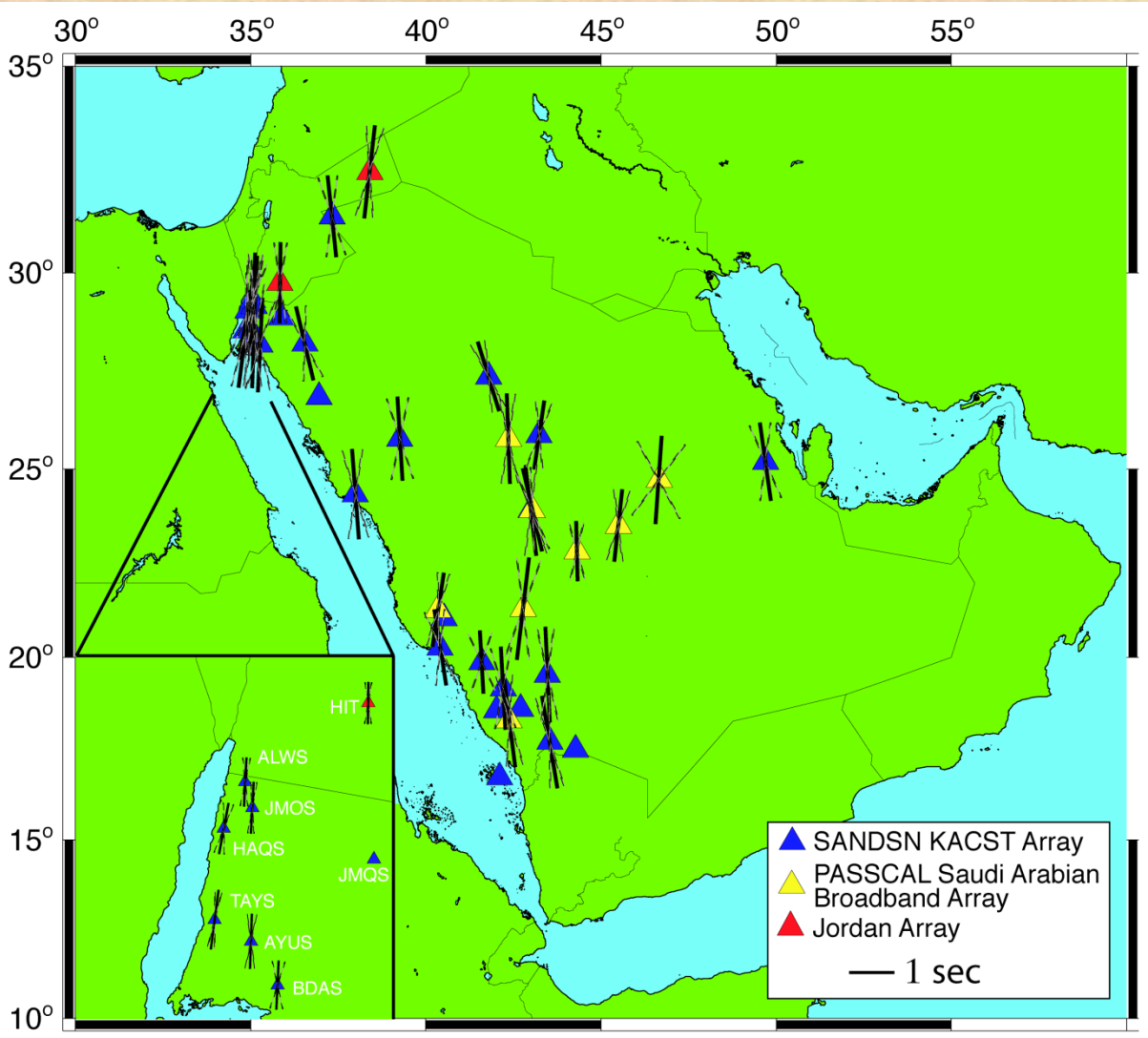
معدلات الشدة الزلزالية وصلت قيمها الى ست درجات على مقياس ميركالي

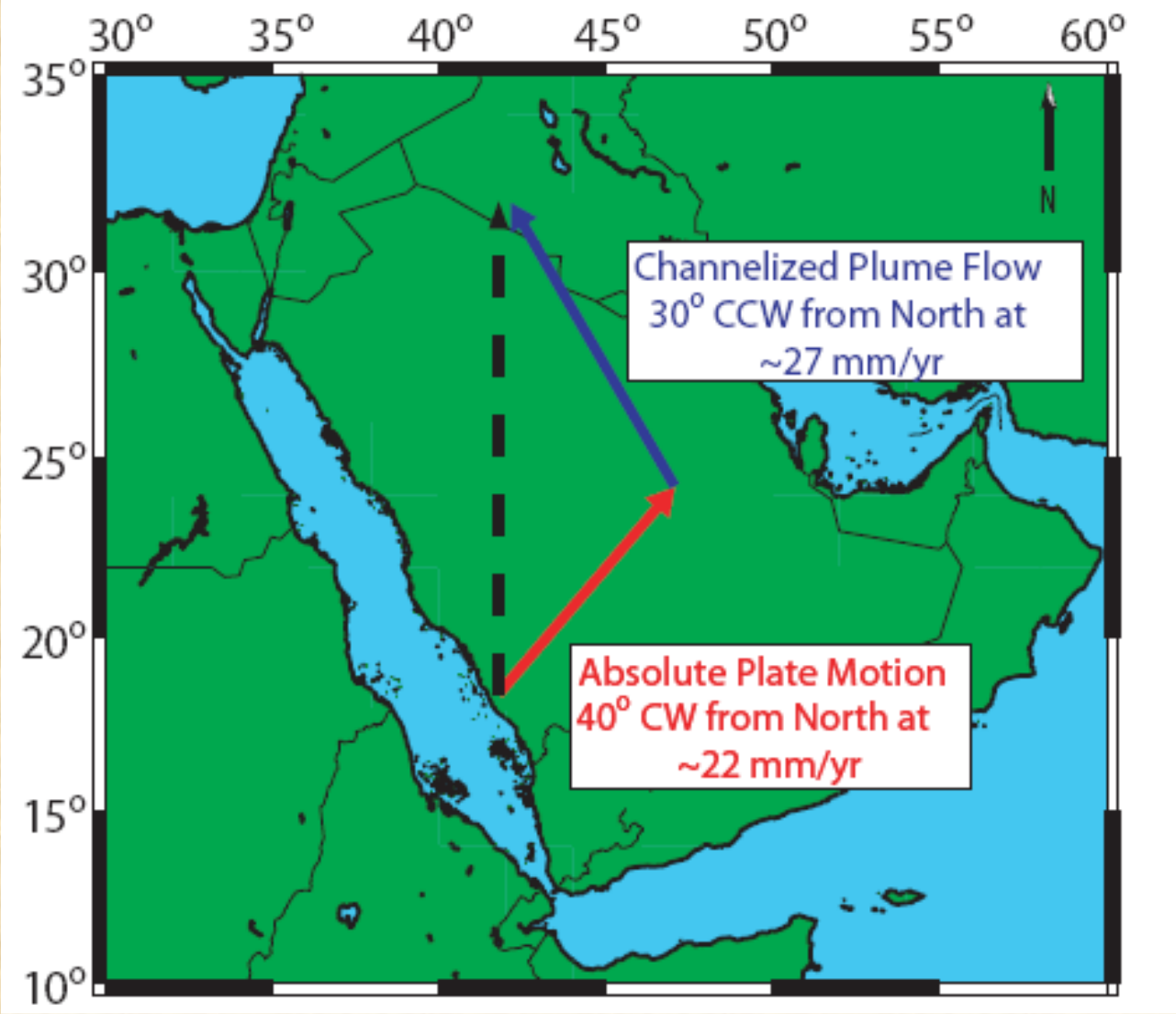
الكثافة السكانية في منطقة الحدث معدومة مما أدى ولله الحمد الى عدم حدوث أضرار بشرية



يشمل مركز العيص والهجر المجاورة	VI
يشمل محافظة أملج وماجاورها	V
يشمل محافظتا الوجه وينبع	IV
يشمل مدينتا تبوك والمدينة المنورة	III

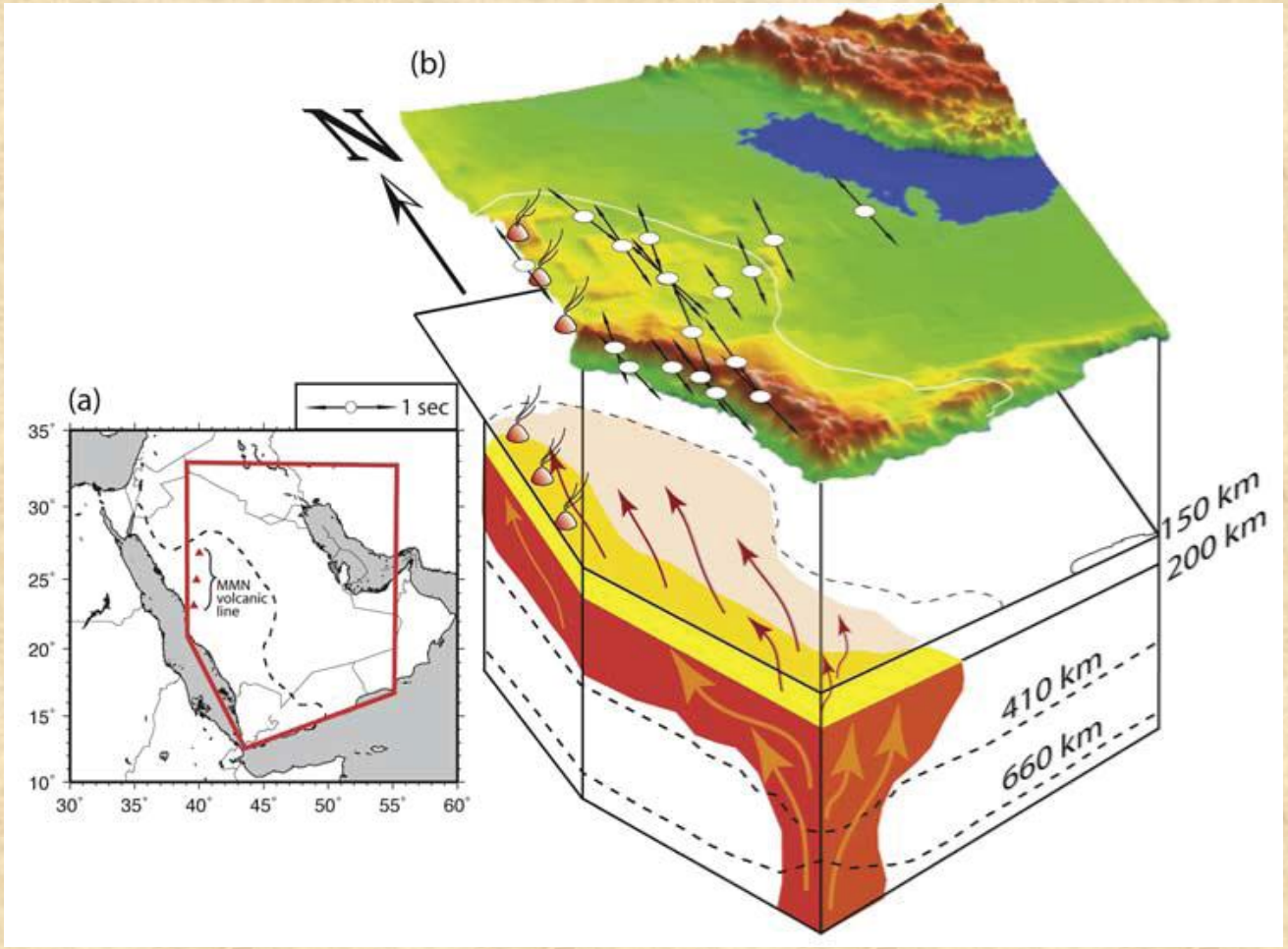
محصلة فصل موجات القص من المحطات واسعة المدى

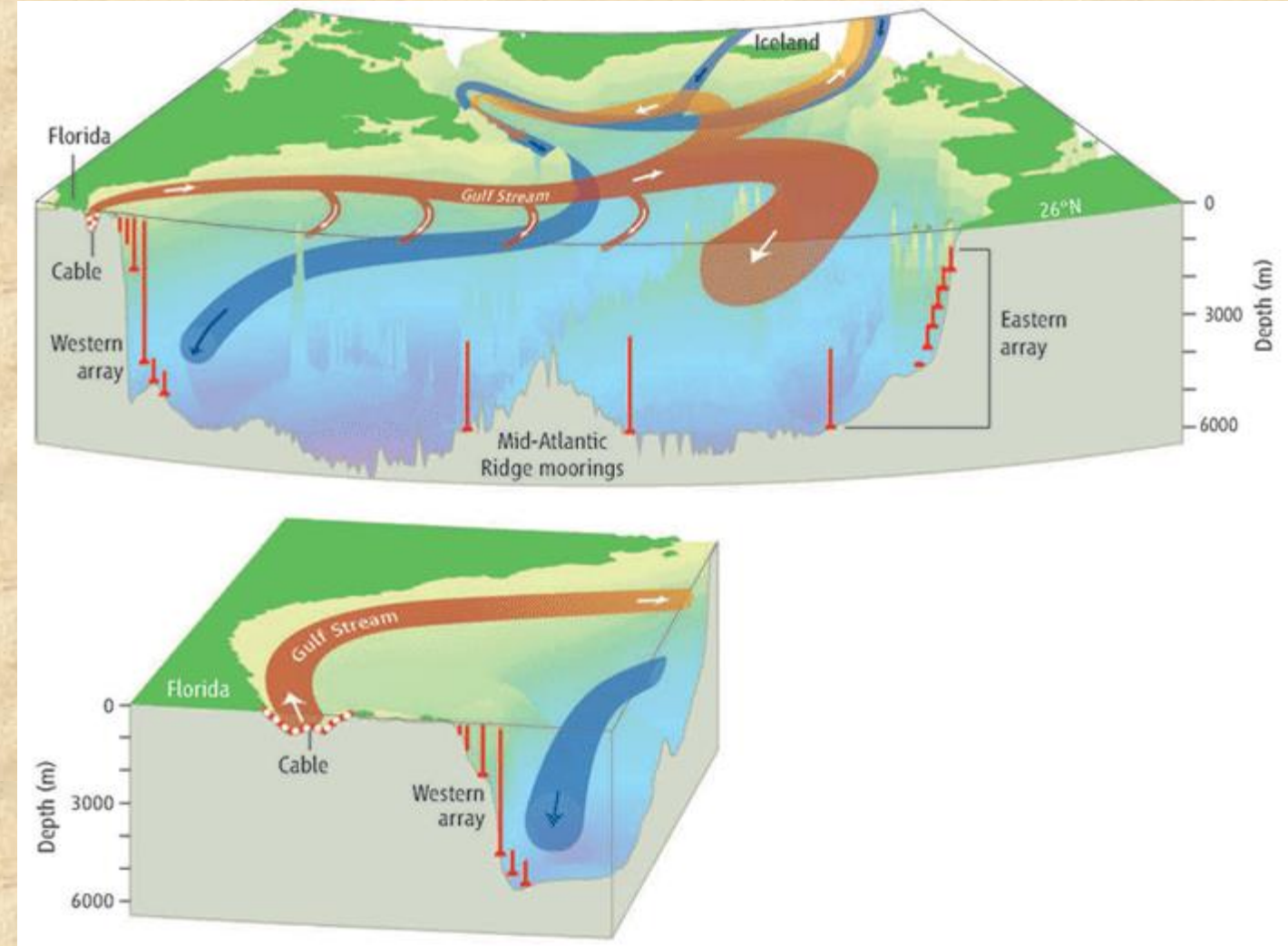


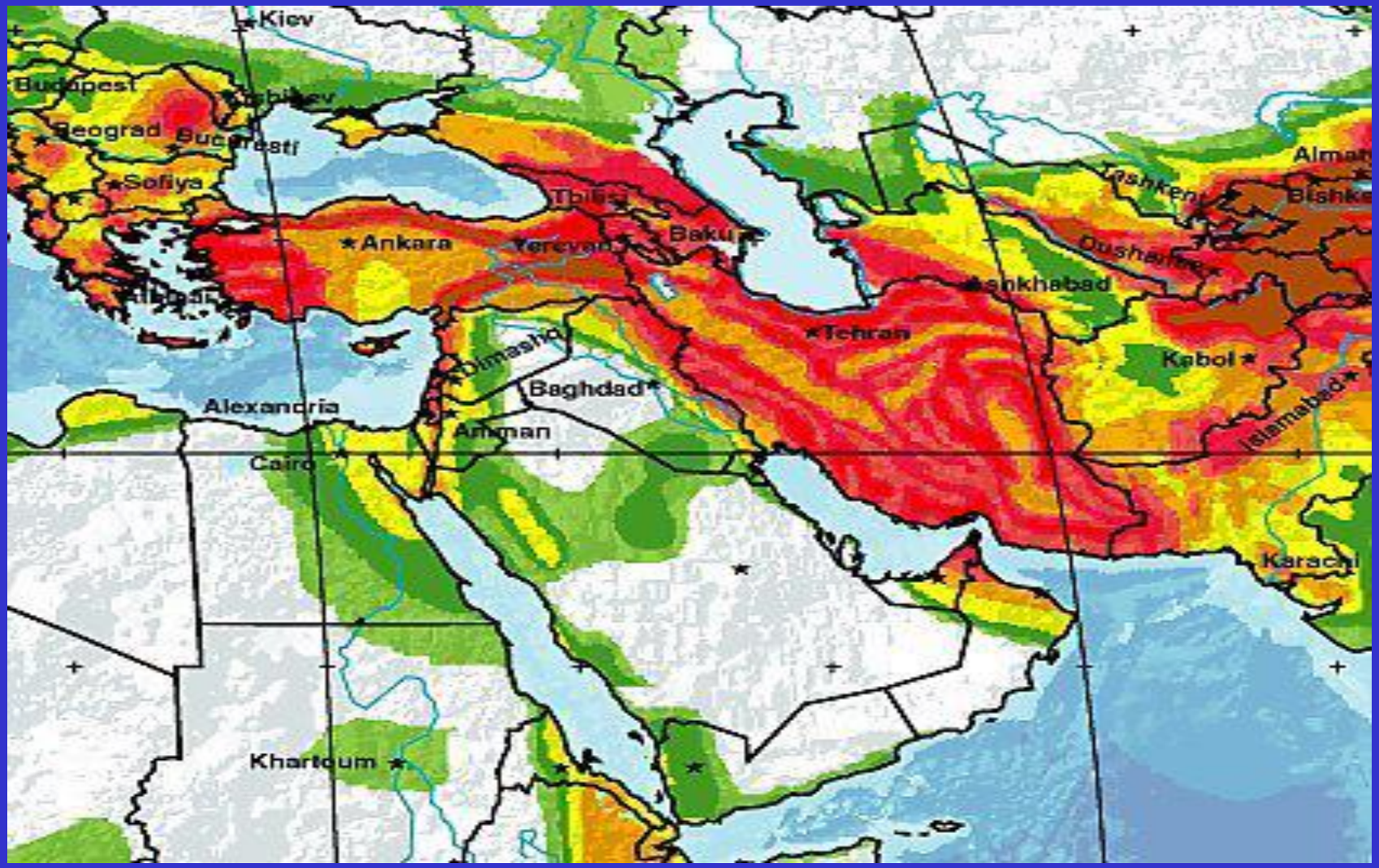


إتجاه حركة الصفيحة العربية والموضحة باللون الأحمر والتحامها مع حركة انسياب الصهير عبر قنوات تحت سطحية والموضحة باللون الأزرق. وعلى ضوء ذلك فإن معدل انسياب البقع الساخنة لكي يأخذ اتجاه شمال-جنوب هو 27 ملم /السنة.

تخترق الصهارة المنطقة الإنتقالية تحت مثلث عفار وتسير ببطء عبر قنوات الى جنوب البحر الأحمر وشبه الجزيرة العربية




Iceland
Florida
Gulf Stream
26°N
0
3000
6000
Depth (m)
Cable
Western
array
Eastern
array
Mid-Atlantic
Ridge moorings
Gulf Stream
Florida
0
3000
6000
Depth (m)
Cable
Western
array



خارطة توضح توزيع مناطق الخطر الزلزالي في المملكة

PEAK GROUND ACCELERATION (m/s²)
10% PROBABILITY OF EXCEEDANCE IN 50 YEARS, 475-year return period

0	0.2	0.4	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8
LOW HAZARD			MODERATE HAZARD		HIGH HAZARD		VERY HIGH HAZARD	

دروس مستفادة من زلازل العيص

- ترسيخ ثقافة الكارثه لدى المجتمع .
- إنشاء هيئه وطنية لإدارة كوارث الزلازل والبراكين .
- إنشاء شبكة زلزاليه فرعيه في العيص .
- وضع راصدات الحركة الأرضيه القوية (Strong Motion)
- تكثيف الدراسات الجيوكيمائية والجيوحرارية في حرة الشاقة .
- إعادة تقويم وتدعيم المنشأت والمباني الحالية في العيص وأملـج .