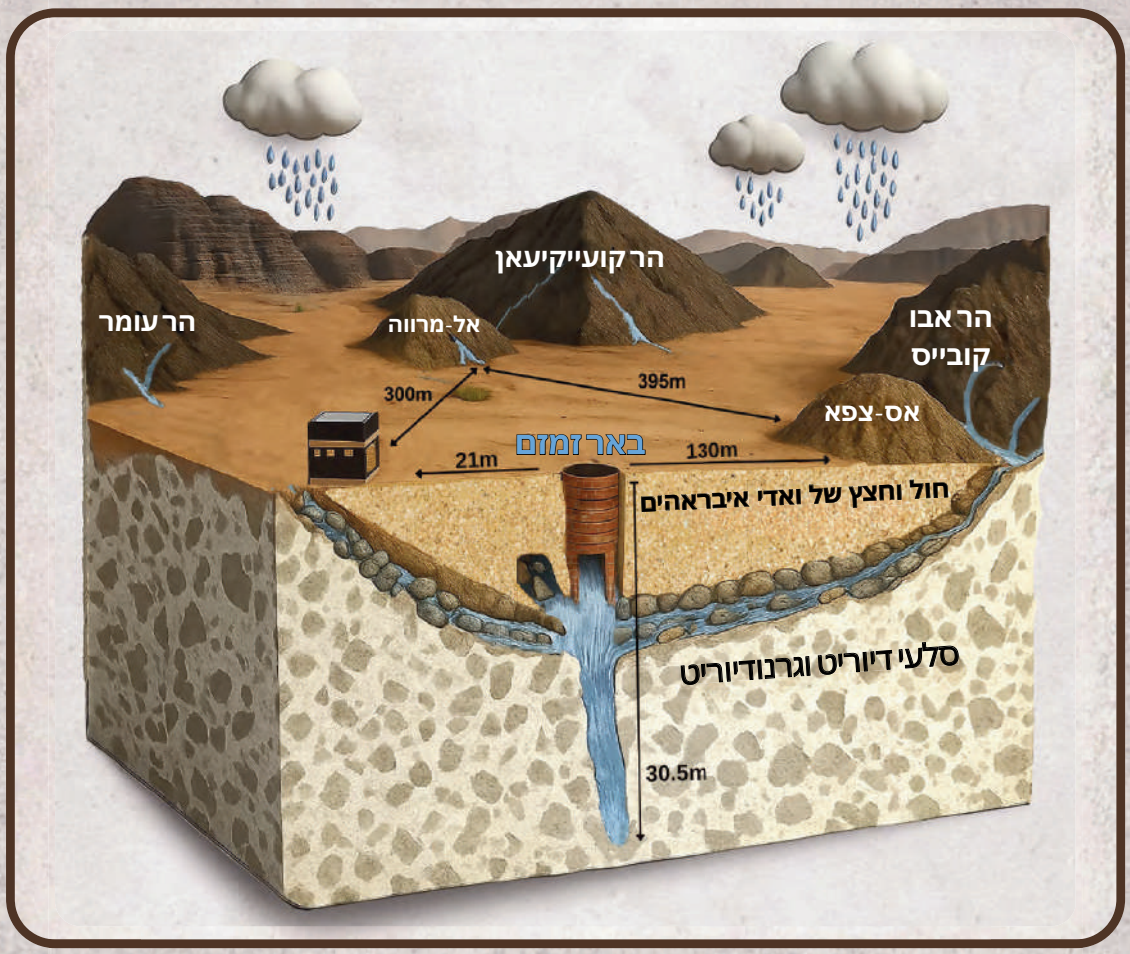
מי זמזם

הנס הנצחי המחבר בין אמונה, מדע ובינה מלאכותית



עבדאללה מ' אל־עמרי

מי זמזם

נס נצחי המגשר בין אמונה, מדע ובינה מלאכותית

עבדאללה מ. ס. אל-עומרי

החוג לגיאולוגיה וגיאופיזיקה, אוניברסיטת המלך סעוד, ריאד

2026

© Abdullah M. S. Al-Amri, 2026

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

Cataloguing in Publication Data (CIP), King Fahd National Library

ماء زمزم : المعجزة الخالدة بين الإيمان والعلم والذكاء الاصطناعي (**اللغة العبرية**)

מי זמזם : נס נצחי המגשר בין אמונה, מדע ובינה מלאכותית

Abdullah Mohammed Al-Amri. — Riyadh, 2026

528 pages ; 24 × 17 cm

ISBN: 978-603-06-5586-1

Legal Deposit No.: 16410 / 1447

מהדורה ראשונה
2026

לשאלות והערות, ניתן לפנות למחבר:

Prof. Abdullah M. S. Al-Amri
Email: alamri.geo@gmail.com
Website: www.alamrigeo.com

הודעת זכויות יוצרים: כל הזכויות שמורות. אין לשכפל, לאחסן במערכת אחזור מידע או להעביר בכל צורה או אמצעי שהוא, אלקטרוני, מכני, צילום, הקלטה או אחר, כל חלק מהאנציקלופדיה הזו ללא אישור בכתב מראש מהמחבר.

﴿אדוננו, אכן השכנתי חלק מצאצאיי בעמק לא מעובד ליד ביתך הקדוש, אדוננו, כדי שיקיימו את התפילה. לכן, גרום ללבבות האנשים להטות אליהם ופרנס אותם מפירות האדמה, כדי שיהיו אסירי תודה﴾ [סורה איברהים: (14:37)]

﴿رَّبَّنَآ إِنِّيٓ أَسۡكَنتُ مِن ذُرِّيَّتِي بِوَادٍ غَيۡرِ ذِي زَرۡعٍ عِندَ بَيۡتِكَ ٱلۡمُحَرَّمِ رَبَّنَا لِيُقِيمُواْ ٱلصَّلَوٰةَ فَٱجۡعَلۡ أَفۡـِٔدَةٗ مِّنَ ٱلنَّاسِ تَهۡوِيٓ إِلَيۡهِمۡ وَٱرۡزُقۡهُم مِّنَ ٱلثَّمَرَٰتِ لَعَلَّهُمۡ يَشۡكُرُونَ﴾ [إبراهيم: 37].

﴿וזכור כאשר אמר אברהם: 'אדוני, הפוך את העיר הזאת לעיר בטוחה, וספק לתושביה פירות, לכל מי מהם המאמין באללה וביום האחרון﴾ [סורה אל-בקרה (2:126)]

﴿وَإِذۡ قَالَ إِبۡرَٰهِـۧمُ رَبِّ ٱجۡعَلۡ هَٰذَا بَلَدًا ءَامِنٗا وَٱرۡزُقۡ أَهۡلَهُۥ مِنَ ٱلثَّمَرَٰتِ مَنۡ ءَامَنَ مِنۡهُم بِٱللَّهِ وَٱلۡيَوۡمِ ٱلۡأٓخِرِۖ﴾ [البقرة: 126].

﴿אכן, בית התפילה הראשון שהוקם לאנושות היה זה שבבקה, מבורך ומנחה לעולם﴾ [סורה אל-עומראן (3:96)]

﴿إِنَّ أَوَّلَ بَيۡتٖ وُضِعَ لِلنَّاسِ لَلَّذِي بِبَكَّةَ مُبَارَكٗا وَهُدٗى لِّلۡعَٰلَمِينَ﴾

[آل عمران: 96].

ज़मज़म
ZemZem
ЗамЗам
ZamZam
زمزم
موسوعة زمزم العالمية
Global ZamZam Encyclopedia

הקדשה

♦ לכולם, בכל זמן ובכל מקום,

- לאלה שטעמו מזמזם ומצאו את ליבם רווי לפני גופם,
- לאלה שרגליהם לא הגיעו למקדש הקדוש, אך נשמותיהם ערבו אליו עלייה לרגל מתוך כמיהה,
- לכל חוקר ומחפש ששילב את אור ההתגלות עם שיטת המדע, ובזמזם ראה אות מחודש ונס הזורם ללא הרף,
- לזמזם, המים שזוהרם מעולם לא דעך, שמסרם מעולם לא התייבש, עדות נצחית להבטחה אלוהית שהתגשמה, ומילה שנכתבה בכוח שמימי: **"יהי!" ויהי.**

♦ אני מקדיש את יצירה זו:

- לכל מי שמאחד את אור האמונה עם הדרכת הידע, מבין, מהרהר וצומח בוודאות,
- לאלה המאמינים שהמדע אינו שולל את האמונה, אלא מעמיק אותה ומאיר אותה,
- לאלה הרואים בזמזם סיפור ללא סוף... סיפור שמתחיל מחדש בכל פעם שאנשים חושבים שהוא הסתיים.

תודות

כל השבח לאללה, ראשון ואחרון, כלפי חוץ וכלפי פנים, שבחסדו כל המעשים הטובים מגיעים לידי השלמה ובדרכו כל המאמצים מתגשמים. אני משבח אותו, הנעלה ביותר, על שהעניק לי את היכולת להשלים את העבודה הזו, שאני רואה בה את אחת התרומות האקדמיות היקרות ביותר שלי: **האנציקלופדיה הגלובלית של זמזם**, שפורסמה ב-15 שפות. זוהי תוצאת מחקר מתמשך של שנים רבות ושיאו של מסע אינטלקטואלי ומדעי ארוך, שנוצר מתוך הרהור, לימוד וניסיון.

מכיוון שיצירה זו ניצבת בצומת הדרכים שבין ידע לאמונה, ובין היסטוריה למדע, היא אינה תוצר של מאמץ אישי, אלא תוצאה של תרומות קולקטיביות של מוחות כנים, לבבות מסורים ומאמצים נדיבים. מנקודת מבט זו, אני שמח מאוד להביע את תודתי העמוקה והערכת הכנה לכל אלה שתרמו להגשמתה, באמצעות רעיון שהאיר את הדרך, עצה שהנחתה את המסלול, מילים שחיזקו את הנחישות, או ביקורת בונה ששיפרה והעשירה את העבודה הזו.

בפרט, ומבלי להשתמש בתארים, ברצוני להביע את תודתי—לפי סדר אלפביתי—לעמיתים המכובדים, לחוקרים ולידידים הנאמנים, ששמותיהם יישארו חקוקים לעד בזיכרונו של ספר זה:

עבד א־רזאק אל־חרבי, עבדאללה בן עות'מאן, עבדולעזיז אל־חמדאן, עבד א־סלאם אל־ראג'חי, איימן אל־רוחיילי, בדר אל־עמרי, פייסל אל־עסירי, חמזה אל־עמרי, חמוד אל־ת'איב, ג'לאל דביכ, ח'אלד אל־עיסא, משאעל אל־סעוד, מוחמד אל־אחמרי, מוחמד אל־פורייח, מוחמד אל־מוהנא, מוחמד אל־עיסא, מוחמד בן עראג', מוחמד יוסוף, נאסר אל־ח'ומאשי, נאיף אל־עותייבי, עומר אל־עמרי, שרה אל־עמרי, סלאמה עוואודי, סאייר בסמטג'י, תאמר אל־דעג'אני, יחיא אבראהים וזבאי שן.

לבסוף, אני מביע את תודתי העמוקה ביותר ואת אהבתי הנצחית למשפחתי האהובה, אמי, אשתי וילדיי, על סבלנותם, הקרבתם ותמיכתם הבלתי מתפשרת, אשר העניקו לי כוח, יציבות והשראה לאורך כל המסע הזה.

הקדמת המחבר

יצירה זו לא נולדה מרעיון חולף, אלא ממסע מחקר שנמשך שנים רבות, המשלב בין ענוות האמונה לסקרנות הידע. מי זמזם אינם נתפסים עוד כסתם באר היסטורית או מים קדושים; הם תופעה ייחודית שבה ערכים רוחניים מצטלבים עם מחקר מדעי ולימודי תרבות. הנביא מוחמד (שלום עליו) תיאר את מי זמזם באומרו: "**מי זמזם משמשים לכל מטרה שלשמה הם נשתים**", והוא גם אמר: "הם מבורכים; הם מזון".

לאורך הדורות, מים אלה נותרו עדים לנס המתחדש ללא הרף, זורמים בעקביות תוך שמירה על טהרתם וצלילותם למרות השינויים הסביבתיים וחלוף הזמן. הם מהווים סמל חי לנדיבות אלוהית שאינה פוסקת לעולם.

מנקודת מבט זו, **אנציקלופדיית זמזם** התפתחה כפרויקט מדעי ואינטלקטואלי המבקש להציג תמונה מקיפה של מים מבורכים אלה, הקשורים באופן מהותי להיסטוריה של מכה, לטקסי האסלאם ולתודעתם של מיליוני מאמינים לאורך הדורות. מכיוון שלא ניתן להבין את זמזם במנותק ממכה, הוקדש פרק מבוא להצגת העיר הקדושה הזו, אשר לאורך ההיסטוריה שימשה כמרכז רוחני ותרבותי של העולם האסלאמי וכיעד שאליו נמשכים לבבות המאמינים מכל קצוות תבל.

כהוקרה למסר האוניברסלי של מכה, אנציקלופדיה זו פורסמה **ב-15** שפות בינלאומיות: **ערבית, אנגלית, צרפתית, רוסית, טורקית, סינית, מלאית, פרסית, עברית, אורדו, ספרדית, הינדית, בנגלית, יפנית וסוואהילית**. בחירת השפות הללו לא הייתה שרירותית; היא משקפת את ההישג האנושי הרחב של מסר זמזם. כיום, יותר משני מיליארד מוסלמים חיים בכל היבשות, ומיליוני עולי רגל ומבצעי עומר **מ-170** מדינות ומדינות נוספות מבקרים במכה מדי שנה, ומביאים עמם שפות ותרבויות מגוונות. לכן היה חיוני שהסיפור של זמזם, יחד עם הידע המדעי והרוחני שלו, יוצג בשפות רבות, כך שהמסר שלו יגיע לאורחי אללה, לחוקרים ולקוראים מתרבויות וציוויליזציות שונות.

אנציקלופדיה זו שואפת לשלב בין יראת הכבוד כלפי ההיסטוריה לבין הדיוק המדעי. היא בוחנת את מי זמזם מנקודות מבט שונות, כולל מאפייניהם הגיאולוגיים, ההידרולוגיים, הכימיים, הפיזיקליים, הרפואיים והרדיולוגיים. כמו כן, היא דנה בתפקידם בקיימות המים בסביבה מדברית הנחשבת לאחד האזורים היבשים ביותר בעולם. יתר על כן, היא בוחנת את הפוטנציאל הטמון בטכנולוגיות מודרניות, כגון בינה מלאכותית וניתוח ביג דאטה, בחקר משאב ייחודי זה ובניטור תכונותיו, ובכך תורמת להגנתו ולשימורו לדורות הבאים.

עבודה זו מתעדת גם ניסיון מדעי בולט לחקור את גיל מי זמזם ואת חתימתם ההידרולוגית באמצעות טכנולוגיית תיארוך **פחמן-14**, כחלק ממאמץ מחקרי שמטרתו לשפוך אור מדעי נוסף על ההיסטוריה של המים המבורכים הללו ועל תכונותיהם הייחודיות, תוך העשרת הידע המדעי על אחד ממקורות המים הייחודיים ביותר בעולם.

לסיכום, אנציקלופדיה זו אינה רק כרוניקה של באר; אלא גשר בין עולם האמונה לעולם המדע. היא מספרת את סיפורו של מים שברכתם ירדה מהשמים וערכם נותר נצחי על פני האדמה. היא מיועדת לכל מי שתוהה: כיצד יכולה באר בלב המדבר להישאר חיה במשך אלפי שנים? וכיצד יכולים מים לגעת בגוף, בנפש ובנשמה בבת אחת?

אני מקדיש את העבודה הזו לכל מאמין שרואה במי זמזם קשר בין שמים לארץ, ולכל חוקר המשוכנע כי דת ומדע אינם סותרים זה את זה, אלא משלימים זה את זה.

אם יצירה זו תצליח, הרי זה בזכות חסדו והדרכתו של אללה; ואם יש בה פגם כלשהו, הרי זה נובע ממגבלות המאמץ האנושי. אני מבקש מאללה להפוך אותה לידע מועיל ולשירות למשאב המבורך הזה.

מבוא

מאז שחר ההיסטוריה, מי זמזם נותרו אחד הסמלים החיים הגדולים ביותר המשלבים קדושה דתית עם פלא מדעי. מדובר במים הקשורים עמוקות למקום הקדוש ביותר עלי אדמות, המועברים מדור לדור כנס מחודש וכעדות לטיפול אלוהי שנמשך אלפי שנים. בעוד המאמינים ראו בהם זה מכבר ברכה בלתי נדלית, מדענים ראו בהם תופעה הידרולוגית ייחודית הראויה לתצפית ולמחקר קפדניים. מנקודת מבט זו עולה חשיבותו של המחקר על זמזם, שכן מים אלה ניצבים בנקודת מפגש נדירה בין עולם האמונה לעולם המדע, שבה טקסטים דתיים מצטלבים עם ידע גיאולוגי, הידרולוגי, סביבתי ורפואי.

ספר זה נובע מהאמונה האיתנה כי זמזם מייצג תופעה רב-ממדית שבה המשמעות הדתית וההיסטורית מתלכדות עם מדעי הגיאולוגיה וההידרולוגיה, ניתוחים כימיים ופיזיקליים, מחקרים רפואיים ובריאותיים, והיישומים העדכניים ביותר של בינה מלאכותית ואינטרנט הדברים. בעבודה זו דבקתי במתודולוגיית מחקר אנליטית המשלבת פרשנות דתית מאומתת הנשאבת מהקוראן הקדוש ומהסונה הנבואית, תיעוד היסטורי המתחקה אחר הטיפול בבאר וניהולה לאורך הדורות, ניתוח מדעי מדויק של תכונותיה, ומחקרים סביבתיים וגיאולוגיים של אזור מכה באמצעות מודלים חישוביים מתקדמים. בנוסף, הספר סוקר מחקרים רפואיים וקליניים הקשורים ליתרונותיו הטיפוליים ובוחן דרכים להבטחת קיימותו באמצעות טכנולוגיות העידן המודרני.

מסעו של הקורא בספר זה מתחיל במכה, שם **הפרק הראשון** מציע הרהור רוחני והיסטורי על העיר הקדושה הזו, לא רק כמיקום גיאוגרפי, אלא כמרכז קוסמי של קדושה והתגלות. זמזם קשור באופן בלתי נפרד לכל ממד במכה: המסגד הקדוש מחבק אותו, הטקסים הקדושים ניזונים ממנו, והמקצבים הזמניים והמרחביים של הפולחן קשורים למנהגים שבהם זמזם מהווה חלק בלתי נפרד. בדרך זו, הנרטיב חוצה את גבולות הגיאוגרפיה ונכנס לתחום הרחב יותר של האמונה.

משם, **הפרק השני** מוביל את הקורא לעולם הטקסטים הקדושים, ובוחן את פסוקי הקוראן ואת המסורות הנבואיות המתייחסות לזמזם. הוא דן גם בפסיקות ההלכתיות הקשורות לשתייתו, לחיפוש ברכה דרכו, להובלתו ולשימוש בו לריפוי. בנוסף, הפרק סוקר את השמות השונים המיוחסים לזמזם ואת המשמעויות התיאולוגיות והרוחניות שהם נושאים.

הפרק השלישי לוקח את הקורא למסע בהיסטוריה, החל מתקופת הנביא אברהם ובנו ישמעאל, השלום עליהם, דרך מאמציו של עבד אל-מוטליב, תקופת הח'ליפים הנבונים, והמדינות האסלאמיות הגדולות, האומיית, העבאסית, הממלוכים והעות'מאנים, ועד לתקופה הסעודית המודרנית. במהלך תקופה זו, זמזם עברה שינוי משמעותי בניהול, בטכנולוגיה ובארגון, והתפקיד המסורתי של הזמזמים התפתח משירות קהילתי למערכת מוסדית מאורגנת באופן רשמי.

בפרק הרביעי אנו מתעמקים בתופעות הטבע הסובבות את מכה, בוחנים את הטופוגרפיה ותצורות הסלע שלה, כמו גם את השברים הסטרוקטורליים ואת הפעילות הסיסמית והוולקנית. חקירה זו מסייעת לנו להבין כיצד גורמים גיאולוגיים אלה משפיעים על מערכת מי התהום באזור וכיצד התרחבות עירונית ובניית בניינים רבי קומות עלולות להשפיע על מפלס המים בבאר זמזם.

הפרק החמישי חושף את ההיבטים המדעיים של הנס עצמו, ובוחן את המבנה הגיאולוגי של הבאר ואת המקורות המזינים אותה, בין אם באמצעות נגר עילי שמקורו בשיטפונות עונתיים ובין אם באמצעות תצורות גיאולוגיות עמוקות ונדירות. הפרק בוחן גם את תכונותיה הפיזיקליות והכימיות, את יציבות ריכוזי המינרלים בה, את איזון רמת ה-pH שלה, את טוהרה האופטית והרדיולוגית, ואת עמידותה בפני זיהום חיידקי.

הפרק השישי מהווה את ליבת הניתוח המדעי המתקדם המוצג בספר זה, ומשמש כגשר אינטלקטואלי בין המורשת העשירה של זמזם לבין גבולות המדע המודרני. בפרק זה נעשה שימוש בכלים האנליטיים המתקדמים ביותר כדי לחקור את התכונות הייחודיות של מים יוצאי דופן אלה. הדיון מתחיל בניתוח טביעת

האצבע הכימית שלהם ובקביעת גילם הגיאולוגי והכרונולוגי באמצעות טכניקות איזוטופיות של פחמן-14. לאחר מכן הוא ממשיך לניתוחים השוואתיים מדויקים הנתמכים במודלים מתמטיים הבוחנים את התנהגות מי זמזם כאשר הם מעורבבים עם מי שתייה אחרים, וחושפים את היציבות ואת המאפיינים הייחודיים של הרכבם. הפרק בוחן עוד את היישום של טכנולוגיות מתקדמות, כולל בינה מלאכותית, למידת מכונה והאינטרנט של הדברים, בניטור תכונות מי זמזם ובניתוח הנתונים הגיאולוגיים וההידרולוגיים שלהם בדיוק רב. גישות אלו מובילות למודלים מעשיים התורמים להבנת משאב ייחודי זה ולהבטחת הקיימות והאיכות שלו לדורות הבאים.

המסע מסתיים **בפרק השביעי**, שבו הרפואה והאמונה נפגשות. כאן אנו מציגים תיעוד עשיר של היתרונות המוכחים של המים בטיפול במחלות פה ושיניים, סרטן, מחלות כבד וכליות, מחלות עור, מחלות עיכול, יתר לחץ דם ועמידות בפני פטריות ומיקרובים. דיונים אלה נתמכים במחקרים מדעיים ובניסיון היסטורי המשתרע מתקופת חבריו של הנביא ועד ימינו.

תוכן

הקדשה	v
תודות	vii
הקדמת המחבר	ix
מבוא	xi

פרק ראשון **מכה אל-מכרמה: ציוני דרך של אמונה והיסטוריה לאור זמזם**	1
מבוא	3
■ הממד ההיסטורי של מכה	5
■ מכה מנקודת מבט דתית	8
■ הרהורים וחוכמה בהשראת המקדש הקדוש של מכה	12
■ ניסים דתיים ומדעיים	17
◆ ניסים דתיים	17
◆ ניסים מדעיים	22
■ ביטחון מים במכה: עבר והווה	25
◆ אבטחת המים במכה העתיקה	25
◆ אבטחת המים במכה המודרנית	27
■ ציוני דרך במסגד הקדוש	29
■ גבולות המסגד הקדוש	36
■ מיקאט זמני ומרחבי של החג' והעומרה	40
■ האתרים הקדושים (אל-משא'יר אל-מוקדסאה)	45
◆ מינה	46
◆ ערפאת	47
◆ מוזדליפה	49
■ טקסי החג' והעומרה	51
◆ טקסי העומרה	51
◆ טקסי החג'	53
■ אתרים היסטוריים קדושים ◆ מערת הירה, מערת ת'אור, שיב אבו טאלב, מסגד אל-טנעים, מסגד אל-ג'ין, אל- -הודייביה, ואדי אל-מוגאמיס	56-65

פרק שני **ההיבט המשפטי של מי זמזם: הסבר על סגולותיו ופסיקותיו**	**67**
■ **מבוא**	**69**
■ **מים בקוראן**	**71**
■ **מי זמזם בקוראן ובמסורת הנבואית**	**77**
■ **זמזם: נקודות מבט לשוניות וטרמינולוגיות**	**81**
◆ משמעות לשונית	**81**
◆ הגדרה טרמינולוגית	**81**
◆ הסיבה לשם	**82**
■ **שמות באר זמזם**	**84**
■ **סיפור מי זמזם**	**90**
■ **חדית'ים אותנטיים עיקריים על זמזם**	**92**
■ **פסיקות השריעה (האסלאמית) בנוגע למי זמזם**	**96**
◆ פסיקה בנוגע לטהרה ולרחצה טקסית של החיים במי זמזם	**96**
◆ פסיקה בנוגע לרחצת נפטרים במי זמזם	**99**
◆ פסיקה בנוגע למכירת מי זמזם	**100**
◆ פסק הלכה בנוגע להובלת מי זמזם בין מדינות	**101**
◆ פסק הלכה בנוגע לשטיפת הכעבה במי זמזם	**104**
◆ פסק הלכה בנוגע לקריאה על מי זמזם לצורך ריפוי	**104**
■ **אופן השתייה, ביצוע טדאלו ותפילה עם מי זמזם**	**106**
■ **סגולות מי זמזם**	**110**
◆ "מי זמזם משמשים לכל מטרה שלשמה נשתים"	**110**
◆ זמזם כמעין מגן עדן	**111**
◆ הופעתו באמצעות המלאך גבריאל	**113**
◆ המים ששימשו לשטיפת לבו של הנביא פעמים רבות	**114**
◆ מים שבורכו על ידי רוקו האציל של הנביא	**114**
◆ זמזם כמזון המזין	**115**
◆ המלצה לשאת זמזם	**115**
◆ נוכחותו של זמזם במקדש הקדוש	**116**
◆ זמזם כמשקה הצדיקים	**116**
◆ זמזם כאחת הברכות הגדולות ביותר שניתן לחזות בהן בבית הקדוש	**117**
◆ קבלת כוח באמצעות זמזם	**118**
◆ המלצה לשתות מזמזם בעת עזיבת הבית הקדוש	**118**

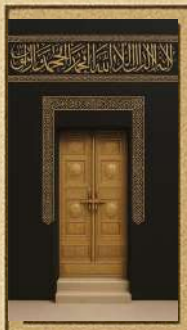
פרק שלישי **זמזם לאורך הדורות: אבני דרך היסטוריות בטיפול במים המבורכים**	119
■ **מבוא**	121
■ **תקופת אברהם וישמעאל**	123
◆ קבורת באר זמזם וגילויה מחדש	126
■ **תקופת עבד אל-מוטליב, סבו של הנביא ((עליו השלום))**	128
■ **תקופת הח'ליפים הנכונים**	128
■ **תקופת בית אומיה**	132
■ **תקופת בית עבאס**	133
■ **תקופת הממלוכים**	134
■ **תקופת האימפריה העות'מאנית**	136
■ **עידן הסעודים**	137
◆ תקופתו של המלך עבד אל-עזיז אל-סעוד	144
◆ תקופתו של המלך סעוד אבן עבד אל-עזיז	144
◆ תקופתו של המלך פייסל אבן עבד אל-עזיז	145
◆ תקופתו של המלך ח'אלד אבן עבד אל-עזיז	145
◆ תקופתו של המלך פאהד אבן עבד אל-עזיז	145
◆ תקופתו של המלך עבדאללה בן עבד אל-עזיז	146
◆ תקופתו של המלך סלמן אבן עבד אל-עזיז	146
■ **הזמזמה (מפיצי המים)**	151
■ **תוכניות לניהול ופיתוח זמזם**	153
◆ חיטוי	153
◆ ייצור והפצה	155
◆ אחסון	157
◆ בקרת איכות וקיימות	158

161	פרק רביעי באר זמזם בהקשר של תופעות הטבע במכה אל-מכרמה
163	■ מבוא
165	■ הרי מכה
170	■ העמקים של מכה
180	■ מעברי ההרים של מכה
182	■ מעיינות המים של מכה
183	◆ עין זובייידה
184	◆ עין חוניין (עין אל-שרעי)
184	◆ עין אל-מישאש
184	◆ עין אל-רשה
185	◆ מעיין זמזם
185	◆ מעיינות אחרות (עין מימון, עין אל-זעפרן, עין אל-ברוד, עין אל-תאריקי)
187	■ הגיאולוגיה של אזור מכה
187	◆ סלעים פולשניים פרה-קמבריוניים
189	◆ סלעים משוכבים פרה-קמבריוניים
190	◆ סלעים מתקופת הטריאס והקוורטר
193	■ תתי-קרקע ואזורי מבנה
193	◆ פגמים
194	◆ אזורים מבניים
198	■ השפעת היסודות והמבנים על מפלס המים בבאר זמזם
202	■ פעילות סיסמית באזור מכה
208	■ הערכת סיכונים סיסמיים
209	◆ מפת התפלגות מהירות סיסמית
214	◆ מפת עוצמת רעידות אדמה על פי סולם מרקלי המותאם
216	◆ מפת עוצמת רעידות אדמה בהתבסס על תנודות קרקע
218	◆ מפת עוצמת רעידות אדמה בהתבסס על תאוצת קרקע מרבית (PGA)
219	■ פעילות וולקנית באזור מכה

225	פרק חמישי סודות נס זמזם: מקורות בלתי נדלים ותכונות בלתי משתנות
227	■ מבוא
229	■ סודות נס מי זמזם
232	■ המבנה הגיאומטרי של באר זמזם
236	■ מקורות מי השטח של באר זמזם
238	◆ הזנת מי תהום
241	◆ אקלים ומשקעים
242	◆ שיטפונות במכה
245	■ מקורות מי התהום של באר זמזם
246	◆ תנועה הידראולית במערכת באר זמזם
246	◆ גורמים המשפיעים על מי התהום
248	◆ יחידות הידרוגיאולוגיות מתחת לבאר זמזם
249	■ מקורות ההזנה של באר זמזם
249	◆ מקור התחדשות עיקרי
251	◆ מקור משני להטענה
251	◆ מקורות משניים נוספים
253	■ תכונות פיזיקליות של מי זמזם
258	■ תכונות כימיות של מי זמזם
259	◆ יסודות מינרליים עיקריים במי זמזם
261	◆ יסודות מתכתיים קורט במי זמזם
264	◆ כימיה קטיונית-אניונית של מי זמזם
270	■ תכונות בקטריולוגיות של מי זמזם
276	■ תכונות רדיולוגיות של מי זמזם
280	■ תכונות אופטיות של מי זמזם

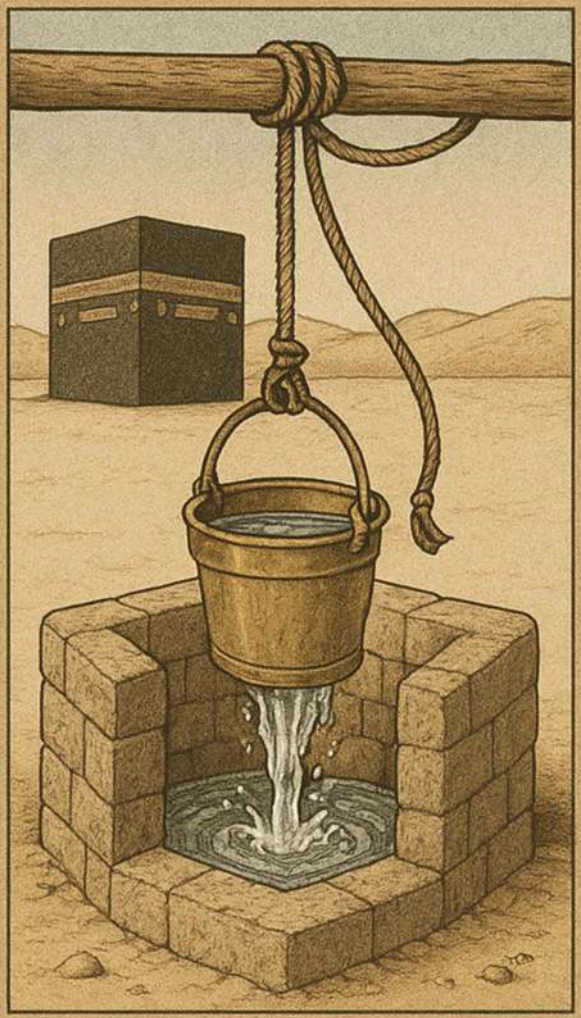
פרק שישי **טביעת האצבע הנצחית של מי זמזם: סוד הקיימות בעידן הבינה המלאכותית**	287
■ **מבוא**	289
■ **הטעם הייחודי של מי זמזם**	292
■ **איכות מי זמזם**	295
■ **הקיימות של זמזם**	295
◆ עמודי התווך של הקיימות של מי זמזם	302
■ **תפקידה של המחקר המדעי בפיתוח מי זמזם**	302
■ **טביעת האצבע המדעית של מי זמזם**	308
◆ טביעת אצבע איזוטופית	313
◆ טביעת אצבע כימית	313
◆ טביעת אצבע רדיולוגית ואופטית	315
◆ טביעת אצבע מיקרוביולוגית	315
◆ טביעת אצבע זמנית	316
■ **השוואת טביעת האצבע של זמזם למים מינרליים בבקבוקים**	316
◆ הבדלים בולטים בין זמזם לבין מי שתייה בבקבוקים	320
◆ פרשנות פיזיקלית וכימית של השינויים הנובעים מערבוב זמזם	324
■ **הערכת גיל מי זמזם באמצעות איזוטופים רדיואקטיביים ויציבים**	326
◆ קביעת גיל מי זמזם באמצעות פחמן רדיואקטיבי	337
◆ אימות עתיקותו של זמזם באמצעות ניתוח איזוטופים רדיוגניים	337
◆ מגבלות תיארוך פחמן רדיואקטיבי וחשיבות מדידת הטריטיום	338
◆ אימות עתיקותו של זמזם באמצעות תוצאות טריטיום ופחמן רדיואקטיבי	339
◆ קישור גיל מי זמזם לשינויים אקלימיים קדומים	340
■ **תפקידה של הבינה המלאכותית בפיתוח משאבי המים**	343
■ **מערכות מים חכמות: שילוב בינה מלאכותית**	345
■ **בינה מלאכותית: הזדמנויות ואתגרים בניהול מים**	349
■ **תפקידה של הבינה המלאכותית בשלבי הפיתוח של זמזם**	355
■ **תפקידה של הבינה המלאכותית ולמידת המכונה במודלים ובסימולציות של מי זמזם**	368
■ **מחקרי מקרה יישומיים של בינה מלאכותית ו-IoT**	370
■ **מקרים מהעולם האמיתי**	375

פרק שביעי **זמזם מנקודת מבט רפואית: מים שהיתרונות שלהם חורגים מגבולות המדע**	381
■ מבוא	383
■ ראיות מדעיות ליתרונות מי זמזם	386
■ ריפוי באמצעות זמזם בימי קדם	389
■ היתרונות הרפואיים המודרניים של מי זמזם	393
■ טיפול במחלות הפה והשיניים באמצעות מי זמזם	397
■ השפעת מי זמזם על סרטן וגידולים	401
■ תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות כליה	406
■ טיפול במחלות כבד במי זמזם	414
■ טיפול בסוכרת במי זמזם	418
■ טיפול במחלות מוח במי זמזם	423
■ תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות לב וכלי דם	427
■ תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות עיניים	432
■ תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות עור, פצעים וכוויות	436
■ תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות עצמות ומפרקים	440
■ תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות במערכת העיכול	445
■ תפקידו של מי זמזם בטיפול בהפרעות במערכת העצבים	449
■ תפקידו של מי זמזם בטיפול ביתר לחץ דם	453
■ תפקידו של מי זמזם בהורדת כולסטרול	457
■ מי זמזם ורוקיה שרעיה (ריפוי רוחני)	461
■ תפקידה של מי זמזם בתמיכה בטיפול בהתמכרויות	463
■ פעילות אנטי-פטרייתית ואנטי-מיקרוביאלית של מי זמזם	466
■ סיכום כללי של היתרונות הבריאותיים העיקריים של מי זמזם	470
❀❀❀❀❀❀❀❀	
■ מסקנה ומחשבות סיכום	473
■ מילון מונחים	475
■ מקורות	487



פרק ראשון

מכה אל-מכרמה: הממדים הדתיים וההיסטוריים המשתקפים בזמן



ניסים דתיים ומדעיים

ההיבט ההיסטורי של מכה

אבטחת המים במכה

מכה מנקודת מבט דתית

אתרי פולחן קדושים

גבולות המסגד הקדוש

אתרים היסטוריים קדושים

מיקאטים זמניים ומרחביים

מבוא

קורא מהורהר של ספר זה, המוקדש לנושא מי זמזם, עשוי לתהות, ובצדק, מדוע פרק שלם מוקדש למכה, אף שהמוקד המרכזי הוא המים הקדושים הללו. שאלה זו מוצדקת, והתשובה נובעת מניסיון אישי ומאינטראקציה משמעותית עם קוראי המהדורה הראשונה של הספר.

קיבלתי הערות רבות מקוראים ממקומות שונים בעולם האסלאמי, שהביעו רצון עז ללמוד יותר על מכה, לא רק כמקום בו נמצא באר זמזם, אלא כעיר קדושה במלוא מובן המילה, עיר הנושאת בחובה ממדים היסטוריים ורוחניים עמוקים, הבלתי נפרדים מההקשר של האמונה ומסיפורו של זמזם עצמו.

בהתחשב בכך שהספר הזה יפורסם בשפות רבות ויהיה נגיש למוסלמים ברחבי העו־לם, הרגשתי תחושת אחריות מוגברת להציג תיאור מקיף ומעמיק של מכה, במיוחד עבור אלה שמעולם לא הייתה להם הזדמנות לבקר בעיר או שאולי חסר להם ידע מספיק על חשיבותה הרוחנית וההיסטורית.

מסיבה זו, השקעתי מאמץ רב בכתיבת פרק זה, אף שהנושא אינו נכלל בתחום ההת־מחות האקדמית המיידית שלי. עשיתי זאת מתוך אמונה איתנה כי הידע לא צריך להיות מוגבל לגבולות הנוקשים של מומחיות דיסציפלינרית. במקום זאת, עליו לשרת את האמת ולהעביר את הידע לקוראים בצורה המוארת והכנה ביותר.

במסגרת זו, גיליתי שטכנולוגיות מודרניות של בינה מלאכותית תומכות באופן משמ־עותי במאמץ זה. כיום, ניתן לעקוב אחר תחומי העניין של הקוראים, לנתח את שאלותיהם ולזהות את הנושאים הזוכים לתשומת לב עולמית נרחבת. ניתוחים דיגיטליים מתקדמים גילו כי «מכה אל-מכרמה» מדורגת בין המונחים הנחקרים ביותר על ידי מוסלמים שאינם ערבים, במיוחד בעונות החג› והעומרה. יתר על כן, מודלים לניתוח תוכן המונעים על ידי בינה מלאכותית הדגישו פער ידע ברור בקרב מוסלמים שאינם דוברי ערבית בהבנת האת־רים הקדושים וציוני הדרך של מכה. תובנה זו סיפקה מוטיבציה נוספת לכלול פרק מבוא זה במהדורה החדשה של הספר.

מכה אינה רק עיר; היא הלב הפועם של העולם האסלאמי. לבן, חובה לעצור ולהרהר בה, לחשוף את סודותיה, לשפוך אור על הוד מלכותה, לקשר בין קדושתה להיסטוריה שלה, ולהציג את אתריה הבלתי נשכחים.

בפרק זה אנו מזמינים את הקורא למסע מעשיר מבחינה רוחנית והיסטורית. נת־חיל במסגד אל-חראם (המסגד הקדוש), הכעבה, גבולות המקדש (אל-חראם) ונקודות המיקאת המיועדות. לאחר מכן נמשיך לאתרים הקדושים של מינה (Minā), אל-ח›ארה מוזדליפה (Muzdalifah) וערפאת (ʿArafāt), נדגיש את תפקידיהם הטקסיים ונשקול את האופי הייחודי של כל אחד מהם. בנוסף, נחקור את אתרי המורשת הבולטים בהם מבקרים לעתים קרובות עולי רגל המחפשים ברכה והרהור רוחני, כגון מערת חירא (Ḥirāʾ), מערת ת›אור (Thawr), עמק אבו טאליב (Abū Ṭālib), ג›בל אל-רחמה (הר הרחמים) ומסגד אל-טנעים, בין היתר, אתרים שעדיין מהדהדים בניחוח הנבואה ובקריאה הנצחית למונותאיזם.

פרק מבוא ייחודי זה משמש כמדריך רעיוני, המקשר בין המשמעות הסמלית של זמזם כמקור למזון רוחני ובין מכה כערש האמונה, תוך יצירת קשר מורכב בין אמונה לידע.

המימד ההיסטורי של מכה אל-מכרמה

למרות מגוון הדעות בקרב היסטוריונים, מספרי סיפורים וחוקרים לגבי התאריך המ־דויק שבו נוסדה מכה אל-מכרמה, קיים קונצנזוס רחב לגבי חשיבותה ההיסטורית העמו־קה. מכה אינה רק אחת הערים העתיקות ביותר הידועות בעולם; היא נחשבת גם לאחד היישובים האנושיים הקדומים ביותר בכלל, בין אם יישובים אלה מתועדים היטב ובין אם הם נותרים עלומים בהיסטוריה. נהוג לחשוב שמכה קיימת כבר יותר מאלפיים שנה לפני הספירה, עוד לפני הקמת הבית הקדוש (אל-ביית אל-חראם) על ידי הנביא אברהם ((עליו השלום)) במאה ה-19 לפנה»ס.

ההיסטוריון אל-מסעודי מציין כי שבט עמאליק (עמלקים) היה בין התושבים הקדומים ביותר של מכה. בתחילה, מכה הייתה יישוב קטן שאוכלס על ידי צאצאי אדם, אך היא נהרסה במבול הגדול בתקופת הנביא נח (נוח, (עליו השלום)), והפכה לעמק יבש המוקף הרים מכל עבריו.

עם בואו של הנביא אברהם ובנו ישמעאל (ישמעאל, ؛(עליהם השלום)), חזרה החיים לעמק זה. התפרצותו המופלאה של באר זמזם מתחת לרגליו של התינוק ישמעאל משכה אנשים להתיישב באזור. שבט ג›ורחום היה הראשון שהתיישב במכה בעקבות הופעת הבאר. ישמעאל גדל תחת חסותם, ובני ג›ורחום שמרו על שליטתם במכה ובכעבה הק־דושה במשך תקופה ממושכת. עם זאת, במהלך שלטונם הם קברו לבסוף את באר זמזם והמשיכו לשלוט בעיר עד סוף המאה השלישית לספירה, אז תפס השלטון שבט חוזה התימני.

חוזעה שלטה במכה במשך קרוב לשלוש מאות שנים, עד אמצע המאה החמישית לספירה, אז תפס שבט קיננה את הריבונות על הבית הקדוש. מעבר הנהגה זה הוביל בסופו של דבר לעלייתו של שבט הקוריישׁ, ענף של שבט קיננה, צאצאיו של אל-נד›ר אבן קיננה, תחת הנהגתו של קוסאי אבן קילאב, הסבא-רבא הרביעי של הנביא מוחמד ((עליו

השלום)). קוסאי הקים את דאר אל-נדווה (בית האסיפה) וחילק את האחריות הקשורה לכעבה ולמסגד הקדוש בין ארבעת בניו. לבנו עבד מנאף אבן קוסאי, סבו-רבא השלישי של הנביא, הוטלו תפקידי השקיית העולים לרגל (סיקאיה), אספקת מזון (ריפאדה) והנהגה.

לאחר מותו של עבד מנאף, בנו, האשים אבן עבד מנאף, תפס את ההנהגה, ואח־ריות זו הועברה מאוחר יותר לעבד אל-מוטאלב אבן האשים, סבו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)). בין הישגיו הבולטים ביותר נמנים גילויו מחדש וחפירתו מחדש של באר זמזם בשנת 540 לספירה. בתקופת חייו התרחש גם ניסיון התקיפה על הכעבה בידי אברהה אל-אשרם בשנת 571 לספירה, השנה המכונה «שנת הפיל», שגם סימנה את לידתו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)).

במאה ה-7 לספירה, שחר האסלאם עלה ממכה באמצעות השליחות הנבואית של הנביא מוחמד ((עליו השלום)), שקרא לאנשים לעבודת האל היחיד ולאחדותו של האל. ככל שהקוריישים ( ) הגבירו את רדיפתם אחר המוסלמים, במיוחד הפגיעים והמודרים, הנביא ((עליו השלום)) התיר לחבריו להגר לאתיופיה. כשהרדיפה נמשכה, הוא הורה להם מאוחר יותר להגר ליאת›ריב (אל-מדינה אל-מונאורה), לאחר שקיבל את נאמנותם של בני שבטי אוס וחזראג›, שהבטיחו לתמוך בו ולהגן עליו. כך, הנביא ((עליו השלום)) היגר למדינה, שם הקים את המדינה האסלאמית.

בעקבות ההג›רה (ההגירה) התרחשו מספר קרבות מרכזיים בין המוסלמים לקוריישׁ, הבולטים שבהם היו באדר, אוחוד והחפיר (אל-חנדק). בחודש שאוואל של השנה השישית לאחר ההג›רה (המקביל לשנת 628 לספירה), יצא הנביא ((עליו השלום)) עם קבוצת מחבריו לכיוון מכה כדי לערוך עומר. בהגיעו לאזור אל-חודייבייה, מנעו בני קוריישׁ מהם להיכנס לעיר, מה שהוביל לחתימת הסכם אל-חודייבייה בין שני הצדדים.

שנתיים לאחר מכן, שבט קוריישׁ הפר את תנאי ההסכם. הנביא **((עליו השלום))** ציווה אז על חבריו להתכונן לכיבוש מכה. בשנה השמינית לאחר ההג›רה, הנביא ((עליו השלום)) נכנס למכה עם צבא גדול ללא התנגדות. הוא הסיר את האלילים מהכעבה, הכריז על חנינה כללית לתושביה, ואז חזר אל-מדינה אל-מונאורה.

מכיבוש מכה ועד מותו של הנביא ((עליו השלום)) בשנה האחת-עשרה לאחר ההג׳רה (634 לספירה), חוותה העיר תקופה של יציבות פוליטית ודתית. עם זאת, בשנת 35 להג׳רה (656 לספירה) החלה תקופה של אי-שקט פנימי, כאשר המדינה האסלאמית נקלעה לסכסוכים אזרחיים, ובפרט בקרבות הגמל, ספיין ואל-נהראוון. בשנת 41 להג׳רה (661 לספירה) עלתה לשלטון הח׳ליפות האומאית, אשר יזמה רפורמות רבות במכה, לרבות סלילת דרכים וקידום עניינים דתיים ואקדמיים. אחת מהישגיה הבולטים ביותר הייתה הרחבת המסגד הקדוש וקירוי אכסדרותיו בשנת 91 להג׳רה (710 לספירה).

שלטון בית אומיה נמשך עד שנת 132 להג׳רה (750 לספירה), אז קמה הח׳ליפות העבאסית. גם העבאסים הקדישו תשומת לב רבה לאדריכלות ולתחזוקת המסגד הקדוש, ומכה זכתה להרחבות ולשירותים נוספים בתקופת שלטונם. עם דעיכת השפעת העבא־סים, עברה מכה לשליטתן של מספר מדינות רצופות, בהן שושלות האכשידים, הפא־טימים, האיובים והעות׳מאנים. בין התרומות הבולטות של העות׳מאנים נמנה הקמת מסילת הברזל של חג׳אז.

במאה ה-7 להג׳רה, ובאופן ספציפי בשנת 597 להג׳רה (1200 לספירה), החלו ההאשמים לשלוט באזור חג׳אז, ושליטתם נמשכה עד להקמת המדינה הסעודית השלישית. זה התרחש תחת הנהגתו של המלך עבד אל-עזיז אל-סעוד, שנכנס למכה בשנת 1351 להג׳רה (1932 לספירה) והכריז על איחוד ממלכת ערב הסעודית תחת דגל אחד.

מכה מנקודת מבט דתית

מכה אל-מכרמה היא האדמה המכובדת והמבורכת ביותר על פני כדור הארץ, מקדש נשגב שאליו נמשכים לבבות המאמינים מכל עבר. היא משמשת ביתם של אתרים קדו־שים רבים לאסלאם, ובראשם אל-מסג›יד אל-חראם, האתר הנערץ ביותר על פני כדור הארץ עבור המוסלמים. בתוכו ניצבת הכעבה, הקיבלה (כיוון התפילה) של כל המוסלמים ואחד משלושת המסגדים שאליהם מעודדים לעלות לרגל מטעמים דתיים. יתר על כן, מכה היא היעד הסופי של המוסלמים העולים לרגל לחאג› ולעומרה, שכן היא כוללת את האתרים הקדושים מוזדליפה, מינה וערפאת.

אלוהים הכל-יכול תיאר אותה בספרו הקדוש כ»הבית הראשון שהוקם לאנושות, מבורך ומנחה לעולם» והפך אותה למקלט ולמקום בטוח, בתגובה לתפילתו של הנביא אברהם ((עליו השלום)), שאמר:

﴿**אדוני, הפוך את העיר הזאת לעיר בטוחה וספק לתושביה פירות...**﴾ **(אל-בקרה: 126)**

(وَإِذْ قَالَ إِبْرَاهِيمُ رَبِّ اجْعَلْ هَٰذَا بَلَدًا آمِنًا وَارْزُقْ أَهْلَهُ مِنَ الثَّمَرَاتِ مَنْ آمَنَ مِنْهُم بِاللَّهِ وَالْيَوْمِ الْآخِرِ)

מכה היא ארץ מקודשת שבה אסור לשפוך דם, אסור לצוד, ואסור לכרות עצים או צמ־חייה. בתוכה, השכר על מעשים טובים מוכפל. בין הסמלים הנערצים ביותר שלה נמצא האבן השחורה, שריד ייחודי וקדוש מגן עדן, כפי שאושר במסורת הנבואית, ואשר נקבע בחוק שיש לנשק אותה במהלך ההקפה סביב הכעבה.

מכה היא אחת הערים המכובדות והמוכרות ביותר בעולם. אין עיר אחרת שזכתה לד־רגת ההערצה וההערצה שהשיגה מכה. זהו כבוד גדול למכה שאלוהים בירך אותה והפך אותה למקום הראשון על פני האדמה שבו סגד לו אבי האנושות, אדם (שלום עליו). לאחר מכן, הוא בחר בה, לאחר תקופה ארוכה, כקיבלה למוסלמים במזרח ובמערב, בעקבות ההוראה האלוהית שניתנה לנביא אברהם ובנו ישמעאל ((עליהם השלום)) לבנות מחדש את הבית הקדוש.

מכה היא הארץ האהובה ביותר על אללה ועל שליחו ((עליו השלום)). אל-טרמידי סיפר כי שליח אללה ((עליו השלום)) אמר:

﴿באללה, את הארץ הטובה ביותר של אללה והארץ האהובה ביותר על אללה. אילו לא גורשתי ממך, לא הייתי עוזב﴾ (חסן גריב סאהי)

אלוהים כיבד את מכה מעל כל שאר הארצות והגביר את יוקרתה, קדושתה ומעמדה. אחת מהתגלמויות הכבוד האלוהי הזה היא שהוא התייחס אליה בכמה שמות אצילים בקוראן:

- זוהי «מכה»:

﴿אכן, אלה שכפרו והסיטו [אנשים] מדרך אללה ומ[אל] אל-מסג'יד אל-חראם...﴾ (אל-פתח: 23)

(هُمُ الَّذِينَ كَفَرُوا وَصَدُّوكُمْ عَنِ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَالْهَدْيَ مَعْكُوفًا أَن يَبْلُغَ مَحِلَّهُ)

- זוהי «בקה»:

﴿אכן, בית התפילה הראשון שהוקם לאנושות היה זה שבבקה, מבורך ומנחה לעולם.﴾ (אל-עמראן: 97-96)

- זהו «אל-מסג'יד אל-חראם»:

﴿והוא ריסן את ידיהם מכם ואת ידיכם מהם בתוך אזור מכה, לאחר שגרם לכם לנצח אותם...﴾ (אל-פתח: 24)

(وَهُوَ الَّذِي كَفَّ أَيْدِيَهُمْ عَنكُمْ وَأَيْدِيَكُمْ عَنْهُم بِبَطْنِ مَكَّةَ مِن بَعْدِ أَنْ أَظْفَرَكُمْ عَلَيْهِمْ)

- זהו «אום אל-קורה» (אם הערים):

«כדי שתזהיר את אם הערים ואת הסובבים אותה...» (אל-אנ'אם: 92)

- זוהי «אל-בלד» (העיר):

«אני נשבע בעיר זו (אל-בלד)...» (אל-בלד: 1)

(لَا أُقْسِمُ بِهَٰذَا الْبَلَدِ)

- זוהי «העיר הבטוחה»:

«בתאנה ובזית, ובהר סיני, ובעיר הבטוחה הזו (מכה)...» (אל-טין: 1-3)

יתר על כן, אלוהים ייחס את מכה לעצמו בפסוק:

«וזכרו כאשר עשינו את הבית מקום חזרה לעם ומקום ביטחון...» (אל-בקרה: 125)

(وَإِذْ جَعَلْنَا الْبَيْتَ مَثَابَةً لِّلنَّاسِ وَأَمْنًا وَاتَّخِذُوا مِن مَّقَامِ إِبْرَاهِيمَ مُصَلًّى)

מכה היא המרכז הרוחני, התרבותי והחברתי של כל המוסלמים בכל מקום, בכל זמן ובכל מקום. היא היעד הרוחני של ליבם. אלוהים הכל-יכול הבדיל אותה בבטיחות, בביטחון ובשלווה, כפי שהוא אומר:

«הלא ראו כי עשינו [את מכה] מקלט בטוח, בעוד אנשים נלקחים מסביבם?» (אל-ענקבוט: 67)

ביטחון זה מקיף את כל היצורים בתוך העיר, כולל בני אדם, בעלי חיים וצמחים. אל-בוכארי ומוסלם (בניסוח של מוסלם) סיפרו מפי אבן עבאס (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנו) כי שליח אללה ((עליו השלום)) אמר:

«אבן, עיר זו הוקדשה על ידי אללה ביום שבו ברא את השמים ואת הארץ. לפיכך היא קדושה בקדושתו של אללה עד יום תחיית המתים. לא הותר ל אף אחד לפניי להילחם בה, והיא הותרה לי רק לפרק זמן קצר ביום. היא תישאר קדושה על פי גזירת אללה עד יום תחיית המתים.»

באופן כללי, ניתן לחלק את המושג «ביטחון» במכה לשני סוגים עיקריים:

- **ביטחון אלוהי (קאדרי):**

זוהי הביטחון המובטח על ידי אללה עצמו, כי שום צבא כופר לא יכבוש את מכה לאחר שחרורה, כי האנטיכריסט (אל-דג׳אל) לעולם לא ייכנס אליה, וכי תושביה לא יסבלו מרעב, שכן פירות מובאים אליה מכל הכיוונים. מי זמזם נעשו מזינים ומקיימים, וטקסי האסלאם, כגון הכעבה, מקאם אבראהים והגבעות ספא ומרווה, הופקדו בידיה. כל אלה נשארים בטוחים בזכות ההגנה האלוהית של אללה על מכה.

- **ביטחון אנושי (שריעי):**

זה מתייחס לביטחון שהוקם באמצעות החקיקה האסלאמית, לפיה תושבי מכה ומ־בקריה מצווים לשמור על שלום והגנה בינם לבין עצמם, כדי לשמור על העצים, חיות הבר והרכוש שלה. יישום נכון של כללים אלה הופך את מכה לגילום חי של ביטחון אלוהי. סוף ההיסטוריה האנושית על פני כדור הארץ מתחיל כאשר קדושת מכה מופרת. הפרה זו מתרחשת כאשר תושביה מתירים את מה שאלוהים אסר ומחוללים את קדושתה. ברגע שזה קורה, אלוהים מתיר את חורבנם, בדיוק כפי שעשה עם עמים קודמים.

בסופו של דבר, הדיון במכה, אל-מסג׳יד אל-חראם והאתרים הקדושים הוא בלתי נדלה. מקומות אלה נותרים נוכחים תמיד בלבבות המוסלמים וימשיכו להיות כך עד שא־ללה יירש את כדור הארץ ואת כל יושביו. מכה מסמלת את הלב הרוחני הפועם של העולם האסלאמי, היעד היקר ללב המאמינים והציר המרכזי שאליו נמשכים הלבבות עוד לפני המראות. לימוד המושג הדתי והממד הרוחני של מכה פותח את הדלת להבנה עמוקה יותר של מקומה בתוך הדוקטרינה האסלאמית, טקסי הפולחן וההיסטוריה התרבותית של האומה המוסלמית.

מכה אינה רק מיקום גיאוגרפי; היא ביטוי למשמעויות רוחניות עמוקות, סמל לקשר האינטימי בין המוסלמים לאלוהיהם, החל מהרגע שבו אברהם ((עליו השלום)) הניח את יסודות הבית בתפילה טהורה ובצייתנות מושלמת לציווי האלוהי.

מכה תופסת מקום ייחודי בדמיון הקולקטיבי של הקהילה המוסלמית, חוצה גבולות גיאוגרפיים והופכת לסמל אוניברסלי של אחדות, שייכות ושירות מסור לאללה יתברך. מו־סלמים מכל קצוות תבל מתאספים שם, שונים בשפתם, בצבע עורם, במוצאם האתני ובתרבותם, אך מאוחדים במטרה ובכיוון. עליית הרגל לחאג׳ משמשת דוגמה עוצמתית לאחדות האסלאמית, אירוע שנתי שבו מתמוססים ההבדלים החברתיים והמעמדיים, וע־קרונות השוויון, הענווה והאחווה בין בני האדם מתעוררים מחדש.

בבגדי ה»איחראם» הלבנים, הזהויות הלאומיות מתפוגגות והמראה החיצוני נעלם, ומותירים רק את מהות האדם, העומד לפני אדוניו במקום הקדוש ביותר.

מנקודת מבט זו, ההבנה של הממד הדתי של מכה אינה שלמה ללא הכרה בתפקידה בעיצוב הזהות האסלאמית המאוחדת ובחיזוק ערכי הצייתנות, הכניעה והשייכות לאומה אחת, המאוחדת על ידי הקיבלה, החוק והמסר האלוהי שלה.

ההורים וחוכמה בהשראת המקדש הקדוש של מכה

• מקור המילה «בקקה» (עם האות בא)

מקורות בלשניים מסבירים כי Bakk מציין צפיפות ועומס, כלומר, אנשים tabākkū (מתקהלים יחד) סביב הבית הקדוש. קונוטציה זו מעוררת קרבה לאלוהי ותחרות בפולחן, ולא בעניינים ארציים. ל-Bakk יש גם משמעות של ענווה ובכי, המשקפת את השבר הרוחני שחווה האדם בבית האלוהים. בהקשר זה, הבכי הופך לביטוי של קרבה, ולא של צער.

ישנה גם תיאוריה לשונית יוצאת דופן המקשרת בין «בקקה» ל«ברכה» (ברכה), שמקורה ככל הנראה בשורש סורי או ארמי, כפי שצוין קודם. הדבר מצביע על התכנסות אפשרית של שפות שמיות סביב השורש «בק», המבטא קדושה, תחינה וחסד אלוהי.

מקובל להאמין כי בקקה היא המקום שבו ניתנה הציווי האלוהי «יהי!» (Kun) והוקם בית האלוהים. לאור זאת, בקקה מסמלת את רגע האור הקדמוני והברכה היסודית.

• מקור המילה «מכה» (עם האות מם)

שורש המילה «מק» (Makk) מציין משיכה או משיכה, כמו בביטוי «ימוק אל-שיע» (yamukk al-shayʾ), שמשמעותו למשוך דבר-מה פנימה. לפיכך, השם «מכה» מרמז על משיכה רוחנית ורגשית, בהתאם לפסוק:

«...כדי שיראו את הטוב שבעבורם...» (אל-חאג': 28)

משמעויות לשוניות אחרות של «מק» קשורות לריסוק או להבסת השקר, כמו ב«מק פלאנן», שמשמעותו להשפיל או להרוס מישהו. משמעות זו מתבררת במהלך כיבוש מכה, כאשר הפוליתאיזם וחסידיו נכבשו.

מכה היא אפוא המקום שבו התממשה העצמה, שבו התרחשה הניצחון, ושבו הושׁמדה השקר.

• סבלנותה של האג׳ר ומאמציה: שיעור בוודאות ובביטחון

כשהאג׳ר נותרה עם בנה התינוק ישמעאל בעמק צחיח, סבלנותה לא הייתה סבלנות פסיבית גרידא, אלא מאמץ פעיל. מסעה בין צפא למרווה היה חיפוש אחר שמץ של רח־מים. בתום מאמציה, פרץ מעיין זמזם מתחת לרגליו של ישמעאל, והפך לסמל של השגחה אלוהית המגיעה על סף הייאוש.

מוסר השכל: «אלוהים אינו נוטש את אלה הסומכים עליו.» : מאמץ, כאשר הוא מלווה בוודאות בלתי מתפשרת באלוהים, הופך מדבריות צחיחות לגנים, וצמא למעיין נצחי.

• בניעתו של ישמעאל: שיעור בבניעה מוחלטת

כשאסמאעיל אמר לאביו אברהם:

«אבי, עשה כמצוותך. תמצא אותי, אם ירצה אלוהים, בין הסבלנים.» (אל-ספאט: 102)

נכונותו להקריב את עצמו ייצגה את הביטוי הגבוה ביותר של עבדות. לא הסכין היא שה־צילה אותו, אלא הקריאה האלוהית:

«ופדנו אותו בקורבן גדול.»

מוסר השכל: «התעלות באה דרך כניעה, לא דרך בריחה.»: כאשר העבד מפקיד את ענייניו בידי אלוהים, הוא הופך את הקרבתו להקלה ואת ניסיונו לניצחון.

• אברהם מניח את היסודות: שיעור בבנייה על בסיס אדיקות

אברהם לא בנה את הכעבה באבנים בלבד, אלא בדמעות התחינה:

«אדוננו, קבל [זאת] מאיתנו. אכן, אתה השומע, היודע.» (אל-בקרה: 127)

(رَبَّنَا تَقَبَّلْ مِنَّا ۖ إِنَّكَ أَنتَ السَّمِيعُ الْعَلِيمُ)

המקדש הקדוש עומד כעד לכך שמעשים מקודשים על ידי הכוונה.

מוסר השכל: «כאשר הלבבות בנויים על אמונה, הארץ פורחת בברכות.»

• עבד אל-מוטאלב גאולת עבדאללה: שיעור בגאולה ובנבואה

כאשר עבד אל-מוטאלב התכוון להקריב את בנו עבדאללה, אביו של הנביא ((עליו השלום)), הוא בסופו של דבר פדה אותו במאה גמלים. אירוע זה היה, למעשה, הכנה אלוהית ללידתו של חותם השליחים.

מוסר השכל: «מה שנראה כניסיון עשוי להיות למעשה הקדמה לברכה הגדולה ביותר.» מה שעבד אל-מוטליב תפס כצרה היה למעשה תחילתה של נבואת מוחמד.

• יונה בבטן הלוויתן: שיעור בתשובה ובחזרה

כאשר הנביא יונס עזב את עמו בכעס, הוא נבלע על ידי הלוויתן. ממעמקי החשכה הוא זעק:

«אין אלוהים מלבדך. תהילה לך! אכן, הייתי בין העוולים.» (אל-אנביא: 87)

(لَّا إِلَٰهَ إِلَّا أَنتَ سُبْحَانَكَ إِنِّي كُنتُ مِنَ الظَّالِمِينَ)

אלוהים נענה לקריאתו.

מוסר השכל: «אין חושך עמוק יותר מזה של התמרמרות על גזירת האל, ואין אור זוהר יותר מאור התשובה.»

מסע אלוהי זה קורא לך: אל תסתפק בקריאה בעיניים בלבד, צעד בו ברגלי הגר, בכה בדמעותיו של אברהם, כנע כמו ישמעאל, וחזור בתשובה כמו יונה, כדי שתוכל לגלם את הפסוק:

«...ויראו אותי, אתם בעלי ההבנה.» (אל-בקרה: 197)

• במקדש הקדוש, ההבחנות נעלמות

«בהרם, המסכות נופלות.» כאן, קישוט ויהירות אינם בעלי ערך. הבגדים לבנים, והלבבות נחשפים. אלוהים אינו מביט במראה החיצוני, אלא בלבבות.

«בחצר הטוואף, התארים מתפוגגים: אין עשירים או עניים, אין נסיכים או פועלים, כולם עבדי אלוהים, שווים באהבתם ובצניעותם כלפיו.»

בעודכם מקיפים את הכעבה בהרמוניה, הפכו את חייכם למעגל של ציות, המסתובב ללא הרף סביב האל, ולא סביב העולם.

• כל צעד במכה הוא כוונה

«במכה, אפילו ההליכה למסגד היא פולחן, ההתבוננות בכעבה היא תפילה, השתיקה היא הרהור, והדמעה היא תשובה.»

לא כל מי שמבקר במכה חווה באמת את מהותה. רק מי שמגיע עם לב צנוע יכול ליהנות ממתיקותה ולהתעטף באורה הרוחני. בין קירותיה הקדושים, המחפש מוצא ביטחון; מי שמתפלל בתוכה בכנות, תפילותיו נענות; ומי שמתכוון לטוב בתוכה, מתוגמל פי כמה וכמה.

«לבבות שביצעו את החאג› בכנות לעולם אינם חוזרים כפי שהיו, שכן הם טעמו את טוהר ההתמסרות האינטימית במקום הקדוש ביותר.»

• זמזם מרווה את הלב לפני הגוף

«זמזם אינו מיועד רק לצמא הגופני, הוא מיועד לצמא הנשמה. מי ששותה אותו באמונה, צמאונו מרווה בוודאות והוא מתמלא בביטחון.»

• על «מיקום» ו»התעלות»

המונח וד›יא (הוצב) מרמז על בסיס אלוהי, שהוקם ללא התערבות אנושית, ומציע קבי־עות עמוקה על פני האדמה. לעומת זאת, באנא (בנייה) מרמז על בנייה גשמית וגלוייה.

לפיכך, כאשר אלוהים אומר:

«אכן, הבית הראשון [של הפולחן] שהוקם עבור האנושות...» (אל-עמראן: 96)

הוא מתייחס למציאות הקיומית של הבית הקדוש לפני שהוא הופך לגלוי לעין, לשורשיו המטאפיזיים בבריאה.

באשר להקמת היסודות:

«וזכור כאשר אברהם הקים את יסודות הבית...»

זה מצביע על כך שהיסודות כבר היו קיימים, קבורים או נסתרים, וכי אברהם לא יצר אותם יש מאין, אלא גילה אותם. מכאן משתמע שהמיקום קדם להקמה, וכי אברהם היה «מקם» ולא «מייסד».

• האבן השחורה

האבן השחורה, המתוארת כאבן אודם שמימית, הייתה במקור לבנה טהורה אך הפכה לשחורה, דבר המסמל מטאפורה רוחנית עמוקה:

- לובנו: טוהר מולד.
- שחורו: חותם החטא האנושי.
- עמידותו: הנצחת הברית.

זה מייצג את נקודת המפגש בין האור האלוהי לטבע האנושי. לפיכך, נגיעה ונשיקה באבן השחורה הן התחייבות סמלית, ולא מעשה של פולחן.

ניסים דתיים ומדעיים במכה אל-מכרמה

נושא הנסים הדתיים והמדעיים במכה אל-מכרמה מעורר עניין רב בקרב אנשים רבים, לאור מעמדה הדתי העצום של העיר בקרב המוסלמים. מכה אינה רק עיר היסטורית או דתית, היא סמל נצחי המוטמע בתודעתה של האומה האסלאמית, מרכז רוחני ומדעי בעל משמעות רב-ממדית שאינה ניתנת לסיווג פשוט.

❖ ניסים דתיים

- **למכה תכונות ייחודיות שאינן קיימות בשום מקום אחר על פני כדור הארץ**: היא משמשת בית לכעבה, הבית הראשון שהוקם עבור האנושות, והמקום שבו ירדו ההתגלויות והתכנסו הציוויליזציות.

- **מכה היא הקיבלה (כיוון התפילה) של כל המוסלמים**, ומיליונים עולים אליה מדי שנה לצורך החג› והעומרה.

- **המסע הלילי והעלייה לשמים (אל-אסרא ואל-מיראג›)** יצרו קשר נצחי ובלתי ניתן לניתוק בין אל-מסג›יד אל-חראם במכה ואל-מסג›יד אל-אקצא בירושלים.

- **אחד הנסים הגדולים ביותר שהתרחשו במכה** הוא התגלות הקוראן לנביא מוחמד ((עליו השלום)) במערת חירא, האירוע המשמעותי ביותר בתולדות האסלאם.

- **הכניסה למערת חירא צרה וקטנה**, ומכילה רק אדם אחד או שניים. כאן החלה הנבואה, כאשר המלאך ג›יבריל (גבריאל, (עליו השלום)) ירד אל הנביא מוחמד ((עליו השלום)) במהלך מצב של דבקות והרהור עמוקים. מה שהתרחש במערה מסמל קשר ישיר בין השמים לארץ.

- **בעקבות הסכם אל-חודייבייה**, אנשים החלו לאמץ את האסלאם בהמוניהם. האסלאם התפשט בחופשיות, ללא הפרעה של מלחמות, דוגמה יוצאת דופן לתושייה אסטרטגית ולראייה נבואית (דעוה). אכן, «כיבוש ברור» זה שינה את המאזן הגיאו-פוליטי וסלל את הדרך לכיבוש מכה ולהתפשטות נרחבת של האסלאם.

- **כאשר בני קורייש דחו את התואר «שליח אללה» שהוענק לנביא בהסכם והתעקשו להשתמש בכינוי «מוחמד בן עבדאללה»,** הנביא ((עליו השלום)) הסכים לכך, למרות התנגדותם של חבריו. גמישות נבואית זו אפשרה את המשך תהליך כריתת ההסכם ופתחה את הדלת לקידום הדעה.

- **מכה היא אתר של אירועים דתיים חשובים,** ובמיוחד מינויו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)), ונקודת המוצא של ההג׳רה למדינה, הרגע המכריע בהיסטוריה האסלאמית.

- **טקסי ה»טאוואף» וה»סעי»,** המתבצעים במהלך החג׳ והעומרה במכה, הם בעלי אופי רוחני עמוק וקשורים לשלושה נביאים גדולים: אברהם, ישמעאל ומוחמד ((עליהם השלום)).

- **אדם (שלום עליו) היה הראשון שהניח את יסודות הכעבה** על פי ציווי אלוהי. המ־בנה אבד מאוחר יותר בשיטפונות או התבלה עם הזמן. אז ציווה אלוהים על אברהם לבנותו מחדש. מקאם אברהם (תחנת אברהם) מסמן את המקום שבו עמד במהלך הבנייה, בסיוע בנו ישמעאל בהובלת האבנים.

- **מכה מוזכרת מספר פעמים בקוראן, בין היתר:**

«אכן, בית התפילה הראשון שהוקם עבור האנושות היה זה שבמכה, מבורך ומהווה הדרכה לעולמות.» (אל-עמרן: 96) ואלוהים נשבע בו: **«אני נשבע בעיר זו...»** (אל-בלד: 1-3)

פסוקים אלה לבדם מעידים על קדושתה הייחודית של מכה, הן מבחינה מרחבית והן מב־חינה זמנית. אל-טרמידי מספר שהנביא ((עליו השלום)) אמר:

- **«אכן, אללה קידש את מכה, ולא העם הוא שקידש אותה.»**

- **הכעבה היא מבנה קובייתי,** וארבעת צדדיה מכוונים בדיוק לכיווני הרוח. הצד הפונה אל ח׳יג׳ר אסמאעיל (הכולל את הפינות העיראקית והלבנטינית) מכוון לצפון האמיתי; מולו נמצא הקיר הדרומי, הכולל את האבן השחורה ואת הפי־נות הימאניות. הקיר המזרחי, שבו נמצאים דלת הכעבה והמולטזאם, פונה

יישירות מזרחה, והקיר הנגדי לו, הצד המערבי, כולל את פינות לבנט ויאמני. היישור המדויק לכיווני הרוח, שהושג לפני אלפי שנים, הופך את האפשרות כי כיוון זה הוא תוצאה של מאמץ אנושי בלבד לבלתי סבירה; במקום זאת, הוא מרמז על מבנה שנבנה על ידי מלאכים.

- **ארץ מבורכת זו נבדלת בתכונות שאינן נמצאות בשום מקום אחר**, כולל:
  - ❖ איסור על מלחמה מאז ראשיתו של המסר הנבואי.
  - ❖ האיסור על ציד וכריתת עצים בתוך גבולותיה.
  - ❖ הכפלת השכר על מעשי הפולחן הנעשים בה.
  - ❖ הכללת אתרים קדושים כגון מינה, מוזדליפה, ערפאת והר הרחמים.
- **בין הנסים של האבן השחורה:** טקס הטוואף מתחיל ומסתיים בה, והיא תעיד אמת ביום הדין. הנביא ((עליו השלום)) אמר:

«האבן השחורה תבוא ביום תחיית המתים עם שתי עיניים לראות ולשון לדבר, ותעיד לטובת אלה שנגעו בה בכנות.»

- מקאם אברהם הוא אבן היסטורית הנושאת את טביעת כף רגלו של הנביא אברהם ((עליו השלום)). הטביעות נשמרו לאורך הדורות, והן נראות עד היום. אין אבן אחרת בעולם בעלת תכונה ייחודית כזו.
- מינה היא המקום שבו מתבצע טקס יידוי האבנים בשלושת הג׳מראט, ושם שוהים עולי הרגל בימי תשריק. אומרים שזהו המקום שבו הקריב אברהם את האיל במקום בנו ישמעאל.
- עראפת היא המקום שבו מתקיים הטקס החשוב ביותר בחג׳, העמידה בעראפה. הנביא ((עליו השלום)) אמר: «החג׳ הוא עראפה.» זהו מקום מלכותי שבו כל האומה המוסלמית מתכנסת ביום אחד. ביום זה, החטאים נסלחים באופן שאין שני לו.

- מוזדליפה היא התחנה שבה העולים לרגל מבלים את הלילה לאחר שקיעת החמה ביום ערפה, ואוספים אבנים לטקסי היידוי במינה.

- קיים דמיון קוסמי בין השמים לארץ, כפי שמצוין בפסוקים רבים בקוראן ומאושר על ידי מסורות נבואיות אותנטיות. אל-בייט אל-מאמור (הבית המאוכלס) בשמים השביעיים שוכן ישירות מעל הכעבה, מיושר עמה באופן מושלם, ומדגיש כיצד ממדי השמים העצומים תואמים לאלה של כדור הארץ.

- פיצול הירח הוא נס שהתרחש במכה כאשר הכופרים דרשו אות לאישור אמיתות דבריו של הנביא. הקוראן מתעד זאת בסורת אל-קמר:

«השעה התקרבה, והירח נבקע.» (אל-קמר: 1) הירח נבקע לשני חלקים: האחד מונח מעל הר אבו קובייס, והאחר מעל הר קאיקאיאן.

(اقْتَرَبَتِ السَّاعَةُ وَانشَقَّ الْقَمَرُ)

- ההיסטוריון היווני תלמי התייחס למכה במאה השנייה לספירה כ»מרקואבה» - כלומר «בית האל». זוהי התייחסות משמעותית, במיוחד לאור מקורות נוצריים המזכירים אותה בשם בקקה (Baca), ומזהים אותה כבית האל.

- החוכמה העומדת מאחורי המספר שבע בטקסי החג› - שבעה סיבובים של טוואף, שבעה סיבובים בין ספא למרווה, ושבעה חלוקי נחל לכל ג›מרה, משקפת את התכנון האלוהי. היקום כולו נשלט על ידי רצונו וסדרו של האל: שבעה שמים, שבעה ארצות, שבעה ימי השבוע, שבעה צבעים בספקטרום הנראה, שבעה קליפות אטומיות, וכן ה. לפי־כך, השימוש החוזר במספר שבע בחג› מסמל את הסדר האוניברסלי של האל ומרמז על אחדותו המוחלטת.

- הזרימה הבלתי פוסקת של מי זמזם במשך כמעט 5,000 שנה - מסלעים מגמטיים ומטמורפיים בעלי גבישים רבים, היא מדהימה, במיוחד בהתחשב בכך שהבאר

נקברה ונחפרה מספר פעמים. מימיה נובעים מסדקים נימיים דקים המשתרעים הרחק מעבר לגבולות מכה לכל הכיוונים. דבר זה מאשר את תיאורו של הנביא ((עליו השלום)) את הבאר כתוצאה ממכה עוצמתית, באומרו:

«זהו זרם ג'יבריל והפרנסה שאללה סיפק לישמעאל.»

- צופים הבחינו כי חיות טרף אינן נלחמות בתוך מתחם מקה הקדוש. הן מתקיימות בשלום זו עם זו, אפילו עם מינים שהן בדרך כלל היו צדות במקומות אחרים. באופן דומה, ציפורים כמעט ואינן עפות ישירות מעל הכעבה; במקום זאת, הן סוטות הצי־ דה, כאילו הן מקיפות אותה ביראת כבוד.

- בעמק מוחאסיר, ליד מכה, כאשר אברהה אל-אשרם הורה לפיל שלו להרוס את הכ־ עבה, הפיל כרע ברך וסירב להתקדם. הם הכו אותו בגרזני ברזל, אך הוא לא קם. כאשר פנו לכיוון תימן, הוא רץ; כאשר פנו לכיוון סוריה או מזרחה, הוא נע. אך כאשר פנו לכיוון הכעבה, הוא כרע ברך שוב. באותו רגע, אלוהים שלח את להקת הציפורים, אבאביל , כפי שמצוין בסורת אל-פיל (105:3).

- רצון האל קבע שאברהה ישרוד את האירוע, אך ימות מאוחר יותר בתימן, וישמש אות לאלה שבאו אחריו, בדיוק כפי שפרעה, שהכריז ביהירות «אני אדונכם, העליון», נתפס בידי האל וגופתו נשמרה כשיעור לדורות הבאים:

«היום נשמור את גופך, כדי שתהיה אות לאלה שיבואו אחריך...» (יונס: 92)

ניסים מדעיים

מכה אל-מכרמה מחזיקה במעמד רוחני מרכזי באסלאם והייתה במוקד מחקרים שו־נים שניסו לקשר את מיקומה ותופעות הטבע בה לעקרונות מדעיים או קוסמיים. אף על פי שחלק ממחקרים אלה אינם עומדים בסטנדרטים המחמירים של אימות אמפירי, הם מעוררים בכל זאת הרהור והערצה בקרב מאמינים רבים. יש לגשת לנסים מדעיים בקוראן ובדת בזהירות מתודולוגית כדי להימנע מטענות בלתי מאומתות. המדע הניסויי מסתמך על ראיות הניתנות לצפייה, וניסים לבדם אינם יכולים לשמש כהוכחה חותכת לאמונות דוקטרינריות.

- מספר מחקרים הציעו כי מכה שוכנת **במרכז הגיאוגרפי של יבשת כדור הארץ**, בהתבסס על הקרנות מפות עולמיות ומדידות גיאודטיות. אף שטענה זו עשויה שלא להיות מדויקת מבחינה מדעית, היא נושאת משמעות סמלית עבור מוסלמים ומחזקת את המרכזיות הרוחנית של העיר.

- **באר זמזם**, הממוקמת במרחק של 21 מטרים בלבד מהכעבה, נחשבת לאחת הבארות הנדירות ביותר על פני כדור הארץ מבחינת עומק, מקור הידרולוגי ומאפייני המים. למרות שהיא שוכנת בשטח קשה, צחיח וסלעי, מימיה זורמים ברציפות מזה אלפי שנים. ניתוחים פיזיקו-כימיים מתקדמים של מי זמזם אישרו את טוהרם יוצא הדופן ואת הרכבם המינרלי היציב בהשוואה למקורות מי תהום אחרים.

- מחקרים רבים הצביעו על כך **שהקואורדינטות הגיאוגרפיות של מכה מציגות התא־מה מרשימה ל»יחס הזהב» כפי שהוא מבונה**, בהקשר של התפלגות היבשות והימים על פני כדור הארץ. דבר זה מחזק את תיאורה הסמלי כנקודת איזון פלנטרי. בנוסף, יש הטוענים כי **קו האורך של מכה (כ-39.8° מזרח)** עשוי להתאים לאיזון גיאומגנטי או לאיזון בין משך היום והלילה. עם זאת, השערות אלו אינן זוכות לתמיכה

מצד הקהילה המדעית המרכזית, ולעתים קרובות הן מוצגות במסגרת תיאולוגית או כנס. לדוגמה, **הסטייה המגנטית** במכה אינה אפסית, ולכן אינה תומכת בטענות בדבר סימטריה מגנטית ייחודית.

- במהלך **טקסי החג› והעומרה**, המוסלמים נדרשים להקיף את הכעבה שבע פעמים, כשהם מתחילים ומסיימים באבן השחורה. תנועה זו מתבצעת **נגד כיוון השעון**, בהתאם לכיוון הסיבוב הנצפה ביקום, החל מחלקיקים תת-אטומיים ועד לגופים שמימיים. אל־קטרונים מסתובבים סביב גרעיניהם נגד כיוון השעון, מה שמשקף את כיוון הטוואף. מכה שוכנת **כ-21·4° צפונית לקו המשווה**, ובאופן כללי ניתן לראות **שתופעות בחצי הכדור הצפוני מתאפיינות בתנועה נגד כיוון השעון**, בעוד שתופעות בחצי הכדור הדרומי נוטות לנוע עם כיוון השעון. זאת בשל **אפקט קוריוליס**, הנובע מסיבוב הציר המוטה של כדור הארץ. ראוי לציין כי המוסלמים מקיפים את הכעבה בכיוון זה כבר למעלה מ-1400 שנה, הרבה לפני הגילוי המדעי של כוח קוריוליס.

- **האבן השחורה** הובאה על ידי המלאך ג›יבריל (גבריאל, (עליו השלום)) כאשר הנביא אברהם ((עליו השלום)) בנה מחדש את הכעבה. בעוד שפני השטח שלה מושחרים, **פנים** האבן **נותר לבן בוהק**. מחקרים מדעיים מצביעים על כך שהאבן היא מטאוריטית במקורה, ובעלת **הרכב מינרלוגי וכימי ייחודי**. נאמר כי היא **צפה על פני המים, עמידה בפני חימום בכל אמצעי קונבנציונלי**, ופולטת צורות שונות של **קרינה בלתי נראית**.

- **מחקרים גיאופיזיים** תיעדו **אנומליות מגנטיות** חריגות באזור המסגד הקדוש, עם ירידה מקומית ברמות הרעש המגנטי בהשוואה לאזורים הסובבים.

- **מבחינה גיאולוגית**, מכה היא אחד המקומות המבוצרים ביותר, מוקפת בשרשראות הרים איתנות מרוב הכיוונים. טופוגרפיה זו מספקת הגנה טבעית; עם זאת, **היא אינה הופכת את מכה לחסינה מפני רעידות אדמה**. אין ראיות טקסטואליות בקוראן או

בסונה המרמזות כי מכה, למרות קדושתה, מוגנת על ידי האל מפני אסונות טבע. תיעוד היסטורי מראה מקרים בודדים של פעילות סיסמית חמורה בתוך העיר.

- אמנם **לא** תועדו **רעידות אדמה עתיקות או מודרניות** בתוך הגבולות המוגדרים של המתחם הקדוש, אך נתונים היסטוריים מצביעים על כך **ש-12 רעידות אדמה** התרחשו באזור מכה הרחב יותר בין **השנים 801 ל-1963 לספירה**. החמור שבהם היה בשנת **1121 לספירה**, אשר גרם נזק חלקי לפינת ימאני של הכעבה. רעידת אדמה חזקה נוספת התרחשה בשנת **1710 לספירה**. בעידן המודרני חוותה מכה שתי רעידות אדמה: **באל-שרעי (1993) ובמדראקה (1994)** - שתיהן מקורן **מחוץ למתחם הקדוש**.

- בשל מיקומה **בין חוג הסרטן לקו המשווה**, בדיוק בקו **רוחב 21.4° צפון ובקו אורך 39.8° מזרח**, מכה חווה **תופעה אסטרונומית** בולטת: **השמש עוברת ישירות מעל הכעבה פעמיים בשנה** בצהרי היום, **ב-29 במאי וב-16 ביולי**. יישור זניט סולארי זה יכול לשמש ברחבי העולם כדי **לקבוע או לתקן במדויק את כיוון הקיבלה** מכל מקום בחצי הכדור המואר בשמש בתאריכים אלה. בזמנים אלה, השמש נמצאת במאונך ישירות מעל מכה, והצללים נעלמים מתחת לאובייקטים זקופים, מה שמספק כיול טבעי מדויק לכיוון התפילה האסלאמית.

ביטחון מים במכה: עבר והווה

בימי קדם, תושבי מכה נתנו עדיפות להבטחת מקורות המים, משום שהישרדותם הייתה תלויה בהם. הם חיפשו ללא הרף מקומות שבהם ניתן היה להשיג מים כדי לה־תיישב ולבנות את הציוויליזציה שלהם. הם חפרו בארות ידניות ויצרו כלים ומכשירים כדי למקסם את ניצול המים.

בימינו, המושג «ביטחון מים» התפתח כדי לכלול זמינות של כמויות מספיקות של מים נקיים ושימושיים העונים על צרכים אנושיים שונים הן מבחינת הכמות והן מבחינת האיכות, תוך הבטחת קיימות והמשכיות מבלי לגרום נזק לדורות הבאים. השגת ביטחון זה תלויה בשימוש מיטבי במשאבים הזמינים, בקידום טכנולוגיות מים, בפיתוח מקורות מים קיימים ובחיפוש אחר חלופות.

• ביטחון מים במכה העתיקה

הופעתו של באר זמזם לפני אלפי שנים יכולה להיחשב כנקודת המוצא של ביטחון המים במכה. מבחינה היסטורית, תושבי מכה הסתמכו באופן מוחלט על נושאי המים (סאקא›ין) כדי להעביר מים לבתיהם, בשל תוואי השטח ההררי והמחוספס של העיר. התושבים נאלצו לרדת אל הבארות המקיפות את אל-חראם ולשאת את המים אל הגבהים.

בתקופה שלפני האסלאם, שבט הקוריייש תחזק מספר בארות נוספות מלבד זמזם. בין הבולטות שבהן היו:

- **אל-תאו**: בבעלות עבד שמס אבן עבד מנאף, ממוקם בחלק העליון של מכה.
- **בד›אר**: בבעלות האשים אבן עבד מנאף, ממוקם בכניסה לעמק אבו טאלב.
- **סיג›לה**: בבעלות אל-מוטעים אבן עדי אבן נופל אבן עבד מנאף.
- **אל-חופר**: בבעלות אומיה בן עבד שמס.
- **סאקייה**: בבעלות בני אסד אבן עבד אל-עוזא.
- **אום אחראד**: שייכת לבני עבד אל-דאר.

- **אל-סונבולה**: בבעלות בני ג׳ומאה, נחפרה על ידי ח׳לאף אבן ווהב.
- **אל-ג׳אמאר**: שייך לבני סאהם.
- **רם ורם**: נחפר על ידי מוררה בן קאב בן לואי.
- **ווכאם**: בבעלות שבט באנו קילאב אבן מוררה.
- **אל-חופאר** (באר אחרת): שייכת לבני עדי בן קאב בן לואי.

(Al-Ghubāshī, 1990 CE)

עם זאת, עם הזמן, אנשים הפסיקו בהדרגה להשתמש בבארות אלה והחלו לשאוב מים מזמזם. אבן איסחק ציין:

«זמזם החליף את הבארות האחרות ששימשו בעבר את העולים לרגל, והאנשים פנו אליו בשל קרבתו אל-מסג׳יד אל-חראם, עליונותו על מקורות מים אחרים, ובשל היותו באר ישמעאל, בנו של אברהם. בני עבד מנאף התגאו בקשר שלהם אליו על פני כל בני קורייש ושאר הערבים.»

מוסאפיר אבן אבו עמר אבן אומיה אבן עבד שמס אבן עבד מנאף התפאר בגאווה בפני בני קורייש בכבוד שזכיה בו בהענקת מים ואירוח לעולי הרגל באמצעות זמזם. הוא הדגיש כיצד בני עבד מנאף, בהיותם משפחה אחת, שותפים לכבוד ולאצילות של הבאר.
(Al-Azraqī, 1969 CE)

• בארות שנחפרו בתקופה האסלאמית

במהלך התקופה האסלאמית נחפרו בארות רבות כדי לענות על צרכי המים הגוברים של תושבי מכה והעולים לרגל. ביניהן היו:

- אל-יאקוטה: ממוקמת במינה, נחפרה בתקופת שלטונו של אבו בכר א-סידיק (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנו), ואחר כך פותחה על ידי אל-חאג׳ג׳ אבן יוסף.
- באר עומר אבן עות׳מן אבן עפאן: ממוקמת במינה בעמק אל-עמר.

- באר השותפים (ביר אל-שורקה): באג׳יאד, שייכת לבני מקזום.
- באר איקרימה: ממוקמת בעמק אג׳יאד הקטן יותר, המכונה אל-אייסאר.
- באר אל-אסוואד אבן סופיאן אבן עבד אל-אסד אל-מחזומי: ידועה גם בשם ביר בני אסד או ביר אל-סלא, בשל קרבתה לאזור התפילה (אל-סלא). במקור, הייתה זו באר של שאפיה אום קירדן.
- באר אל-טולוב: שייכת לעמר אבן עבד אללה אבן ספוואן אל-ג׳ומחי, ממוקמת בעמק עמר ליד אל-רמדה, מתחת לאל-מיית׳אב.
- באר אבו מוסא אל-אש׳ארי: באל-מאע, בפתחו של אבו דוב ליד אל-חוג׳ון, נחפרה לאחר חזרתו משלטון.
- באר שאודאב: ממוקמת בשער בני שייבה, שולבה מאוחר יותר במסגד אל-חראם במהלך הרחבתו על ידי הח׳ליף אל-מהדי בשנת 161 להג׳רה.
- באר אל-ברוד: בפקח, נחפרה על ידי חוראש אבן אומיה אל-חוזעי אל-קאבי.
- באר בקאר: ממוקמת ב-ד׳ו טוואה ליד תחנת המים של בקאר, איש מעיראק שה־תיישב במכה.
- באר וורדן: נחפרה על ידי וורדן, המשוחרר של אל-מוטאלב אבן אבו וודאעה, ב-ד׳ו-טווה, סמוך לתחנת המים סיראג׳ בפקח; סיראג׳ היה המשוחרר של בני האשים.
- באר אל-סלאסיל: בפתחו של עמק ביעה, ליד עקבה של מינה.
- באר אל-סוקיה: ליד שני מעברי ההרים (אל-מאזמיין) של ערפאת, שנחפרה על ידי עבד אללה אבן אל-זוביר אבן אל-עוואם. (Al-Azraqī, 1969 CE)

• אבטחת המים המודרנית במכה

בשל האופי הגיאוגרפי הצחיח של אזור מכה והדלדול ההדרגתי של משאבי המים הטבעיים לאורך השנים, ממלכת ערב הסעודית יזמה פרויקטים רבים ורחבי היקף בתחום המים. יוזמות אלה התמקדו באופן מיוחד ואינטנסיבי בסיפוק צרכי המים של מכה אל-

מכרמה והאתרים הקדושים, בעיקר כדי לשרת את אורחי אללה (דויוף אל-רחמן). להלן סקירה קצרה של הישגים אלה:

- **מי זמזם מופצים בזהירות קפדנית** במיכלים מקוררים המיועדים לכך ברחבי שני המ־סגדים הקדושים, לאחר תהליכי חיטוי יסודיים.
- **צינורות המים הורחבו** כדי לשרת את האתרים מינה וערפאת, ובכך להבטיח את זמי־נות המים בעונות העלייה לרגל.
- **מספר פרויקטים הושלמו** כדי לשפר את מקורות האספקה לרשת המים של מכה ולהגביר את יעילותה כדי לענות על הצרכים הגוברים של עולי הרגל.
- **נקדחו בארות חדשות** כדי להגדיל את מאגרי המים של מכה אל-מכרמה.
- **לקראת הגידול הצפוי במספר העולים לרגל**, יושמו מספר פרויקטים של תשתית מים כדי להגדיל את נפח המים המסופק לעיר.
- **נבנו מיכלי אגירת מים ייעודיים** במיוחד כדי לתמוך בביקוש הגובר של מכה.
- **בוצעה סדרת פרויקטים** להרחבת רשתות חלוקת המים וניהול השפכים במכה אל-מכרמה.

אתרי ציון של המסגד הקדוש (אל-מסג'יד אל-חראם)

להבנת אתרי המסגד הקדוש (אל-מסג'יד אל-חראם) יש חשיבות דתית והיסטורית עצומה. רבים מהטקסים ומנהגי הפולחן שמבצעים המוסלמים, כגון טוואף (הקפת הכעבה), סעי (הליכה טקסית בין ספא למרווה) וסלאח (תפילה), מחייבים ידע מדויק על אתרים קדושים אלה, לרבות מיקומה של הכעבה, האבן השחורה, מקאם אבראהים (עמדת אברהם), באר זמזם, ח'יג'ר אסמאעיל (מתחם ישמעאל), אל-מולטזאם (מקום ההיצמדות) ואחרים. הבנה זו מסייעת להבטיח שפעולות הפולחן יעלו בקנה אחד עם הסונה (המסורת הנבואית), בדוגמת שליח אללה ((עליו השלום)), אשר עסק באתרים אלה במהלך תפילותיו. אללה אומר:

«כך הדבר. ומי שמכבד את סמלי אללה, אכן, זהו ביטוי ליראת שמים בלב.» (אל-חאג': 32)

לכבד את סמלי האסלאם פירושו להכיר במעמדם ובמשמעותם ולנהוג בהם ביראת כבוד ובכבוד הראויים. כאשר מוסלמי לומד את ההיסטוריה ואת החשיבות של כל אתר במסגד הקדוש, הקשר הרוחני שלו והענווה שלו בפולחן מעמיקים, והערכתו לקדושת המקום מתעצמת, מה שמקנה מימד רגשי ורוחני עמוק לטקסים.

לפיכך, היכרות עם אתרי המסגד הקדוש אינה סקרנות אינטלקטואלית גרידא, אלא צורך דתי והיסטורי המגביר את הכבוד כלפי הטקסים האסלאמיים, את תוקפה של הפולחן ואת הקשר של המוסלמים לזהותם הדתית והתרבותית. לכן מומלץ מאוד, במיוחד לעולי רגל ומבקרים, ללמוד את נקודות הציון הללו לפני ביקורם, ולהרהר במשמעויותיהן בעת ביצוע הטקסים, כדי להפוך את עלייתם לרגל למקדש הקדוש למודעת, עמוקה וכנה יותר.

• אל-מסג'יד אל-חראם (המסגד הקדוש)

זהו המסגד הקדוש ביותר באסלאם, הממוקם בלב מכה, בעמק צחיח המכונה עמק אברהם (וואדי אבראהים), ומוקף בארבעה הרים: אבו קובייס, אג'יאד, הינדי ועומר. היא שוכנת בגובה של 277 מטר מעל פני הים וממוקמת סביב הכעבה, המבנה הראשון שנבנה אי פעם על פני כדור הארץ והאתר הקדוש ביותר באסלאם. המסגד הוא הקיבלה (כיוון התפילה) עבור מוסלמים ברחבי העולם, והוא נקרא אל-חראם (הקדוש) משום שאסור להילחם בתוכו. שטחו הוא **כ-1,371,000 מ**"ר.

הכעבה

הכעבה היא מבנה בצורת קוביה, ומכאן שמה (כעבה פירושו קוביה). היא בנויה מאבן מלאה, וגובהה 15 מטרים. מידותיה הן כדלקמן:

- מצד אל-מולטזאם: 12.84 מטר
- מצד אל-מולטזאם: 11.28 מטר
- בין פינת ימאני להיג'ר: 12.11 מטר
- בין פינת ימאני לפינת שאמי: 11.52 מטרים (אל-עומרי, 2023)

יסודות הכעבה נבנו עוד בימי הנביא אדם ((עליו השלום)). עם הזמן, היא נהרסה ונעלמה, עד שאללה גילה את מיקומה לנביא אברהם ((עליו השלום)) וציווה עליו לבנותה מחדש. המלאך ג'יבריל (גבריאל, שלום עליו) הביא לו את האבן השחורה, שהייתה במקור לבנה בוהקת. הכעבה נבנתה מחדש **12 פעמים** לאורך ההיסטוריה.

האבן השחורה (אל-חאג'ר אל-אסוואד)

האבן השחורה היא אחד המרכיבים המהותיים של הכעבה, והיא ממוקמת בפינתה הדרומית-מזרחית. היא מורכבת **משמונה חלקים קטנים בגדלים לא אחידים**, היוצרים אבן בצורת אליפסה בצבע **שחור עם גוונים אדמדמים**, המנוקדת בכתמים אדומים ובפסים צהבהבים. קוטרה כ-30 ס"מ, והיא עטופה במסגרת כסף ברוחב של כ-10 ס"מ. היא מכונה «הפינה השחורה» (אל-רוקן אל-אסוואד) משום שהיא ממוקמת בפינת הכעבה, בגובה **1.5 מטר מעל הקרקע**, ומסמנת את נקודת ההתחלה והסיום של הטוואף.

האבן מעוטרת במעטפת כסף מגנה. במהלך שיקום הכעבה על ידי קוריייש, התווכחו השבטים מי ישיב את האבן למקומה. הם הסכימו לקבל את פסק דינו של האדם הראשון שייכנס למסגד, שהתברר שהוא הנביא ((עליו השלום)). הוא הציע להניח את האבן על בד, וכל שבט אחז בקצה אחד שלו, והרימו אותה יחד. הנביא ((עליו השלום)) הניח אותה אז במו ידיו במקומה. נאמר שעבד אללה אבן אל-זוביר היה הראשון שהקיף אותה בכסף. על פי כמה מסורות נבואיות, ג'יבריל הביא את האבן מגן עדן ומסר אותה לאברהם.

• ח׳יג׳ר אסמאעיל (מתחם ישמעאל, הידוע גם בשם אל-ח׳יג׳ר או אל-ח׳אטים)

זהו חלק מקורי ממבנה הכעבה, הממוקם בין הפינות **השאמית והעיראקית**, בצד שמאל של העושים את הטוואף. הוא יוצר קיר נמוך וחצי-עגול. מקורות אסלאמיים והיסטוריים תמימי דעים כי הוא חלק מהכעבה; לפיכך, **טוואף בתוכו אינו תקף**, ויש להקיף אותו. לפי מסורות אותנטיות, לתפילה בתוכו יש שכר דומה לתפילה בתוך הכעבה עצמה.

שמות חלופיים לאזור זה כוללים:

- **אל-ח׳יג׳ר**: מכיוון שהיה חלק מהמבנה המקורי.
- **אל-ג׳ידר**: הנביא ((עליו השלום)) התייחס אליו כך, וציין שזהו השם הנכון.
- **ח׳יג׳ר אסמאעיל**: בהתייחסות לייעודו של אברהם את האזור כמקלט לישמעאל ולצאן שלו.
- **חופרת ישמעאל**: שמשמעותו «השקע של ישמעאל», בהתייחס לצורתו הקודמת לפני ההרמה.
- **אל-חאטים**: ייתכן בשל היותו מופרד חלקית מהכעבה או בשל התפילות הקולניות הנשמעות בו לעתים קרובות.

• אל-מולטזאם

אל-מולטזאם הוא הקטע בקיר המזרחי של הכעבה הממוקם **בין האבן השחו־** רה לדלת הכעבה, ואורכו כ-2 מטרים. זהו מקום של תפילה עזה וענווה, שבו מוסלמים נצמדים לקיר ביראת כבוד ותקווה. עבד אללה אבן עבאס (יהי רצון שאללה יהיה מרו־ צה ממנו) סיפר: «בין האבן השחורה לדלת, אין איש שמתפלל אלא שאללה עונה לו.» דבר זה מדגיש את חשיבותו הרוחנית של המקום.

• אל-שאדרוואן

זהו **חגורה משיש** שנבנתה בבסיס קיר הכעבה, למעט בצד אל-ח›יג›ר. היא מאבטחת את בד הכעבה באמצעות טבעות מתכת ומחזקת את יסודותיה, במיוחד מפני שיטפונות. המבנה **שוחזר מספר פעמים**, לאחרונה בשנת **1437 להג›רה (2016 לספירה)**, כאשר הוחלף השיש שלו וחודשו טבעות הזהב שלו.

הוא מורכב **מ-36 לוחות שיש**, כל אחד **בעובי של כ-7 ס»מ**, שמשקלם **110 ק»ג** בצדדים הישרים **ו-225 ק»ג** בפינות. אורכו הכולל הוא **48·7 מטרים**.

• מקאם אברהם (עמדת אברהם)

זוהי אבן רכה, המסווגת כסוג של סלע משקע, עם תערובת צבעים של לבן, שחור וצהוב. זוהי האבן שעליה עמד אברהם ((עליו השלום)) כאשר בנה את המבנה המוגבה של הכע־בה. צורתה **מרובעת ואורכה כמחצית המטר**.

במקור, האבן הייתה צמודה לקיר הכעבה, עד שהח›ליף עומר אבן אל-ח›טאב (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנו) **הזיז אותה לאחור** כדי ליצור מקום למתפללים. **טביעות הרג־ליים של אברהם היו נראות** על הסלע בתקופה האסלאמית המוקדמת, אך דעכו עם הזמן.

לאחר הטוואף, נהוג על פי הסונה להתפלל **שתי יחידות תפילה מאחורי מקאם אברהם**, כפי שמצוין בפסוק:

«...וקחו את מקום עמידתו של אברהם כמקום תפילה.» (אל-בקרה: 125)

(وَاتَّخِذُوا مِن مَّقَامِ إِبْرَاهِيمَ مُصَلًّى)

אין נושקים לאבן או נוגעים בה; התפילה מאחוריה היא המעשה המקובל. שליטים מו־סלמים לאורך ההיסטוריה כיבדו אותה ושמרו עליה, והכניסו אותה לכלוב זהב, ובהמשך למבנה פליז משושה בעל דפנות רשת המאפשרות לראות את האבן. (אל-עומרי, 2023).

• באר זמזם

זמזם ממוקמת **ממזרח לכעבה**, בתוך אזור הטוואף, **18 מטרים דרומית למקאם אבראהים**, בקו אחד עם האבן השחורה. עומקה **כ-30.5 מטרים**, וקוטר הפנים שלה נע **בין 1.08 ל-2.66 מטרים**. זהו אחד הבארות העתיקות ביותר הקיימות, המתוארך לתקופתם של **הנביאים אברהם וישמעאל** ((עליהם השלום)).

• אל-ספא ואל-מרווה

אלה הם שני הרים קטנים הממוקמים ממזרח לאל-מסג'יד אל-חראם. **אל-ספא** מסמן את תחילת טקס הסעי, **ואל-מרווה** את סופו. הם מוזכרים בקוראן:

«אכן, אל-ספא ואל-מרווה הם בין סמלי אללה...» (אל-בקרה: 158)

(إِنَّ الصَّفَا وَالْمَرْوَةَ مِن شَعَائِرِ اللَّهِ ۖ فَمَنْ حَجَّ الْبَيْتَ أَوِ اعْتَمَرَ فَلَا جُنَاحَ عَلَيْهِ أَن يَطَّوَّفَ بِهِمَا)

שני הגבעות שולבו בתכנון האדריכלי של המסגד כחלק **מהרחבת אזור הסעי**, מה שמאפשר תנועה חלקה של עולי הרגל תוך שמירה על קדושת המקום ומשמעותו ההיסטורית.

- **ג'בל אל-ספא** שוכן **מדרום-מזרח** לכעבה, **במרחק של כ-130 מטרים**, ומהווה המשך של הר אבו קובייס. נאמר כי **אדם (שלום עליו)** עמד עליו, ומכאן שמו.

- **אל-מרווה** מורכב **מאבני קוורץ לבנות בגוונים אדמדמים**, ומהווה המשך של הר קועיקיאן, הממוקם מול אל-ספא, **במרחק של כ-300 מטרים מהכעבה**. לדברי אל-אסמאעי, הוא נקרא על שם אבניו הלבנות הבוהקות, ואחרים אומרים שהוא נקרא כך משום **שהאישה עמדה עליו (אל-מרא, «האישה»)**.

טקס הסעי (saʿī) מנציח את סיפורה של **הגר**, אשתו של אברהם, שרצה בין שני הגבעות בחיפוש אחר מים לבנה **ישמעאל**, המסמל **אמונה, אמון וביטחון באלוהים**. זהו אחד הטקסים המרהיבים ביותר באל-חראם, המקודש כעמוד תווך הן בחג׳ והן בעומרה, המייצג נרטיב עוצמתי של חוסן רוחני והסתמכות עמוקה על האלוהי.

• פינות הכעבה (אל-ארקאן)

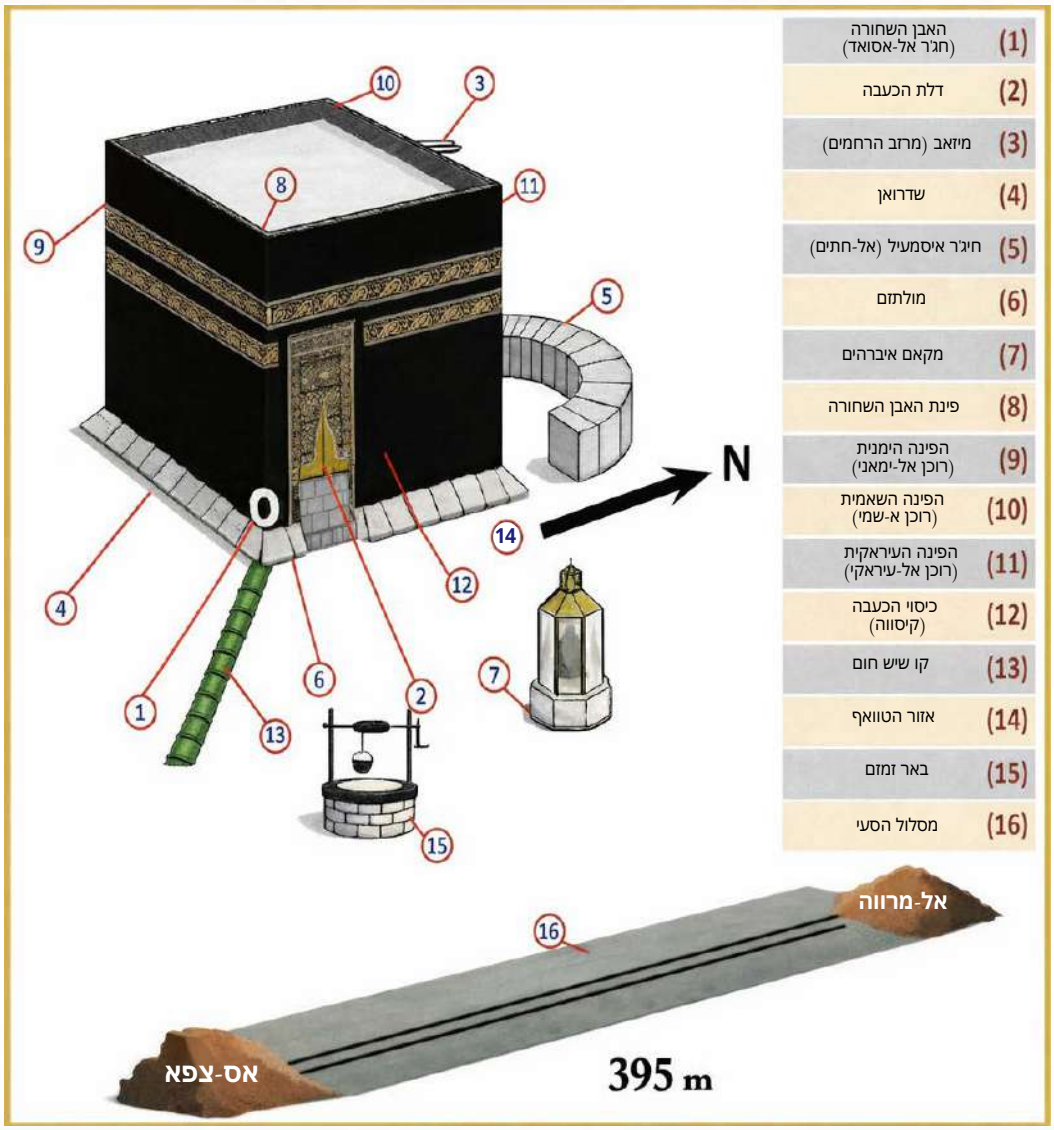
לכעבה **ארבע פינות**, שכל אחת מהן נקראת על שם כיוון גיאוגרפי או משמעות דתית:

- **אל-רוקן אל-עיראקי (הפינה העיראקית)**: פונה צפונה, נקראת על שם כיוונה לעבר עיראק. המרחק בינה לבין האבן השחורה הוא 54 אמות.

- **אל-רוקן אל-שאמי (הפינה הלבנטינית)**: פונה מערבה, נקרא על שם מיקומו ביחס לארצות אל-שאם (סוריה הגדולה).

- **אל-רוקן אל-ימני (הפינה התימנית)**: פונה דרומה, בכיוון תימן. זוהי הפינה האחרונה שעוברים במהלך הטוואף, ועל פי הסונה **יש לגעת בה (אך לא לנשק אותה)**.

- **אל-רוקן אל-אסוואד (הפינה השחורה)**: פונה מזרחה ומכילה את **האבן השחורה**. הטוואף מתחיל ומסתיים כאן.



ציוני דרך עיקריים של אל-מסג'יד אל-חראם והקאבה הקדושה

גבולות המסגד הקדוש (אל-מסג'יד אל-חראם)

יש הסכמה פה אחד כי גבולות המקדש הקדוש (אל-חראם) נקבעו במקור על פי ציווי אלוהי לנביא אברהם ((עליו השלום)), וכי תיחומם הפיזי חודש בתקופתו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)). דבר זה מעניק לגבולות אל-חראם קדושה היסטורית ורוחנית עמוקה. הבנת גבולות אלה מאפשרת זיהוי נכון של המתחם הקדוש כפי שתואר בסונה, ומונעת הצגה מוטעית, הגזמה או צמצום של היקפו. היא גם שומרת על הרציפות הלגיטימית והאדריכלית של המסגד הקדוש.

גבולות אלה מקיפים את האזור שבו התרחשו אירועים מרכזיים רבים בביוגרפיה הנבואית. היכרות עמם מאפשרת למוסלמים למפות בראשם את הגיאוגרפיה של התקופה הנבואית. לפיכך, הבנת גבולות אל-מסג'יד אל-חראם אינה עניין של עניין גיאוגרפי או היסטורי בלבד, אלא תחום ידע חיוני לכל מוסלמי, במיוחד לעולי רגל ומבקרים באתרים הקדושים, בשל חשיבותו הדתית, המשפטית וההיסטורית.

הבנת הגבולות מאפשרת להבחין בין מה שנמצא בתוך אל-חראם לבין מה שנמצא באל-חיל (אדמה לא קדושה), דבר שיש לו השלכות משפטיות מעשיות. בין הפסיקות ההלכתיות התלויות בהבחנה זו ניתן למנות:

- החובה להיכנס לאיחרם (מצב של קדושה) לצורך החג' או העומרה עם הכניסה לחראם מבחוץ (אל-חיל).
- היעדר חובה זו בעת עזיבת אל-חראם ללא כוונה לבצע מעשה פולחני (נוסוק).
- תוקפן של טקסים מסוימים, כגון הקרבת קורבנות (האדי), טוואף (הקפת המסגד) וסעי (הליכה טקסית), מותנה בביצועם בתוך גבולות המסגד הקדוש.

תיחום גבולות אל-מסג'יד אל-חראם נעוץ ברגע מכונן במסורת האסלאמית. מסופר כי הנביא אברהם ((עליו השלום)) היה הראשון שהציב את סימני הגבול (אנסאב) של החראם לאחר שהמלאך ג'יבריל (גבריאל, (עליו השלום)) הנחה אותו למקומותיהם. סימנים אלה היו לרוב תכונות טבעיות כגון הרים ועמקים, והם נשמרו וחודשו לאורך מאות השנים באמצעות מאמצים היסטוריים שונים.

קדושת הגבולות הללו מאושרת בבירור בטקסטים האסלאמיים. הנביא ((עליו השלום)) אמר:

«אבן, אללה קידש את מכה, ולכן אין לכרות את עציה, ואין להבריח את חיות הבר שבה.» (סאהי אל-בוכארי, מוסלם)

גבולות המקדש הקדוש של מכה אינם רק גיאוגרפיים, אלא יש להם גם מעמד דתי מיוחד. בתוך גבולות אלה, שכר התפילות מוכפל, ופסיקות הלכתיות מסוימות שונות מאלה שמחוץ ל-Ḥaram, כגון האיסור לכרות עצים או לצוד בעלי חיים בתוכו. לכן, עולי רגל, מבקרים ותושבי מכה חייבים להבין את הגבולות הקדושים הללו כדי לקיים כראוי את הכללים ההלכתיים הרלוונטיים.

האמאם אל-נאווי קבע:

«גבול ה›חראם› מכיוון מדינה נמצא בבתי בני ניפאר, ליד אל-טנעים, במרחק של שלושה מיילים ממכה; מכיוון תימן, הוא נמצא באדאה לין, במרחק של שבעה מיילים ממכה; מכיוון דרך טאיף, בערפאת בעמק נמירה, במרחק של שבעה מיילים; מכיוון כביש עיראק, במעבר ההרים אל-נקט, גם כן במרחק שבעה מיילים; מכיוון אל-עיראנה, בעמק משפחת עבדאללה אבן ח›אלד, במרחק תשעה מיילים; ומכיוון כביש ג›דה, באל-עשאש, במרחק עשרה מיילים ממכה.» **(al-Majmūʿ, 7/463)**

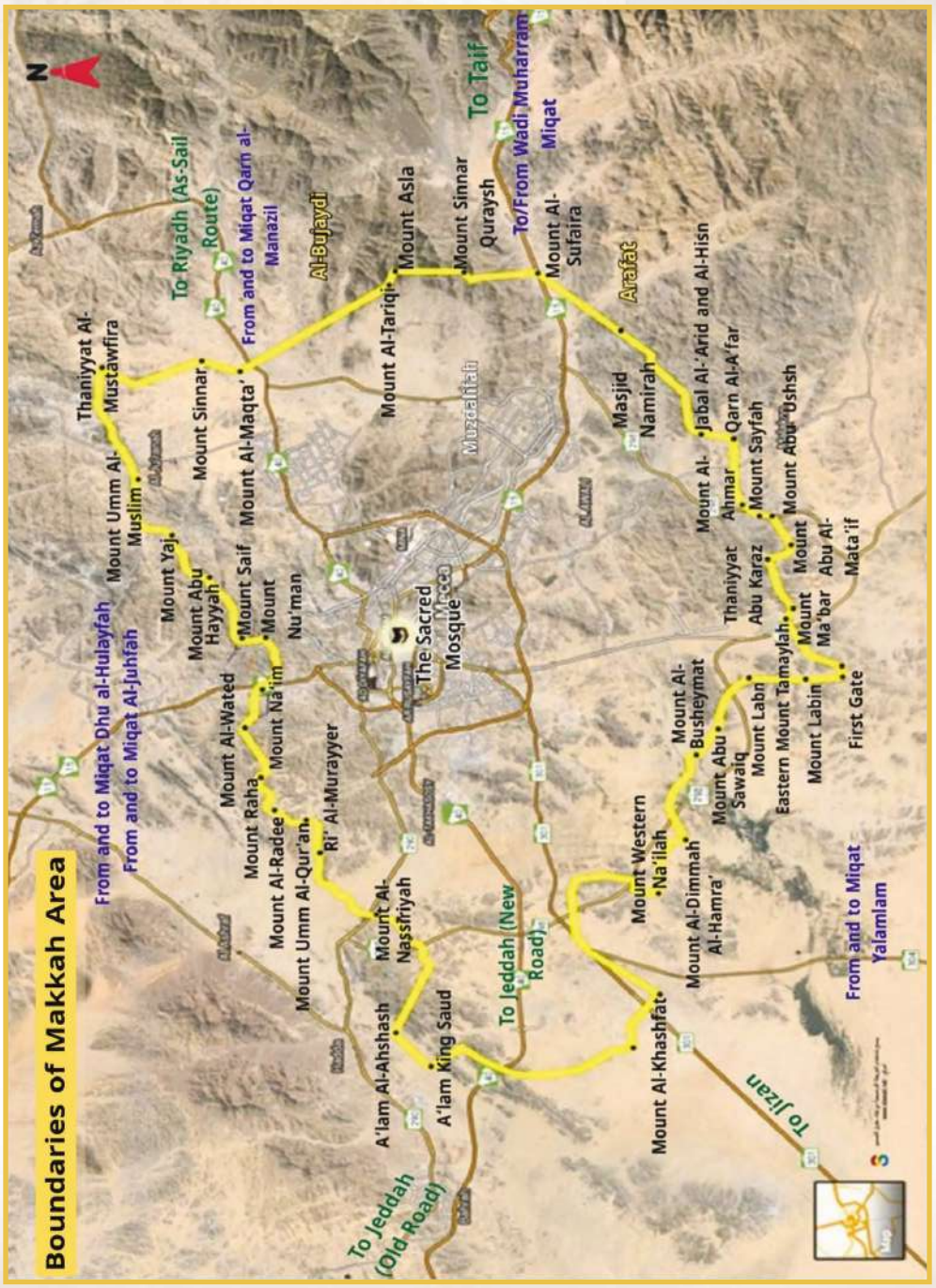
באופן כללי, הגבולות הקדושים של ה-חראם במכה מסומנים על ידי סימנים (אלאם) נראים לעין וניתנים לזיהוי המקיפים את העיר. גבולות אלה הוגדרו במדויק בתקופת הנביא ((עליו השלום)) ונשארו מסומנים בבירור עד היום. ה-חראם מוקף בסך הכל **ב-1,104 סימני גבול**, המפוזרים באופן הבא:

- **650 סימנים בגבול הצפוני**
- **38 סימנים בגבול המערבי**
- **299 סימנים בגבול הדרומי**
- **117 סימנים בגבול המזרחי**

המסגד הקדוש שוכן במרכז מעגל סמלי ברדיוס של **כ-8,752 מטר** לכל הכיוונים מה־כעבה.

מיקומים מרכזיים בגבולות אל-חראם

גבול	מיקום נקודת ציון	מרחק מהכעבה	הערות
גבול צפוני	הר אל-תאנייה (הידוע גם בשם אל-שועיבייה או אל-שרעי)	כ-15 ק"מ	מסמן את הגבול החיצוני מבנו ניפר ואל-טאנים
הגבול הצפון-מערבי	אל-טאנים (מסגד עאישה – נקודת האיח־רם עבור תושבי מכה)	~7.5 ק"מ	אחת הגבולות המפורסמות והקרובות ביותר המשמשות לאיחרם
הגבול הצפוני-מזרחי	אל-ג׳יראנה (ליד ואדי מוחאסיר)	~16 ק"מ	שימש בעבר כמי־קאת עבור תושבי נג׳ד
הגבול המזרחי	ואדי נחל (ליד הר אל-דאעירי)	~14 ק"מ	מקיף את אזור תביר וג׳יראנה
הגבול הדרומי	ג׳בל עיר (ליד אזור אל-אבאטיח)	~12 ק"מ	מסמן את הגבול הדרומי לכיוון העמק המוביל לערפאת
הגבול הדרומי-מזרחי	אדא ליב (הר אדאך)	~12 ק"מ	מזהה את הקצה הדרום-מזרחי של ה-חראם
הגבול המערבי	ואדי מוחאסיר (נמשך מערבה)	כ-18 ק"מ	מהווה חלק מה־גבול המערבי של המתחם הקדוש
הגבול הדרומי-מערבי	אל-חודייבייה (הידועה כיום בשם אל-שמיסי)	~22 ק"מ	אתר היס־טורי הידוע בזכות הסכם אל-חודייבייה



מפה המציגה את גבולות המקדש הקדוש של מכה

המיקאטים הזמניים והמרחביים של החג׳ והעומרה

המיקאטים (הגבולות הקדושים) הזמניים והמרחביים של החג׳ והעומרה הם מהמר־כיבים החשובים ביותר שעל כל מוסלמי להביר, בשל חשיבותם המשפטית, הדתית, ההיס־טורית והתרבותית. מיקאטים אלה הם תנאים הכרחיים לתוקפם של הטקסים (מנאסיק).

בין הדרישות לתוקפו של החג׳ והעומרה נמנית החובה להיכנס למצב של איחראם (הקדשה טקסית) מהמיקאת המרחבי שנקבע. כל מי שעובר את המיקאת מבלי להיכנס לאיחראם נדרש להקריב קורבן (דם). באופן דומה, מי שמתכוון לערוך את החג׳ מחוץ לעונה שנקבעה, עולי הרגל שלו ייחשבו כלא תקפים. לפיכך, החג׳ אינו רק טקס רוחני, אלא גם טקס הקשור קשר הדוק לזמנים ולמקומות שנקבעו, מה שמחזק את הקשר של המוסלמי לגיאוגרפיה ולהיסטוריה של האמונה.

הבנת מיקאטים אלה אינה רק הכרח משפטי, אלא גם חובה חינוכית והיסטורית. הם משמרים את תוקפו של הפולחן, מאששים את ההקפדה על סונה של הנביא ((עליו הש־לום)) ומטמיעים במאמין מודעות לקדושת הזמן והמרחב כאחד.

מבחינה לשונית, המונח מיקאת (ברבים: מוואקיט) מתייחס לגבול ספציפי או לזמן קבוע לביצוע פעולה מסוימת. לדוגמה, מוואקיט א-סלאח מתייחס לזמנים שנקבעו לת־פילה. בהקשר של העלייה לרגל, מיקאת מרחבי מציין את המקום שנקבע להתחלת צורה ספציפית של פולחן. מבחינה טכנית, המונח מיקאת במשפט האסלאמי מתייחס לזמן או למקום ספציפיים שנקבעו לביצוע מעשי פולחן כגון חאג׳ ועומרה.

מאווקית אלה נחשבים לגבולות מקודשים שהוקמו על פי ציווי אלוהי כדי לכבד את הבית הקדוש ולהאדיר את טקסי אללה. אלוהים קבע אזור הגנה למכה ואזור חיץ קדוש ל-Ḥaram, כאשר ה-miqāts מהווים את ההיקף החיצוני ביותר. אסור לחצות גבולות אלה מבלי להסיר את הבגדים הרגילים ולהיכנס למצב הטקסי של iḥrām, בליווי הכוונה והמוד־עות לקדושת המעשה ולמיקומו.

- **המיקאט הזמני** מתייחס לזמן שנקבע בחוק לביצוע מעשה פולחן ספציפי.
- **המיקאט המרחבי** מתייחס למיקום ייעודי שאסור לעבור בו למי שמתכוון לבצע את החאג׳ או העומרה, אלא אם כן כבר נכנס למצב של איחראם.

הקפדה על מיקאטים אלה היא ביטוי של יראת כבוד לבית הקדוש של אללה וכבוד לקדוש־תו, כפי שבא לידי ביטוי בפסוק הקוראני:

(ذَٰلِكَ وَمَن يُعَظِّمْ شَعَائِرَ اللَّهِ فَإِنَّهَا مِن تَقْوَى الْقُلُوبِ)

«כך הדבר. ומי שמכבד את סמלי אללה, אכן, זהו ביטוי ליראת שמים שבלב.» (סורת אל-חאג', 22:32)

• מיקאטים זמניים

המיקאטים הזמניים מתייחסים לתקופות שבהן יש לקיים את טקסי החג', וטקסים אלה תקפים רק כאשר הם נערכים בתקופות המוגדרות הללו. הם מוזכרים בפסוקים הקורא־ניים הבאים:

(يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهِلَّةِ ۖ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ)

«הם שואלים אותך על הירחים החדשים. אמור: 'הם מידות זמן לעם ולחג'.» (סורת אל-בקרה, 2:189)

(الْحَجُّ أَشْهُرٌ مَّعْلُومَاتٌ ۚ فَمَن فَرَضَ فِيهِنَّ الْحَجَّ فَلَا رَفَثَ وَلَا فُسُوقَ وَلَا جِدَالَ فِي الْحَجِّ)

«החג' הוא [ב]חודשים הידועים...» (סורת אל-בקרה, 2:197)

קיים קונצנזוס בקרב החכמים כי חודשי החג' הם:

- **שאוואל**
- **ד'ו אל-קאעה**
- **עשרת הימים הראשונים של ד'ו אל-חיג'ה**

באשר לעומרה, היא מותרת בכל עת של השנה, כולל בחודשי החג', על פי הדעה המקו־בלת ביותר בקרב החכמים.

• מיקאטים מרחביים

מיקאטים מרחביים הם מקומות ספציפיים שנקבעו על ידי הנביא מוחמד ((עליו השׁלום)) עבור אלה המתכוונים לבצע את החג׳ או העומרה. אסור לעבור אותם מבלי להיכנס למצב של איחראם. אלה כוללים:

א. ד׳ו אל-חוליפה (אביאר עלי)

- המיקאט עבור תושבי **מדינה** ואלה העוברים דרכה.
- ממוקם **כ-450 ק»מ** ממכה **וכ-14 ק»מ** ממסגד הנביא.
- ממוקם מערבית לוואדי אל-עאקיק.

ב. אל-ג׳ופה

- המיקאת עבור תושבי שאם (הלבנט), מצרים, צפון ומערב אפריקה.
- האתר המקורי כבר אינו בשימוש.
- כיום, עולי הרגל נכנסים לאיחרם מראביג, עיר סמוכה.
- ממוקם כ-180 ק»מ צפונית-מערבית למכה.

ג. קרן אל-מנאזיל (אס-סיל אל-כביר)

- המיקאת עבור תושבי **נג׳ד**, **מדינות המפרץ**, ואלה המגיעים דרך מסלול זה.
- ממוקם **כ-55 ק»מ** צפונית לטא׳יף **וכ-75 ק»מ** ממכה.

ד. יאלמלם

- המיקאת עבור תושבי **תימן** והאזורים הדרומיים.
- כיום, עולי הרגל נכנסים לאיחרם **במסגד א-סעדייה**, מדרום למכה.
- ממוקם **כ-130 ק»מ** ממכה.

ה. ד›אתו עירק

- המיקאת עבור תושבי עיראק והאזורים הצפוניים של ערב הסעודית.
- נקרא על שם הר עם פס שחור (ʿirq).
- ממוקם כ-100 ק»מ צפונית-מזרחית למכה.

מיקאטים מוכרים נוספים

ו. ואדי מוחרם

- מיקאת חלופי לקארן אל-מנאזיל, שהוקם לאחר בניית כביש אל-האדה.
- משמש עולי רגל מתא›יף ומאזורים דרומיים.
- ממוקם כ-10 ק»מ צפונית-מערבית לטאף.

ז. מיקאט לתושבי מכה וג›דה

- **תושבי מכה**: נכנסים לאיחרם לחאג› מבתיהם, אך לעומרה עליהם להגיע למקום מחוץ לחראם, כגון **מסגד א-טנעים** או **אל-ג›יראנה**.
- **תושבי ג›דה**: אם הם נמצאים בתוך גבולות המיקאת, הם רשאים להיכנס לאיחרם מבתיהם הן לחג› והן לעומרה.

ח. מיקאת לנוסעים באוויר ובים

- **נוסעים בים**: נכנסים לאיחראם עם הגעתם למיקאת הקרוב ביותר.
- **נוסעים באוויר**: עליהם להיות מוכנים להיכנס לאיחראם לפני חציית המיקאת. מומלץ שייכנסו לאיחראם משדות התעופה מהם הם ממריאים, אם הם חוששים לעבור את המיקאת ללא הכנה נאותה.

מפת פולחן החג"

(https://doa.eqtidaa.com/hajj.html)

האתרים הקדושים (אל-משאעיר אל-מוקדסה)

שלושת האתרים הקדושים, **מינה**, **ערפאת ומוזדליפה** - מהווים תחנות מרכזיות בטקסי החג׳. למקומות אלה יש משמעות דתית עמוקה, שכן הם קשורים ישירות לעקרונות ולטקסים המהותיים של העלייה לרגל. הם מקומות מבורכים שנבחרו על ידי אללה עבור עבדיו כדי שיבצעו בהם מעשי פולחן, דבר המדגיש את קדושתם ומעמדם הרם. בתוך מת־חמים קדושים אלה, העולים לרגל משילים מעליהם את הסחות הדעת הארציות ומקדישים את עצמם לזכירה, לתפילה ולשלווה, עטופים בחסד אלוהי. אתרים אלה מספקים אווירה רוחנית המעודדת טיהור פנימי ותשובה מחודשת.

באתרים קדושים אלה עמד הנביא מוחמד ((עליו השלום)) וקיים את טקסי החג׳. הוא אמר: «קחו את טקסיכם ממני» , לפיכך, הכרת המקומות הללו והנוכחות בהם בזמנים המתאימים מהווים קיום של הסונה שלו. מבחינה היסטורית, טקסים מסוימים באתרים אלה מושרשים בסיפורו של הנביא אברהם ((עליו השלום)), כגון מעשה הקורבן במינה, המקשר את המוסלמים למורשת המונותיאיזם ומשקף את המסורת האברהמית בטקסי העלייה לרגל.

במהלך מאות השנים, מיליוני מוסלמים ממגוון אתניות ושפות התכנסו באתרים אלה כדי לקיים את אותם טקסים באותו זמן ובאותו מקום. דבר זה הפך אותם לסמל של המ־שכיות רוחנית ואחדות תרבותית לאורך ההיסטוריה האסלאמית. אתרים אלה, ערפאת, מוזדליפה ומינה, משמשים גם כציוני דרך מרכזיים בביוגרפיה של הנביא. במהלך עליית הרגל הפרידה שלו, נשא הנביא ((עליו השלום)) את דרשתו המפורסמת במקומות אלה, ובכך קבע עקרונות יסוד של צדק, שוויון וזכויות אדם, והעניק לאתרים אלה ערך תרבותי והומניטרי עצום.

יתר על כן, האתרים הקדושים משמשים מודל היסטורי למצוינות ארגונית אסלאמית בניהול המונים וטקסים. ח׳ליפים, מלומדים ושליטים לאורך ההיסטוריה האסלאמית יישמו מערכות קפדניות כדי להבטיח ביצוע בטוח וחלקה של הטקסים, ובכך סימנו את המקומות הללו כאבני דרך בהתקדמות הניהולית והתרבותית של העולם המוסלמי.

אתרים אלה ממוקמים בתוך הגבולות הקדושים (חראם) של מכה, למעט ערפאת, הנמצאת ממש מחוץ לגבולות. כל אתר ממלא תפקיד מרכזי במסע העולים לרגל, המתחיל

ב-8 בחודש ד׳ו אל-חיג׳ה (יום א-תרוויה), כאשר העולים לרגל פונים למינה, לאחר מכן לערפאת ב-9 בחודש, ובהמשך למוזדליפה לאחר השקיעה כדי לבלות שם את הלילה. לאחר מכן הם חוזרים למינה כדי לקיים את טקס יידוי האבנים במהלך ימי תשריק.

מינה

השם מינה מבוטא עם תנועה קצרה על ה-מ׳ (מי-נה). הוצעו מספר הסברים למקור השם:

- לדברי אל-וואקדי ואל-פאכי, הערבים כינו כל מקום שבו התכנסו אנשים בשם מינה.
- יאקוט אל-חמאווי ציין כי ייתכן שהשם נגזר מהמילה יונה (לשפוך דם), בהתייחס לשחיטת הקורבנות.
- כמה בלשנים קישרו אותו למילה מנייה (גורל או גזירה).
- אבן עויינה הציע כי המילה קשורה למילה «מאנאיה» (מוות או גורל).

מיקום ותכונות:

- מינה שוכנת בין מכה למוזדליפה, במרחק של **כ-8.4 ק»מ** מהמסגד הקדוש (אל-מסג׳יד אל-חראם).
- היא מוקפת הרים מצפון ומדרום, וגובלת בוואדי מוחאסיר בצד של מוזדליפה.
- זהו האתר הקדוש הראשון שבו מבקרים עולי הרגל **ב-8 בחודש ד׳ו אל-חיג׳ה (יום א-תרוויה)**.
- העולים לרגל מבלים שם את הלילה, ולאחר השלמת הטקסים בערפאת ובמוזדליפה הם חוזרים לשם כדי לבלות את ימי התשריק (**ה-11-13 לחודש ד׳ו אל-חיג׳ה**).
- במינה, עולי הרגל מבצעים את טקס יידוי האבנים על שלושת ה»ג׳מראט» (עמודי האבן): **אל-סוג׳רה (הקטן), אל-ווסטה (הבינוני) ואל-עקבה (הגדול)**.

אתרים ותשתיות:

- מינה ידועה **באוהליה הלבנים העמידים באש**, והיא רשומה בספר השיאים של גינס **כעיר האוהלים הגדולה ביותר בעולם**.

- באתר נמצא **מסגד אל-חייף**, הממוקם במדרון הדרומי של הר מינה, שיש לו חשיבות היסטורית ודתית.

- שלושת הג›מראט מסומנים על ידי **ג›יסר אל-ג›מראט** (גשר הג›מראט), שתוכנן להכיל עד **500,000 עולי רגל בשעה** באמצעות מבנה רב-מפלסי כדי להבטיח בטי־ חות ותנועה חלקה.

חשיבות היסטורית:

- מינה הייתה עדה לאירועים מרכזיים בתולדות האסלאם המוקדמות, כולל **השבועות הראשונה והשנייה של אל-עקבה**, שקדמו להגירת הנביא.

- כמו כן, על פי אבן מסעוד, **סורת אל-מורסלאת** התגלתה לנביא ((עליו השלום)) במינה.

ערפאת

עראפת נחשבת **לשיאו של החג›** ולליבו הרוחני. היא מסמלת את התחנה העמוקה ביותר בעלייה לרגל, שבה מוסלמים מכל קצוות תבל מתאספים בסצנה מעוררת יראת כבוד של אחדות וכניעה לאללה. **ב-9 לחודש ד›ו אל-חיג›ה**, העולים לרגל עומדים בתפילה צנועה, מבקשים סליחה ורחמים, משילים מעליהם את חטאיהם, ומפגינים עבדות אמיתית ( ). זהו יום שבו אללה מתגאה בעבדיו בפני המלאכים, משחרר נשמות מאש הגיהינום, ועונה לתפילות כמו בשום זמן אחר.

- הנביא ((עליו השלום)) אמר: «החג› הוא ערפה", והדגיש את החשיבות המהותית של העמידה בערפה, שבלעדיה החג› אינו תקף. זהו גם המקום שבו אללה גילה את הפסוק:

(الْيَوْمَ أَكْمَلْتُ لَكُمْ دِينَكُمْ وَأَتْمَمْتُ عَلَيْكُمْ نِعْمَتِي وَرَضِيتُ لَكُمُ الْإِسْلَامَ دِينًا)

«היום השלמתי עבורכם את דתכם, השלמתי את חסדי עליכם, ובחרתי עבורכם את האסלאם כדתכם.» (סורת אל-מא›ידה, 5:3)

פרשנויות אטימולוגיות ל»עראפת»:

- זהו המקום שבו **אדם פגש את חווא (חווה)**.
- המקום שבו **ג׳יבריל לימד** את **אברהם** את טקסי העלייה לרגל.
- מקום שבו אנשים לומדים להכיר זה את זה (תערוף), לפי אבן מנצור.
- מקום של **וידוי ותשובה**, כפי שציין יאקוט אל-חמאווי.
- נגזר מ"ʿarf» (ניחוח), המציין טוהר וטוב.

למרות שנראה כי מדובר בצורת רבים, «עראפת» הוא שם יחיד בצורת רבים. זוהי מישור רחב המוקף בהרים היוצרים קשת, כאשר **ואדי עוראנה** חוצה את בסיסו.

נקודות ציון עיקריות:

- **ג׳בל אל-רחמה (הר הרחמים):** האתר הבולט ביותר, הממוקם במרכז. ידוע גם בשם ג׳בל אל-דועא, והנביא ((עליו השלום)) עמד כאן במהלך יום עראפה, אף שעמידה על ההר אינה מצווה חובה.
- **מסגד נמירה:** אחד המסגדים הגדולים ביותר באתרים הקדושים. חלק מהמסגד נמצא בתוך ערפאת, וחלקו בוואדי עורה. עמידה מחוץ לגבולות ערפאת אינה תקפה לצורך הטקס.

פרטים גיאוגרפיים:

- מרחק ממינה: **10 ק»מ**
- ממוזדליפה: **6 ק»מ**
- מהמסגד הקדוש: **20 ק»מ**
- שטח כולל: **33 קמ»ר**
- זהו **האתר הקדוש היחיד הממוקם מחוץ** לגבולות **ה-חראם**.
- שמות נוספים: **ג›בל אל-רחמה, ג›בל אילאל, אל-קארין, אל-נביט**.

מוזדליפה

מוזדליפה היא תחנה מרכזית במסע החג›, שבה מבלים העולים לרגל את הלילה **של ה-10 בד›ו אל-חיג›ה** לאחר עזיבתם מערפאת, מתוך ציות לציווי האלוהי:

(فَإِذَا أَفَضْتُم مِّنْ عَرَفَاتٍ فَاذْكُرُوا اللَّهَ عِندَ الْمَشْعَرِ الْحَرَامِ)

«ובאשר תצאו מערפאת, זכרו את אללה באל-משעאר אל-חראם.»
(סורת אל-בקרה, 2:198)

לאחר עזיבת ערפאת, מגיעים העולים לרגל למוזדליפה, שם הם מתפללים את **תפי־לות המג›ריב והעישא** (ג›אם טאכ›יר) יחד, ומבלים שם את הלילה עד לאחר תפילת פג›ר, לפני שהם ממשיכים למינה כדי לבצע את יידוי האבנים בג›מראט אל-עקבה.

אטימולוגיה של «מוזדליפה»:

- נגזר מהמילה izdilāf (להתקרב), שכן העולים לרגל מתקרבים אליו.
- המקום שבו **אדם וחוה התאחדו מחדש**, לפי אבן חאג׳ר.
- המקום שבו **מתאחדים** תפילות **המג׳ריב והעישא**, כפי שהציע קטאדה.
- מיקום שאליו מגיעים **בלילה**, או **קרוב למינה**, ומכאן שמו.
- מוזדליפה ידועה גם בשם **«ג׳אם»**, בשל התכנסות עולי הרגל בה.

נקודות ציון וגיאוגרפיה:

- **מסגד אל-משעאר אל-חראם**: ממוקם במרכז, במקום שבו עמד הנביא ((עליו השלום)) כדי לזכור את אללה.
- **גבולות גיאוגרפיים**:
  - **מערב**: ואדי מוחאסיר (המפריד בינו לבין מינה)
  - **מזרח**: אל-מאזמין (מעבר הרים המחבר אותו לערפאת)
  - צפון: ג׳בל תביר אל-נסע (הידוע גם כג׳בל מוזדליפה)
- **ממוקם בין מינה לערפאת, כ-8 ק»מ מהמסגד הקדוש.**
- **שטחו עולה על 11.68 מיליון מ»ר.**
- **מרחק מ:**
  - **מסגד נמירה (עראפת)**: כ-7 ק»מ
  - **מסגד אל-ח׳יף (מינה)**: כ-5 ק»מ

טקסי החג' והעומרה

מכיוון שהחאג' והעומרה נמנים עם מעשי הפולחן הגדולים ביותר שנקבעו על ידי אללה לעבדיו, קיומם משקף את שלמות האמונה ואת מימוש האסלאם. אללה הכל-יכול אומר:

(وَأَذِّن فِي النَّاسِ بِالْحَجِّ يَأْتُوكَ رِجَالًا وَعَلَىٰ كُلِّ ضَامِرٍ يَأْتِينَ مِن كُلِّ فَجٍّ عَمِيقٍ)

«והכרז על העלייה לרגל לבני האדם: הם יבואו אליך ברגל ובכל גמל רזה; הם יבואו מכל מעבר עמוק ורחוק.» (סורת אל-חאג': 27)

החאג' הוא אחד מחמשת עמודי התווך של האסלאם, והוא חובה פעם אחת בחיים עבור מי שיכול. ביצוע החאג' והעומרה מקרב את המוסלמי לאללה בחיפוש אחר רצונו וסליחתו.

הגדרות

- **מנאסיק (טקסים):** מונח זה מתייחס לאתרים או למעשים ספציפיים שבאמצעותם סוגדים לאללה. הוא משמש לעתים קרובות בהקשר של החג' והעומרה, כולל טקסים כגון טוואף (הקפת הכעבה), סעי (ריצה בין ספא למרווה), עמידה בערפאת, ויידוי אבנים בג'מראט. אללה אומר:

(رَبَّنَا وَاجْعَلْنَا مُسْلِمَيْنِ لَكَ وَمِن ذُرِّيَّتِنَا أُمَّةً مُّسْلِمَةً لَّكَ وَأَرِنَا مَنَاسِكَنَا وَتُبْ عَلَيْنَا ۖ إِنَّكَ أَنتَ التَّوَّابُ الرَّحِيمُ)

«והראה לנו את טקסינו וקבל את תשובתנו.» (סורת אל-בקרה: 128)

- **שאעיר (סמלים):** זהו מונח רחב יותר הכולל את כל מה שאללה קבע בסימן לדתו ולצייתנות כלפיו, בין אם קשור לחאג' ובין אם לאו, כגון תפילה, קריאה לתפילה, בעלי חיים לקורבן, גבעות ספא ומרווה, והבית הקדוש. אללה אומר:

(ذَٰلِكَ وَمَن يُعَظِّمْ شَعَائِرَ اللَّهِ فَإِنَّهَا مِن تَقْوَى الْقُلُوبِ)

«מי שמכבד את סמלי אללה, אכן, זהו ביטוי ליראת שמים בלב.» (סורת אל-חאג': 32)

ראשית: טקסי העומרה

עומרה היא עלייה לרגל לבית הקדוש במטרה לבצע מעשי פולחן ספציפיים. ניתן לבצעה בכל עת של השנה.

עמודי התווך (ארקאן) של העומרה:

- איחראם: הכוונה להיכנס למצב של קדושה טקסית.
- תאוואף: הקפת הכעבה (שבעה סיבובים).
- סעי: הליכה בין ספא למרווה (שבעה סיבובים).
- גילוח הראש או קיצוץ השיער.

שלבי העומרה:

- היכנס למצב של איחראם במיקאט המיועד לכך.
- הכרז על הכוונה: «לבאיקה אללהוממה עומר» («אללה, הנה אני לעומר»).
- היכנס למסגד הקדוש ובצע טוואף (שבעה סיבובים).
- התפלל שתי רכעות מאחורי מקאם אברהים (אם אפשר).
- לבצע סעי בין צפא למרווה.
- גזוז או קצר את השיער (גזיזה עדיפה לגברים).
- בכך הושלמה העומרה.

שנית: טקסי החג׳

החג׳ הוא המסע למכה בתקופה מוגדרת לביצוע טקסים ספציפיים. זהו העמוד הח־מישי של האסלאם, והוא חובה פעם אחת בחיים עבור מי שיכול.

עמודי התווך (ארקאן) של החג׳:

- איחראם
- עמידה בערפאת (העמוד החשוב ביותר)
- טאוואף אל-איפאדה (הקפת הכעבה)
- סעי בין ספא למרווה

שלבי החג׳ (לסוג התמטו):

- להיכנס לאיחרם בכוונה לערוך עומר במהלך חודשי החג׳.
- להשלים את העומרה ולצאת ממצב האיחרם.
- להיכנס שוב לאיחרם ב-8 בד׳ו אל-חיג׳ה (יום אל-טרוויה) בכוונה לחג׳.
- לבלות את הלילה במינה.
- להמשיך לערפאת ב-9 לחודש ד׳ו אל-חיג׳ה ולהישאר שם עד השקיעה.
- צאו למוזדליפה ובילו שם את הלילה.
- ב-10 לחודש ד׳ו אל-חיג׳ה:

- ❖ לזרוק אבנים על ג׳מראט אל-עקבה (העמוד המרכזי).
- ❖ הקריבו את קרבן החיה.
- ❖ גזזו או קיצצו את השיער.
- ❖ בצעו את טוואף אל-איפאדה ואת הסעי.

- יש לשהות במינה בימי תשריק (ה-11-13 בחודש ד׳ו אל-חיג׳ה). (מותר לעזוב ב-12 לחודש לאחר זריקת האבנים.) אללה אומר:

(وَاذْكُرُوا اللَّهَ فِي أَيَّامٍ مَّعْدُودَاتٍ ۚ فَمَن تَعَجَّلَ فِي يَوْمَيْنِ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ)

«וזכרו את אללה בימים שנקבעו. ומי שימהר [לעזוב] תוך יומיים, אין עליו חטא; ומי שיאחר, אין עליו חטא...» (סורת אל-בקרה: 203)

- השליכו אבנים על שלושת הג׳מראט בכל אחד מימי התשריק.
- בצעו את טוואף הפרידה (טוואף אל-וואדאע) בעת עזיבת מכה. אבן עבאס דיווח:

«נצטוו האנשים שמעשיהם האחרונים יהיו בבית...»
(Reported by al-Bukhārī: 1755 and Muslim: 1328)

מיקאטי החג' והעמרה
(המקומות המיועדים)

צפון
מערב
מזרח
דרום

מי שמעוניין לבצע חג' או עמרה, חייב להיכנס לאהראם מנקודה המיועדת (מיקאט) לפני הגעתו למכה, במקום המסוים שנקבע לכך.

דגשים חשובים

- יש להקפיד על הראות ההלכה ולהתייעץ עם חכמים בעת הצורך.
- המיקאט הוא קבוע ולא משתנה, אך זמן הכניסה לאהראם עשוי להשתנות לפי המקום.
- אם חלף את המיקאט במצב שאינו אהראם, עליו לשוב ולחזור ולהיכנס לאהראם.
- אין להיכנס לאהראם (לבוש ההדיוט) מעבר למיקאט המיועד.

אתרים היסטוריים קדושים במכה

מכה היא לא רק הקיבלה (כיוון התפילה) של המוסלמים ומרכז אמונתם, אלא גם עיר עשירה באתרים היסטוריים המשתרעים עד לשורשי שליחותו של הנביא. אתרים אלה מחזקים את הקשר הרוחני והדתי של המבקרים בה. כעיר הקדושה ביותר באסלאם, למכה אופי ייחודי המשלב קדושה עם משמעות היסטורית עמוקה, מה שהופך את הביקור בה לחוויה דתית ותרבותית ייחודית.

פזורים ברחבי העיר אתרים היסטוריים הנצחיים המנציחים אירועים מכריעים ורגעים מכוננים בשלבים המוקדמים של האסלאם. בין הבולטים שבהם: **מערת חירא, מערת ת'אור, עמק אבו טאלב, מסגד אל-טנעים, מסגד הג'ין, אל-חודייביה ועמק אל-מוגאמיס**, בנוסף **למסגד הקדוש (אל-מסג'יד אל-חראם)** , הלב הפועם של מכה והמקום הקדוש ביותר עלי אדמות.

מערת חירא

מערת חירא היא אחד מאתרי התיירות האסלאמיים החשובים ביותר שמבקרים בהם עולי רגל ותיירים במכה, בשל הסמליות ההיסטורית והרוחנית העמוקה שלה. כאן החלו הרגעים הראשונים של השליחות הנבואית, כאשר ההתגלות ירדה לראשונה על הנביא מוחמד ((עליו השלום)) במילותיו של אללה:

(اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ۝ خَلَقَ الْإِنسَانَ مِنْ عَلَقٍ)

«קרא בשם אדונך אשר ברא.» (סורת אל-עלאק: 1)

המערה ממוקמת בפסגת **ג'בל אל-נור (הר האור)**, צפונית-מזרחית למסגד הקדוש, בצד שמאל של הדרך המובילה לערפאת. היא מתנשאת לגובה של **כ-634 מטר מעל פני הים** ונמצאת במרחק של **כ-5 ק"מ** מהמסגד הקדוש.

המערה עצמה היא פתח צר בסלע, גדול מספיק כדי להכיל רק אדם אחד או שניים. **אורכה כ-4 מטרים ורוחבה פחות ממטר**.

הנביא ((עליו השלום)) נהג לסגת לשם לצורך תפילה והתבוננות לפני בוא המסר, מה

שהעניק למקום מקום מיוחד בזיכרון הקולקטיבי האסלאמי. מסופר כי **האבנים הראשונות ששימשו לבניית הכעבה** נלקחו מג׳בל אל-נור עצמו, דבר שהגביר את ייחודו ומעמדו הרוחני של ההר.

מפתח המערה ניתן להשקיף על **הכעבה** במראה מלבותי ומעורר יראת כבוד, המרגש עמוקות את לבבות המבקרים. הטיפוס על ההר אורך **כשעה** ודורש **כושר גופני טוב**, שכן המדרונות תלולים ותובעניים.

מומלץ למבקרים לנעול **נעליים מתאימות**, להימנע מטיפוס **במזג אוויר חם**, ואנשים מבוגרים או המגיעים עם ילדים צריכים לנקוט זהירות או להימנע מהטיפוס לחלוטין. הזמן הטוב ביותר לבקר במערה הוא **בתנאי מזג אוויר נוחים**.

מערת ת׳אור (Ghār Thawr)

מערת ת׳אור היא אחד מאתרי ההיסטוריה הבולטים ביותר במכה, והיא תופסת מקום מיוחד בזיכרון הקולקטיבי של המוסלמים. היא קשורה באופן ישיר לאחד האירועים המשמעותיים ביותר בחייו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)), **ההג׳רה (ההגירה) המבו־רכת** אל-מדינה אל-מונאורה.

המערה ממוקמת על **הר ת׳אור**, הנמצא **מדרום למכה**, והיא מרוחקת מהמסגד הקדוש יותר מאשר מערת ח׳ירא. היא נחשבת **למערה הגדולה ביותר מבין ההרים של מכה** מבחינת גודלה.

מבחינה מבנית, המערה דומה **לתצורת סלע חלולה** בפסגת ההר, ונראית **ככלי מגולף** הניצב על גבי הפסגה. יש בו **שני פתחים**, האחד פונה **מזרחה** והשני **מערבה** - כאשר האחרון שימש ככניסה ששימשה את הנביא ((עליו השלום)) ואת חברו **אבו בכר א-סידיק (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנו)** כאשר חיפשו מקלט מפני הקוריישים במהלך מרדף אחריהם.

הם נשארו בתוך המערה במשך **שלוש לילות**, בעוד שבני קוריש עקבו אחר עקבותיהם עד שהגיעו לכניסה למערה, אך לא הצליחו לראותם. אירוע משמעותי זה הונצח בקוראן, שם אומר אללה:

(إِلَّا تَنصُرُوهُ فَقَدْ نَصَرَهُ اللَّهُ إِذْ أَخْرَجَهُ الَّذِينَ كَفَرُوا ثَانِيَ اثْنَيْنِ إِذْ هُمَا فِي الْغَارِ إِذْ يَقُولُ لِصَاحِبِهِ لَا تَحْزَنْ إِنَّ اللَّهَ مَعَنَا)

«אם לא תסייעו לו [לנביא], אללה כבר סייע לו כאשר הכופרים גרשו אותו כבן זוג, כשהיו במערה והוא אמר לחברו: ›אל תתעצב; אכן, אללה איתנו‹...»
(סורת אל-תובה: 40)

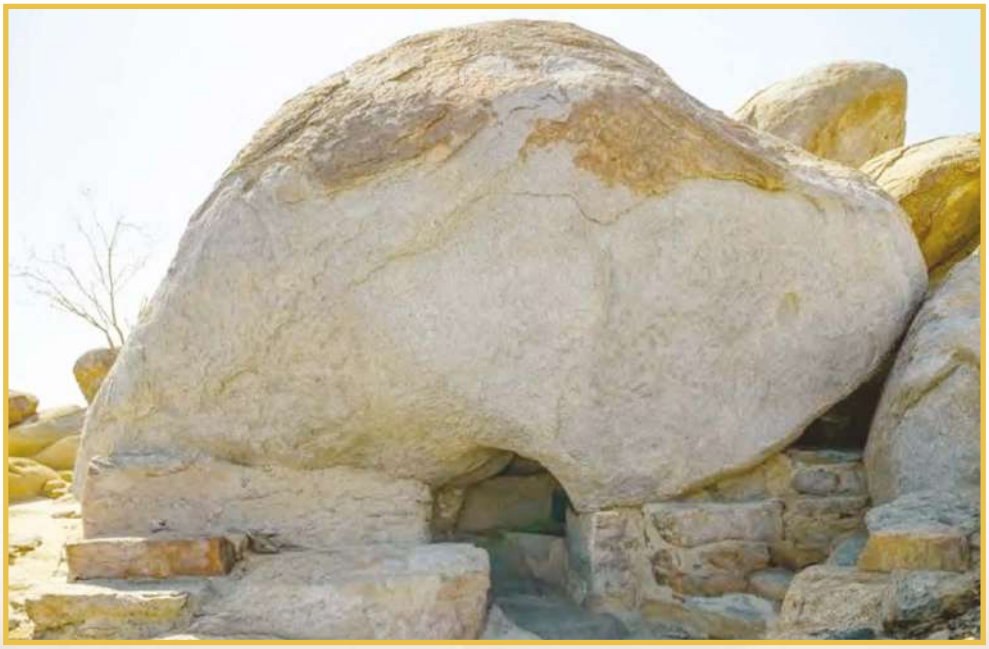
המערה משתרעת פנימה **לאורך של** כ-**3.5 מטרים**, עם רוחב דומה, בעוד שגובהה כ-**1.25 מטרים**, מה שהופך את התקרה לנמוכה למדי.

מבחינה גיאולוגית, **הר ת›אור** מורכב בעיקר **מטונליט**, סלע מגמטי פלסי. הוא מאופיין **בצבעו האפור הבהיר ובמרקמו הגס**, והוא מורכב בעיקר **מפלגיוקלז, קוורץ, ביוטיט** ומי־נרלים **אמפיבולים**.

ביקור במערת ת›אור הוא חוויה מעוררת מחשבה ומעשירה רוחנית, רוויה בהיסטוריה ובדבקות דתית. עם זאת, הוא דורש כושר גופני וסבלנות. העלייה משתרעת על פני **כ-2 ק»מ** לאורך שבילים הרריים תלולים, ונמשכת **כ-52 דקות**.

מומלץ מאוד לבקר באתר **לאחר תפילת השחר (Ṣalāt al-Fajr)** כדי להימנע מהחום העז של שעות היום. כמו כן, מומלץ למבקרים להצטייד **בכמות מספקת של מים**, ללבוש **ביגוד מתאים לטיולים רגליים** ולהביא **מטריית שמש** להגנה במהלך הירידה.

מערת הירה ממוקמת בפסגת ג'בל אל-נור, צפונית-מזרחית למכה.



מערת ת'אור ממוקמת בפסגת ג'בל ת'אור, מדרום למכה

שיב א-בי טאליב (שיב בני האשים)

בספר «ליסאן אל-ערב» מוגדר המונח **«שיעב» כמעבר או ערוץ הממוקם בין שני הרים**, או **כשביל החוצה הר**, והוא יכול להתייחס גם **לנתיב מים בשטח נמוך**. בהקשר זה, **שיב אבו טאלב** , הידוע גם **כשיב בני האשים** , הוא אחד המקומות ההיסטוריים החשובים ביותר **בביוגרפיה הנבואית (סירה)**.

האתר ממוקם **בסמוך למסגד הקדוש**, מאחורי הרי **אל-ספא ואל-מרווה**, ומשתרע בין גבעות **אבו קובייס וחנדמה**.

אתר זה זכה לחשיבות היסטורית מכיוון שהוא נחשב כמ**קום הולדתו של הנביא מוחמד ((עליו השלום))**. יתר על כן, הוא היה עד לאחד **השלבים הקשים והמאתגרים ביותר** של המשימה האסלאמית המוקדמת. **בשנה השביעית לנבואתו**, החליטו מנהיגי קוריש להטיל **חרם כלכלי וחברתי** חמור על שבטי **בני האשים ובני אל-מוטליב**, כדרך להפעיל לחץ על הנביא ((עליו השלום)) כדי שינטוש את המסר האלוהי שלו. הם הסכימו פה אחד על חרם מקיף, שאסר על **מסחר, נישואין וכל צורה של אינטראקציה** עם המוסלמים הנצורים.

קוריש תיעדו את תנאי החרם הזה **בצו כתוב**, **שהוצג בתוך הכעבה** כברית מחייבת ביניהם. המטרה הייתה **לאלץ את הנביא ((עליו השלום)) ואת חסידיו להיכנע**. המצור הכואב הזה נמשך **שלוש שנים**, במהלכן סבלו המוסלמים מבני האשים **מרעב** קשה**, מצוקות ובידוד** , עד שאללה העניק להם הקלה.

אללה גילה לנביאו ((עליו השלום)) כי **נמלה** כרסמה את תוכן הקלף, והותירה רק את שמו של **אללה**. הנביא ((עליו השלום)) סיפר לדודו, **אבו טאלב**, על גילוי אלוהי זה. אבו טאלב פנה אז לקוריש ואמר:

«אם דברי אחייני נכונים, עליכם להפסיק את החרם; ואם הוא משקר, אעביר אותו לידיכם.»

מנהיגי הקוריישים השיבו: **«פסקת בצדק.»** כשבאו אל הכעבה לבחון את המסמך, גילו שהוא **אכן נכרסם כולו**, ונותרו בו רק המילים **«בשם אללה».**

בשנה העשירית לנבואתו, בני האשים יצאו סוף סוף מהנקיק לאחר שהחרם הוסר, שכן אפילו בני קורייש הכירו **בעוול ובאמיתות** דבריו של הנביא ((עליו השלום)).

חשיבותו של **שיב א-בי טאליב** אינה טמונה רק בקשר שלו לקשיים ולעמידה איתנה מול עוינותם של עובדי האלילים, אלא גם בכך שהוא המקום שבו **הלכה לעולמה הגברת חדיג׳ה (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנה)** , אשתו של הנביא, **המאמינה הראשונה** ותומכתו המסורה ביותר. מותה מעניק למקום זה **ערך רגשי ורוחני** עמוק בהיסטוריה האס־לאמית.

מסגד אל-טנעים (מסגד הגברת עאישה)

מסגד אל-טנעים, הידוע גם **כמסגד עאישה**, ממוקם **בחלק הצפון-מערבי** של מכה, **כ-7.5 ק״מ** מהמסגד הקדוש **(אל-מסג׳יד אל-חראם)** לאורך הכביש המהיר מכה-מדינה. הוא נחשב **לנקודה הקרובה ביותר לגבול ה-Ḥaram** בצד זה, ונמצא בתוך **רובע אל-טנעים**, שם שמקורו, על פי האמונה, בשני ההרים הסובבים אותו: **ג׳בל נאעים וג׳בל נאעים**.

החשיבות ההיסטורית והדתית של המסגד נובעת מהעובדה **שעאישה בת אבו בכר** (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנה), אם המאמינים, **נכנסה לאיחרם** ממקום זה כדי לבצע עומר במהלך **העלייה לרגל הפרידה בשנה התשיעית להג׳רה**, בהתאם להוראתו של **הנביא מוחמד ((עליו השלום))**. מאז, המסגד משמש **כמקום ייעודי לכניסה לאיחראם**, במיוחד עבור תושבי מכה או עולי רגל המבקשים לערוך **את** העומרה, שכן הוא שוכן **ממש מחוץ למתחם הקדוש (אל-חראם)**.

מסגד אל-ג׳ין (מסגד הג׳ין)

מסגד אל-ג׳ין, הממוקם **בשכונת אל-ע׳זה**, נמצא במרחק של פחות **מ-2 ק״מ** מהמ־סגד הקדוש. זהו אחד **המסגדים החשובים** ביותר **מבחינה דתית והיסטורית** במכה, שכן הוא קשור לאחד האירועים המשמעותיים ביותר **בחייו של הנביא ((עליו השלום))**.

על פי המסורות, לילה אחד לא הצליחו **חבריו של הנביא ((עליו השלום))** לאתרו, והם חיפשו אותו עד שמצאו אותו חוזר מכיוון בית **הקברות אל-מואלה**. הנביא ((עליו השלום)) סיפר להם כי נפגש עם קבוצת **ג׳ינים**, ולימד אותם על **המונותאיזם האסלאמי ועקרונות האמונה**. הג׳ינים הקשיבו בקשב רב **לקריאת הקוראן** באותו המקום, והתאספו סביב הנ־ביא ((עליו השלום)) בהתלהבות, חלקם אף **טיפסו זה על גבי זה** כדי להתקרב אליו.

אירוע חשוב זה הונצח בפסוק הקוראני:

(قُلْ أُوحِيَ إِلَيَّ أَنَّهُ اسْتَمَعَ نَفَرٌ مِّنَ الْجِنِّ فَقَالُوا إِنَّا سَمِعْنَا قُرْآنًا عَجَبًا)

«אמור: נגלה לי שקבוצת ג׳ינים הקשיבה ואמרה: ׳אכן, שמענו קוראן נפלא׳.»
(סורת אל-ג׳ין, 72:1)

לאחר שהתאסלמו, חזרו הג׳ינים אל בני מינם **כשליחים נושאי בשורות טובות ואזהרות**. כתוצאה מכך, המקום נקרא **«מסגד אל-ג׳ין» (מסגד הג׳ינים)**. הוא מכונה גם «**מסגד אל-ביעה**» (מסגד השבועה) בהתייחס **לשבועת האמונים שנשבעו הג׳ינים** לנ־ביא ((עליו השלום)). שם מסורתי נוסף הוא **מסגד אל-חראס** (מסגד השומרים), שכן בעבר היה זה **נקודת המוצא של סיורי האבטחה** בעיר הקדושה.

על פי דיווחים היסטוריים, הנביא ((עליו השלום)) גם צייר **קו הגנה** עבור חברו **עבדא־ללה אבן מסעוד** (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנו) כדי שישב בתוכו במהלך פגישתו עם הג׳ין ב-. פרט זה מעצים את **ההדהוד הרוחני וההיסטורי** של המסגד, ומדגיש את **האוניב־רסליות של המסר האסלאמי**, אשר נגלה **הן לבני האדם והן לג׳ין**.

אל-חודייביה

אל-חודייביה היא אזור בעל חשיבות היסטורית הממוקם בפאתי **מכה אל-מכרמה**. היא מתאפיינת במישורים שטוחים הגובלים **בהררה** וולקנית (שדה לבה). מיקום זה קשור קשר הדוק לאחד הרגעים המכריעים **בביוגרפיה הנבואית (סירה)** , **הסכם אל-חודייביה**, שנחתם בין **הנביא מוחמד ((עליו השלום))** לשבט קוריש **בשנה השישית לאחר ההג׳רה (628 לספירה)**. כיום, האזור ידוע בשם **אל-שומייסי**, והוא שוכן במרחק של **כ-22 קילומטרים** מהמסגד הקדוש **(אל-מסג׳יד אל-חראם)**.

במקום זה, הגמלה של הנביא, **אל-קאסווה**, כרעה ברך ועצרה. חלק מחבריו קראו: «אל-קאסווה הפכה לעקשנית!» אך הנביא ((עליו השלום)) השיב:

«היא לא הפכה לעקשנית, ואין זו טבעה. אלא שהיא נעצרה על ידי זה שעצר את הפיל.»

ההסכם סוכם לאחר שהנביא ((עליו השלום)) **ו-1,400 מחבריו נמנעו מלהיכנס למכה** כדי לקיים את העומרה. לאחר מכן התקיימו משא ומתן בין המוסלמים לקוריש, שהסתיימו בסופו של דבר בחתימה על **שביתת נשק לעשר שנים**. תנאי ההסכם קבעו

שהמוסלמים **ישובו למדינה מבלי לקיים את העומרה באותה שנה**, אך יורשו לשוב לקיים את העומרה בשנה הבאה.

אחד האירועים המשמעותיים ביותר באל-חודייביה היה «**ביעת אל-רידוואן» (שבועת האמונים תחת העץ)**, במהלכה נשבעו החברים אמונים לנביא ((עליו השלום)) תחת עץ שכונה לימים «**אל-שג'ארה אל-חדבא**». רגע עמוק זה מתועד בקוראן:

(إِنَّ الَّذِينَ يُبَايِعُونَكَ إِنَّمَا يُبَايِعُونَ اللَّهَ يَدُ اللَّهِ فَوْقَ أَيْدِيهِمْ)

«אכן, אלה שנשבעו לך [הנביא] אמונים, הם למעשה נשבעו אמונים לאללה.» (סורת אל-פתח, 48:10)

(لَّقَدْ رَضِيَ اللَّهُ عَنِ الْمُؤْمِنِينَ إِذْ يُبَايِعُونَكَ تَحْتَ الشَّجَرَةِ)

«אכן, אללה היה מרוצה מהמאמינים כאשר נשבעו לך אמונים תחת העץ.» (סורת אל-פתח, 48:18)

האמנה מילאה תפקיד מכריע **בסלילת הדרך לכיבוש מכה**, שהתרחש רק **שנתיים לאחר מכן**, כפי שהבריז אללה:

(إِنَّا فَتَحْنَا لَكَ فَتْحًا مُّبِينًا)

«אכן, הענקנו לכם ניצחון מובהק.» (סורת אל-פתח, 48:1)

אחד מאתרי המפתח באל-חודייביה הוא **מסגד אל-חודייביה**, המהווה עד היום **סימן גבול משמעותי** של ה»חראם» במכה. הוא נחשב **לאתר השני בחשיבותו לעריכת איח'ראם** מחוץ לגבול הקדוש, אחרי:

- **מסגד אל-ג'יראנה**: המקום שממנו נכנס הנביא ((עליו השלום)) לאיחראם לעומרה.
- **מסגד אל-טנעים**: הידוע גם כמסגד של הגברת עאישה.
- **כל מקום מעבר לגבולות ה»חראם**".

באר אל-חודייבייה קיימת עד היום, והאתר מהווה **עדות חיה לאחת ההפגנות הגדולות ביותר של חוכמה נבואית וראייה אסטרטגית** בהיסטוריה האסלאמית.

האתר שבו נחתם הסכם חודיבייה ונשבע שבועת אל-רידוואן בשנת 628 לספירה ,
הסכם השלום הראשון בתולדות האסלאם.

ואדי אל-מוגמיס

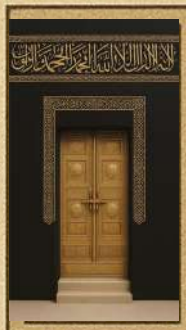
ואדי אל-מוגמיס הוא אחד האתרים הגיאוגרפיים החשובים הממוקמים **ממזרח למכה אל-מכרמה**, **כ-20 ק»**מ מהעיר. הוא שוכן בסמוך לנתיב המחבר בין **ערפאת לוואדי חוניין**, וידוע גם בשם «**אל-ואדי אל-אחדר**» (העמק הירוק).

העמק מאופיין **במישורים פתוחים ורחבים**, המוקפים **ברכסי הרים מתנשאים**, והוא משתרע על שטח נרחב, וחוצה **שישה הרים בולטים** באזור מכה. אלה הם:

- **ג›בל אל-ספאח** מצפון,
- **ג›בל סעד וג›בל קבקב** במזרח,
- **ג›בל אל-טאריקי וג›בל סלאע** במערב,
- ומסתיים **בהרי אל-ח›תם** בדרום.

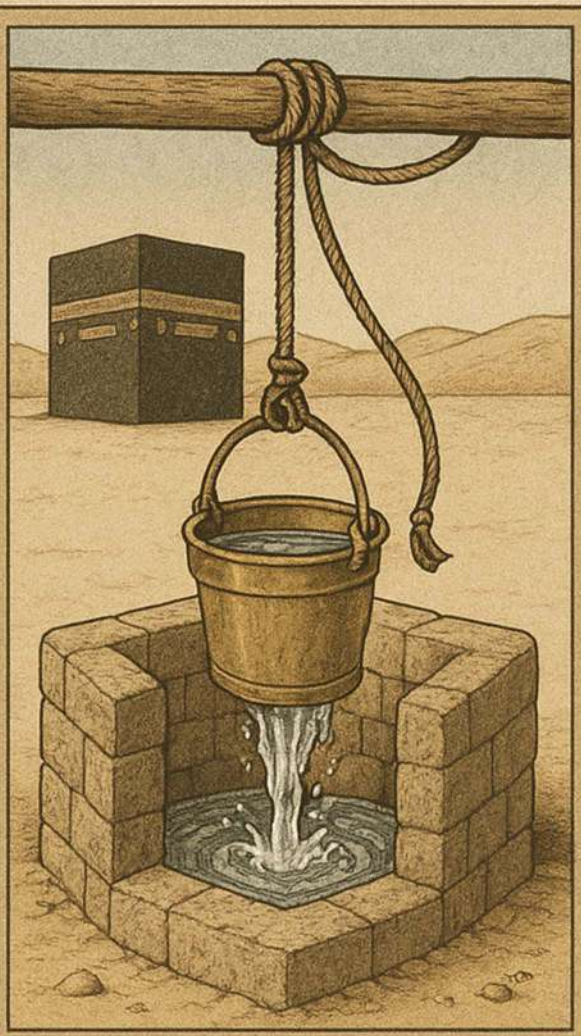
למיקום זה **חשיבות היסטורית רבה**, שכן הוא שימש **כאתר מחנהו של אברהה אל-אשרם וצבאו** במהלך מסע הכיבוש שלו להריסת **הכעבה**. אירוע מפורסם זה התרחש בשנת **571 לספירה**, הידועה בשם **«עאם אל-פיל» (שנת הפיל)** , אותה שנה בה נולד **הנביא מוחמד ((עליו השלום))**.

ההתערבות האלוהית באירוע זה מהווה אבן יסוד במסורת האסלאמית. על פי הקו־ראן, **אללה שלח להקות ציפורים (ṭayran abābīl)** שהשמידו את צבא אברהה, דבר המ־דגיש **את הגנתו של האל על ביתו הקדוש ומבשר את הופעתה של המסר האלוהי הסופי של האסלאם**.



פרק שני

ההיבט המשפטי של מי זמזם:
מחקר על סגולותיהם והלכותיהם



מים בקוראן

מי זמזם בקוראן ובסונה

סיפורו של מי זמזם

שמות באר זמזם

מי זמזם מבחינה לשונית וטרמינולוגית

היתרונות של מי זמזם

חדית›ים אותנטיים על מי זמזם

פסיקות השריעה בנוגע למי זמזם

מבוא

יסודות הכעבה הונחו. בשל הקמתה המוקדמת, מי זמזם זוכים למעמד מכובד ביותר הן בקוראן והן בסונה. הם מילאו תפקיד מרכזי בהתיישבות הערבית סביבם בתגובה לתפילתו של הנביא אברהם (שלום עליו), כפי שמופיע בפסוק הקוראני: **«אדוננו, השכנתי חלק מצאצאיי בעמק שומם ליד ביתך הקדוש»** [אברהם: 37].

מעמד נכבד זה בא לידי ביטוי בתשומת הלב שהערבים העניקו למים מזמזם בשפתם ובאמונותיהם, הן לפני הופעת האסלאם והן לאחר הופעתו. עדות לכך ניתן למצוא בשמות הרבים המיוחסים לזמזם, שכל אחד מהם משקף את משמעותו העמוקה.

זמזם נחשב למים הטובים ביותר על פני האדמה. הוא פרץ בפקודת אללה בידו של המלאך ג'יבריל (גבריאל), במקום הקדוש ביותר עלי אדמות. לבו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)) נשטף בו פעמים רבות, והוא בירך אותו ברוק האציל שלו.

לסגולותיו של זמזם פנים רבות, והוא נודע בקרב מוסלמים ולא-מוסלמים כאחד. מבחינה היסטורית, מקובל להאמין כי מעיין קדוש זה הופיע לפני כ-5,000 שנה, וממשיך לזרום באופן פלאי עם ברכות מתמשכות וחסד אלוהי. בשל מעמדו הייחודי, קבעה ההלכה האסלאמית כללים ונימוסים ספציפיים לצריכתו ולשימושו, המשקפים את הכבוד העמוק וההערכה למשאב קדוש זה בתפיסת העולם האסלאמית.

פרק זה בוחן את המשמעות הדתית של מי זמזם. הוא מתחיל בדיון במושג המים בשיח הקוראני, ולאחר מכן מביא הגדרות לשוניות וטרמינולוגיות של זמזם. הפרק גם מספר את הסיפור ההיסטורי של הופעת זמזם ותפקידו החיוני בחייהם של הנביא אברהם ובנו ישמעאל ((עליהם השלום)).

כמו כן, הוא מעמיק בפסיקות ההלכה האסלאמית הקשורות לזמזם, כולל כללי הנימוס הנכונים לשתייתו ולהפקת תועלת ממנו, וכן העקרונות החוקיים שהאסלאם קבע לגביו. הפרק מציג את פסוקי הקוראן ואת המסורות הנבואיות האותנטיות (חדית׳) המדברות על זמזם ועל סגולותיו, יחד עם השמות השונים שניתנו לבאר לאורך ההיסטוריה ומשמעויותיהם.

לסיכום, הפרק מדגיש את היתרונות הרוחניים והפיזיים העמוקים של מי זמזם, תוך התייחסות לתיאורים היסטוריים ועבשוויים של ברכותיו הנצחיות. באמצעות חקירה זו, אנו מעמיקים את הערכתנו לחשיבותו של המים הקדושים הללו באמונה האסלאמית.

מים בקוראן הקדוש

המים הם סוד החיים ומהותם. הם נמנים עם היצירות הקדומות והמדהימות ביותר. לפי כמה חוקרים, המים נוצרו עוד לפני הכס, כפי שמרמז הפסוק בקוראן הקדוש: ﴿**והוא זה אשר ברא את השמים ואת הארץ בששה ימים, בעוד כסאו היה על המים**﴾ [הוד: 7]. אללה, הנשגב, הפך את המים לבסיס החיים, לתחילתם ולמקור קיומם. הכל-יכול אומר: ﴿**האם הכופרים אינם מבינים כי השמים והארץ היו פעם מסה אחת, ואז פיצלנו אותם? ויצרנו מהמים כל דבר חי. האם לא יאמינו אז?**﴾ [אל-אנביא: 30].

המים נחשבים לברכה הנגישה ביותר והיקרה ביותר. אללה הפך אותם למקור חיים, מחיה וטיהור עבור האנושות והארץ. כאשר המים בשפע, ערכם לרוב מתעלם. אך כאשר הם הופכים לנדירים, היעדרם עלול להוביל לתוצאות קטסטרופליות. אין ספק כי המים הם אחת הברכות החיוניות והבלתי ניתנות להחלפה ביותר. אף על פי שאזורים רבים ברחבי העולם אינם סובלים ממחסור במים, טבועה בטבע האדם הנטייה לקחת את הברכות כמובנות מאליהן, עד לאובדן.

המים הם מתנה אלוהית שניתנה על ידי אללה, והם שימשו כאחד המרכיבים הבסיסיים של הציוויליזציה העתיקה והמודרנית כאחד. כל היצורים החיים מסתמכים עליהם לצורך הישרדותם. הקוראן מזכיר לעתים קרובות את המים על פני כדור הארץ, אשר לולא אספקת המים של אללה, שיקוי פלאי ואלוהי זה, היו נותרים צחיחים וחסרי חיים. הכל-יכול אומר: ﴿**הלא תראו כי אללה הוריד גשם מהשמים והארץ הפכה לירוקה? אכן, אללה הוא עדין ובקיא.**﴾ [אל-חאג': 63]. הוא אומר גם: «**ואתם רואים את הארץ חסרת חיים, אך ברגע שאנו מורידים עליה גשם, היא מתחילה להתעורר לחיים ולהתנפח, ומצמיחה כל סוג של צמח נעים.**﴾ [אל-חאג': 5]. ובפסוק אחר: «**ומבין אותותיו, כי אתם רואים את האדמה נטולת חיים, אך ברגע שאנו מורידים עליה גשם, היא מתחילה להתעורר [לחיים] ולהתנפח.**﴾ [פוססילאת: 39].

המילה «**מים**» מוזכרת בקוראן הקדוש בב-63 פסוקים, שכל אחד מהם מעביר הקשר ומשמעות ייחודיים. היא מוזכרת בצורתה הבלתי מוגדרת כ-33 פעמים, ובצורתה המוגדרת (אל-מא) כ-16 פעמים. הדומיננטיות של הצורה הבלתי מוגדרת עשויה להצביע על האוניברסליות של מקור המים, שכן הם יורדים מהשמים, ועל גילוייהם ותפקידיהם המגוונים בבריאה.

מים מכסים כ-70% משטח כדור הארץ. עם זאת, מים מתוקים מהווים פחות מ-1% מסך זה. לאור נדירותם וחשיבותם הקריטית, יש להשתמש במשאב יקר זה בתבונה ולשמור עליו באחריות. מבחינה מדעית, מים הם תרכובת אנאורגנית עם הנוסחה הכימית H_2O. זהו חומר כימי שקוף, חסר טעם, חסר ריח וחסר צבע. זהו גם המרכיב העיקרי בשכבת המים של כדור הארץ ובנוזלי כל האורגניזמים החיים הידועים.

הקוראן הקדוש מתייחס **ל-23 סוגים שונים של מים**, שלכל אחד מהם מאפיינים ייחודיים ומשמעות קונטקסטואלית. סוגים אלה משקפים הן תכונות פיזיקליות והן משמעויות רוחניות או סמליות. להלן הצגה מסווגת של סוגים אלה, יחד עם הפניות לקוראן ופרשנויותיהם:

מי נגר: מונח זה מתייחס למי גשם היורדים מהשמים וחודרים לקרקע. הפועל «שכך» מרמז על כך שהמים פחתו והתמעטו לאחר שמילאו את ייעודם. אללה (SWT) אומר: **«והמים שקעו, והעניין הושלם...»** [הוד:44]

(وَغِيضَ الْمَاءُ وَقُضِيَ الْأَمْرُ)

מים מוגלתיים: משקה זה מתואר בקוראן כמשקה של אנשי הגיהינום. המילה **«מוגלה»** מתייחסת לתערובת מגעילה של מוגלה ונוזלי גוף, היוצאת מתוך גופם של הכופרים כעונש אלוהי. אללה (SWT) אומר: **«לפניו הגיהינום, והוא יקבל לשתות מים מוגלתיים.»** [איברהים: 16]

(مِّن وَرَائِهِ جَهَنَّمُ وَيُسْقَىٰ مِن مَّاءٍ صَدِيدٍ)

מים כמו מתכת מותכת: זה מתייחס לחומר כמו זפת, מתכת מותכת או שמן רותח, המאופיין בחום קיצוני ובאופי חמור. זה מייצג את אחד העינויים שמחכים לדיירי הגיהינום. אללה (SWT) אומר: **«כשיזעקו לעזרה, יוענק להם מים כמו מתכת מותכת, אשר ישרפו את פניהם.»** , [אל-כאהף: 29]

(وَإِن يَسْتَغِيثُوا يُغَاثُوا بِمَاءٍ كَالْمُهْلِ يَشْوِي الْوُجُوهَ)

מי האדמה: זה מתייחס למים שנוצרו יחד עם היווצרות כדור הארץ וממשיכים לפעול בתוך מחזור טבעי שנקבע על ידי האל עד יום הדין. אללה (SWT) אומר: **«אנו מורידים גשם מהשמים במידה מושלמת, וגורמים לו להיספג באדמה.»** - [אל-מומינון: 18]

(وَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّاهُ فِي الْأَرْضِ)

מים טהורים: זה מתייחס למים שהם באופן טבעי רעננים, נקיים ומטהרים. הם נעימים לשתייה ומשמשים הן להיגיינה גופנית והן לטיהור טקסי. אללה (SWT) אומר: **«ואנו מורידים מהשמים מים טהורים.»** [אל-פורקאן: 48]

(وَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا)

מי שתייה: זהו המים שעברו טיפול כדי להתאימם לשתייה על ידי בני אדם. אללה (SWT) אומר: **«הוא זה שמוריד גשם מהשמים, ממנו אתם שותים...»** , [א-נהל: 10]

(هُوَ الَّذِي أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً ۖ لَّكُم مِّنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ)

מים מרים: זהו מים מלוחים, שאינם ראויים לשתייה, בעלי טעם לא נעים ואינם מתאימים לצריכה. אללה (SWT) אומר: **«והוא זה המשלב את שני מקורות המים: האחד מתוק וטעים והשני מלוח ומר.»** , [אל-פורקאן: 53]. כמו כן: **"האחד מתוק, נעים לשתייה; והאחר מלוח ומר.»** , [פאטיר: 12] וכן: **«אילו רצינו, היינו יכולים להפוך אותו למלוח. האם לא תודו לנו?»** , [אל-וואקיה: 70]

(وَهُوَ الَّذِي مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ هَٰذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَٰذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَحِجْرًا مَّحْجُورًا)

נוזל חלש: זה מתייחס לנוזל חלש וחסר חשיבות, כלומר, זרע, שממנו נוצרו בני האדם. הפסוק מדגיש הן את השבריריות של מקור האדם והן את העוצמה העצומה של הבריאה האלוהית. אללה (SWT) אומר: **«ואז הוא יצר את צאצאיו מתמצית של נוזל חלש.», [אס-סג'דה: 8]** ואללה (SWT) אומר גם: **«הלא בראנו אתכם מנוזל חלש»,** [אל-מורסלאת: 20]

(ثُمَّ جَعَلَ نَسْلَهُ مِن سُلَالَةٍ مِّن مَّاءٍ مَّهِينٍ)

מים שאינם עומדים: זה מתייחס למים זורמים וטריים, המתחדשים ללא הרף ונקיים מזיהומים. לעומת זאת, מים עומדים הם מים שטעמם, צבעם או ריחם השתנו, ולעתים קרובות הם דומים למים מרים. המונח «עומד" והשם הפועל שלו מתייחסים למים שאיבדו את טריותם והפכו למזוהמים. אללה (SWT) אומר: **«בהם נהרות של מים שאינם עומדים.»** , [מוחמד: 15]

(فِيهَا أَنْهَارٌ مِّن مَّاءٍ غَيْرِ آسِنٍ)

מים רותחים: זה מתייחס למים רותחים וחמים מאוד, הגורמים לכוויות קשות. אללה (SWT) אומר: **«ויתנו להם לשתות מים רותחים, כדי שיחתכו את מעיהם.»** , [מוחמד: 15]

(وَسُقُوا مَاءً حَمِيمًا فَقَطَّعَ أَمْعَاءَهُمْ)

גשם מבורך: זהו גשם שמביא חיים לארץ, מזיין צמחים ומפיץ טוב ושפע. אללה (SWT) אומר: **«ואנו מורידים גשם מבורך מהשמים, המביא גנים ודגנים לקציר.»** , [קאף: 9]

(وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبَارَكًا فَأَنبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ)

מים זורמים: זה מתאר גשם כבד ורציף שזורם מהשמים, ולעתים קרובות גורם נזק לגידולים ולשטחי חקלאות. אללה (SWT) אומר: **«אז פתחנו את שערי השמים במים זורמים.»** , [אל-קמר: 11]

(فَفَتَحْنَا أَبْوَابَ السَّمَاءِ بِمَاءٍ مُّنْهَمِرٍ)

מים זורמים: מים הזורמים ברציפות ללא הפסקה, שמקורם בשורש שמשמעותו «לשפוך». מים מסוג זה מרכבים את האדמה ומספקים נוחות והקלה ויזואלית. אללה (SWT) אומר: **«צל נרחב, ומים זורמים.»** , [אל-וואקיה: 30]

(وَظِلٍّ مَّمْدُودٍ ۝ وَمَاءٍ مَّسْكُوبٍ)

מים שקועים: מים השוקעים באדמה הופכים לבלתי נגישים וחסרי תועלת לשימוש אנושי. אללה (SWT) אומר: **«או שהמים שלה ישקעו [בתוך האדמה], ואז לעולם לא תוכלו לחפש אותם.»** , [אל-כאהף: 41]

(أَوْ يُصْبِحَ مَاؤُهَا غَوْرًا فَلَن تَسْتَطِيعَ لَهُ طَلَبًا)

מים זורמים: מים זורמים הנראים לעין, הזורמים על פני כדור הארץ. אללה (SWT) אומר: **אמור: «האם חשבתם: אם מימיכם היו שוקעים** [אל תוך האדמה]**, מי היה יכול להביא לכם מים זורמים?»** , [אל-מולק: 30]

(قُلْ أَرَأَيْتُمْ إِنْ أَصْبَحَ مَاؤُكُمْ غَوْرًا فَمَن يَأْتِيكُم بِمَاءٍ مَّعِينٍ)

מים בשפע: זה מתייחס לכמות משמעותית של מים, שופעת וזמינה בשפע. זה מוזכר בהקשר של גמול וטובה אלוהית על אלה העוקבים אחר ההדרכה. אללה (SWT) אומר: **«אילו הכופרים היו הולכים בדרך הישר, היינו מעניקים להם בוודאות מים בשפע לשתייה.»** , [אל-ג'ין: 16]

(وَأَن لَّوِ اسْتَقَامُوا عَلَى الطَّرِيقَةِ لَأَسْقَيْنَاهُم مَّاءً غَدَقًا)

מים מתוקים: מים טריים במיוחד, נעימים לשתייה, בעלי טעם נעים ונטולי מלח או מרירות. אללה (SWT) אומר: **«ונתנו לכם מים מתוקים לשתות.»** , [אל-מורסלאת: 27]

(وَأَسْقَيْنَاكُم مَّاءً فُرَاتًا)

מים שוצפים: זהו מים שוצפים הזורמים ברציפות ובשפע, זרם אחד אחרי השני, המשמשים לעתים קרובות לתיאור גשמים עזים. אללה (SWT) אומר: **«והורידנו מענני גשם מים שוצפים.»** , [א-נבא: 14]

(وَأَنزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاءً ثَجَّاجًا)

נוזל מתיז: זה מתייחס לזרע האדם, שיוצא בזרמים. הוא מסמל את תחילת בריאת האדם. אללה (SWT) אומר: **«[הם] נבראו מנוזל מתיז.»** , [אט-טאריק: 6]

(خُلِقَ مِن مَّاءٍ دَافِقٍ)

מקום השתייה במדיין: זהו מקור המים הקהילתי בארץ מדיאן, שבו מתאספים האנשים להשקות את צאנם. אללה (SWT) אומר: **«כשהגיע למקום השתייה במדיאן...»** , [אל-קאסאס: 23]

(وَلَمَّا وَرَدَ مَاءَ مَدْيَنَ وَجَدَ عَلَيْهِ أُمَّةً مِّنَ النَّاسِ يَسْقُونَ)

מים דמויי תעתוע: זה מתייחס למה שנראה כמים לצמאים במדבר, אך למעשה הוא אשליה. זה משמש באופן מטפורי לתיאור התקווה השווא של הכופרים. אללה (SWT) אומר: **«באשר לכופרים, מעשיהם דומים לאשליה במדבר, שהצמא רואה בה מים...»** , [א-נור: 39]

(وَالَّذِينَ كَفَرُوا أَعْمَالُهُمْ كَسَرَابٍ بِقِيعَةٍ يَحْسَبُهُ الظَّمْآنُ مَاءً)

מי נהרות ומעיינות: זהו המים היורדים מהשמים וזורמים בנהרות ובמעיינות תת-קרקעיים, ומקיימים את החיים. אללה (SWT) אומר: **«הלא תראו כי אללה מוריד גשם מהשמים, ומנתב אותו דרך מעיינות באדמה...»** , [אז-זומר: 21]

(أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ)

מי סלסביל: זהו מעיין בגן עדן שמימיו מתוקים להפליא, חלקים וקלים לבליעה. השם **סלסביל** מתייחס לעדינותו ולזרימתו. אללה (SWT) אומר: **«ממעיין שם [בגן עדן] הנקרא סלסביל.»** , [אל-אינסאן: 18]

(عَيْنًا فِيهَا تُسَمَّىٰ سَلْسَبِيلًا)

מי זמזם בקוראן ובסונה של הנביא

מי זמזם מקורם באתר הקדוש של בית אללה הקדוש, עוד לפני שהונחו היסודות. מים יוצאי דופן אלה טבועים בהיסטוריה ובמשמעות עבור אינספור אנשים. מאז גילויו, זמזם שמר על מעמד מכובד, זכה להערצה מרומזת בקוראן ולכבוד מפורש בסונה של הנביא ((עליו השלום)). היא מילאה תפקיד מרכזי בהחלטת הערבים להתיישב בסביבתה, בתגובה לתפילתו של הנביא אברהם ((עליו השלום)), שהתפלל: ﴿**הטה את לבבות האנ־שים אליהם**﴾ **[אברהם: 37]**. כתוצאה מכך, זמזם הפכה לאתר בעל משמעות לשונית, תרבותית ותיאולוגית עמוקה עבור הערבים, הן בתקופה הטרום-אסלאמית והן בתקופה האסלאמית. דבר זה ניכר בשמות הרבים שהעניקו לו. זמזם נחשב למים המשובחים ביותר על פני האדמה, שהובאו על פי ציוויו של אללה באמצעות המלאך ג׳יבריל ((עליו השלום)), שנכח במקום הקדוש ביותר על פני כדור הארץ. הוא הופיע מספר פעמים כדי לטהר את לבו של הנבחר ((עליו השלום)), והמים גם בורכו על ידי רוקו האציל של הנביא ((עליו השלום)).

סגולותיו של מי זמזם ידועות ומוכרות היטב, לא רק בקרב מוסלמים, אלא גם בקרב רבים שאינם מוסלמים לאורך ההיסטוריה.

על פי התיאורים ההיסטוריים, מקובל להניח כי מי זמזם צצו לפני כ-5,000 שנה, והזרימה שלהם נמשכת ללא הפסקה עד היום, דבר הנחשב לנס אלוהי ולברכה נצחית. בשל ערכו הרב ומשמעותו הקדושה, נקבעו כללים ונהגים אסלאמיים רבים לגבי הדרך הנכונה לשתות ממנו ולהפיק ממנו תועלת. אף על פי שמי זמזם אינם מוזכרים במפורש בשמם בקוראן, יש חוקרים ופרשנים (מופאסירון) שפרשו פסוקים ספציפיים כמתייחסים אליהם בשל מעמדם הייחודי. בין אלה נמצא הפסוק שבו אומר אללה יתברך: ﴿**הרהרו בזה: אם מיכם היו שוקעים ׳אל תוך האדמה׳, אז מי ׳אחר׳ היה יכול להביא לכם מים זורמים?**﴾ [אל-מולק: 30]

לגבי פסוק זה, מסופר כי אבן עבאס (RA) אמר: «הוא [אללה] מתכוון למים מזמזם.» באופן דומה, מוקאטל אבן סולימאן פירש את הפסוק כמתייחס באופן ספציפי לזמזם, תוך שהוא מקיף גם צורות אחרות של מים במובן הכללי **(Al-Azdī, 2002)**.

כמה מפרשי הקוראן קישרו את מי זמזם לאחריות המכובדת של אספקת מים לעו־

לי הרגל במהלך החג׳, חובה שהנביא מוחמד ((עליו השלום)) הפקיד במפורש בידי אל-עבאס אבן עבד אל-מוטאלב ומשפחתו. שירות זה תפס מקום בולט בערב הסעודית שלפני האסלאם ונמשך גם לתקופה האסלאמית עם משמעות דתית גדולה עוד יותר. חוקרים פירשו את הפסוק הבא בהתחשב בהקשר זה: «האם אתם [הפגנים] רואים באספקת מים לעולי הרגל ובתחזוקת המסגד הקדוש דבר השווה לאמונה באללה וביום האחרון ולמאבק למען אללה? **הם אינם שווים בעיני אללה. ואללה אינו מכוון את העוולים**.», [א-תובה: 19]

מספר מסורות מבהירות את הסיבה לגילוי זה. ביניהן דיווח שמסר אל-נועם אבן באשיר (RA), ונרשם על ידי מוסלם, אבו דאווד, אבן ג׳ריר ואבן אל-מונדיר: «הייתי על דוכן הנביא ((עליו השלום)) עם קבוצת מחבריו. איש אחד אמר: ‹אני רואה בהגשת מים לעולי הרגל את המעשה הגדול ביותר אחרי קבלת האסלאם.› אחר אמר: ‹לא, עדיף לתחזק את המסגד הקדוש.› שלישי הוסיף: ‹לא, המאבק למען אללה עדיף על מה ששניכם אמרתם.› עומר (יברך אותו אללה ויתן לו שלום) נזף בהם באומרו: ‹אל תרימו את קולותיכם על דוכן הנביא (יברך אותו אללה ויתן לו שלום), במיוחד ביום שישי. לאחר תפילת יום השישי, אלך אל הנביא (יברך אותו אללה ויתן לו שלום) ואשאל אותו על הענין שעליו התווכחתם.› ואז גילה אללה את הפסוק: **(האם אתם רואים בהשקיית עולי הרגל ובתחזוקת המסגד הקדוש דבר שווה לאמונה באללה וביום האחרון ולמאבק למען אללה?)**», (א-תובה 9:19).

באופן דומה, אבן ג׳ריר סיפר מפי עביד אבן סולימאן, שאמר: «שמעתי את אל-ד׳חאק מסביר את הפסוק הזה: המוסלמים ניגשו אל אל-עבאס וחבריו, שנשבו בקרב בדר, והוכיחו אותם על עבודת האלילים שלהם. אל-עבאס השיב: ‹באללה, נהגנו לתחזק את המסגד הקדוש, לשחרר שבויים, להגן על הבית הקדוש ולספק מים לעולי הרגל.

לאחר מכן, אללה גילה את הפסוק כדי להבהיר את מידת הסגולה המדויקת.» סיפורים אלה מדגישים כי אף על פי ששירות פיזי לאתרים הקדושים הוא מעשה אצילי, יש להעריכו לאור האמונה והמסירות הכנה לאללה. החכם המוערך מוחמד רשיד רידה, מחבר «**תפסיר אל-מנאר**», התייחס לדיווחים אלה וציין כי מבין התיאורים השונים של התגלות הפסוק, הסיפור של אל-נועם אבן בשיר הוא האמין ביותר, בשל עוצמת המסורת שלו והתאמתו למסר הכללי של הפסוק.

הפסוק מאשר כי מעשים כגון תחזוקת המסגד הקדוש או אספקת מים לעולי הרגל, אף שהם מכובדים, אינם יכולים להיחשב כשווים לאמונה באללה וביום האחרון, ולא

למאמץ למען מטרתו באמצעות הון, חיים והגירה. מעשים כאלה מייצגים את הצורות הג־בוהות ביותר של מסירות, המשלבות כוונה רוחנית עם הקרבה חומרית. הם אינם שווים בעיני אללה. «ואללה אינו מורה דרך לעושים רע» [**א-תובה: 19**]. שני המונחים נגזרים משורשים ערביים תלת-אותיים:

- "**סאקא**», שמשמעותו לתת מים או להציע משקה,
- "**אמרה**», שמשמעותו לתחזק, לאכלס או לשרת, במיוחד בהקשר של מקומות קדושים.

בתקופה שלפני האסלאם, בני קוראיש נהגו ב»אל-סאקאיה» על ידי הגשת מים עם צימוקים לעולי הרגל, במיוחד במהלך החג›. משקה זה הוכן במקום ייעודי וחולק לעולי הרגל כמעשה של הכנסת אורחים. אל-עבאס אבן עבד אל-מוטאלב (RA) היה אחראי למשימה אצילית זו, חובה שהמשיך לקיים גם לאחר הופעת האסלאם, אשר הנביא ((עליו השלום)) אישר ואישר עבורו.

אל-ג›מאל ציין כי אל-סאקאיה מתייחס במפורש למקום שבו הוכנו משקאות אלה בעונת העלייה לרגל. צימוקים נרכשו והושרו במי זמזם לפני שהוגשו לעולי הרגל. לפיכך, המונח בפסוק מציין לא רק את מעשה הגשת המים, אלא גם את האחריות הרחבה יותר להבטיח רענון ומזון לאורחי אללה.

מאידך, «אל-עמארה» של המסגד הקדוש כוללת מעשי פולחן הכרוכים בתחזוקת המבנה, בטיפול בו ובהבטחת ניקיונו וקדושתו. הביטוי «האם אתם סבורים...?» בפסוק הוא שאלה רטורית שנועדה לנזיפה ולגינוי, ולא לחיפוש תשובה. חכמים הצביעו על מבנה לשוני עדין בפסוק זה. מכיוון ש»סאקאיה» ו»עמאר» הם שמות פועל, לא ניתן להשוותם באופן הגיוני לשמות עצם קונקרטיים מבלי לייחס להם תיאור או תכונה מרומזת. לפיכך, המשמעות המרומזת של הפסוק היא: «האם השוויתם את אלה העוסקים בהשקיית עולי הרגל ובתחזוקת המסגד הקדוש במעלתם לאלה המאמינים באללה וביום האחרון ומשתד־לים למען מטרתו?» פרשנות זו נתמכת בקריאות חלופיות של הקוראן, כגון:

- "**סאקאיאת אל-חאג›**» עם דממה על ה-»ס», המציינת שם עצם ברבים או שם עצם קולקטיבי,

• ו-«**Imārat al-Masjid al-Ḥarām’**» עם פתח על ה-«עין» וה-«מ», המציין את צורת הרבים של «עמיר» (אלה המתחזקים).

בהתאם להערכה הדקדוקית (תקדיר), ניתן לפרש את הפסוק באמצעות שמות תואר מרומזים (כלומר, ההשקיה הטובה והתחזוקה הטובה) או באמצעות אנשים מרומזים (כלומר, אלה המבצעים מעשים אלה), מה שהופך אותם לנושא ההשוואה.

השלכות תיאולוגיות. פסוק זה מתייחס לשני הדברים: מאמינים מסוימים, כפי שמופיע בהדית של א-נומאן אבן באשיר, שהעדיפו **לשרת את המסגד הקדוש** או **לספק מים** על פני **מאבק למען אללה**.

וגם את עובדי האלילים מקוריש, שהתגאו בתפקידיהם הטרום-אסלאמיים של שירות לעולי הרגל, תוך דחיית האמונה באללה ובשליחו ((עליו השלום)). המסר המרכזי של הפסוק דוחה את ההשוואה בין שירות פיזי לאמונה רוחנית והקרבה. כמה שנשגב הוא לשרת את העולים לרגל או את המסגד הקדוש, אין זה משתווה בסולם של אללה למעשי האמונה האולטימטיביים, כגון אמונה בו, ביום האחרון, והמאמץ הכנה למען מטרתו. גינוי זה מנוסח בדברי אללה: «הם אינם שווים בעיני אללה», המציין כי לקבוצה הראשונה אין שוויון לקבוצה השנייה במשפטו של אללה. הקבוצה השנייה זוכה לגמול עצום מאללה בזכות אמונתם הכנה ומאמציהם הבלתי מתפשרים. הפסוק הנשגב מוצג לאחר מכן כהמשך, כדי לאשר ולהדגיש גינוי זה. אללה יתעלה מסכם את הפסוק במילותיו: «ואללה אינו מכוון את העושים עוול», דבר המרמז כי הוא אינו מעניק הצלחה או הדרכה לאלה הפוגעים בעצמם ובזולתם, שכן הם בחרו במכוון ברע על פני הטוב, ובטעות על פני ההדרכה.

מי זמזם: היבטים לשוניים וטרמינולוגיים

מקורותיו הלשוניים של המונח «זמזם»

השם «זמזם» מורכב משתי הברות חוזרות, והוא השם הפרטי של הבאר הממוקמת במכה. על פי «ליסאן אל-ערב», ניתן למצוא מספר וריאציות של המילה בשימוש הערבי הקדום. אבן אל-ערבי פירט צורות כגון זמזם, זמאם וזומאזים. אחרים, בהם אבן ח›לאווי, הזכירו שמות חלופיים כמו זוואזים וזמאזים, ואילו אל-קאזאז הוסיף צורות לשוניות נוספות לרשימה. במסורות לקסיקליות מסוימות, זמזם מתפרש כמים בעלי טעם ייחודי הנמצא בין מלוח למתוק, או מים מתוקים עם רמז למרירות. פרשנות זו באה לידי ביטוי בתיאורו של אל-להיאני למים כאלה כ«חוג›אהיג›»: תופסים עמדת ביניים בין רעננות למליחות. לחלופין, פרספקטיבה אטימולוגית אחרת מקשרת את המונח לציווי הערבי «זאם זאם», שמשמעותו «עצור!» או «המתן!». פרשנות זו קשורה ישירות לסיפור הידוע שבו חאג›ר (ע»ה), כשראתה מים פורצים במהירות מתחת לבנה התינוק ישמעאל, קראה: «זאם זאם!», כאילו ציוותה על המים לעצור ולהתאסף כדי שתוכל לאסוף אותם. חוקרים קלא־סיים מצטטים פרשנות זו בהרחבה, והיא משמשת כמקור לשוני ונרטיבי לשם. בשימושים אחרים, המילה «מזמ», וריאציה לשונית, מתייחסת למים שפורצים בעוצמה בין סלעים, ומוסיפה למונח ממד של זרימה טבעית עוצמתית.

הגדרת המונח זמזם

מבחינה טרמינולוגית, **זמזם** מתייחס למקור המים הידוע במכה, הממוקם כ-38 אמות (כ-17-18 מטרים) מהכעבה הקדושה. זהו המעיין שממנו סיפק אללה מחיה לתינוק ישמעאל ((עליו השלום)) ולאמו האג›ר, בתקופה שבה לא היה מים בעמק הצחיח של בקה. מי זמזם נובעים בשפע ובאופן רציף, ומשמשים מזה מאות שנים כמקור להזנה גו־פנית ולברכה רוחנית. הופעתם נחשבת לאחד הנסים הגלויים של אללה, ומימיהם ידועים בטוהרם, ברעננותם ובתכונות הריפוי שלהם.

מנקודת מבט **מדעית**, **זמזם הוא למעשה מעיין טבעי**, ולא באר מסורתית. המונח **«באר»** מרמז על מאמץ אנושי: קידוח או חפירה דרך שכבות אדמה וסלע. לעומת זאת, מי זמזם זורמים באופן טבעי, ללא התערבות מלאכותית. הקשר למונח «באר» נובע ככל הנראה **מהטמנתה** ההיסטורית **על ידי שבט ג'ורחום**, **וחפירתה מאוחר יותר על ידי** עבד אל-מוטליב, סבו של הנביא ((עליו השלום)). עם הזמן, אנשים החלו להתייחס אליה כ«ביר **זמזם**" (**באר זמזם**), אף שבמקור היא הייתה ידועה כ«עין זמזם» (**מעיין זמזם**).

הסיבה לשם

ישנן מספר גרסאות לגבי מקור שמו של באר זמזם, והנפוצות שבהן כוללות את הדּברים הבאים:

- שפע המים בו, כפי שנאמר: «מי זמזם, זמזום וזמזאם» כדי לבטא את שפע המים.
- חאג'ר (RA) «זמאט», כלומר דחסה או כיסתה את המים בעפר כאשר הבאר פרצה, כדי שהמים לא יתפזרו ימינה ושמאלה.
- על צליל המים והגרגור שלהם «זמזמה» כאשר יצאו מהבאר.
- בהתייחס ל«זמזמת ג'יבריל», כלומר מלמולו של ג'יבריל כאשר סיפר להאג'ר על הבאר, תוך שהוא מכה בה בעקבו.

סיפורים אחרים מייחסים את השם זמזם לסיבות שונות, אך ארבע הסיבות הללו הן הנפוצות ביותר וסביר להניח שהן מסבירות את מקורו של השם המבורך הזה. האימאם אל-נאווי אמר ב(אל-מג'מו' שר' אל-מוהד'אב) שנאמר כי זמזם נקרא כך בשל שפע המים שבו; ומכאן הביטויים: מא' זמזם, זמזם וזמזים, המשמשים לתיאור מים בשפע. דעה אחרת היא כי הוא נקרא על שם פעולתה של האג'ר לאיסוף המים כאשר פרצו, זממת-הו (היא אספה אותם או כפתה אותם). דעה שלישית היא ש«זמזמה» מתייחס לקולו או

לדיבורו של ג׳יבריל (ג׳יבריל). אחרים טוענים כי השם אינו נגזר (אינו אטימולוגי). לפי אל-חרבי, הוא נקרא זמזם בשל הצליל או המרמור של המים, המזכיר את צליל הזמזמה. **(Al-Nawawi, 1928)**

אל-מסעודי ציין: הלחישה היא צליל שהסוסים משמיעים מנחיריהם כאשר הם שו־ תים מים. אל-ברקי הזכיר כי מסופר מפי אבן עבאס (יהי רצון מאלוהים בשניהם) כי באר זמזם נקראה על שמו משום שהיא נסתמה בעפר כדי שהמים לא יזרמו ימינה ושמאלה. אילו נותרה פתוחה, היא הייתה זורמת על פני הקרקע עד שהייתה ממלאת את הכול **(Al-Mas'udi, 1988)**.

אל-מנאווי אמר: «אל-ברקי סיפר מפי אבן עבאס (יברך אותו אללה ויתן לו שלום) כי היא נקראה זמזם משום שהיא ‹זומאת› (נדחסה, נכלאה או נבלמה) בעפר כדי שהמים לא יזרמו ימינה ושמאלה. אילו הושארו, היו נשפכים על פני האדמה עד שהיו ממלאים את הכול. הוא הוסיף: «אל-זמזמה» מסמלת גם שפע והתכנסות [של המים].

(Al-Manawi, 1938 AD).

שמות באר זמזם

אל-זובייידי, ביצירתו המפורסמת «תאג׳ אל-ערוס מין ג׳ואהיר אל-קאמוס», אסף למ־עלה משישים שמות למים של זמזם מהחדית׳ וממקורות ערביים קלאסיים. שמות אלה משקפים את המעמד הרם ואת הקדושה של זמזם באסלאם ובקרב המוסלמים. ביוגרפים מזכירים גם כמה תוארים המיוחסים לנביא מוחמד ((עליו השלום)) הקשורים לזמזם, כגון «הנביא הזמזמי» (אל-נבי אל-זמזמי) ואל-מוזמז, בשל הפעמים הרבות שבהן ליבו האציל נשטף במי זמזם, כפי שתועד בסירה. כתוצאה מכך, ליבו (יברך אותו אלוהים ויתן לו שלום) הפך לטהור, הצדיק והמעודן ביותר מבין כל הלבבות. (Al-Zubaidi, 2001)

להלן כמה משמות מי זמזם, מסודרים לפי סדר אלפביתי, עם הסברים על משמ־עויותיהם:

- ברכה: פירושו ברכה, המתייחס לצמיחה, שפע, אושר וטוב, כל המאפיינים הנמצאים בזמזם.
- בראה: נגזר מהמילה אל-ביר (צדק או טוב), בין אם משום שאללה גילה באמצעותו חסד כלפי אביו של ישמעאל ((עליו השלום)), ובין אם משום שהמים עצמם מהווים מקור לטוב ולנדיבות.
- בושרה: פירושו בשורה טובה, משום שזו הייתה הבשורה המשמחת שקיבלה האג׳ר כאשר מצאה את המעיין לאחר שנואשה בחיפושיה אחר מים עבורה ועבור בנה.
- בדא: פירושו מים הזורמים או מטפטפים בעדינות, כפי שתואר בערבית הקלאסית. (Al-Ḥamawī, 1995)
- טוקטאם / מקטומה: פירושו נסתר או קבור, בהתייחס לתקופה שבה שבט ג׳ורחום קבר את הבאר עד שעבד אל-מוטאלב גילה אותה מחדש מאוחר יותר. (Al-Suhaylī, 2000)
- חראמיה: נקרא על שם אל-מסג׳יד אל-חראם, שכן הבאר ממוקמת בתוך המסגד הקדוש.
- חופרת אל-עבאס וחופרת עבד אל-מוטאלב: פירושו בורותיהם של אל-עבאס ועבד אל-

מוטאלב, בהתייחס לתפקידם בהגנה על הבאר או בגילויה מחדש.

- מקום המסתור של השייח הגדול: התייחסות לעבד אל-מוטאלב כפי שתואר בחזון שלו.
- רקדת ג'יבריל / חזמת ג'יבריל: כלומר, המכה או הצעד של ג'יבריל. על פי מסורות אותנטיות, ג'יבריל ((עליו השלום)) היכה בקרקע בעקבו או בכנפו, וגרם למים לפרוץ. מעשה זה בא לידי ביטוי בפסוק הקוראני: «הכה ברגלך; זהו מעיין לרחצה ולשתיה צוננת» **[Sād: 42]**.
- אר-רווא וראווי: שניהם מתייחסים למים בשפע או למצב של רווית צמא.
- זמזם / זמזים / זם: מקור המילה הוא, ככל הנראה, בשורש שמשמעותו לאסוף או לעלות על גדותיו. ייתכן שהמילה נקראה כך בשל שפעו או בשל היותו נמדד באופן שווה. יש הטוענים כי מדובר בשם עצם.
- זמזם: וריאציה נוספת, שמשמעותה רסן או מים זורמים.
- סאביק: פירושו «קודם», ומדגיש את עליונותה ועדיפותה של מי זמזם על פני מים אחרים.
- סלימה: נגזר מ«סלאמה» (שלום ורווחה), המסמל את הבטיחות והריפוי של זמזם.
- אס-סאקיה: ההשקיה (טקס או פעולה של אספקת מים).
- סאקיאת אללה אסמאעיל: פירושו «השקייתו של אללה את אסמאעיל», בהתייחס לאספקת המים האלוהית לאסמאעיל ולאמו.
- סאקיאת א-רווא: פירושו «השקיית הרעננות» או לאלה הזקוקים להקלה.
- סאקיאת אל-חאג': מתייחס לאחריות לספק מים לעולי הרגל במהלך החאג', משימה שהופקדה בידי אל-עבאס וצאצאיו על ידי הנביא ((עליו השלום)).
- סיידה: פירושו «גברת» או «אדונית», המציין את מעמדו כמים המשובחים והאצילים ביותר.
- שבע / שבעת אל-עיאל: פירושו סיפוק או הזנה. נאמר כי השם היה קיים עוד בתקופה

הטרום-אסלאמית בשל יכולתה של המים להרוות את הצמא ולספק את הרעב.

- שיע: פירושו נפוץ, כפי שציינו אל-בברי ואל-זמקשרי.
- שמות אלה לא רק משקפים את המאפיינים הפיזיים של זמזם, אלא גם מגלמים את המשמעות הרוחנית, ההיסטורית והלשונית העמוקה שלו במסורת האסלאמית.
- ציטוט מאל-חרז׳אני: «שיעה» עם דמה על האות שין ופתה על האות יא, שתיהן קלות **(Al-Suhayli, 2000 AD)**.
- שראב אל-אבראר: פירושו משקה הצדיקים: אל-אבראר הוא צורת הרבים של בר, הנ־גזר מאל-ביר (צדק או טוב). הוא מסמל את אלה השופעים בטוב ובמידות טובות. המונח אל-אבראר מתייחס לעתים קרובות באופן ספציפי לאווליה (קדושים), זוהד (נזירים) ומאמינים אדוקים. בשל כך, לעתים קרובות תמצאו שרוב האנשים החסידים והצדיקים חפצים לשתות מי זמזם, מתוך הערכה לברכותיהם ולטוהרם.
- שראבון מן סגאב: פירושו משקה הרעב **(Al-Hilli, 1984 AD)**.
- «ספייה»: פירושו טהור מטומאה ועבירות. מים מתוקים במכה היו נדירים וניתן היה למצוא אותם רק במים שהומתקו מבאר מיימון (הממוקמת בתוך ארמונו של המלך פייסל, יהי זכרו ברוך, באל-מאבאדה). «ספייה» פירושו הנבחר (אל-מוסטפה), אהוב על הנשמה.
- טהרה: מטהרה וטיהור. היא נקייה מכל פגם. במקום זאת, היא בטוחה ומועילה לשו־תה אותה. היא גם נקייה מטומאה, דבר המהווה כבוד לה, בשל הסגולות של מים טהורים אלה שדווחו.
- תאמן תאום: פירושו «מזון מזין», כפי שכונה בהדית שהוזכרה לעיל. מי ששותה אותו מתוך כוונה להשביע, יחווה אותו כמזון, המספק תזונה ותחושת שובע.
- טייבה: (טהורה ונעימה): נגזר מ-ṭayyib, המתייחס לכל דבר שהחושים מוצאים בו הנאה, בין אם זה מזון, משקה או דבר אחר. זמזם היא טהורה, נעימה ואהובה על המאמינים. היא נקראה Ṭayyibah משום שהיא מיועדת לטהורים מקרב צאצאי אברהם וישמעאל **(Al-Suhayli 2000 AD)**.
- זאהירה: פירושו «גלוי», כלומר, תועלתו ברורה לעין.

- זבייה: באר זמזם קיבלה את השם הזה בהשוואה ל-ṭibiyyah, אחת ה-ẓabiyat, שהיא סוג של נרתיק או מיכל קטן. ẓabiyah דומה לתיק קטן, ו-khariṭah הוא מיכל העשוי מעור או מחומרים אחרים, הקשור היטב כדי לאבטח את תכולתו.

- אפיה: פירושו «רווחה». יש לו אותה משמעות כמו לשם האחר: תרופה למחלה. מי ששותה ממנו במטרה להירפא, יחווה, ברשות אללה, החלמה ורווחה ממחלות ומצוקות. כמה פעמים העניק אללה באמצעותו ריפוי ממחלות שאפילו הרופאים המיומנים ביותר לא הצליחו לרפא?

- אונה: פירושו תמיכה או עזרה. הוא נקרא כך משום שהוא מהווה עזרה למשפחה.

- ג›איאת: פירושו הקלה או הצלה. זה היה אמצעי להקלה עבור הגר ובנה ישמעאל ((עליו השלום)) לאחר שסבלו מאותה מצוקה **(Al-Hamawi, 1995 AD)**.

- קאריית אל-נמל: פירושו כפר הנמלים, משום שזו הייתה העדות עבור עבד אל-מוטליב לגבי מיקומו של באר זמזם, כפי שהוזכר קודם לכן, והדבר צוין על ידי מחבר הספר «תאג› אל-ארוס» **(Al-Hamawi, 1995 AD)**.

- קאפיה: פירושו «מספיק», משום שזמזם מספק את צרכיו של כל מי ששותה ממנו למטרתו. הוא גם חוסך מהם את הצורך או הרצון לחפש מים אחרים, שכן הוא מספק תחושת שובע וסיפוק. **(Al-Jurjani, n.d.)**.

- «לה טנזף ו-לה טודאם»: פירושו «הוא לא מדמם ולא זורם»: כלומר, מימיו אינם אוזלים או מתמעטים, לא משנה כמה שואבים ממנו.

המשמעות של «לה טות›אם»: הוא אינו מואשם או אינו נחשב ראוי לגינוי. מהביטוי «אזממתו», שמשמעותו «מצאתי אותו ראוי לגינוי». פרשנות נוספת היא שהמים בו לעו־לם אינם נדירים. לדוגמה, «ביר דמה» הוא באר עם מעט מים. משמעות שנייה זו מועדפת על ידי אל-סוהילי, הטוען ש»לא טות›אם» אינו מתכוון לחוסר שבח (כלומר, זה לא קשור לשבח), מכיוון שצבועים עלולים לבקר את המים בו. לחלופין, פירושו שהוא אינו מזיק, ואין חשש למי ששותה ממנו בכמויות מופרזות, בניגוד למים אחרים. במקום זאת, הוא מהווה ברכה בכל מקרה. לכן, התוצאה של שתייתו היא שלעולם לא יואשם. פרשנות זו היא סבירה ומקובלת.

- לה-טונזה: פירושו שהמים בו אינם מתכלים או מתכלים, הם לעולם אינם אוזלים. דבר זה מאושר על ידי התצפית, שכן שואבים ממנו מים יום ולילה בעונות העלייה לרגל ובמהלך כל השנה. כך נותר המצב ברציפות במשך ארבע עשרה מאות שנים, מבלי שהמים התייבשו או התכלו, שבח לאללה.

- מאאת›ארת אל-עבאס בן עבד אל-מוטליב: פירושו תפקידו של אל-עבאס בן עבד אל-מוטליב (RA): הנביא ((עליו השלום)) כיבד את דודו אל-עבאס בכך שהעניק לו ולמשפחתו את התפקיד של אספקת מים (ספאיה), ובאופן דומה הטיל על שבט באנו שייבה ( ) את האחריות על חיג›בה (שמירת הכעבה) וסידאנת אל-ביית (אפוטרופסות על הכעבה). הם הופקדו על הטיפול והשירות של הכעבה, ומפתח הדלת שלה הוחזק בידיהם.

- מובארקה: פירושו מבורך.

- מורוויה: פירושו «רוויה». נגזר מהמילה ריי (להשקות או להרוות צמא), שהיא ההפך מ»עטאש» (צמא). אומרים על מישהו שהוא רוויה (רוויה) ממים או מחלב, כמו ילד שבע. המילה מופיעה בצורות כגון רייה עם קסרה (כלומר, תנועת «i» קצרה), רייה עם פתחה (תנועת «a» קצרה), וראווה גם היא עם קסרה. היא נקראה מורוויה בשל יכולתה החזקה לדכא צמא עז. **(Al-Jurjani, n.d).**

- מדנונה: פירושו מה שנמנע או נצבר בשל נדירותו או יקרותו. וואהב אבן מונביח אמר כי היא נקראה מדנונה משום שנמנעה מהכופרים, כך שהצבועים לא יכלו לנצל אותה. נאמר גם כי עבד אל-מוטליב נאמר לו בחלום לחפור את אל-מדנונה, כלומר עליו למנוע אותה מהאנשים, ולא לדאוג להם. היא נקראה כך משום שאנשים היו קמצנים בה בשל נדירותה וערכה. אללה אסר על כמה שבטים ערבים שחיו בסביבה לגשת אליה משום שהם לא צייתו והזניחו את קדושת הכעבה. לפיכך, אללה גירש אותם ושלל מהם את המים. **(Al-Suhayli, 2000 AD) (Al-Jarjani).**

- מואד›בה: נגזר מ-ʿוד›ובה (מתיקות או נעימות), כאשר ʿאד›ב מתייחס למים טהורים וטעימים. פירושו מניעת צמא בשל מתיקותו, מה שמרמז כי הוא מתוק ומרענן באחד. למעשה, זהו שם נרדף למורוויה (רווי או מושקה היטב). **(Al-Jarjani).**

- מוגדית: פירושו מזין. נגזר מ-ג›ידה (מזון) ומתייחס למשהו שמזין ומחזק את הגוף.

- מופדה: נגזר מ»גאולה», והכוונה בגאולה היא להאדרה וכבוד; מכיוון שאדם אינו גואל

איש מלבד אלה שמכבדים אותו, וזמזם נקרא «מופאדה» משום שכאשר עבד אל-מוטליב, סבו של הנביא ((עליו השלום)), ציווה לחפור את זמזם, והקוריישים התווכחו עמו על כך וניסו למנוע זאת ממנו, והפגיעה בו החריפה, הוא נשבע לאללה (SWT): אם יחפור אותו, והעבודה תושלם עבורו, ויהיו לו עשרה בנים, הוא ישחט אחד מהם לאללה (הכל-יכול),

מכיוון שהגורל נפל בכל פעם על בנו עבדאללה, אביו של נביא אללה ((עליו השלום)), והוא היה האהוב ביותר מבין בניו, אז הוא פדה אותו במאה גמלים, ולכן הוא שחט אותם וחילק אותם, ולכן נקרא: מופדאה.

- מקנונה: פירושו «נסתר». מוזכר על ידי אבן חלאווייה בספרו «לייסא פי קלאם אל-ערב» (לא נמצא בדיבור הערבים). אל-חמאוי אמר: מקנונה נגזר כביכול מהפועל קננטה (להסתיר או להגן על משהו). קננטה פירושו לכסות ולשמור. זהו אחד משמו־תיו של זמזם. **(Al-Hamawi, 1995)**.

- אל-מנסובה: פירושו מיוחס (אל-הלי, 1984).

- מוניסה: פירושו מנחם וחברותי. מקורו במילה ‹אונס›, שהיא ההפך מ»וואשה» (בדי־דות), שכן המאמין מוצא נחמה בשתייתו, מתרגל אליו ומפתח חיבה כלפיו.

- מימונה: פירושו מבורך. נגזר מהמילה «יום», שפירושה ברכה ומזל טוב. זהו אחד משמותיו של זמזם, לצד «ברכה» ו»מובראק» (מבורך). הוא קיבל את השם הזה משום שברכותיו ידועות ומוכחות. אנשים רבים מהדורות הקדומים ומאלה שבאו אחריהם שתו ממנו, בחיפוש אחר צרכים ומטרות שונות, ואכן, הם השיגו אותם. **(Al-Jurjani, n.d)**.

- נפיעה: פירושו מועיל. הוא נקרא כך בשל יתרונותיו הרבים, כולל העובדה ששתיתו מחזקת את הלב ומביאה שלווה למחשבות מלאות פחד **(Al-Jurjani, Dt)**.

- נקראט אל-גרב אל-אסאם: פירושו «נקישת העורב בעל הנוצות הלבנות». זה היה גם סימן עבור עבד אל-מוטאלב שציין את מיקומו של באר זמזם. **(Al-Hamawi, 1995)**.

סיפור מי זמזם

אל-בוכארי סיפר בספרו «סאהי» מפי סעיד אבן ג׳וביר, שדיווח כי אבן עבאס אמר: האישה הראשונה שלבשה חגורה (מינטק) הייתה אמו של ישמעאל, שעשתה זאת כדי להסתיר את עקבותיה משרה. לאחר מכן, אברהם לקח אותה יחד עם בנה התינוק, ישמעאל, אותו היא הניקה, והשאיר אותם ליד הבית הקדוש ליד עץ מעל אתר זמזם, בחלק העליון של המסגד, בשעה שלא היה איש בסביבה ולא היה מים זמינים. הוא הניח לידם שקית תמרים ונרתיק מים, ואז הסתובב והלך משם.

אמו של ישמעאל הלכה אחריו ואמרה: «הו, אברהם, לאן אתה הולך ומשאיר אותנו בעמק הזה, שבו אין נפש חיה או דבר כלשהו?» היא חזרה על דבריה מספר פעמים, אך הוא לא הביט לאחור. לבסוף, היא שאלה: «האם אללה ציווה עליך לעשות זאת?» הוא השיב: «כן.» היא אמרה: «אז הוא לא ינטוש אותנו.» היא חזרה למקומה. אברהם המשיך ללכת עד שהגיע למעבר ההרים המכונה אל-תאנייה, מעבר אנשי מדינה, המכונה כיום אל-חג׳ון וידוע גם בשם קאדה, שם כבר לא יכלו לראות אותו. שם פנה אל הבית, הרים את ידיו בתפילה ואמר:

«אדוננו, השכנתי חלק מצאצאיי בעמק צחיח ליד ביתך הקדוש, אדוננו, כדי שיקימו את התפילה. לכן, גרום ללבבות האנשים להטות אליהם ופרנס אותם מפירות האדמה כדי שיהיו אסירי תודה.» (איברהים:37)

אמו של ישמעאל המשיכה להניק את בנה התינוק ולשתות מהמים עד שנגמרו כולם. כשהשק התרוקן, היא ובנה התייסרו מצמא. היא הביטה בו מתפתל מכאב, או כפי שמספרים כמה גרסאות, מתעוות מכאב, ולא יכלה לשאת את המראה, ויצאה לחפש עזרה. היא עלתה על הגבעה הקרובה ביותר, אל-ספא, וסרקה את העמק שלמטה, מחפשת אחר סימן כלשהו לעזרה, אך לא ראתה איש. מבלי להתייאש, היא ירדה מאל-ספא, חצתה את העמק בריצה, ועלתה על אל-מרווה. היא טיפסה עליו, הסתכלה סביבה שוב, אך לא ראתה איש. היא חזרה על תנועה זו הלוך ושוב בין אל-ספא לאל-מרווה שבע פעמים, בעודה מחפשת נואשות הקלה לילדה הסובל.

אבן עבאס דיווח כי הנביא מוחמד ((עליו השלום)) אמר: **«זהו מקור ה›סעי› (ההליכה הטקסית) של האנשים בין שני הגבעות.»** בסיבוב השביעי שלה באל-מרווה, היא שמעה קול ואמרה לעצמה, **«ששש!»** כשהיא ניסתה להקשיב בזהירות. היא שמעה אותו שוב ואמרה, **«השמעת את עצמך, אם יש לך עזרה להציע.»** לפתע, היא ראתה מלאך במקום שבו נמצא זמזם. המלאך היכה בקרקע בעקבו, או כפי שאומרים כמה גרסאות, בכנפו, עד שפרץ מים. היא אספה את המים בידיה, יצרה סביבם אגן, ומילאה את נאד המים שלה בזמן שהמעין המשיך לזרום.

אבן עבאס הוסיף ואמר שהנביא הוסיף: «יהי רצון שאללה ירחם על אמו של ישמ־עאל.» **אילו השאירה את זמזם כפי שהיה, או כפי שאמר, אילו לא הייתה שואבת ממנו, הוא היה הופך למעיין זורם.»** אז היא שתתה מהמים והניקה את בנה. לאחר מכן הרגיע אותה המלאך: **«אל תדאגי לאובדן. זהו בית אללה, שהנער הזה ואביו יבנו. יתר על כן, אללה לעולם אינו מזניח את עמו.»**

באותה עת, הבית היה תלולית קטנה על הקרקע, שהשיטפונות היו שוטפים אותה מימין ומשמאל. הם נשארו שם עד שהגיעה שיירת נוודים משבט ג›ורחום

החדית׳ים האותנטיים החשובים ביותר על מי זמזם

ישנם חדית׳ים רבים המדווחים על מי זמזם, הנמצאים באוספים שונים, כגון סאהי אל-בוכארי, סאהי מוסלים, אוספי הסונאן, אוספי המוסנד וספרים אחרים של הסונה. בין הסיפורים הללו, חלקם מאומתים באופן אותנטי, בעוד שאחרים פחות. כאן, אנו מציגים כמה מהחדית׳ים האותנטיים ביותר כפי שתועדו באתר **אל-סונאן אל-דוריה**:

חדית׳ים אותנטיים על מי זמזם

- **הורדת חום בעזרת זמזם:** **«ישבתי עם אבן עבאס במכה כשחום תקף אותי. הוא אמר: ‹הקרר אותו במי זמזם; כי נביא אללה אמר: ‹החום הוא מחום אש הגיהינום, לכן הקרר אותו במים›.»** (מסופר על ידי עבדאללה אבן עבאס; נאסף על ידי אל-בוכארי; מקור: **Sahih al-Bukhari**) **(מסופר על ידי חמאם בן יחיא אל-בסרי בשם אבו ג׳מרה אל-דאבי)**

- **סיפורה של אום איסמעיל ושבט ג׳ורחום:** **«יהי רצון שאללה ירחם על אום איסמעיל. אילו עזבה את זמזם, או, לדבריו: אילו לא שאבה מהמים, היה זה מעיין זורם. אז באו אנשי ג׳ורחם ואמרו: ‹האם נוכל להתיישב בקרבתכם?› היא אמרה: ‹כן, אך אין לכם זכות על המים.› הם אמרו: ‹כן, אנו מסכימים.›»** (מסופר על ידי עבדאללה אבן עבאס; נאסף על ידי אל-בוכארי; מקור: **Sahih al-Bukhari**)

- **ג׳בריל שוטף את חזהו של הנביא במי זמזם:** **«גג ביתי במכה נפתח, וג׳בריל ירד. הוא פתח את חזי ואז שטף אותו במי זמזם. לאחר מכן, הוא הביא קערה מוזהבת מלאה בחוכמה ובאמונה ושפך אותה לתוך חזי. אז הוא סגר אותו, לקח אותי ביד, ועלה איתי לשמים...»** (מסופר על ידי אבו ד׳אר; נאסף על ידי מוסלם; מקור: **Sahih Muslim**)

- **שטיפת לבו של הנביא במי זמזם:** **«נביא אללה שיחק עם הילדים הקטנים כאשר ג׳בריל בא אליו, הוריד אותו, ופתח את חזהו. הוא הוציא את לבו והסיר ממנו קריש דם, באומרו: ‹זהו חלקו של השטן בך.› לאחר מכן הוא שטף אותו בקערה מוזהבת במי זמזם, תפר אותו, והחזיר אותו למקומו. הילדים רצו לאמם, כלומר**

למטפלת שלהם, ואמרו: ‹מוחמד נהרג.› הם קיבלו אותו בברכה, כשהבחינו שצבעו השתנה. אנאס אמר: ‹נהגתי לראות את סימן התפר הזה על חזהו.›» (מסופר על ידי אנאס אבן מאלכ; נאסף על ידי מוסלם; מקור: **Sahih Muslim)**

- **זמזם כמזון וריפוי: «נביא אללה אמר על מי זמזם: ‹אכן, זהו מזון בעל טעם ותרופה למחלות.›»** (מסופר על ידי אבו ד›אר אל-גיפארי; מאומת על ידי שועייב אל-ארנאוט; מקור: **Takhreej Mushkil Al-Athar)**

- **ברכת מי זמזם מניסיון הצום של אבו ד›אר: «ואז הוא הרים את ראשו ואמר: ‹כמה זמן אתה כאן?› אמרתי: ‹אני כאן כבר שלושים יום ולילה.› הוא שאל: ‹מי האכיל אותך?› עניתי: ‹לא היה לי מזון מלבד מי זמזם.› השמנתי עד שבטני נבקעה, אך לא חשתי כאבי רעב בכבדי.» הוא אמר: ‹אכן, היא מבורכת; היא מזון מזין.›»** (מסופר על ידי אבו ד›אר אל-ג›יפארי; מאומת על ידי מוסלם; מקור: **Sahih Muslim)**

- **המים הטובים ביותר והגרועים ביותר על אדמות: «מפי אבן עבאס, מסופר כי נביא אללה ((עליו השלום)) אמר: ‹המים הטובים ביותר על פני האדמה הם מי זמזם; בהם יש מזון לחך וריפוי למחלות. והמים הגרועים ביותר על פני האדמה הם מי העמק הנקרא ברהוט, בכיפה בהדרמוט, כמו נחיל ארבה, הם זורמים בבוקר ובלילה הם מרים ומלוחים.»** (מדורג כ«חסן» על ידי אל-אלבני; מקור: **Sahih Al-Tar-ghib, Al-Durar Al-Sunniyah)**

ידע של לא-מוסלמים לגבי מי זמזם

אל-אזרקי מספר כי קאב אל-אהבר, חכם יהודי שהתאסלם לאחר מותו של הנביא, נהג להוביל מי זמזם בדרכו חזרה לאל-שאם. על פי אל-וואקידי, כפי שמסר אל-ת׳אורי, ממגירה אבן זיאד, ומעטה: «קאב אל-אהבר נשא 12 נאדות מים מזמזם לאל-שאם.» בנוסף, כפי שציין אל-וואקידי, באמצעות ת׳אור אבן יזיד, ממחול, ומקאב אל-אהבר: «הוא נהג לשאת מי זמזם כצידה לאל-שאם.» **(Al-Azraqi, 1969)**

אבן ג׳וריג׳ דיווח, על סמך מידע שקיבל מיזיד אבן אבו זיאד, משייח׳ מקרב תושבי אל-שאם: «שמעתי את קאב אומר: ׳אבן, אני מוצא בספר הנגלה של אללה שזמזם הוא מזון מזין ותרופה למחלות.׳» הוא התייחס לתורה כאל «ספר אללה».

תקופת קיומה ההיסטורית של מי זמזם

מי זמזם לא הופיעו עד לאירוע שבו היו מעורבים הנביא ישמעאל ואמו, הגר, כאשר המלאך ג׳יבריל ((עליו השלום)) חפר במקום, ומים פרצו ממנו. האימאם אל-טברי הזכיר ב«**תאריך**» (ההיסטוריה) שלו מספר תקופות בין הנביאים:

- הזמן שבין אברהם למשה ((עליהם השלום)) הוא כ-1,000 שנים.
- הזמן שבין משה לישו הוא כ-1,900 שנה.
- הזמן שבין ישו למוחמד ((עליהם השלום)) הוא 600 שנים.

לפיכך, הזמן הכולל בין אברהם למוחמד ((עליהם השלום)) הוא **כ-3,500** שנה. אם מוסיפים את **1,446** השנים שחלפו מההג׳רה ועד היום, הגיל המשוער של מי זמזם על פני כדור הארץ הוא **כ-4,946** שנה. זוהי הערכה גסה, וישנן שונות בדיווחים על משכי הזמן בקרב החכמים. אללה יודע הכי טוב. **(Al-Ṭabari, Vol. 2, 1967)**

מי זמזם מוכרים כאחד הסימנים הברורים

אללה פנה אל בני קורייש וביבד אותם בקוראן באומרו (SWT): **"למען הביטחון המוכר של בני קורייש. הביטחון המוכר שלהם [ב]שיירות החורף והקיץ"**, אשר פוענח על ידי חכמים בהתייחסות למסעות הסחר שלהם לתימן בחורף ולסוריה בקיץ, ולאחר מכן: **«לכן, ישתחוו לאדון הבית הזה, אשר האכיל אותם** [והציל אותם] **מרעב והגן עליהם מפני פחד [קוראיש 106:14]**.

(لِإِيلَافِ قُرَيْشٍ ۝ إِيلَافِهِمْ رِحْلَةَ الشِّتَاءِ وَالصَّيْفِ ۝ فَلْيَعْبُدُوا رَبَّ هَٰذَا الْبَيْتِ ۝ الَّذِي أَطْعَمَهُم مِّن جُوعٍ وَآمَنَهُم مِّنْ خَوْفٍ)

אללה (SWT) גם הזכיר להם באומרו: **‹‹הלא הקמנו להם מקלט››** [במכה], **אליו מובאים פירות מכל הסוגים כמזון מאתנו? [אל-קסאס 28:57]**.

בין הסימנים הברורים הללו נמצא מי זמזם, מקור טהור ומבורך, המוקף באירועים משמעותיים המדגימים את מעמדו הגבוה וחשיבותו. יש לו סגולות ויתרונות שאין דומים להם בשום מים אחרים, והוא משך באופן עקבי את תשומת לבם של נביאים ומאמינים לאורך הדורות. הנביא ((עליו השלום)) הבהיר את סגולתו, ציווה לשתות ממנו, וכלל אותו בטקסי החג› והעומרה. יראת הכבוד הזו נמשכת בקרב המוסלמים ותישאר עד סוף העו־לם, ברצון אללה.

פסקי הלכה (אסלאמיים) הנוגעים למים מזמזם

ישנם מספר פסיקות של השריעה האסלאמית הנוגעות למים מזמזם, במיוחד בכל הקשור לטהרה, ניקוי, הובלה ומכירה.

ראשית: פסק הלכה בנוגע לשימוש במי זמזם לטבילה ולטיהור עבור אדם חי

הפקהח (משפטנים אסלאמיים) מסכימים פה אחד כי טיהור באמצעות מי זמזם הוא תקף. עם זאת, הם מדגישים כי אין להשתמש בהם בהקשרים הנחשבים כלא מכבדים, כגון הסרת טומאה. אל-עלאמה אל-בוהוטי קבע בספרו «כשאף אל-קינאע»: «אין להש־תמש במי זמזם להסרת טומאה מתוך כבוד כלפיהם. עם זאת, אין איסור להשתמש בהם לטיהור ממצב של טומאה טקסית.»

אל-נועימי אמר: «ארבעת האמאמים (אבו חניפה, מאלכ, אל-שאפיעי ואחמד) הס־כימו כי מותר לבצע טהרה במי זמזם כדי להסיר מצב של טומאה, למעט מסורת אחת של האמאם אחמד המעידה על אי-רצון. עם זאת, העמדה הנפוצה ביותר בפסקות ההלכה בקרב החנבלים היא המותרות.» השייח› מולא עלי אל-קארי, חכם חנפי, קבע במדריך שלו על מנאסיק: «אינו ראוי לאדם הנמצא במצב של טומאה טקסית חמורה לבצע טהרה במי זמזם,» אולי מתוך כוונה להימנע ממה שראה כבלתי הולם בשל קדושתם ומעמדם הרם של מי זמזם. ואללה יודע טוב מכולם.

הכשרות נתמכת בטקסטים כלליים המתירים טהרה בכל מים טהורים, ללא הבחנה בין זמזם לסוגים אחרים של מים. אין איסור אותנטי על שימוש במי זמזם לטבילה. באשר לדבריו של אל-עבאס, דודו של הנביא ומפקח על באר זמזם, שבו אמר: «אינני מתיר זאת לרחצה; זה מותר וריפוי לשתייה ולטהרה בלבד.»

דבריו ואיסורו נבעו ככל הנראה מכך שראה אנשים חושפים את איבריהם המוצנעים בזמזם בעת הרחצה, ובכך נוהגים באופן בלתי הולם. איסורו היה מנהלי, ונועד למנוע הת־נהגות פסולה כזו. סופיאן אבן עויינה, שהעביר את הדיווח, הבהיר: «כוונתו הייתה לרחצה בו.»

אל-עבאס היה עד לכך שאדם מבני מקזום פשט את בגדיו והתרחץ בעירום באגן זמזם. לפיכך אסר על המעשה כדי לשמור על קדושת מסגד אל-חראם ולמנוע התנהגות מגונה בציבור. אירועים דומים ממשיכים להתרחש גם כיום בקרב הציבור שאינו מודע לכך.

חלק מהחנפים סבורים כי אין להשתמש במי זמזם בהקשרים המעידים על חוסר כבוד, כגון שטיפת בגדים טמאים או השלכתם במקומות טמאים. השימוש בהם לניקוי הגוף לאחר השימוש בשירותים או להסרת טומאה ממש נחשב לבלתי היגייני ביותר. חלק מהחכמים, בהם המאליקים והשפעים, אף רואים בשימוש כזה דבר אסור (חראם). עם זאת, העמדה הכללית בקרב המאליקים, השאפעים והחנבלים היא ששימוש כזה הוא מקרוה (לא מומלץ אך לא חטא), במיוחד כשמדובר בניקוי איברים אינטימיים. דעה זו מבוססת על חדית׳ים ומסורות המדגישים את האופי הקדוש ואת המעלה המשמעותית של מי זמזם. זהו המים שבהם שטפו המלאכים את לבו של הנביא ((עליו השלום)). הנביא ((עליו השלום)) השתמש בזמזם לשתייה, לטהרה, לריפוי ולמשחת פיהם של אל-חסן ואל-חוסיין, פעולות המדגישות את כבודו וייחודו. חבריו והדורות הבאים אחריהם הלכו בעקבות מסורת זו, ואישרו כי מי זמזם נבדלים ממים רגילים.

לפיכך, חוקרים רבים המליצו שלא להשתמש בו בדרכים בלתי הולמות, אף שדעותיהם נבדלו באשר לשאלה האם מדובר באיסור או רק בהרתעה. עם זאת, היה קונצנזוס כי השימוש במי זמזם למטרות טהרה הוא אבן תקף. פסיקות אלו חלות רק בנסיבות שבהן קיימים מקורות מים חלופיים. אם זמזם הוא מקור המים היחיד הזמין, השימוש בו, אפילו להסרת טומאה, הוא צורך מותר.

פסיקה בנוגע לטהרה ולטהרה יבשה באשר מים מזמזם זמינים

המאליקים, אבן אל-זגנוני מהחנבלים, ומלומדים שונים מהאסכולות החנפית, השאפית והחנבלית קבעו כי ביצוע טהרה במי זמזם הוא מומלץ ואינו פסול. הם ציטטו את הסיפור הבא: בתיאור העלייה לרגל של הנביא ((עליו השלום)), עלי (ר.א.) אמר: «ואז נביא אללה ((עליו השלום)) ירד מערפה, וביקש דלי מים מזמזם. הוא שתה ממנו, ואז ביצע טהרה בעזרתו. ואז אמר: ׳שאבו מים, בני עבד אל-מוטאלב. אלמלא חששתי שהאנשים יגברו עליכם, הייתי שואב אותם בעצמי׳.» (מסופר על ידי אחמד [532], ודורג כ«**חאסן**» על ידי **al-Albānī in Irwāʾ al-Ghalīl**).

אל-חומיידי גם סיפר ממסורות אמינות כי ואיל אבן חוג׳ר אמר: «הביאו לנביא אללה ((עליו השלום)) דלי מים מזמזם. הוא שתה ממנו, ואז עשה טהרה, ואז ירק מעט מים חזרה לדלי (שהיה מבושם במוסק), ואז שטף את אפו מחוץ לדלי.» מכיוון ששפיכת מי זמזם על הראש והגוף לשם ברכה היא **סונה**, השימוש בהם לטהרה כצורה של ברכה הוא מתאים עוד יותר.

שימוש על ידי מטיילים

מטיילים נושאים לעתים מים מזמזם עמם. אם נגמרו להם מים אחרים אך יש להם מים מזמזם, והם אינם בסכנת צמא, מותר להשתמש במים מזמזם לטבילה. טהרה יבשה (**תיאמום**) אינה מותרת במקרה זה, מכיוון שיש מים זמינים. נשאל האימאם ולי אל-דין אבו זורעה אל-עיראקי לגבי אדם הנושא עמו כמות קטנה של זמזם, האם עליו להשתמש בה או לבצע **תיאמום**. הוא השיב: «אין הבדל בין זמזם למים טהורים אחרים בכל הנוגע לטיהור. אם הגיע זמן התפילה ויש לאדם מים זמינים אך אינו זקוק להם לשתייה, עליו להשתמש בהם לתפילה. אם המים אינם מספיקים, יש חילוקי דעות בין החכמים, אך הדעה החזקה היא שיש להשתמש בהם. לפיכך, אם הוא מבצע **טיאמום** בעוד שיש מים שמישים זמינים, הדבר אינו תקף.»

אם האדם אומר: «הבאתי זמזם לריפוי», אנו משיבים: אם הצורך הוא **מיידי**, הריפוי מקבל קדימות. עם זאת, אם הוא צפוי בעתיד, אין לדחות את הטיהור בשל האפשרות הזו. לעומת זאת, הצמא הוא ודאי ואין לו תחליף.

שייח׳ אבן באז: «אין כל פסול בשימוש בזמזם לטהרה, לכביסת בגדים, לניקוי לאחר עשיית צרכים, או לטהרה טקסית גדולה במידת הצורך. הנביא השתמש בו לטהרה. אף שהוא מבורך, הוא טהור וטוב, והשימוש בו למעשים כאלה מותר.» הוא השווה אותו למים שזרמו מאצבעותיו של הנביא, מבורכים ומשמשים לטהרה על ידי חבריו.

שייח׳ אבן עות׳ימין: «ביצוע טהרה עם זמזם מותר ונכלל בפסיקה הכללית ב[אל-מאעידה: 6]. לכן, יש להשתמש בו לטיהור אם הוא קיים; **טיאמום** אינו תקף כל עוד הוא זמין.» **(Al-ʿAbdalī, 2012)**

עטא (כפי שמסופר מפי אבן ג׳וריג׳): «אין כל פסול בטהרה באמצעות מי זמזם. אם

אדם צריך להטיל את מימיו, שיעשה כן, ואז יטהר באמצעותם. הדת היא סובלנית ונוחה.» (מסופר על ידי **ʿAbd al-Razzāq in Al-Muṣannaf (1636)**.

אבן אל-קאיים: «מותר לבצע טהרה במים מבורכים, והיותם מבורכים אינה הופכת אותם למקובלים פחות. לפיכך, אין זה מקובל פחות לבצע טהרה במי זמזם.»

אבן עבידין: «טומאה טקסית מוסרת לחלוטין על ידי מי זמזם, ללא כל אי-רצוי.» **(Ibn ʿĀbidīn, 1966)**

אל-מוואק המליץ לשתות, לבצע טהרה ולרחוץ במי זמזם במהלך השהייה במכה, וכך גם **פדל אבן מוסלים ואל-לקמי**.

אל-נאווי קבע ב»**שרח אל-מוהד׳ד׳אב**»: «הרוב, כולל אסכולתנו, סבורים כי אין פסול בטהרה או ברחצה במי זמזם. המסורת מאחמד, המביעה אי-רצון, היא חלשה ומבוססת על ייחוס לא מאומת לאל-עבאס. גם אם הייתה אותנטית, לטקסטים משפטיים מבוססים יש קדימות.»

שנית: הפסיקה בנוגע לרחצת הנפטר במי זמזם

נראה כי מותר לרחוץ את הנפטר במי זמזם. אל-פאקיחי ציין: «אל-עבאס אבן מוחמד אל-דורי סיפר לנו: סעיד אבן עאמר סיפר לנו: סאלח אבן רוסטום אבו עאמר אל-חאזאז סיפר מפי אבן אבי מוליקה, שאמר: אני הייתי הראשון שהביא לאסמא את הבשורה על ההיתר לקבור את עבדאללה אבן אל-זוביר. הוא אמר: ׹אז הלכנו אליו, והיא הלכה אחרינו מיד.׺ הוא אמר: אסמא הכינה אגן מלא במי זמזם ומעט עץ קטורת תימני. התחלנו להגיש לה את איבריו אחד אחד כדי שתוכל לרחוץ אותם, ואז היינו לוקחים את האיבר הרחוץ, ומעבירים לה את הבא. כשסיימה לרחוץ אותו, עטפנו אותו בתבריכיו, ואז היא קמה והת־פללה עליו. היא נהגה להתחנן: ׹אללה, אל תתן לי למות עד שתכניס אותי לגן העדן שלך.׺ ולא עבר אפילו שבוע עד שהיא נפטרה. עד היום, תושבי מכה ממשיכים לרחוץ את מתיהם במי זמזם. לאחר השלמת הרחצה והטיהור של הגופה, הם מבצעים את השטיפה הסופית במי זמזם, בתקווה לברכתם.» **(Al-Fākihī, 1994)**

נראה כי כוונת המחבר בפרק על הלוויות, כאשר אמר «אפילו במי זמזם», הייתה,

ואללה יודע טוב מכולם, להבהיר כי רחצת הנפטר במי זמזם היא תקפה **ואינה אסורה**, כפי שציין אבן שובאן ופרשו הן המחבר והן אבן עבד אל-סלאם. כמו כן, אמר אבן עבד אל-סלאם: «אין ספק כי מדובר במים מבורכים, אך אין בכך כדי למנוע את השימוש בהם לאותן מטרות כמו כל מים אחרים.»

אבן אל-חאג׳יב אמר גם הוא: «על פי הדעה שהנפטר טהור ואינו טמא, מותר לרחוץ את הנפטר במי זמזם; למעשה, הדבר עדיף בשל הברכה הצפויה מכך.»

מוסלמי אינו טמא, בין אם הוא חי או מת. בהדית אותנטית: «אין צורך שתרחצו את מתכם לאחר שרחצתם אותו, שכן המת שלכם אינו טמא. די לכם לשטוף את ידיכם.» דווח על ידי אל-חאכים (386/1) ואל-ביחאקי (398/3) על פי סיפורו של אבן עבאס. אל-חאכים קבע כי הדבר אותנטי על פי תנאיו של אל-בוכארי, ואל-זהאבי הסכים עמו. אל-אלבאני אישר את אמיתותו גם בספר «**סאהח אל-ג׳אמיע**» (מס׳ 854) **(Al-Ḥaṭṭāb al-Raʿīnī, 1992).**

מסקנה: מותר לרחוץ את הנפטר במי זמזם**, ואין בכך כל פסול**.

שלישית: ההלכה בנוגע למכירת מי זמזם

השייח׳ אבן באז אמר: «אין כל פסול במכירת מי זמזם.»

השייח׳ אבן ג׳יברין קבע: «אין כל התנגדות לכך, כפי שנהוג ביום, משום שהמוכרים משקיעים מאמץ בהשגת המים, באריזתם, בהובלתם ובשמירתם. הם ראויים לתגמול על מאמציהם ועמלם.»

השייח׳ יחיא אבן עלי אל-חג׳ורי אמר: «זה מותר, כפי שמוכח מדברי אמו של ישמ־עאל ((עליו השלום)) לשבט ג׳ורחם: ׳אין לכם זכות על המים׳, והיא אספה אותם לעצמה. הם היו ברשותה, ולכן מותר למכור מי זמזם וסוגים אחרים של מים.»

השייח עבד אל-מוחסין אל-עבאד קבע: «אם אדם הוא בעל מים, יש לו הזכות למכור אותם. אם הוא מביא אותם ברכבו או מאחסן אותם במיכל או במאגר שלו, הוא רשאי למכור אותם.»

על פי **"Islam Q&A"**: «במקור, אסור למכור מים כל עוד הם נמצאים במקורם או זורמים בתעלה הטבעית שלהם. אך אם מישהו אוסף אותם ומאחסן אותם במיכל שלו, הוא רשאי למכור אותם, ועל כך מסכימים כל החכמים.»

אבן קודמה כתב ב**»אל-מוגני»**: «באשר למים שאדם אוסף במיכל שלו, הוא הופך לבעליהם במעשה זה ומותר לו למכור אותם, ללא מחלוקת בין החכמים. זהו הנוהג המקובל בערים שבהן אנשים מוכרים מים המובלים במיכלים ללא התנגדות. אף אחד אינו רשאי לשתות, להתרחץ או לקחת ממנה ללא רשות הבעלים. כמו כן, אם מישהו שואב מים מבאר, אפילו ציבורית, באמצעות דלי או מכשיר, המים שהוא שואב הופכים לרכושו, והוא רשאי למכור אותם. אחמד אמר: האיסור מתייחס רק למכירת עודפי מים הנמצאים עדיין במקורם. עם זאת, הבאר או המעיין עצמם ניתנים למכירה, והקונה זכאי יותר למים שבהם.»

נשאל **השייח› אל-פוזאן**: «האם מותר למכור מים? ומתי?» הוא ענה: «יש פרטים: אם מישהו אוסף את המים במיכל או בבריכה שלו, הם שלו ומותר לו למכור אותם, שכן הוא השתלט עליהם והשקיע מאמץ באיסופם, ולכן הם הופכים לרכושו. עם זאת, אם המים נשארים בבאר, בנהר או בתעלה העוברת באדמתו, קיימת מחלוקת בין החכמים. הדעה הנכונה היא שהוא אינו רשאי למכור אותם, אך יש לו הזכות להפיק מהם תועלת בעצמו. הוא אינו רשאי למנוע מאחרים להשתמש בהם כל עוד השימוש שלהם אינו פוגע בו.»

הנביא ((עליו השלום)) אסר על מכירת **עודפי מים**, והדבר חל באותה מידה על מי זמזם ועל סוגים אחרים. עם זאת, **השייח› אבן באז** אמר: «אין כל פסול במכירת מי זמזם, ואין כל פסול בהובלתם מחוץ למכה.» **(Al-ʿAbdalī, 2012 CE)**

רביעית: הפסיקה בנוגע להובלת מי זמזם בין מדינות

השייח› אבן באז קבע: «מי זמזם שומרים על ברכתם ועל הטוב שבהם, גם אם מועברים למקומות כמו אל-שאם, תימן או אמריקה. זמזם נותר מים מבורכים, בין אם נשתים במכה ובין אם יועברו למקומות אחרים, כגון אמריקה, נג›ד, אל-שאם או בכל מקום אחר. מעלתם ותועלתם נותרים גם כאשר מועברים.»

השייח› מוחמד אבן עות›ימין אמר גם הוא: «אין כל רע בלקיחת אדמת מכה מחוץ לחראם, וכמו כן אין כל רע בהובלת מי זמזם מחוץ לחראם.»

חלק מהקודמים הצדיקים (הסלפים) היו מורים למבקרים במכה להביא להם מים מזמזם לשתייה. אחרים מקרב הסלפים היו נוסעים עם אספקה של מים מזמזם חזרה למדינותיהם.

על פי «שאלות ותשובות באסלאם»: «הברכה שבמי זמזם היא ברכה שאללה הכל־יכול הטמיע במים עצמם, בכל מקום בו הם נמצאים. היא אינה מוגבלת למקום זמזם או לתקופת החג› והעומרה. הנביא ((עליו השלום)) תיאר את המים עצמם כך: ›אכן הם מבורכים, הם מזון המזין‹» (דווח על ידי מוסלם), ובמסורות אחרות, כגון אלה של אל-בזאר, א-טבראני ואל-ביחאקי, מוסיף: «ורפואה למחלות.»

המשמעות הברורה של הראיות היא שהברכה הזו חלה על כל מי זמזם, בין אם הם נשארים במכה ובין אם מועברים למקום אחר. בהתאם לכך, חוקרים רבים אישרו את ההיתר וההמלצה להעביר מי זמזם מחוץ למכה, וכי תכונותיהם המבורכות נשמרות גם לאחר ההעברה.

שייח אל-אסלאם אבן טימייה אמר: «מי שנושא עמו מעט ממי זמזם, הדבר מותר; הסלפים נהגו לעשות כן.» אל-סאווי אל-מאליקי אמר: «מומלץ להעבירו, כלומר, את מי זמזם, ותכונותיו המיוחדות נותרות, בניגוד לאלה הטוענים כי הן נעלמות.»

אבן חאג›ר אל-חיטאמי אמר: «מותר להעבירו למולדתו לצורך ריפוי וחיפוש ברכות, עבור עצמו ועבור אחרים.» אל-סחאווי קבע: «יש האומרים כי סגולתו קיימת רק כל עוד הוא נמצא במקומו המקורי, וכי היא משתנה בעת הובלתו, אין לכך כל בסיס. לדוגמה, נכתב לסוהיל אבן עמר: ›אם מכתבי יגיע אליך בלילה, אל תחכה לבוקר; אם ביום, אל תחכה ללילה, שלח לי מי זמזם.‹ הוא שלח לו שני נאדות מים ממנו. באותה עת, סוהיל היה במדינה לפני כיבוש מכה. זהו סיפור מהימן המבוסס על דיווחים המאששים אותו.»

כמו כן, עאישה (ז»ל) נהגה לשאת מי זמזם וסיפרה כי הנביא ((עליו השלום)) נהג כך גם הוא. הוא היה נושא אותם בבקבוקונים קטנים ובשקיות עור, משקה אותם על החולים ומגיש להם לשתות (אל-ג›ורג›אני, ללא תאריך). עטא נשאל על הובלת מי זמזם, והוא השיב: «הנביא ((עליו השלום)) נשא אותם, וכך גם אל-חסן ואל-חוסיין.» אל-מולה עלי אל-קארי אמר: «הובלת מי זמזם לשם ברכה מומלצת פה אחד.»

השייח› אבן עות›ימין נשאל: «האם חובה לשתות מי זמזם במכה כדי שהברכה תתממש?» הוא השיב: «לא, זה לא תנאי.» זו הסיבה שחלק מהסלפים היו מבקשים שי־ ביאו להם את המים לארצם כדי שיוכלו לשתות אותם. זה גם תואם את המשמעות הגלויה של ההדית:

«מי זמזם מיועדים לכל מטרה שלשמה הם נשתים», מבלי שהנביא ((עליו השלום)) הגביל את שתייתם למכה בלבד. הוא גם אמר: «הראיות מצביעות על כך שמי זמזם מועילים בין אם במכה ובין אם במקום אחר.» דברי הנביא ((עליו השלום)) «מי זמזם מיועדים לכל מטרה שלשמה הם נשתים» כוללים הן שתייתם במכה והן מחוץ לה.

באנציקלופדיה הכוויתית לפיקה אין מחלוקת לגבי ההיתר להוביל מי זמזם מחוץ לאזור הקדוש (אל-חיל), שכן הם מתחדשים כמו פירות. הפקהחים מסכימים פה אחד כי מותר לקחת אספקה של מי זמזם ולהעבירם, שכן הם מתחדשים כמו פירות ואינם פוחתים או נעלמים. ההנפים, המאליקים והשפעים סבורים כי מומלץ לקחת מי זמזם ולהעבירם לאר־ צות אחרות, שכן הם משמשים כתרופה לאלה המבקשים הקלה.

אל-תירמידי סיפר מאעישה (RA) כי נהגה לשאת מי זמזם ודיווחה כי גם נביא אללה ((עליו השלום)) נשא אותם. הוא היה שופך אותו על החולים ונותן להם לשתות, ומשתמש בו לביצוע טחניק (שפשוף החיך) עבור אל-חסן ואל-חוסיין (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה מהם).

אבן עבאס (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה משניהם) סיפר כי נביא אללה ((עליו השלום)) ביקש מסוהיל אבן עמר לשלוח לו מי זמזם. בתיאור ההיסטורי של אל-אזרקי מוזכר כי הנביא ((עליו השלום)) דחק בסוהיל להזדרז בשליחתם אליו, וכי סוהיל שלח לו שני מיכלים גדולים.

בספר **אל-מג׳מוע׳ שרח אל-מוחאד׳אב** נכתב: «הטקסטים של אל-שאפיעי וחבריו הסכימו פה אחד על ההיתר להוביל מי זמזם לכל הארצות, ועל ההמלצה לקחת אותם לברכה.» **(Al-ʿAbdalī, 2012)**

חמישי: פסק הלכה בנוגע לשטיפת הכעבה במי זמזם

עבדאללה אבן עוביידה סיפר על אירועי כניסתו של הנביא ((עליו השלום)) למסגד הקדוש ביום הכיבוש (של מכה): «הוא ((עליו השלום)) ניגש לצד המסגד והובא אליו דלי של מי זמזם. הוא שטף את פניו במים, ואף טיפה לא נפלה אלא ונחתה בידו של מישהו. אם היה די לשתות, הם שתו; אחרת, הם ניגבו את עצמם במים. הפוליתאיסטים צפו ואמרו: ‹מעולם לא ראינו מלך גדול יותר מהיום הזה, ולא עם טיפש יותר מהיום הזה!› אז ציווה הנביא ((עליו השלום)) על בילאל לעלות אל הבית הקדוש ולשאת את קריאת התפילה (אד׳אן). המוסלמים התאספו, לבושים בחלוקי המותניים שלהם, לקחו דליים והחלו לשטוף את פנים וחוץ הכעבה במי זמזם. הם לא השאירו עקבות של הפוליתאיסטים מבלי לשטוף או להסיר אותם.» מסופר על ידי אבן אבי שייבה בספרו «**Muṣannaf (8/537)**,» ונרשם ב«**ג׳אם אל-ג׳וואמיע**", «**אל-ג׳אמיע אל-כביר**» ו«**אל-ג׳אמיע אל-סג׳יר**» עם תוספותיו, כרך 15. עד היום, הכעבה נשטפת במי זמזם כחלק מטקס ומסורת מקובלים.

שישי: פסק הלכה על קריאה מעל מי זמזם לצורך ריפוי

מסופר כי הנביא ((עליו השלום)) שתה ממי זמזם, נשא אותם, ועודד אחרים לעשות כמותו. אבן עבאס (יז"ל) אמר: «נביא אללה ((עליו השלום)) הגיע למתקן המים וביקש לשתות. אל-עבאס אמר לו: ‹הו פאדל, לך לאמך והבא מים לנביא אללה ((עליו השלום)) ממנה.› הנביא אמר: ‹תן לי מים (מכאן).› אל-עבאס אמר: ‹הו שליח אללה, ידיהם נמצאות

בתוכם.› הוא השיב: ‹תן לי לשתות.› אז הוא שתה. לאחר מכן הוא הלך לבאר זמזם, שם אנשים שאבו מים ועבדו. הוא אמר: ‹המשיכו; אתם עושים מעשה טוב.› ואז הוסיף: ‹אל־מלא הייתם מכבידים עליי, הייתי יורד אל הבאר ומניח את החבל על כתפי›, והוא הצביע על כתפו.» מסופר על ידי אל-בוכארי. **(Al-ʿAsqalānī, 1959 CE)**

לא הוכח על ידי הנביא ((עליו השלום)) כי הוא קרא על מי זמזם כדי שאחד מחבריו ישתה מהם או ינגב את עצמו, לבקשתם הספציפית או בתקווה לריפוי ממחלה, למרות הברכה הגדולה של זמזם, מעמדו הרם, היתרונות הרבים שלו, והרצון העז של הנביא לטוב עבור עמו. זאת למרות ביקוריו התכופים בזמזם לפני ההג›רה, במהלך עולימתו הרבות, והחג› שלו לבית הקדוש לאחר ההג›רה. יתר על כן, לא הוכח כי הורה לחבריו לקרוא עליו, אף על פי שהיה מחויב להעביר ולהבהיר הדרכה לאומה.

אילו היה זה מנהג שנקבע, הוא היה נוהג כך ומבהיר זאת לעמו, שכן אין טוב אלא שהוא ינחה אותם אליו, ואין רע אלא שהוא יזהיר אותם מפניו. עם זאת, אמירת תפילה על מי זמזם לצורך ריפוי אינה מעוררת התנגדות, בדיוק כפי שאפשר לעשות עם סוגים אחרים של מים. גישה זו מתאימה עוד יותר בשל הברכות והריפוי המוזכרים בהדית›ים. **(Permanent Committee for Scholarly Research and Ifta, Fatwa no. 1545)**

ביצד לשתות ולבצע «תדאלו» עם מי זמזם

«תדאלו» ממי זמזם מתייחס לשתייה עד לשובע, שתייה בשפע עד שרווים לחלוטין. מקור המונח מרמז על שתייה עד שהקיבה מלאה והמים מגיעים לצלעות. במונחים מקצועיים, **טדאלו** פירושו לשתות עד כדי כך שהאדם מרגיש שבע לחלוטין והמים מגיעים לכלוב הצלעות. בהדית, «אז הוא שתה עד שהיה שבע (**טדאלו**)», פירושו שהוא שתה בשפע עד שבטנו וצלעותיו התרחבו.

מה דווח על טדאלו?

בעוד שחוקרים מסוימים הביעו ספקנות לגבי האותנטיות של חדית׳ זה, אחרים אישרו את תוקפו ונהגו בהתאם. משפטנים מארבע אסכולות סוניות הדגישו את ההמלצה לצרוך מים מזמזם בהיקף נרחב ולבצע «תדאלו», תוך התייחסות לסיפורים הבאים: מאיבן עבאס, נביא אללה ((עליו השלום)) אמר: «הסימן בינינו לבין הצבועים הוא שהם אינם מבצעים ׳תדאלו׳ מזמזם.» כך מדווח איבן מאג׳ה בספרו «סונאן».

אבן עבאס גם סיפר כי הנביא ((עליו השלום)) אמר: «תדאלו׳ מזמזם הוא סימן לחפות מצביעות.» (אח׳בר מכה מאת אל-אזראקי 52/2; מצוטט על ידי אל-סויוטי **(Al-Jami‘ al-Saghir, no. 3/283**. אבן מאג׳ה סיפר מפי מוחמד אבן עבד אל-רחמן אבן אבו בכר, כי הוא ישב עם אבן עבאס כאשר ניגש אליהם אדם ושאל: «מאיפה באתם?» אבן עבאס השיב: «מזמזם.» האיש שאל אז: «האם שתית ממנו כראוי?» אבן עבאס שאל: «ואיך עושים זאת?» הוא ענה: «כשאתה שותה ממנו, פנה לכיוון הקיבלה, אמור את שמו של אללה, נשום שלוש פעמים, ושתה עד שתתמלא (תדאלו). כשתסיים, שבח את אללה.»

הנביא ((עליו השלום)) אמר: «הסימן המבדיל בינינו לבין הצבועים הוא שהם אינם מבצעים **׳תדאלו׳** מזמזם.» (**סונאן אבן מאג׳ה**, ספר טקסי החג׳, **2/1017** ; **Sunan al-Daraqutni 2/288; Al-Mustadrak 1/472** אל-חאכים קבע: «החדית׳ הזה הוא אותנטי על פי תנאי אל-בוכארי ומוסלם, אף על פי שהם לא כללו אותו, בתנאי שעות׳מן אבן אל-אסוואד שמע אותו מאיבן עבאס.» אל-אזראקי ואל-חאפיז אל-סחאווי אישרו גם הם את האותנטיות שלו ב» **Al-Maqasid al-Hasanah (p. 360)**

סבי סיפר לי מפי סעיד אבן עות›מן, כי סעיד, איש מהאנסאר, דיווח מפי אביו, שדיווח מפי סבו, כי נביא אללה ((עליו השלום)) אמר: «הסימן המבדיל בינינו לבין הצבועים הוא שהם אינם שותים בשקיקה ממי זמזם, בעוד שאנו שותים מהם בשפע ככל יכולתנו. אף צבוע לעולם לא ישתה בשקיקה ממי זמזם.» **Al-Azraqi (1969)** דיווח גם הוא, באמצ־עות מספר מספרי סיפורים, כי: «שתייה בשקיקה (**tadallu'**) ממי זמזם היא סימן לחפות מצביעות. זהו מים המרפאים כאבי ראש, ושתייה בשקיקה משפרת את הראייה. יבוא זמן שבו הם יהיו מתוקים יותר מהנילוס ומהפרת.»

אל-פקחי תיעד כי חדיה אבן עבד אל-וואהב אל-קלבי סיפר מאל-פדל אבן מוסא, שסי־פר מעות›מן אבן אל-אסוואד, מאיבן אבי מוליקה, מאיבן עבאס:

הוא ראה אדם שותה ממי זמזם ואמר: «האם אתה יודע כיצד לשתות ממי זמזם?» האיש השיב: «איך עליי לשתות אותו, אבו עבאס?» הוא אמר: «כשתרצה לשתות מי זמזם, שאב דלי מהם, ואז פנה לכיוון הקיבלה, אמור: ›בשם אללה‹, נשום שלוש פעמים, שתה בלגימה גדולה (**תדאלו**), ואמר: ›אללה, אני מבקש ממך ידע מועיל, פרנסה בשפע, וריפוי מכל מחלה.‹»

בהתאם לכך, אבן עבאס לימד את כללי הנימוס הבאים לשתיית מי זמזם:

- פנה לכיוון הקיבלה.
- הזכיר את שמו של אללה.
- נשמו שלוש פעמים (כלומר, עצרו ונשמו שלוש פעמים).
- שתו בלגימה עמוקה (**תדאלו**).
- שבח את אללה בסיום.

הביטוי «לנשום שלוש פעמים» מתייחס להפרדת הכלי מהפה בין לגימות, ולשתיה בשלושה סיבובים.

באופן כללי, מומלץ לשתות מים מזמזם בשפע ולבצע **tadallu'** , כלומר למלא את עצמך עד שהמים מגיעים לצלעות. מנהג זה מבוסס על סיפורים שונים, כולל זה שדווח

על ידי אל-דראקוטני ואל-ביחאקי, שבו הנביא ((עליו השלום)) אמר: «הסימן המבדיל בינינו לבין הצבועים הוא שהם אינם שותים בלגימות עמוקות מזמזם.»

אל-מנאווי הסביר: «סימן זה מתייחס להבחנה בין מאמינים לצבועים, אלה המ־תיימרים להאמין כלפי חוץ אך אינם מאמינים בלבם. צבוע נראה כמוסלמי אך מסתיר את כפירתו. הם אינם שותים בשתייה עמוקה (**תדאלו**) ממי זמזם, כלומר, הם נמנעים משתייה בשפע.»

למרות שבאופן כללי לא מומלץ לשתות בכמויות מופרזות, בכל הנוגע למי זמזם, הש־ריעה מעודדת לשתות מהם בשפע כסימן לכמיהה רוחנית. הרצון לשתות מהם בשפע משקף אהבה לדברים שהנביא ((עליו השלום)) אהב. הם מקור לרחמים ולברכות. לפיכך, מי ששותה מהם בשפע מקיים ברית סמלית של אהבה וכנות.

האמאם א-נאווי אמר ב»**אל-מג›מו**»: אל-שאפיעי וחבריו, כמו גם אחרים, המליצו לשתות מי זמזם בשפע ובכוונה. עדיף לשתות אותם תוך תפילה לצרכים בעולם הזה ובעולם הבא. לדוגמה, אם אדם מבקש מחילה או ריפוי, עליו לפנות לכיוון הקיב־לה, לומר את שמו של אללה, ולהתפלל כך: «אללה, שמעתי שנביאך אמר: מי זמזם הם לכל מה ששותים אותם. אללה, אני שותה אותם בבקשת מחילתך, לכן סלח לי.» או לחלופין: «אללה, אני שותה אותו כדי לבקש ריפוי ממחלתי, אז תן לי ריפוי.»

מומלץ גם לנשום שלוש פעמים במהלך השתייה, ולהלל את אללה לאחר סיום הש־תייה. חדית›ים רבים תומכים בכללי התנהגות אלה. אל-חאכים סיפר ב»**אל-מוסטדראק**» שאדם בא אל אבן עבאס ואמר: «מאיפה באת?» הוא השיב: «ממימי זמזם.» אבן עבאס שאל: «האם שתית ממנו כראוי?» האיש אמר: «איך זה?» הוא אמר: «כשאתה שותה ממנו, פנה לכיוון הקיבלה, הזכר את שמו של אללה, נשום שלוש פעמים, ושתה בלגימה גדולה (**תדאלו**). כשתסיים, שבח את אללה.»

אל-אזראקי תיעד סיפור שבו הנביא ((עליו השלום)), בעודו ליד באר זמזם, ציווה לש־לוף דלי. הוא אמר: «בשם אללה», ושתה בלגימות עמוקות שלוש פעמים, בכל פעם פחות מהקודמת, והילל את אללה אחרי כל לגימה. לאחר מכן הוא אמר: «הסימן המבדיל בינינו לבין הצבועים הוא שהם לעולם אינם שותים בלגימה גדולה (**תדאלו**) מזמזם.»

כמו כן, דווח מאביו של **אל-חאכים א-טרמידי**: «נכנסתי לתוואף בלילה, והשתוקקתי מאוד להשתין, מה שגרם לי לכאב. חששתי שידרסו אותי אם אעזוב את המסגד, שכן היה זה בתקופת החג›. אז נזכרתי בהדית: ‹מי זמזם מיועדים לכל מטרה שלשמה נשתים›. שתיתי לגימה עמוקה מזמזם, והכאב נעלם עד הבוקר.» **(Al-Qurtubi, 1964)**

החכמים, שאללה ירחם עליהם, אמרו כי מי שרוצה לשתות מזמזם צריך לעשות זאת בידו הימנית, לפנות אל הבית הקדוש, ולומר: «אללה, נמסר לי על ידי נביאך ((עליו השׁלום)) כי מי מזמזם הם לכל מטרה שלשמה הם נשתים. אללה, אני שותה אותם ל[ציין את כוונתך].» לאחר מכן יש לשתות, לעצור שלוש פעמים, להזכיר את שמו של אללה בתחילת כל לגימה, ולהלל אותו בסיום.

(Kawshak, 1983),. אם אתם יכולים לשתות מזמזם לפני שאתם הולכים לספא, עשו זאת ואמרו: «אללה, הענק לי ידע מועיל, פרנסה בשפע, וריפוי מכל מחלה ומכאוב. אבן, אתה מסוגל לכך, אדון העולמים.»**,(Ibn Babawayh Al-Qummi, 1986)**

יתרונות מי זמזם

מי זמזם ידועים בסגולותיהם הרבות וביתרונותיהם המשמעותיים, המיוחסים לאופיים הטהור והקדוש. מספר חדית׳ים נבואיים מדגישים את סגולות מי הזמזם, אף כי יש המ־טילים ספק באמינותם. עם זאת, מספר חכמים אימתו את החדית׳ים המרכזיים ונהגו על פיהם, מנהג הנמשך עד היום. אחד החדית׳ים המפורסמים קובע:

"מי זמזם משמשים לכל מטרה שלשמה הם נשתים.»

אבן מאג׳ה סיפר מפי הישאם אבן עמר, שדיווח כי אל-וליד אבן מוסלים אמר: עב־דאללה אבן אל-מועמאל שמע את אבו אל-זוביר אומר שג׳אביר אבן עבדאללה דיווח שה־נביא ((עליו השלום)) אמר: «מי זמזם משמשים לכל מטרה שלשמה הם נשתים.» (אבן מאג׳ה, ללא תאריך). באופן דומה, סאהיח מוסלים מדווח מאבו ד׳אר: «מי זמזם הם מזון בעל טעם,» ואל-טיאליסי הוסיף, «ותרופה למחלות.» באל-מוסטדראק, מובא כי אבן עבאס אמר, המיוחס לנביא ((עליו השלום)), «מי זמזם הם לכל מטרה שלשמה הם נשתים.» אל-ביחאקי אימת את ההדית הזו באל-שאעב, אבן עיינה, ובן היבאן, והיא מופיעה במוסנד של אחמד אבן חנבל. מספריו נחשבו לאמינים על ידי אל-חאפז אל-דימיאתי ואל-חאפז אל-עסקלני, שציינו ב»אל-פתח» כי אף שיש מחלוקת בשאלה האם הסיפור הוא «מורסל» (מנותק) או «מוסנד» (מחובר), הגרסה המורסלית נחשבת לחזקה יותר.

אל-קסטלאני, בהתייחסו להדית ב»אל-מוסטדראק», אישר: «לסיכום, האותנטיות של הדית הזו הוכחה, כלומר, ההדית ‹מי זמזם הם לכל מה ששותים אותם›. משמעותו היא שאם אתה שותה אותו במטרה להירפא, אללה ירפא אותך; אם אתה שותה אותו כדי להשביע את רעבונך, אללה ישביע אותך; אם אתה שותה אותו כדי להרוות את צמאונך, אללה ירווה אותו, וכן הלאה.»

דווח כי **אבו חניפה** , ירחם עליו אללה, שתה מי זמזם במטרה לרכוש ידע והלכה, ולאחר מכן הפך למלומד ביותר בקרב בני דורו. אל-בכרי, ירחם עליו אללה, אמר: **«ניסיתי זאת בעצמי ומצאתי שזה נכון, אף על פי ששתיתי אותם רק מתוך אמונה איתנה ובטחון בהדית.»** **Al-Bakri (1992). האימאם אל-שאפיעי** - שאללה ירחם עליו, הצהיר: **«שתיתי ממי זמזם לשלוש מטרות: ידע, חץ וקשת (בה פגעתי בתשעה מתוך עשרה מטרות), ולמען גן העדן, שאני מקווה להגיע אליו.»**

הכוונה החשובה ביותר בשתיית מי זמזם היא לאשר את האמונה באלוהות אחת (תוחיד), למות עליה, ולזכות בכבוד באמצעות ציות לאללה. אבן אל-מוניר הרהר: **«זוהי סימן לברית טובה ולכמיהה מושלמת, שכן לערבים יש מנהג לכמוה למקורותיהם של יקיריהם ולמקורותיהם של אלה שהם אוהבים. זמזם הוא מקור משפחתו של הנביא (אהל אל-בית), ולכן מי שצמא אליו הרים את דגל האהבה וקיים את הברית עם היקר.»**

Al-Bakri (1992) תיאר את טעמו של מי זמזם: **«כשהם עולים לראשונה מהבאר, הם דומים למים מעורבבים בחלב טרי וחם, רכים וללא מרירות. אם הם מתקררים, עשויה להתפתח מרירות קלה. נהגתי לאכול את ארוחת הבוקר שלי איתם ולבקש מהם ברכה, תוך שאני עד לברכותיהם.»**

אל-מנאווי אמר: **מי זמזם, ראש המים, האצילים והמכובדים ביותר במעמדם, והאהובים ביותר על הלבבות, הובאו על ידי ג'יבריל וניתנו ליסמעיל ((עליו השלום)) לשתות «לכל מטרה שלשמה נשתים», משום שהיו אלה המים שסיפק אללה, העזרה לבנו של ידידו אברהם (אברהם). הם נותרו מקור לעזרה לאלה שבאו אחריו. מי שישתה אותו בכנות ימצא את העזרה הזו.»**

אל-חאבים ציין: **«זוהי חסד אלוהי לעבדים בהתאם לכוונותיהם ולכנותם. עבור מאמין באלוהות אחת העומד בפני עניין כלשהו, פנייה אל אדוניו בייאוש מביאה עזרה. עבד זוכה לתועלת בהתאם לכוונתו. סופיאן אל-ת'אורי אמר: 'רוקיה (ריפוי רוחני) ותפי־לה הן עניין של כוונה, כי הכוונה מחברת את העבד למהות הדברים.' הכוונות תואמות את טוהר הלבבות ואת מאמציהם לקראת אדונם, ואת התבונה והידע המאפשרים ללב לעלות אל אללה. כך, שותה זמזם נמצא על כך.» (Al-Manawi, 1938)**

מי זמזם: מעיין ממעיינות גן העדן

אבן עבאס (RA) סיפר כי אדם שחור נפל לזמזם ומת. כאשר נשלח מישהו להוציא אותו, הוא אמר: «הוציאו את המים ממנו,» ואז הורה לאיש שבבאר: «הנח את הדלי שלך ליד המעיין הסמוך לבית או לפינה, כי זהו אחד ממעיינות גן העדן.» דבר זה מצביע על כך שמי זמזם מקורם בגן עדן. אף על פי שמדובר באמירה מסוג מווקף (שנמסרה על ידי אחד מחבריו של הנביא) ולא מרפו' (שנמסרה ישירות מהנביא), אופייה הברור והבלתי מעורער מעניק לה חשיבות שווה.

כמו כן, מסופר מאבדה בת ח›אלד אבן מעדן, מאביה, כי מי זמזם ומעיין סולוואן בבית הקדוש (ירושלים) הם מגן עדן. מאבדוללה אבן עמר נאמר: «יש מעיין בזמזם מגן עדן ליד הפינה.» דבר זה קובע כי אללה גילה את זמזם כמקור להקלה עבור ישמעאל.

באשר לדעות החכמים על חדית› זה, אבו הוריירה (ר»א) דיווח שהנביא ((עליו השלום)) אמר: **«סיהאן, ווג›יהאן, הפרת והנילוס הם כולם נהרות גן עדן.»**

האמאם נאוואוי הסביר: «נהרות אלה הם ממי גן העדן במובן הממשי, והם מכילים חומר כלשהו מגן העדן שקיים כיום על פי אנשי הסונה.» האמאם מוסלם סיפר שכאשר הנביא הובא לסידראט אל-מונטאה (עץ הלוט של הגבול העליון), הוא ראה ארבעה נהרות שמקורם בו, שניים נראים לעין ושניים נסתרים. הנביא שאל את המלאך ג›יבריל ((עליו השלום)) אודותיהם, וזה השיב: «שני הנהרות הנסתרים הם נהרות בגן עדן; שני הנהרות הגלויים הם הנילוס והפרת.»

בספר «סאהי אל-בוכארי» ראה הנביא ((עליו השלום)) בשמים התחתונים שני נהרות זורמים, שג›יבריל אמר כי הם הנילוס והפרת. הביטוי **«זורמים» מתייחס** לזרימה רציפה. מהחדית›ים הללו אנו מבינים שמקורם של הנילוס והפרת הוא בגן עדן, והם נובעים מבסיסו של סידראט אל-מונטאה, יורדים אל הארץ וזורמים דרכה.

אל-חאפז אבן חאג›ר ציין: **«הנביא ראה נהרות אלה בסידרא אל-מונטאה לצד נהרות גן העדן בשמים התחתונים. מקורם בגן העדן; הם נובעים משורשו, זורמים אל הארץ, ומגיחים. לפיכך מקורם נמצא מתחת לסידרה, ויורד אל הארץ.»**

בהתבסס על כך, המשמעות של מי זמזם כמי שמקורם בגן עדן מובנת כפשוטה: הם יורדים מגן עדן בכוחו של אללה, באופן הידוע רק לו. הקשר בין מי זמזם לארבעת הנהרות סובב בעיקר סביב הבנת הביטוי **«מי זמזם הם מגן עדן»**. לזמזם יש גם סגולות ותכונות ייחודיות שאינן נמצאות בשום נהר אחר.

יש פרשנויות המציעות כי תכונותיו הייחודיות של זמזם מועברות באמצעות שפה פיגורטיבית, המדגישה את סגולתו העצומה ואת ברכותיו השופעות. על פי תפיסות אלו, זמזם מגלם את תכונותיהם של מי גן עדן, כאילו מקורו בשמים. הדבר בא לידי ביטוי בתכונותיו הייחודיות: הוא מקיים, מרפא, נשאר רענן לנצח, וזורם ללא הפסקה, עדות לאופיו המופלא.

אחרים מאמינים כי לאחר קץ העולם, זמזם יועבר לגן עדן כאות כבוד, או כי זמזם עולה על כל המים האחרים כפי שגן עדן עולה על הארץ. הדבר עולה בקנה אחד עם דבריו של הנביא: **«המים הטובים ביותר על פני האדמה הם מי זמזם.»** **(Al-'Abdali, 2012)**

הופעת זמזם באמצעות המלאך ג'יבריל ((עליו השלום))

מי זמזם הופיעו בפקודת אללה באמצעות המלאך ג'יבריל ((עליו השלום)). אף על פי שאללה יכול היה לגרום למים לפרוץ ישירות מרצונו, הוא בחר להמחיש את הכבוד והחשיבות של מים אלה באמצעות ג'יבריל. על ידי מכה באדמה בכנפו, ג'יבריל גרם למים המבורכים לפרוץ, במקום קדוש, עבור אדם מבורך, ובאמצעות מעשה של מלאך נאמן ואצילי. התערבות אלוהית זו משמשת כסימן למעמדו הנעלה של המים ולכבוד המיוחד שהוענק ליסמעיל ((עליו השלום)), שעבורו סופקו המים: אללה, העליון, מכבד את מי שהוא חפץ בו מבין בריותיו.

Al-Suhayli (2000) מבהיר כי המשמעות של המים שפרצו מתחת לעקבו של ישמעאל, ולא מידו או מאיבר אחר, מצביעה על כך שזמזם נועד לצאצאיו ויורשיו, ובאופן ספציפי, לנביא מוחמד ((עליו השלום)) ולאומתו, כפי שנאמר על ידי אללה: «והוא הפך זאת למילה נצחית בצאצאיו.» **(א-זוכרוף: 28)**. המונח «ושתייתו של ישמעאל» מרמז על הסיפור המתועד היטב שבו אברהם ((עליו השלום)) השאיר את בנו ישמעאל ואת אמו במדבר כאשר ישמעאל היה ילד קטן.

אל-מנאווי מבהיר ב«אל-טייסיר» כי היה זה עבד אל-מוטליב, ולא אבו טאלב, שהשיב את באר זמזם למקומה **(Al-Manawi, 1938)**. מוג'אהיד אבו אל-חג'ג' מספר: «תמיד שמענו כי מכת עקבו של ג'יבריל פתחה את זמזם וכי זו הייתה מתנתו של אללה ליסמעיל.» הוא מוסיף ואומר: «זמזם הוא מקור ברכה; הוא נוצר כתוצאה ממכת עקבו של ג'יבריל, והוא ניתן על ידי אללה לאיסמעיל.» השם זמזם נגזר מהשורש הערבי «חיזמה», המציין רקיעה או לחיצה בעקב על הקרקע. עות'מן אבן סאג' מספר גם הוא כי זמזם היה ידוע בעבר בשם סביק, והוא התגלה באמצעות מכת עקב של ג'יבריל כמתנה לאיסמעיל ולאמו בתקופה של צמא עז **(Al-Fakihi, 1994)**.

מי זמזם שימשו לרחיצת לבו הקדוש של הנביא ((עליו השלום))

אללה העניק לזמזם כבוד ייחודי שאין דומה לו בשום מים אחרים: הוא שימש לטיהור לבו האציל של הנביא מוחמד ((עליו השלום)) בהזדמנויות רבות. האימאם מוסלם מספר באמצעות אנאס אבן מאליק (RA) כי הנביא שיחק עם ילדים כאשר ג'יבריל הגיע, תפס אותו, השכיב אותו ופתח את חזהו כדי להוציא קריש דם המכונה «חלקו של השטן בך». לאחר מכן הוא טיהר את לבו של הנביא באגן זהב מלא במי זמזם, לפני שתפר אותו בקפדנות בחזרה. אנאס נזכר שראה את סימני התפרים על חזהו של הנביא.

באופן דומה, האימאם אל-בוכארי מספר כי ג'יבריל ביקר בביתו של הנביא, פתח את חזהו, שטף אותו במי זמזם, ולאחר מכן מילא אותו בחוכמה ובאמונה מקערה מזהב, ואטם אותו לאחר מכן. אירוע קדוש זה התרחש במספר הזדמנויות, בעיקר בילדותו של הנביא בגיל ארבע ועשר, ושוב כאשר ג'יבריל התגלה לראשונה, מה שמדגיש את הטיהור הרוחני העמוק ואת החוכמה שהוענקו לו.

במוסנד אחמד מתועד כי הנביא אמר: «גג ביתי נפתח בזמן שהייתי במכה. ג'יבריל ירד, פתח את חזי, שטף אותו במי זמזם, שפך לתוכו חוכמה ואמונה, ואז אטם אותו.» **(Ibn Hanbal, 2001)**

יתר על כן, אל-בוכארי ומוסלם מספרים כי לרגל מסע הלילה (איסרא ומי'ראג'), נפתחה חזהו של הנביא, וג'יבריל שטף את חזהו ובטנו ביסודיות במי זמזם, תוך הדגשת טוהרו הרוחני וברכתו שאין שני להם **(Al-Bukhari, 1980; Muslim, 1991)**.

זמזם מבורך ברוק הטהור של הנביא ((עליו השלום))

אבן עבאס (RA) מספר כי הנביא ((עליו השלום)) הגיע לזמזם, שתה ממנו, שטף את פיו, וירק חלק מהמים בחזרה לבאר. הוא ציין: **«אלמלא חששתי שהאנשים יציפו אותה, הייתי שואב ממנה מים בידי.»** (שרשרת אותנטית לפי האימאם מוסלם)

בסיפור אחר, **עבד אל-ג'בר אבן וואיל** מדווח כי הנביא שטף את פיו במי זמזם וירק לתוכו, וכי רוקו היה ריחני יותר ממוסק. מעשה זה העניק למי זמזם ברכות נוספות, והעצים את מתיקותם, את סגולות הריפוי שלהם ואת טהרתם. הרוק האציל של הנביא שנשפך חזרה לבאר מסמל את רחמיו ודאגתו לכל האומה, ומרחיב את ברכת מי זמזם לכל המאמינים עד יום הדין.

מי זמזם: מזון מזין

בין סגולות מי זמזם נמנית יכולתם להזין את הגוף, ולהוות תחליף למזון ומשקה. תכונה יוצאת דופן זו חוותה האג׳ר, אמו של ישמעאל ((עליו השלום)), כאשר הנביא אברהם ((עליו השלום)) עזב אותה ואת בנה התינוק עם שק תמרים ונרתיק מים בלבד. היא הניקה את בנה ושתתה מהמים עד שנגמרו, ולאחר מכן שניהם צמאו. בעודה צופה בבנה מתפתל מכאבים, ראתה מלאך באתר זמזם, אשר חפר באדמה בעקבו, או בבנפו, עד שפרץ המים. היא שתתה, והחלב שלה חזר לתינוקה. כך הפך אללה את זמזם למקור מחיה הן להגר והן לבנה. (אל-פאכיחי, 1994)

ההמלצה לשאת מים מזמזם

זהו סונה (מנהג מומלץ) לקחת מים מזמזם מההרם (המתחם הקדוש) בעת עזיבת מכה, בהתאם למנהגו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)) והדורות שבאו אחריו. בניגוד לתפיסה מוטעית נפוצה, אין כל עדות המעידה כי ברכותיו של זמזם מוגבלות לגבולות ההרם. למעשה, הסונה מעודדת לקחת אותו הביתה כדי ליהנות מסגולותיו.

אל-טרמידי דיווח: «אבו קורייב סיפר לנו, ח׳אלד אבן יזיד אל-ג׳ועפי סיפר לנו, זוהיר אבן מועוויה סיפר מפי הישם אבן ערווה, מאביו, מאעישה (ז״ל), שאמרה: היא נהגה לשאת מי זמזם ודיווחה כי הנביא ((עליו השלום)) נהג לשאת אותם גם כן.» אבו עיסא **(אל-טרמידי)** העיר: «זהו חדית׳ אמין ונדיר; איננו מכירים אותו אלא באמצעות שרשרת זו.» **(Al-Tirmidhi, 1962–1978)**

אל-חאפז אל-סחאווי (יהי רחמי אללה עליו) ציין: «יש המזכירים כי זמזם מאבד מסגולתו אם מוציאים אותו ממקומו המקורי, אך אין לכך כל בסיס. הנביא ((עליו השלום)) כתב לסוהיל אבן עמר: ׳אם מכתבי יגיע אליך בלילה, אל תחכה עד הבוקר; ואם יגיע אליך ביום, אל תחכה עד הערב לפני שתשלח לי מי זמזם.׳ הוא שלח שני נאדות מים בעוד הנביא היה עדיין במדינה, לפני כיבוש מכה. חדית׳ זה נחשב לאמין בשל סיפורים תומכים.» באופן דומה, עאישה (RA) נהגה לשאת מי זמזם, באומרה שהנביא ((עליו השלום)) נהג כך גם הוא. הוא היה נושא אותם בבקבוקים ובכלי עור, שופך אותם על החולים, ונותן להם לשתות. **(Al-Sakhawi, 1985)**

נוכחותו של זמזם במקום הקדוש

זמזם ממוקם בסמוך לבית הקדוש של אללה, ליד האבן השחורה (אל-רוקן), המקאם (התחנה) של אברהם, והגבעות ספא ומרווה. מיליוני עולי רגל מבקרים באתר הקדוש הזה מדי שנה בחיפוש אחר גמול אלוהי, סליחה ורחמים מאת אדון כל העולמות. המקום הזה מבורך ללא הרף ומלא במלאכים יורדים אליו יום ולילה. המתפללים עוסקים ללא הרף בתפילה, בקריאת הקוראן, בביצוע טוואף סביב הכעבה, בביצוע סעי בין ספא למרווה, ובשתייה או בטיהור עצמם במי זמזם.

כל האזור הזה חדור בחסד, רחמים וטובה אלוהית עצומים. נוכחותו של זמזם במקום קדוש ומכובד זה מעצימה את חשיבותו, סגולותיו ומעמדו. זהו המים הטהורים והמועילים ביותר על פני האדמה, שנוצרו על ידי אללה באדמה הטובה ביותר על פני האדמה, העיר הקדושה מכה, ובחלק המכובד ביותר של אותה אדמה, המסגד הקדוש. עם זאת, חוקרים מציינים כי המים המבורכים ביותר אי פעם הם אלה שזרמו מאצבעותיו של הנביא ((עליו השלום)) במהלך נסיו, והם עדיפים אפילו על זמזם. אחריהם, זמזם מדורג במקום הגבוה ביותר מבחינת סגולותיו. המקום המכובד ביותר עלי אדמות הוא המקום שבו קבור הנביא ((עליו השלום)); אחריו בדירוג נמצא הבית הקדוש במכה.

זמזם: משקה הצדיקים (אל-אבראר)

הצדיקים (אל-אבראר) הם אותם מאמינים אדוקים של אללה, מאמינים הפועלים בצדק, הולכים בדרכיו של הנביא ((עליו השלום)) במעשיו ובדבריו, דבקים בסונה שלו והולכים בהדרכתו. מי זמזם הוצאו לאור באמצעות הצדיקים:

זה היה מכתו של ג'יבריל (ג'יבריל), והיא הופיעה למען נביא אצילי, ישמעאל, בנו של נביא אצילי אחר, אברהם. היא גם זרמה למען אמו, הגברת האצילה האג'אר, סבתא רבתא של נביאנו ((עליהם השלום)).

אללה הכל-יכול הסתיר את מי זמזם כאשר אנשים התמכרו לחטאים והתעקשו ללכת בדרך שגויה. מאוחר יותר, הוא גרם להם להופיע שוב באמצעות ידו של עבד אל-מוטליב, סבו של הנביא ((עליו השלום)), כסימן וכקדימון לבואו של הנביא ((עליו השלום))

כך, זמזם התגלה באמצעות ידיהם של הצדיקים ולמען הצדיקים, הצדיקים והיראים ביותר מכל הבריאה. נאמר לאבן עבאס: «היכן מקום התפילה של הצדיקים?» הוא השיב: «מתחת לברז המים (מיזאב) של הכעבה.» כשנשאל: «ומהו משקה הצדיקים?» הוא אמר: «מי זמזם.» **(Al-Basri, 1980)**

אבן עבאס (ר«א) סיפר: עבד אל-מוטליב ראה בחלום שעליו לחפור באר בשם ברה. הוא התעורר מודאג. בלילה השני, הדבר חזר על עצמו: «חפור את ברה, משקה הצדיקים.» **(Al-Fakihi, 1994).**

טיבי אל-חימרי סיפר: «כשהגיע קאב לזמזם, הוא הגיע על גבו של גמלו, שתה ממנו ושפך את המים על בגדיו. האנשים אמרו: ‹מדוע אתה מרטיב את בגדיך, הו בדואי?› הוא השיב: ‹איננכם מבינים, זה כתוב בספר אללה כ›בררה›, משקה הצדיקים. זמזם, הוא לא נגמר ולא מבוזה›.» **(Al-Azraqi, 1969)**

מי זמזם: בין הברכות הגדולות ביותר בבית הקדוש

(وَأَذِّن فِي النَّاسِ بِالْحَجِّ يَأْتُوكَ رِجَالًا وَعَلَىٰ كُلِّ ضَامِرٍ يَأْتِينَ مِن كُلِّ فَجٍّ عَمِيقٍ ۝ لِّيَشْهَدُوا مَنَافِعَ لَهُمْ)

שתיית זמזם היא סונה במהלך החג› והעומרה. אללה אומר: **«והכרז על העלייה לרגל בקרב העם: הם יבואו אליך ברגל ובכל גמל רזה; הם יבואו מ-, מכל מעבר רחוק. כדי שיוכלו לחזות בטובות לעצמם ולהזכיר את שמו של אללה בימים ידועים על מה שהוא סיפק להם...»** (סורה אל-חג›: 27-28)

אחת הברכות המדהימות ביותר שחווים עולי הרגל בבית הקדוש היא שתיית מי זמזם, בשל טובתם העצומה, ברכותיהם, קבלת התפילות ותכונות הריפוי שלהם. אחת התכונות הגדולות ביותר שלהם היא שאללה הפך אותם למשקה של עולי הרגל ומבצעי העומרה לאורך כל הדורות. הערבים, בעבר ובהווה, מייחסים חשיבות רבה למשימת אספקת מי זמזם, מתוך אמונה כי היא מעניקה כבוד ומנהיגות לאלה המופקדים עליה. **(Al-Azraqi, 1969)**

קבלת כוח באמצעות זמזם

תושבי מכה, והמוסלמים בכלל, שותים זמזם כדי לצבור כוח בעת מצוקה, ורואים בו מקור לבריאות, כוח וחיוניות. הם הסתמכו עליו כדי לעמוד בקשיי הקרב ולהיאבק למען מטרתו של אללה. קשר זה תואם באופן טבעי לסגולותיו של הזמזם במשקה מזין ותרופה למחלות.

אבן עבאס (RA) אמר: «תושבי מכה לא סבלו מכאבים במפרקים והיו מנצחים כל אחד במרוצים או בהיאבקות. עם זאת, כאשר הפנו עורף לזמזם, מצבם השתנה.» אבו עאון אמר: «היינו רעבים כל כך שאדם לא יכול היה לשאת את נשקו, ולכן הייתי הולך לזמזם עם חבריי, שותה ממנו ומוצא בו כוח ומזון.» **(Al-Fakihi, 1994)**

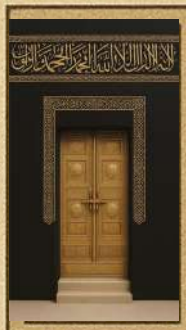
מומלץ: שתיית מי זמזם בעת פרידה מהבית הקדוש

אל-פודיל אבן איאד סיפר מפי מנסור, שאמר: «שאלתי את מוג׳אהיד: ׹מה עליי לע־שות כשאני רוצה להיפרד מהבית (הכעבה)?׺ והוא אמר: ׹עשה **טוואף** (הקפה טקסית) סביב הבית שבע פעמים, ואז לך אל **מקום עמידתו של אברהם** (**מקאם אברהם**) והתפלל שתי **רכ־עות** (יחידות תפילה), ואז לך **לזמזם** ושתה ממנו, והמשך **למולטזאם** (האזור שבין האבן הש־חורה לדלת הכעבה) והתפלל לאללה ובקש ממנו את צרכיך, ואז גע **באבן השחורה** ועזוב.׺» **(Al-Fākihī, 1994)**

מנסור אמר גם: «שאלתי את מוג׳אהיד: ׹מה עליי לעשות כשאני רוצה לעזוב?׺ והוא השיב: ׹עשה **טוואף** סביב הבית שבע פעמים, ואז התפלל שתי **רקעות** מאחורי עמדת אברהם, ואז לך **לזמזם** ושתה ממימיו, ואז לך **למולטזאם** , בין אבן ה- e לדלת, גע בה, התפלל, ובקש מאללה את צרכיך. ואז גע באבן השחורה ועזוב.׺»

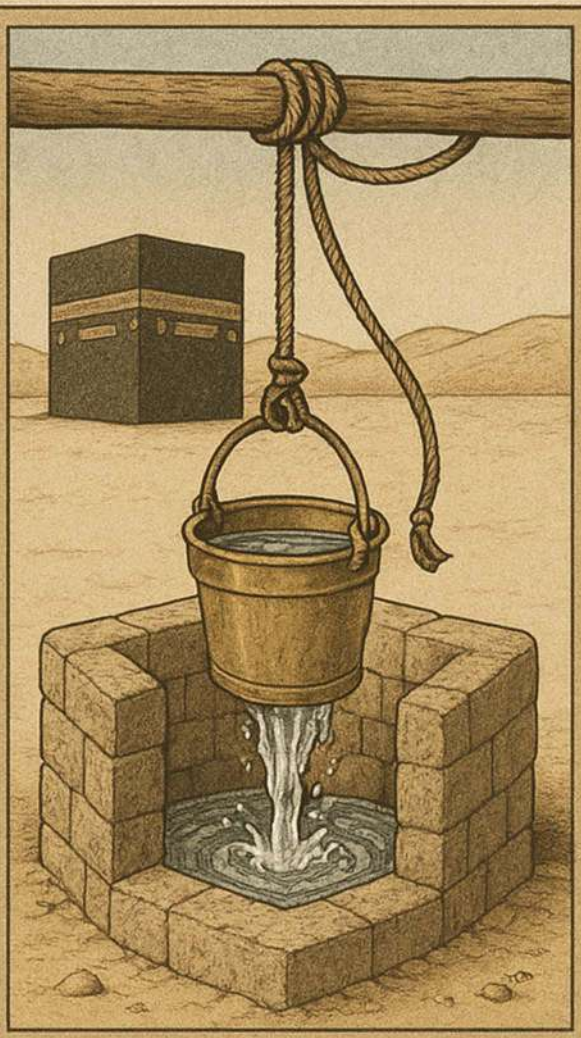
מנסור אבן יונס אל-חנבלי הוסיף: «ואז עליו לשתות ממי **זמזם** - כך קבע השייח׹ **תקא אל-דין** - ולגעת באבן השחורה ולנשק אותה, ואז לצאת.»

אבן עבידין קבע: «כאשר אדם מסיים את **הטוואף** הפרידה (**טוואף אל-וואדאע׹**), מומלץ לו להמשיך אל התחנה [של אברהם], כדי להתפלל שם שתי **רכעות**. לאחר מכן, עליו לגשת **לזמזם** ולשתות ממימיו בעמידה, ולמרוח מעט מהם על פניו וראשו.» **(Ibn ʿĀbidīn, 1966)**



פרק שלוש

זמזם לאורך הדורות: אבני דרך באפוט־ רופסות על המים המבורכים



תקופת הנביאים אברהם וישמעאל (עליהם השלום)

תקופת עבד אל-מוטאלב (570 - 480)

תקופת בית אומיה (661-750 לספירה)

תקופת בית עבאס (750-1258 לספירה)

תקופת הממלוכים (1250-1517 לספירה)

תקופת האימפריה העות׳מאנית (1299 - 1924 לספירה)

תקופת הממלכה הסעודית (1744 לספירה היום)

תוכניות פיתוח באר זמזם

מבוא

מי זמזם צצו באזור המבורך הסמוך לבית הקדוש של אללה, עוד לפני בניית יסודות הכעבה. בשל הופעתם המוקדמת, מי זמזם זכו למעמד מכובד בקוראן ובסונה. הם מילאו תפקיד מרכזי בהתיישבות הערבים באזור הסובב, בתגובה ישירה לתפילתו של הנביא אברהם ((עליו השלום)). מעמד נכבד זה בא לידי ביטוי בהערכה הלשונית והתרבותית שהעניקו הערבים לזמזם, הן בתקופה הטרום-אסלאמית והן לאחר הופעת האסלאם, כפי שמעידים השמות הרבים שניתנו לו, המשקפים את חשיבותו הרבה.

לאורך הדורות, באר זמזם זכתה לתשומת לב רבה מצד ח›ליפים, מלכים ושליטים, אשר פעלו לשקמה ולשפרה באופן ההולם את חשיבותה הדתית וההיסטורית. היסטוריונים תיעדו את הטיפול המופלא שהוקדש לבאר, במיוחד בתקופת בית עבאס, כאשר צאצאי אל-עבאס אבן עבד אל-מוטאלב לקחו על עצמם את האחריות לספק מים לעולי הרגל. עם זאת, שיא הטיפול והפיתוח הזה הושג בתקופת המדינה הסעודית, שסימנה תקופה של שינוי בניהול, בתחזוקה ובמודרניזציה של הבאר.

פרק זה בוחן את הממד ההיסטורי של באר זמזם לאורך תקופות שונות, החל מתקופת הנביא אברהם ובנו ישמעאל ((עליהם השלום)), כאשר המים פרצו לראשונה במיקומה המבורך. לאחר מכן הוא עובר דרך התקופות האסלאמיות הבאות, שכל אחת מהן הייתה עדה להתפתחויות חשובות בתחזוקת הבאר ובניהולה. הפרק כולל מחקר מפורט על תקופת עבד אל-מוטליב, סבו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)), ולאחריה תקופות הח›ליפים הנכונים, האומיידים והעבאסים, שכולם תרמו לשימור ולפיתוח זמזם.

הפרק בוחן גם את מאמציהם של הממלוכים והעות'מאנים בשיפוץ הבאר וב־שמירתה, לפני שהוא פונה לעידן הסעודי המודרני, המאופיין בתוכניות מתקדמות לניהול מי זמזם. תוכניות אלה כוללות חידושים טכנולוגיים ושירותים ברמה גבוהה כדי להבטיח קיימות ואיכות למיליוני המבקרים במקדש הקדוש.

בנוסף, הפרק שופך אור על התפקיד ההיסטורי של **אל-זמזמה** - הקבוצה המופקדת על תחזוקת מי זמזם והפצתם, ומציג תמונה מקיפה של מסלולו של הבאר לאורך ההיסטוריה, תוך הדגשת אבני הדרך ההיסטוריות והמינהליות המרכ־זיות שתרמו לשימור משאב קדוש זה לאורך הדורות.

תקופת אברהם וישמעאל
(עליהם השלום)

תיאורים היסטוריים מצביעים על כך שבאר זמזם לא הייתה קיימת על פני האדמה עד שאללה ציווה על הופעתה בתקופת הנביא אברהם ((עליו השלום)). על פי המסורת האסלאמית, המלאך ג׳יבריל (גבריאל) ((עליו השלום)) היה הראשון שחשף את מקור זמזם, כשהוא מכה באדמה כדי להפיק מים עבור התינוק ישמעאל ((עליו השלום)), שסבל מצמא קשה.

לאחר מכן, אברהם, המכונה במסורת האסלאמית **אל-ח׳ליל** (ידיד אללה), חפר מחדש את הבאר לאחר שנעלמה זמנית. מאוחר יותר, היא התגלתה מחדש ונפתחה מחדש על ידי עבד אל-מוטאלב, סבו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)), לאחר ששבט ג׳ורחום קבר אותה.

סיפורו של זמזם מתחיל בציווי האלוהי שניתן לאברהם לצאת למסע מהלבנט אל הארץ הקדושה מכה, יחד עם אשתו הגר ובנו התינוק ישמעאל, שהיה בן שנתיים על פי כמה גרסאות. בהדרכתו האלוהית של המלאך ג׳יבריל, הגיע אברהם לאתר העתידי של הכעבה, שם התיישב עם משפחתו תחת עץ גדול הממוקם מעל אתר זמזם, בתוך מה שלימים יהפוך למסגד הגדול.

באותה עת, מכה הייתה עמק שומם נטול מים, צמחייה ויישוב אנושי. אברהם הורה להגר להישאר שם ובנה מחסה זמני עבורה ועבור בנם. כאשר יצא לכיוון הלבנט, הגר, המומה מעזיבתו בתנאים קשים כל כך, הלכה אחריו ושאלתה: «הו, אברהם! למי אתה משאיר אותנו?» הוא שתק עד שהגיע לעמק **תניאת אדחיר**, המקום המדויק שממנו הנ־ביא מוחמד ((עליו השלום)) נכנס מאוחר יותר למכה.

שם השיב אברהם: «אני משאיר אתכם בידי אללה.»

היא שאלה אז: «האם אללה ציווה עליך לעשות זאת?»

הוא השיב: «כן.»

היא אמרה: «אז אני מרוצה. השארת אותנו בידי ה׳ המספיק לכל.»

אברהם המשיך במסעו עד שהגיע **לקודע**, אזור צחיח ונטוש, ללא מבנים, מחסה או מקורות צל. מתוך רחמים אבהיים, הוא הביט לאחור אל בנו. הוא הרים את ידיו בתחינה והתפלל: **«אדוננו, השכנתי חלק מצאצאיי בעמק שומם סמוך לביתך הקדוש,** ﴿**אדוננו, כדי שיקיימו את התפילה. לכן, גרום ללבבות האנשים להטות אליהם ופרנס אותם מפי־רות האדמה, כדי שיהיו אסירי תודה**﴾ **[איברהים 37]**

הגר, שחזרה אל תינוקה, בנתה מחסה בסיסי באזור המכונה **אל-ח›ייר**, תוך שימוש בענפי עצי **סמר** (סוג של שיטה) ואטמה את הרווחים באמצעות **תומאם**, צמח ארוך המשמש באופן מסורתי לבידוד באדריכלות המדברית.

על פי המסורות, אברהם השאיר את אשתו ובנו עם אספקה קטנה של תמרים ונאד מים. כאשר המים אזלו, האג›ר ובנה התייסרו מצמא עז, והחלב שלה פסק לזרום. כאשר ישמעאל נחלש והתקרב אל מותו, האג›ר, שלא יכלה לשאת את מראה סבלו של בנה , התרחקה משם בייסורים. על פי הדיווחים, היא אמרה: «קל לי יותר אם הוא ימות בזמן שאני לא מסתכלת עליו.»

באותו רגע הופיע המלאך ג›יבריל והכה באדמה, בעקבו או, לפי גרסה אחרת, בכנפו, וגרם למים לפרוץ מהאדמה.

הגר מיהרה לאסוף את המים, מחשש שיברחו. היא מילאה את הכד שלה והביאה מים לבנה. אבן עבאס דיווח כי הנביא מוחמד ((עליו השלום)) אמר: **«יהי רצון שאללה ירחם על הגר. אילו השאירה את המים כפי שהיו, זמזם היה הופך לנהר זורם»** **(Al-Bukhārī, 1980).**

בסיפור שסיפר אל-טברי מפי עלי אבן אבי טאלב, עם שרשרת מסירה אמינה, נאמר כי ג›יבריל קרא להאג›ר ושאל: «מי את?» היא ענתה: «אני האג›ר, אמו של בנו של אברהם.» אז הוא שאל: «למי הוא הפקיד אותך?» היא ענתה: «לאללה.» ג›יבריל השיב: «הוא הפ־קיד אותך בידי המספק הכל.»

באותה עת, הכעבה הייתה ממוקמת על בימה מוגבהת, ומי השיטפון זרמו משני צדיה, מימין ומשמאל. האג›ר נותרה במצב זה, מתקיימת אך ורק ממי זמזם, ששימשו לה הן כמזון והן כמשקה. שיירה משבט ג›ורחום, שבאה מכיוון קודא, ראתה ציפור עפה מעל לראשיהם, זן הידוע בכך שאינו מרחף אלא אם כן יש מים בקרבת מקום. הם אמרו:

«הציפור הזו חגה מעל מים, אך מעולם לא ידענו על מים בעמק הזה.» הם שלחו סייר אחד או יותר, שמצאו את המעיין וסיפרו על כך לאנשיהם. לאחר מכן התאסף השבט כולו במקום.

באותו זמן ישבה האג׳ר ליד המים. הם שאלו: «האם נוכל להתיישב לידך?» היא ענתה: «כן, אך לא תהיה לכם זכות על המים.» הם הסכימו. אבן עבאס דיווח כי הנביא מוחמד ((עליו השלום)) אמר: «הם מצאו שם את אמו של ישמעאל. היא אהבה חברה, ולכן הם התיישבו והזמינו את משפחותיהם להצטרף אליהם, שגם הן התיישבו שם. בסופו של דבר, האזור הפך למאוכלס. ישמעאל גדל, למד ערבית מהם, ואימץ אותה כשפת אמו, מה שמעיד כי שפת הוריו לא הייתה במקור ערבית» (Al-Shafiʿi, 2001).

היסטוריונים מסכימים כי מי זמזם סופקו לאיסמעיל ולאמו בהתערבות אלוהית. עם זאת, קיימים הבדלים קלים בתיאורים הנוגעים למקורם. אל-פאכי סיפר כי אברהם חפר את הבאר מאוחר יותר, לאחר שהמעיין פרץ לפעול בזכות פעולתו של ג׳יבריל. גם ד׳ול-קרנאים ביקר במקום. הבאר המשיכה לזרום עד שבסופו של דבר התייבשה במהלך שיט־פון גדול (Al-Fakihi, 1994).

מסיפורים אלה אנו למדים כי זמזם היה במקור מעיין פני השטח. האג׳ר הייתה הרא־שונה שבנתה גבול מאבנים וחימר כדי להכיל את המים ולמנוע את בזבוזם. זהו המבנה הראשון סביב באר זמזם, ששימש כמאגר המים הקדום ביותר. השבטים שהחליפו את ג׳ורחום בנו מאוחר יותר מאגר שני בתוך הבאר עצמה, הממוקם עמוק יותר מתחת לא־דמה.

קבורתו וגילויו מחדש של באר זמזם

נהוג לחשוב שזמזם הפסיק לזרום לא בגלל סיבות טבעיות, אלא כתוצאה מהחטאים הרבים שביצע שבט ג׳ורחום. אל-אזראקי תיעד כי בני ג׳ורחום שתו ממי זמזם ונשארו במכה כל עוד רצה אללה. אולם, כאשר הפרו את קדושת ההראם, בזזו את המנחות שהוקדשו לכעבה וביצעו עבירות חמורות אחרות, המעיין התייבש ונעלם. עם הזמן, מיקומו אבד, והשיטפונות המשיכו להסתיר אותו **(Al-Azraqi, 1969)**.

כאשר עמר אבן אל-חארת׳ ואנשיו ביצעו חילולים נוספים, אללה גרם לגירושם ממכה. לפני שנמלט לתימן, עמר הכניס אוצרות, כולל שתי גזלות זהב ושבעה חרבות שניתנו במתנה על ידי מלך פרס, לבאר זמזם וקבר אותם, אטם והסתיר אותם היטב. זמזם נותרה חבויה במשך למעלה מחמש מאות שנים, עד שעבד אל-מוטליב, סבו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)), התוודע למיקומה באמצעות חלומות חוזרים ונשנים. לאחר שהבין את הסימנים, הוא חפר את הבאר והשיב את זרימתה. מאז, בחסדו של אללה, היא נותרה פעילה **(Al-Shafiʿi, 2001)**.

אל-מסעודי תיעד כי לאחר שהתיישבו ישמעאל והגר במכה, הפקיד אותם אברהם בידי אלוהים, כפי שמתואר בקוראן. האזור היה צחיח, ומקום הכעבה לא היה אלא גבעה אדמדמה. אברהם הורה להגר לבנות מחסה. בתגובה לצמאונו של ישמעאל, אלוהים גרם למעיין זמזם להופיע. זה קרה בערך בתקופה שבה שבטי העמלקים והג׳ורחום היגרו בשל הבצורת הקשה שפקדה את אזורי אל-שיחר ותימן. בהנהגתו של מלך תימן אל-סומיד׳ אבן חובר, הם חיפשו מים ומרעה. סיירים שנסעו קדימה הבחינו בציפורים שחגו מעל העמק, מה שהעיד על נוכחות מים. עם ירידתם, הם מצאו את האג׳ר ואיסמעיל ליד מעיין, שהוקף באבנים כדי למנוע את התפזרות המים.

על פי המסורת, הנביא מוחמד ((עליו השלום)) אמר: «יהי רצון שאללה ירחם על אמנו האג׳ר. אילו לא הייתה סוגרת את המים, זמזם היה הופך לנהר זורם בחופשיות.» המהג׳

רים ביקשו מהאג׳ר רשות להתיישב ולהשתמש במים. היא נתנה להם רשות, ובסופו של דבר הם הביאו את משפחותיהם. העמק שגשג, ואיסמעיל אימץ את הערבית כשפתו, והחליף בה את שפת הוריו **(Al-Masʿudi, 1973)**.

תיאורים היסטוריים מציינים שכבר שהשפעתם של בני ג׳ורחום גדלה, הם ביצעו הפרות נוספות בתוך המתחם הקדוש. כאשר מודד אבן עמר היה עד למעשיהם הרעים, כולל גניבה והתעללות בזרים, הוא ניסה לייעץ להם, אך הם התעלמו מאזהרותיו. בתגובה, הוא לקח את הגזלים המוזהבים ואת החרבות המעוצבות בקפידה מהכעבה וקבר אותם באתר זמזם. עד אז, המעיין כבר התייבש בשל חטאיהם הקולקטיביים. בינתיים, התגשמה נבואתו של המנחש טריפה לעמר אבן עאמר (הידוע גם כ-מוזאיקיא אבן מא אל-סמא) על קריסת סכר מאריב. כתוצאה מכך, עמר מכר את רכושו והיגר עם שבטו. לבסוף, הם הגיעו למכה, שם שבט ג׳ורחום כבר נטש את האזור, מה שאפשר לשבט חוזה להתיישב שם **(Al-Azraqi, 1969)**.

תקופת עבד אל-מוטליב, סבו של הנביא (עליו השלום) (480 - 570 לספירה)

זמזם נותר קבור ונשכח עד לתקופתו של עבד אל-מוטליב. אבן איסחק, אל-ביחאקי ואבן כאתיר מספרים שעבד אל-מוטליב קיבל הדרכה אלוהית בסדרת חלומות. באזור אל-חג'ר ליד הכעבה, הוא חלם על קול בלתי נראה שהורה לו לחפור. הקול הזכיר שמות שונים, «טייבה», «ברה» ולבסוף, «אל-מודנונה», האחרון.

הכל מלווה בסימן מפורט. עם התעוררותו, עבד אל-מוטליב זיהה את הסימן וחפר באתר, ובכך גילה מחדש את באר זמזם, הממשיכה לברך את המקדש הקדוש עד היום.

עבד אל-מוטליב שאל: «מהי אל-מודנונה?» ואז הוא עזב אותי. ביום הרביעי הוא בא ואמר: «חפור את זמזם.» אמרתי: «מהו זמזם?» הוא אמר: «זהו מים שאינם מתייבשים לעולם ואינם מבוזים לעולם. הם מרווים את צמאונם של עולי רגל גדולים, זורמים בין הפרשות ודם, ליד מקום הנקישה של העורב המנוקד (שם העורב ינקר מחר), לצד קן הנמלים.»

כשהראו לו את התיאור, והמיקום הובהר, הוא היה בטוח באמיתות החזון. אז הוא יצא בבוקר עם האת שלו, יחד עם בנו אל-חארת' אבן עבד אל-מוטאלב, בנו היחיד באותה עת. הם מצאו את מושבת הנמלים ואת המקום שבו הנקר ניקר, ליד האלילים איסאף ונאילה.

שבט קוריש נהג להקריב שם את קרבנותיו. הוא ניגש עם האת שלו ועמד מוכן לחפור במקום שנצטווה. אך כשראו אנשי קוריש את נחישותו, קמו נגדו ואמרו: «בשם אלוהים, לא נתן לך לחפור ליד שני אלילינו, שלמענם אנו שוחטים את קרבנותינו.» אך עבד אל-מוטאלב אמר לבנו אל-חארת': «הגן עליי בזמן שאחפור. בשם אללה, אעשה את אשר ציוו עליי.» כשראו בני קוריש שהוא לא ייסוג, הניחו לו לנפשו ונמנעו מלהתערב.

הוא בקושי הספיק לחפור מעט וכבר נגלה לפניו חיפוי האבן של הבאר, ולכן קרא: «אללה אכבר!» ובני קוריש ידעו כי חזון שראה היה אמת. כשהמשיך לחפור, מצא שני גזלים מזהב, אותם גזלים ממש ששבט ג'ורחום קבר בזמזם כאשר גורשו ממכה. כמו כן מצא חרבות שנרקמו בקליעה ומגנים.

אז אמרו לו אנשי קורייש: «עבד אל-מוטאלב, יש לנו חלק וזכות בעניין זה יחד איתך.»

בגרסה אחת, הוא החל לחפור במקום שאליו הונחה. אנשי קורייש אמרו לו: «מה זה, עבד אל-מוטאלב?» הוא אמר: «ציוו עלי לחפור בזמזם.» כשראה עבד אל-מוטאלב את אריחי האבן, קרא: «אללה אכבר», ואנשי קורייש ידעו כי השיג את מטרתו.

בגרסה אחרת: כאשר חשף את המקום, והם ראו את פסלי הגזלים, הם ניגשו אליו ואמרו: «הו עבד אל-מוטאלב, זהו הבאר של אבותינו ישמעאל, ויש לנו זכות בו. לכן, בואו נחלוק אותה איתכם.» הוא השיב: «לא אעשה זאת. עניין זה הוענק לי באופן ספציפי על פניכם, ורק לי הוא ניתן.» הם אמרו: «אם כן, התייחס אלינו בצדק, כי לא נעזוב אותך עד שנביא את העניין הזה לדין.» הוא אמר: «אם כן, מינו בינינו את מי שתרצו, ואני אביא את העניין אליהם לפסק דין.» הם אמרו: «הנביא של בני סעד בן חודיים.» הוא אמר: «מסכים.»

היא הייתה בהרי הלבנט. אז יצא עבד אל-מוטאלב, מלווה במספר קרובי משפחה מבני עבד מנאף, ויצאו גם כמה גברים מכל שבט מקורייש. באותה עת, הארץ הייתה מדבר צחיח. הם יצאו לדרך עד שהגיעו לאחד המדבריות שבין אל-חג׳אז ואל-שאם, שם אזל מלאי המים של עבד אל-מוטאלב ולוויו, והצמא הכריע אותם עד כדי כך שהיו בטוחים שימותו. הם ביקשו מים משבטי קורייש האחרים, אך אלה סירבו באומרם: «אנו נמצאים במדבר, ואנו חוששים שגורל זהה לזה שפקד אתכם יפקוד גם אותנו.» כשראה עבד אל-מוטאלב את מעשיהם וחשש לעצמו ולחבריו, אמר: «מה דעתכם?» הם אמרו: «אין לנו דעה אלא ללכת בדרכך. לכן, צווה עלינו כרצונך.» הוא אמר: «אני חושב שכל אחד מכם צריך לחפור לעצמו בור בכוח שנותר לו. ואז, בכל פעם שאחד מאיתנו ימות, חבריו יוכלו להניח אותו בבור שלו ולקבור אותו. כך, האחרון יהיה רק אחד, ואובדן של אדם אחד קל יותר מאובדן של הקבוצה כולה.» הם אמרו: «ציווית היטב.»

אז, כל אחד מהם חפר את קברו שלו ואז התיישב, מחכה למוות מצמא. אז עבד אל-מוטאלב אמר לחבריו, «באללה, לזרוק אותנו למוות ככה, בלי לעשות שום מאמץ על האדמה ובלי לחפש שום דבר לעצמנו, זה חוסר אונים מוחלט. אולי אללה יספק לנו מים איפשהו במדבר. צאו לדרך!» וכך יצאו לדרך, בעוד שבטי קורייש שהיו עמם עמדו וצפו במעשיהם.

עבד אל-מוטאלב ניגש אל סוסו ורכב עליו. ברגע שישב עליו והסוס זז תחתיו, פרץ מים מתחת לפרסותיו, מים טריים ומתוקים. עבד אל-מוטאלב קרא: «אללה אכבר!», וכך גם חבריו. אז ירד מהסוס ושתה, וכך גם חבריו. הם שאבו מים עד שמילאו את כלי הקיבול שלהם.

ואז קרא לשבטי הקוריישׁ ואמר: «בואו אל המים, כי אללה נתן לנו לשתות. שתו וקחו מים.» אז הם באו, שתו ומילאו את כליהם. ואז אמרו: «באללה, עבד אל-מוטאלב, העניין הוכרע לטובתך. באללה, לעולם לא נתווכח איתך שוב על זמזם. מי שנתן לך את המים האלה במדבר הזה הוא בוודאי מי שנתן לך את זמזם. לכן, חזור לתפקידך בהשקיית (העו־לים לרגל), בהדרכה נבונה.» אז הוא חזר, והם חזרו איתו. הם לא התייעצו עם המנחש והשאירו את העניין כולו בידיו.

אבן איסחק אמר שעבד אל-מוטאלב מצא חרבות לצד פסלי הגזלים. אז אמרו בני קוריישׁ: «יש לנו חלק וזכות בזה איתך, הו עבד אל-מוטאלב.»

הוא השיב: «לא, אך בואו, נפתור עניין זה בהגינות בינינו: נטיל גורל בעניין.» הם אמרו: «כיצד נעשה זאת?» הוא אמר: «הקצו גורל לכעבה, גורל לכם, וגורל לי. מי שגורלו ייצא, יקבל את המוקצה לו.» הם אמרו: «שפטת בהגינות, ואנו מרוצים.»

לכן, הוא הקצה שני פתקי הגרלה צהובים לכעבה, שני פתקי הגרלה שחורים לעבד אל-מוטאלב, ושני פתקי הגרלה לבנים לקוריישׁ, והם מסרו אותם למי שהטיל את הגורל.

עבד אל-מוטליב קם והתפלל, באומרו: «הו אללה, אתה המלך המהולל, אדוני. אתה היוצר והמשקם, זה המחזיק את הסלע הענק. ממך באים הן הרכוש החדש והן הירושה העתיקה. אם תרצה, תוכל להנחות את רצונך, אפילו את המקום הראוי לתכשיטים ולבר־זל. לכן, הגשם היום את רצונך. נדרתי נדר, התחייבתי התחייבות מחייבת, לכן קבל אותה, אדוני, ואני לעולם לא אחזור להתווכח שוב.»

ואז, זה שהטיל את הגורל היכה בחצי הניבוי, ושני החצים הצהובים יצאו עבור פסלי הגזלה, והקצו אותם לכעבה. עבד אל-מוטאלב הצמיד אותם לדלת הכעבה, והם היו קישוטי הזהב הראשונים שהוצבו עליה אי פעם. שני החצים השחורים יצאו עבור החרבות והשריון, והקצו אותם לעבד אל-מוטאלב.

לאחר שעבד אל-מוטאלב לקח את החרבות והשריון, נאמר כי בני קורייש וערבים אח־רים מתקופת טרום האסלאם נהגו לעתים קרובות לחבר את תפילותיהם הכנות בפרוזה מחורזת, תוך יצירת ביטויים רהוטים שהאמינו כי לעתים נדירות יישארו ללא מענה.

אבן איסחק דיווח שכאשר עבד אל-מוטאלב חפר את באר זמזם ואללה הוביל אותו אליה והעניק לו בעלות בלעדית עליה, אללה הגדיל את כבודו ומעמדו בקרב עמו. כל מקורות המים האחרים במכה ננטשו לאחר הופעת זמזם, ואנשים נהרו אליו בחיפוש אחר ברכותיו והכרה בסגולותיו בשל מיקומו לצד הכעבה והיותו מתנת אללה לאיסמעיל **(Al-Hamawī, vol. 3, 1995).**

עבד אל-מוטאלב נפטר כשהנביא מוחמד ((עליו השלום)) היה בן שמונה, והאחריות על זמזם ועל שירות המים (אל-סיקאיה) עברה לבנו אל-עבאס אבן עבד אל-מוטאלב. האח־ריות נותרה בידיו עד לבואו של האסלאם, והנביא ((עליו השלום)) אישר את אל-עבאס בתפקידו זה, ואיפשר לו להמשיך כמקודם.

Ibn Kathīr (1998 AD) מזכיר בפירושו (פרשנות הקוראן) כי עבדאללה אבן מוחמד אל-עוטבי, צאצא של עוטבה אבן אבו סופיאן, דיווח מאביו, מעבדאללה אבן סעיד, מאל־סונביחי: «היינו עם מועאוויה בן אבו סופיאן כאשר הוזכר עניין ‹הבן שהוקרב›, האם היה זה ישמעאל או יצחק. מועאוויה אמר: ‹שאלתם מישהו שיודע. פעם היינו עם נביא אללה ((עליו השלום)) כאשר בא אליו אדם ואמר: ‹הו, שליח אללה, תן לי ממה שאללה העניק לך, הו בן השניים שהיו אמורים להקרב.› הנביא ((עליו השלום)) צחק. הוא נשאל: ‹הו, מפקד המאמינים, מי הם שני הבנים שהוקרבו?› הוא השיב: ‹כאשר עבד אל-מוטאלב חפר את זמזם, הוא נדר שאם אללה יקל עליו, הוא יקריב את אחד מבניו. הגורל נפל על עבד אללה (אביו של הנביא), אך דודיו מצד אמו התערבו ואמרו: «פדה את בנך במאה גמלים», ולכן הוא פדה אותו בהתאם. ואיסמעיל הוא השני.» זהו סיפור יוצא דופן, המוזכר גם על ידי אל-אומאווי בספרו «מגאזי».

תקופת הח›ליפים הנכונים (אל-ח›ליפה אל-ראשידון)
(632 - 661 לספירה)

בתקופת הח›ליפים הנכונים **(11-40 להג›רה / 632-661 לספירה)**, זכה באר זמזם לתשומת לב רבה בשל קדושתו וחשיבותו לעולי הרגל. עומר אבן אל-ח›טאב (יהי רצון שא־ללה יהיה מרוצה ממנו) פיקח על ענייני מכה בזהירות רבה, הרחיב את אגן המים כדי להקל על הגישה, פיקח על סידורי העלייה לרגל, כולל הסיקאיה (שירות המים), ניקה את הבאר באופן קבוע, סיפק דליי מים ומכלים, והקצה צוות ייעודי לשירותים אלה.

עות›מן אבן עפאן (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנו) גילה גם הוא עניין רב בשני המקומות הקדושים, הרחיב את המסגד הקדוש, פיקח אישית על חלוקת מי זמזם בעונות העלייה לרגל, וביצע שיפורים בבאר ובסביבתה כדי להקל על הגישה ולחזק את התשתית.

תקופת בית אומיה
(661 - 750 לספירה)

מעמדו של באר זמזם עבר התפתחות משמעותית בעקבות התפשטות האסלאם והמשימה הנבואית של מוחמד ((עליו השלום)). מוסלמים מכל העולם שאפו לבקר בבאר כחלק מטקסי החג›, להוטים לשתות ממימיה הטהורים, אשר האמינו כי יש בהם סגולות ריפוי למחלות שונות. שליטי בית אומיה, שהכירו בקדושתו, נמנעו בדרך כלל מלהתערב בניהול הבאר, שנותר תחת ניהולו של עלי אבן עבאס אבן עבד אל-מוטליב (יהי רצון שא־ללה יהיה מרוצה ממנו) וצאצאיו.

אבו אל-וליד דיווח כי סבו קיבל מידע ממוסלם אבן ח›אלד, שסיפר מפי אבן ג›וריג›, אשר בתורו סיפר כי עטא אמר:

שירות המים שניתן לעולי הרגל בתקופה המוקדמת של זמזם כלל שני כיורים, האחד ממוקם בין הבאר לפינת הכעבה לשתייה, והשני מאחוריו, המיועד לטהרה. לכיור הטהרה הייתה מערכת ניקוז שהובילה את המים אל מה שמכונה כיום שער הטהרה (שער ספא). מים שנשאבו מהבאר הוזרמו לשני האגנים על ידי אנשים שעמדו קרוב לבאר, אשר באותה עת לא הייתה מוגנת על ידי סורג כלשהו.

מועאוויה אבן אבו סופיאן התכוון לספק מים מ»דאר אל-נדווה» (בית המועצה), אך אבן עבאס שלח לו הודעה שבה טען: «אין זו זכותך». מועאוויה הודה בצדקת הטענה, ובמקום זאת סיפק מים מאל-מוחסאב, ובהמשך ממינה. מוסלם אבן ח›אלד ציין כי נקודת חלוקת המשקאות, כלומר כל משקה מתובל, הייתה ממוקמת בין פינת הכעבה לזמזם, בקרבת אל-ספא. לאחר מכן, אבן אל-זוביר העביר את תחנת המים למיקומה הנוכחי.

כמה מחכמי מכה דיווחו כי מושבו של אבן עבאס היה ממוקם בפינת זמזם, מול אל-ספא והעמק, משמאל לכל מי שנכנס לזמזם. סולימאן אבן עלי אבן עבד אללה אבן עבאס היה הראשון שבנה כיפה מעל מושב זה בתקופת כהונתו של ח›אלד אבן עבד אללה אל-קסרי, תחת שלטונו של סולימאן אבן עבד אל-מאלכ. מאוחר יותר, הח›ליף אבו ג›עפר אל-מנסור הרחיב את המבנה והוסיף סורג (שובאק) מעל זמזם. לאחר מכן הקים הח›ליף אל-מהדי סורג דומה והוסיף עוד שניים. קניסאת סאג›, סככת עץ מקומרת להצללה, הות־קנה על בימה בפינה הסמוכה למושב של אבן עבאס. חלק מתושבי מכה מייחסים לח›אלד אבן עבד אללה את הזכות להיות הראשון שהציב מנורה בזמזם, כדי להאיר את האזור עבור העושים את הטוואף. המנורה הוצבה מול האבן השחורה בתקופת שלטונו של **עבד אל-מאלכ אבן מרואן**.

תקופת בית עבאס

(750 - 1258 לספירה)

העבאסים גילו יראת כבוד עמוקה לבאר זמזם, שכן שירות המים שלה (אל-סיקאיה) היה שייך לאביהם הקדמון, עבאס אבן עבד אל-מוטליב, דבר שהיווה מקור לגאווה רבה. ח›ליפים עבאסים רבים תרמו לתחזוקת הבאר ולפיתוחה. השיפוץ המשמעותי הראשון בוצע על ידי הח›ליף אבו ג›עפר אל-מנסור, אשר ריצף את רצפת הבאר בשיש. יורשו, הח›ליף אל-מהדי, המשיך בעבודה זו. בתקופת שלטונו של אל-מועתסים בי-אללה, הבאר כוסתה מבפנים בעץ טיק מוזהב ומבחוץ קושטה בפסיפסים. כמו כן, בתקופת האבססים, עומק הבאר הוגדל בכמה מטרים, ומנורות הותקנו על עמודים כדי להאיר את האזור.

הכיפה מעל הרציף שבין זמזם לבית המשקאות נבנתה בתקופת שלטונו של הח›ליף אל-מהדי. היא נבנתה על ידי אבו באהר, נגר מגאי שהובא מעיראק על ידי עיסא אבן עלי אבן עבד אללה אבן עבאס, אשר עבד בעבר על גגות ודלתות ליד אל-מרווה בשנת 161 להג›רה (770 לספירה). אבו מוחמד אל-חוזעי סיפר כי הכיפה הוקמה בכוונה באתר שנח־שב באופן מסורתי כמקום שבו אברהם התיישב עם בנו ישמעאל והגר, תוך הצבת הכיפה מעל מיקומו של אותו עץ **(Al-Azraqī, 1969)**.

בתקופת האבססים המוקדמת הוצב מנורת זמזם על עמוד גבוה מול האבן השחורה, בהתאם למיקום המקורי שקבע ח›אלד אבן עבד אללה. כאשר מוחמד אבן סולימאן הת־מנה למושל מכה בשנת 216 להג›רה (831 לספירה), הוא הקים עמוד שני המתיישר עם הפינה המערבית של הכעבה. עמודים אלה עמדו על תילם עד שנת 222 להג›רה (837 לספירה), אז החליף אותם מוחמד אבן דוד בשני עמודים גבוהים יותר בפינה הימנית ומול הפינה המערבית.

הנוסע מהמאה ה-12, אבן ג›וביר, תיאר את כיפת זמזם כך: היא פנתה אל האבן השחורה במרחק של עשרים וארבע מדרגות, ועשר מדרגות הפרידו בין אחת מפינותיה לבין מקאם אבראהים. הפנים היה מרוצף בשיש לבן, ופתח הבאר היה ממוקם קרוב למרכז, מוטה קלות לעבר הקיר הפונה לכעבה, עומק הבאר היה 11 קמה (אורך זרוע), והמים הגי־

עו לגובה 7 קמה. שפת השיש של הבאר הייתה אטומה בעופרת, נתמכת בעמודי עופרת ובקורות מתכת שאחזו בחוזקה בקצה המעגלי.

בחלקו הפנימי של הכיפה היה אגן רציף ברוחב של כ-1 קמה ובעומק של 2 קמות, המוגבה ב-5 קמות מעל הקרקע, המשמש לטבילה. סביב אגן זה הייתה פלטפורמה עגולה המיועדת לעולי הרגל לביצוע הוודו. בכיפה היה גרם מדרגות המוביל לעליית גג מעץ המ־שקיפה על שער ספא. עליית גג זו, העשויה מעץ משובח, כללה משרביה (חלון סורג מעץ) ופלטפורמה שממנה קרא המואזין של זמזם לתפילה.

אל-טאקי אל-פאסי תיאר את מיקומו של זמזם כמבנה מרובע עם תשעה אגן המוטמ־עים בקירותיו, המוזנים מהבאר לצורך טהרה. הקיר הפונה לכעבה הכיל חלונות, והמבנה היה מקורה בעץ טיק, למעט מעל הבאר, שם כיסתה סורג עץ את הפתח ( ). שיקום זה התרחש לאחר תיאורו של אל-אזראקי, ומשקף את התרומות האדריכליות של בית עבאס **(Al-Fāsī, 1996)**.

לדברי **Al-Azraqī, (1969)**, האבסיס:

- העמיקו את הבאר בכמה מטרים.
- ריצפו את רצפתו בשיש.
- בנו כיפה מצופה עץ טיק מוזהב.
- התקינו מנורות על עמודים כדי להאיר את האזור.

הח›ליף **חארון אל-רשיד** שיפר עוד יותר את המתחם הקדוש במהלך שלטונו, והזמין מבנים ותאורה לעונת העלייה לרגל **(Al-Fakīhī, 1994)**.

תקופת הממלוכים

(1250-1517 לספירה)

בתקופת הממלוכים (1250-1517 לספירה) עבר באר זמזם שיפוצים ושיפורים אדריכליים רבים. הממלוכים הקימו קרנות ווקף המיועדות לתחזוקתה, דבר שהדגיש את חשיבותה המתמשכת.

הסולטאן אל-זאהיר ביברס אל-בונדוקדארי (1260-1277 לספירה) היה בין השליטים הממלוכים הראשונים שהעניקו עדיפות לתחזוקת שני המקומות הקדושים, כולל באר זמזם. הסולטאן אל-נאצר מוחמד אבן קלאוון (1293-1341 לספירה) תיקן את גג הבאר ושיפץ את סביבתה. הסולטאן קאיטביי (1468-1496 לספירה) שיפר באופן ניכר את איכות המים ואת חלוקתם, שיפץ את כיפת זמזם והכניס לשימוש כלי נחושת וקרמיקה כדי לשרת טוב יותר את העולים לרגל.

בשנת 1489 לספירה נבנה מחדש פאיאת אל-עבאס, מתחם מזרקות שתייה גדול הכולל שער מפואר מאבן צהובה, מזרקה מרכזית ושלושה חלונות ברזל. מתחם זה כלל שתי מזרקות מתכת המיועדות במיוחד לעולי הרגל, והכל תחת כיפה מרווחת.

הנוסע מהמאה ה-14, אבן בטוטה, תיאר את זמזם כפונה אל האבן השחורה, מופרד ממנה בעשרים וארבע מדרגות. המקאם אבראהים הנעלה היה ממוקם במרחק עשרה צעדים מאחת מפינותיו. פנים הכיפה היה מרוצף בשיש לבן; פתח הבאר היה ממוקם במ־רכז והיה מוטה קלות לכיוון קיר הכעבה. חיפוי השיש של הבאר היה אטום היטב בעופרת. היקפה היה ארבעים שירה וגובהה ארבעה וחצי שירה. עומק המים הנגישים היה אחד־עשר קאמה (כ-1.8 מטר). דלת הכיפה פנתה מזרחה. בור מים מסביב, ברוחב ובעומק של כשיירה אחת, שהוגבה חמישה שיברים מעל הקרקע, הכיל מי טהרה, והיה מוקף במדרכה מעגלית שבה ערכו העולים לרגל את הוודו (Ibn Baṭṭūṭa, 1996).

התקופה העות׳מאנית

(1299 - 1924 לספירה)

בתקופה העות׳מאנית הקדישה המדינה העות׳מאנית תשומת לב רבה לתחזוקת באר זמזם ולפיתוחה. ניקוי שגרתי, תיקונים מבניים ושיפורים אדריכליים בוצעו באופן שיטתי. האימאם אל-פאסי מספק תיאור מפורט של העבודות האדריכליות שבוצעו בבית זמזם, ומציין כי הסככה מעל המבנה המכיל את באר זמזם, ששימשה את המואזינים, סבלה מנזק חמור שנגרם על ידי טרמיטים. טרמיטים אלה, חרקים קטנים בגודל של כמחצית מעדשה, פגעו באופן משמעותי בעמודי העץ התומכים בסככה. כדי למנוע התמוטטות, הסככה חוזקה בעץ נוסף בשנת 1418 להג׳רה **(בערך 1997 לספירה).**

ב-7 ברבי אל-אוול 819 להג׳רה (1419 לספירה), פורק הסככה המרופטת, והמוקרנס העשויים עץ שתחתיה, יחד עם המעקה המקיף אותה, הוסרו לצורך שיקום. בדיקה גילתה כי הטרמיטים גרמו נזק נרחב למוקרנס, מה שהצריך את החלפתם. עמודי לבנים חדשים ומעוצבים בקפידה נבנו לאורך הקיר הגובל בחדר התפילה הסמוך לבית זמזם, כדי לתמוך בסככת המואזין ולחזק את הקיר הצפוני בכ-25 ס״מ. היסוד הונמך כ-30 ס״מ לתוך האדמה ונבנה מחדש לצד היסוד המקורי.

התברר כי היסודות ליד מקדש השאפיעי היו רחבים ומבוססים היטב, דבר שאפשר את הרחבת המבנה. שלוש קשתות לבנים נבנו על כל אחד משני הקירות, נתמכות בעמודי שיש דקים שהוצבו בתוך עופרת בין הקשתות בקיר הפונה לכעבה. עמודי השיש הללו יצרו פתחים בקיר, והחלונות המקיפים את אגן המים בתוך הבית הורחבו כדי להתאים לרוחב הקירות. החלקים העליונים של הקירות נבנו מאבנים לא חתוכות ששולבו בבנייה הלבנים.

הקיר העליון המזרחי של בית זמזם נבנה מחדש מעל המשקוף העליון בלבנים ואבנים. שני עמודי לבנים הוקמו על קיר מזרחי זה כדי לתמוך במעקה עץ המקיף את הבאר, אשר לא היה קיים קודם לכן. הגג נוקה מעץ פגום והוחלף בעץ באיכות גבוהה. על הקיר המערבי הותקנו שלושה עמודי לבנים דקים, בליווי שני עמודי עץ על הקירות הצפוני והדרומי, בהתאמה. עמוד עץ הוצב ביניהם כדי ליישר קו עם עמוד הלבנים המרכזי, ולוחות עץ הותקנו בין כל ששת העמודים, מכוסים בלוחות עץ צבועים.

גג עץ צבוע נמתח מעל העמודים, והותיר חלל פתוח רק בין העמוד המרכזי לבין עמוד העץ שמולו, שם הותקן כיפה מעץ מצוירת בעדינות. מעל כיפה זו נבנה כיסוי רב-שכבתי מעץ, עלי דקל וקנים, ומעליו הוצב סורג עץ צבוע התואם את הגג, המשמש כגגון למואזינים. התקרה, הכיפה והסורג הוצמדו היטב באמצעות מסמרים ומהדקי ברזל. מעל הגג הצבוע נראתה קורת עץ נוספת, בלתי צבועה. היא הותקנה, הודקה בעזרת לבנים, ומשטח הכיפה טויח בגבס. כל משטח הגג חופה בלבנים ובאבן.

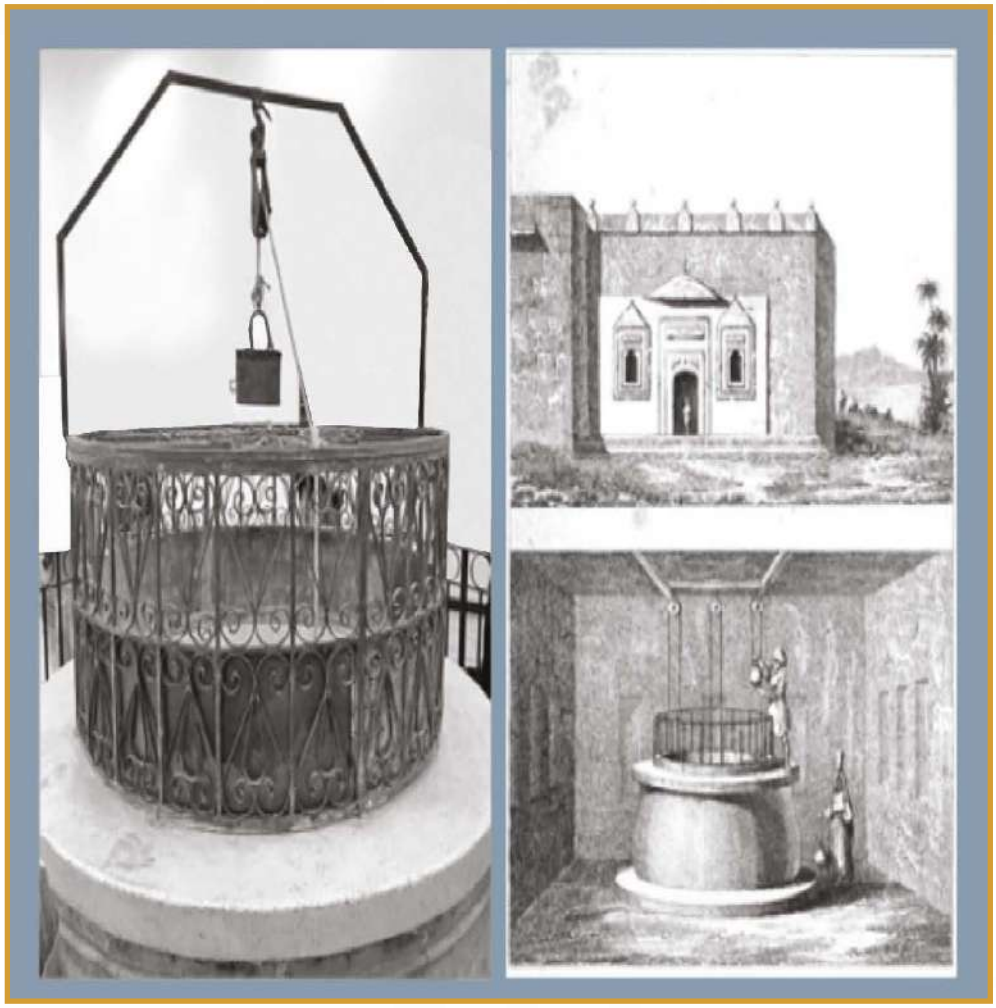
מעקה עץ חרוטי הקיף את בית זמזם מכל צדדיו, למעט הצד הדרומי. מעקות נוספים נבנו סביב הצדדים המזרחי והדרומי של סככת המואזינים, שם לא היו מעקות קודם לכן. רשת מתכת הוצבה מעל באר זמזם כדי למנוע נפילות בשוגג, והפתח לצד הבאר צומצם באמצעות לוחות עץ ממוסמרים המוקפים במעקה עץ חרוטי שסגר את החלונות. לפני שיפורים אלה, עמודי עץ גבוהים, צבועים בטיח, הקיפו את אגן המים מכל ארבעת צדדיו. מספר חלונות בקיר המערבי של בית זמזם חוזקו במתכת. המדרגות המובילות אל הגג, שם נמצא הגישה לזמזם, ואל סככת המואזינים הורחבו ושוקמו.

המדרגות הצרות נבנו מחדש בשנת 1415 לספירה במהלך שיפוצים בחדר התפילה הסמוך, שהוסב למזרקה ציבורית עם מעקות עץ שאינם בעלי צורה חרוטית. המדרגות המורחבות והקירות שנבנו בין בית זמזם למבני הגג שלו, כולל סככת המואזינים, זכו לש־בחים רבים. בנייה זו הושלמה בחודש רג׳ב 819 להג׳רה (1419 לספירה) בפיקוחו של חוואג׳ה שייח׳ עלי אבן מוחמד אבן עבד אל-כרים אל-ג׳ילאני, בכיר במכה שהיה אחראי על ניהול הוצאות הבנייה.

בסמוך לבית זמזם היה חדר תפילה שהכיל בריכה מלאה במי זמזם, שנועדו לשתייה. לחדר זה הייתה דלת הפונה לגבעת ספא, אשר נסגרה מאוחר יותר והוחלפה בבריכה מקו־מרת. על הקיר הגובל בספא הותקנו ברזים עם בסיסי אבן לצורך טהרה. מעל לבריכה המ־קורה היה חדר תפילה מבודד (ח׳לווה) עם חלונות הפונים צפונה (אל-קימה) ולכיוון ספא, וכן קומה קטנה מעל לבריכה. מבנים אלה נבנו בשנת 1405 לספירה, אך נהרסו והוחלקו מאוחר יותר במהלך עשרת הימים הראשונים של חודש ד׳ו אל-חיג׳ה 815 להג׳רה (1414 לספירה), לאחר שדווח על שימוש לא נאות במקום על ידי אנשים שהקלו את עצמם בו. לאחר מכן הוקמה מזרקת שתייה ציבורית לכבוד הסולטאן אל-מואייד אבו אל-נסר שייח׳ אל-מהמודי, כדי לספק מים נקיים לצריכת הציבור.

המזרקה הציבורית הייתה מבנה מלבני עם שלושה חלונות ברזל גדולים; כל אחד מהם היה מעוטר בלוח עץ מגולף בעדינות, אחד פונה צפונה (אל-קימה) ושניים פונים לספא. מתחת לכל חלון, בפנים, היו אגן המכיל מאגרי מים. למזרקה היה גג צבוע הנראה למבקרים, דלת הפונה לספא, וסורג עץ חיצוני המעוטר בקורות אבן צבעוניות. הבנייה הושלמה בחודש רג›ב 816 להג›רה (1415 לספירה) כדי לתת מענה למספר העולים לרגל ההולך וגדל. מבחינה היסטורית, מיקום זה תאם את אתר המועצה של עבדאללה אבן עבאס, כפי שציינו ההיסטוריונים אל-עזראקי ואל-פאכי. המרחק בין האבן השחורה לנקודת האמצע של קיר בית זמזם נמדד כ-31 ואחד-שישי אמות.

בתקופת שלטונו של הסולטאן סולימאן המפואר (1520-1566 לספירה), שוחזר הכיפה מעל אגן זמזם בסגנון אדריכלי אסלאמי מובהק. האזור הסובב, כולל חצר המסגד הגדול, עבר ארגון מחדש כדי להקל על הגישה לעולי הרגל. הסולטאן סולימאן שלח מהנ־דסים ומומחים מאיסטנבול כדי לפקח על התחזוקה ולהבטיח את בטיחות הבאר. הוא גם הורה על חלוקת כלי שתייה מנחושת וקרמיקה ופיקח על חלוקת המים בעונות החג›. הסולטאן עבדול חמיד השני (שלט בין השנים 1909-1918 לספירה) התבלט גם הוא בתמיכתו בפרויקטי שיקום נרחבים בשני המסגדים הקדושים, כולל באר זמזם.



האיור משמאל מציג דלי נחושת משנת 1299 להג'רה (1881 לספירה), ששימש בבאר. האיור בפינה הימנית התחתונה מציג את צוואר הבאר מנחושת, המתוארך לסוף המאה ה-14 לספירה.

בשנת 1526 לספירה הותקן על בית זמזם ביתוב קליגרפי מוזהב הנושא את שמו של הסולטאן סולימאן. בשנת 1541 לספירה, בחסותו של הנסיך חושקאלדי פארוכמט ארדה, חידש הסולטאן סולימאן את בית זמזם על ידי הוספת גג עץ המכוסה בסככה מעוטרת בסגנון «ג›מאלון» ( ) הכוללת גג גמלון משולש (ג›מאלון) וכיפה מרכזית מכוסה עופרת. הבאר נוקתה בעקבות תאונת טביעה **(Ghabashi, 1990)**.

דלי נחושת, המתוארך לשנת 1299 להג›רה (1881 לספירה), ששימש בעבר בבאר, מוצג לצד צוואר הבאר הנחושת, המתוארך לסוף המאה ה-14 לספירה. ההיסטוריון הכורדי של אותה תקופה מתאר את מבנה באר זמזם כך: מגובה פני המים ומעלה, הבאר הייתה מצופה בטיט סיד וגבס; שיש אנכי נמשך מהיסוד ועד לרציף השואב; רצועת עופרת עגולה כיסתה את המבנה; עמודי עופרת עדינים הגנו על חלקי השיש הקטנים מפני נפילה; מנ־ קודת העמידה של האדריכל ועד לאמצע הגובה, הותקנו עמודי נחושת עדינים במרווחים של כ-45 ס»מ זה מזה, עם טבעות יצוקות מעופרת. בנייה זו יוחסה לשליט חושקאלדי בתקופת שלטונו של הסולטאן סולימאן, בסביבות שנת 1566 לספירה.

הסולטאן מוראד חאן, בנו של סולימאן, פיקח על תיקוני מבנה זמזם תוך השלמת המ־ סגד הגדול בשנת 1577 לספירה. מאוחר יותר, בתקופת שלטונו של הסולטאן אחמד חאן בשנת 1616 לספירה, הורה האדריכל חסן פאשה להתקין רשת נחושת מעל פתח באר זמזם כדי למנוע תאונות וזיהום. הרשת התאימה להיקף הבאר, הוצבה כ-1 מטר מתחת למפלס המים הגבוה ביותר והותקנה באמצעות שרשראות ברזל. עם זאת, מוחמד אבן מוסטפא אל-קנאווי הסיר את הרשת כעבור שנתיים בשל בעיות תפעוליות, בהן היתקעות דליים ושינויים בטעם מי הזמזם עקב חלודה.

ברמדאן 1027 להג›רה (1618 לספירה), אל-עג›ה חוסיין אל-חבאשי, אפוטרופוס מקדש מכה, פיקח על תיקונים בצדדים הצפוני והמערבי של באר זמזם, כולל עבודות אבן מעל ומתחת לקו המים. באותה עת, טעם מי זמזם התדרדר עקב עלייה במליחות, מה שהפך אותם לבלתי נעימים לשתייה.

בשנת 1661 לספירה שיפץ סולימאן, מושל סנג›ק ג›דה, את באר זמזם ואת המבנה העל-קרקעי שלה, למעט הצד המערבי (הקיבלה). כניסת הכיפה הועברה לצד הדרומי. ההיסטוריון הכורדי מתאר את בית זמזם כמבנה מרובע בעל שמונה חלונות, שלושה הפו־ נים אל הכעבה, שלושה הפונים אל המדרגות ושניים הסמוכים לדלת, שהייתה ממוקמת

במרכז. מאחורי שניים מחלונות אלה היו אגן משולש למי זמזם. מעל הכיפה ניצב מבנה מוגבה הנתמך בעמודים, המכונה «שייח זמזם», ראש המואזינים. הגישה אליו הייתה באמצעות מדרגות ליד המקאם (המקדש) החנבלי, שם היה עולה המואזין הראשי לקרוא לתפילה, ואחריו מואזינים אחרים לאורך היום.

בשנת 1700 לספירה, איברהים בק, מושל סנג›ק ג›דה, יזם מאמצי שיקום של מתחם זמזם.

לאחר הצגתו הרשמית בפני השלטונות העות›מאניים, עבר באר זמזם שיפוצים נרח־בים בחסות המדינה. מאמצי השיקום כללו טיוח המבנה מבפנים ומבחוץ, חידוש המדפים החיצוניים ליד המקאם ( ) של חנבלי, חידוש אלמנטים מעץ שהתבלו, חיפוי שלהם בעופ־רת, וקישוט המבנה בציורי קישוט.

ההיסטוריון הכורדי איברהים בק תיעד עבודות שיקום נוספות, בהן חידוש המקאמים (מקדשים) ואגן המים (סאקאיה) מתקופת בית עבאס, אשר נפגעו עם השנים עקב שימוש נרחב. הכיפה המקורית פורקה עד לבסיסה ושוחזרה באמצעות לבנים מיובשות בשמש. לאחר מכן, המבנה נמרח בסיד במספר שכבות, והותקנו בו שני מאגרים. בנוסף, נפתח מעבר מקושת בצד המזרחי של המבנה, ובתוכו נבנה אגן כדי להכיל את תעלת המים.

בשנת 1713 לספירה, שיפוצים נוספים כללו טיוח קירות הבאר (אריחים/טרנקיל) וריצוף מחדש של אזור הנמל בגבס. המשטח המטופל השתרע על פני 5 מטרים באורך, 13 ס»מ בגובה ו-4.5 מטרים ברוחב. יישום זה נעשה לפי הטכניקה המסורתית «טבאטה», שבה תערובת של מלט, אדמה וחצץ נמרחה באופן אחיד. על הקרקע ודחוס באמצעות לוח עץ.

בתקופת שלטונו של הסולטאן עבדול חמיד הראשון בשנת 1786 לספירה, יושמה יוזמת שיקום מקיפה במסגד אל-חראם. זו כללה יישור מחדש של עמודי התמיכה, תיקוני כיפה ושיפוצים נרחבים של באר זמזם והתשתית הסובבת אותה. לדברי ההיסטוריון הכו־רדי, מאמצים אלה כללו גם החלפת חלונות, ריצוף שיש, פתח הבאר ומעקה המגן שלה, תחת פיקוחם של עבדאללה בן אל-שריף מוחמד בן עאון ואל-חאג› עזת פאשה בתקופת שלטונו של הסולטאן עבדול עזיז חאן בשנת 1862 לספירה.

עם תחילת המאה ה-20 תוארה באר זמזם כבעלת פתח עגול המכוסה בלוח שיש התואם לקוטרה. הגובה מפתח הבאר ועד לרצפת האריחים בתוך הכיפה היה כ-2.5 אמות. רצפת בית זמזם הייתה מרוצפת בשיש לבן ומוקפת במעקה ברזל מסיבי. בשנת 1913 הותקן רשת ברזל דקה מעל המעקה לשם בטיחות נוספת.

העיצוב האדריכלי של בית זמזם התאפיין בפנים מרובע, כאשר כל צלע הייתה באורך 11 אמות. המשטח העליון של הבאר היה מצופה בשכבה עמידה של טיט ואבן. במקום היה קשת מזרחית בולטת, המעוטרת בחלון גדול, שבעבר שימשה כבית למזרקת מים שכבר אינה פעילה. בחזית המערבית, שלושה פתחי חלונות פנו לכיוון הכעבה. מחצית הגג המערבי, מול הכעבה, הוצלה על ידי סככה הנתמכת בארבעה עמודים דקים: שניים בקיר הקדמי ושניים מסודרים בצד המזרחי. המחצית המזרחית נותרה חשופה. מבנה גמלון מעוטר ביריעות עופרת התנשא מעל הסככה. הגג כלל חמישה חלונות, שלושה הפונים מערבה, אחד צפונה ואחד דרומה, הבנויים מרשת ברזל עדינה. הסככה, הצבועה בירוק, שימשה כמקום המיועד ל»רייס אל-ווקטין» (ראש המואזינים), שפיקח על קריאות התפילה ותיאם עם מואזינים אחרים במהלך תפילות יום השישי וחג האיד ( ). הוא גם זימן את האימאמים שהובילו את חמש התפילות היומיות במקאם אבראהים.

איברהים ריפאעת פאשה תיאר את באר זמזם בתקופתו בתחילת המאה ה-13 להג'רה (בערך המאה ה-19 לספירה), באומרו: «באר זו ממוקמת מדרום למקאם איברהים, כאשר הפינה הצפון-מערבית של המבנה שלה ממוקמת במרחק של 18 מטרים מהאבן השחורה. מימיה מתוקים. המבנה שמעליו הוא בעל צורה מרובעת מבפנים, כאשר כל צלע אורכה 5.25 מטרים, והרצפה מרוצפת בשיש. המבנה מורכב משתי קומות: הקומה התחתונה מיועדת לתחזוקת הבאר, ואילו הקומה העליונה משמשת את **האגאוואט** (האנשים המשרתים במסגדים הקדושים במכה ובמדינה).»

עידן המדינה הסעודית

(1744 לספירה, היום)

תקופה של שינוי עבור באר זמזם החלה עם איחוד ממלכת ערב הסעודית. במשך למעלה ממאה שנים, ממשלת סעודיה העניקה טיפול יוצא דופן לבאר, תוך התמקדות במודרניזציה, שימור ונגישות. ההתערבויות העיקריות כללו התקנת משאבות מים, העת־קת הבאר מתחת למטף, והוספת מפלס תת-קרקעי משני כדי להתמודד עם תנועת עולי הרגל הגוברת.

כחלק מפרויקט ההרחבה הסעודי השני, הונהגה מערכת מקיפה להפצת מים וניקוז, הכוללת שתי יחידות אחסון גדולות, סדרת ברזים ומנגנוני שאיבה. תחת שלטונו של המלך עבדאללה בן עבד אל-עזיז הושק פרויקט מי זמזם, הכולל מתקן טיהור, מתקני מילוי אוטו־מטיים ומרכזי הפצה מרכזיים. כמו כן הושקו פרויקטים משניים לניקוי אוטומטי ולעיצוב ארגונומי מחודש של מיכלי מי זמזם.

תקופתו של המלך עבד אל-עזיז אל-סעוד

עד תחילת המאה ה-20, מי זמזם נשאבו באופן ידני באמצעות דליים ואוחסנו באגנים פתוחים. בשנת 1372 להג׳רה (1953 לספירה), אישר המלך עבד אל-עזיז התקנת משאבות מכניות המחוברות למיכלי אבץ עיליים, כל אחד עם 12 ברזים. ברזים מודרניים אלה משלימים את הדליים המסורתיים, ומציעים לעולי הרגל אפשרויות גישה מרובות.

המלך מימן גם את הקמתן של שתי מזרקות חדשות (מזרקות שתייה): אחת ליד הדלת הדרומית של כיפת זמזם, והשנייה בסמוך לחדר אגאוואט. הוא הורה על שיקום סביל עות׳מאני ישן יותר כדי להתאים את עיצובו למתקנים החדשים. שלושת המפרשים, שנבנו משיש ואלבסטר, אפשרו גישה רחבה של הציבור למים מזמזם.

עידן המלך סעוד בן עבד אל-עזיז

בשנת 1383 להג׳רה (1963 לספירה), הורה המלך סעוד, יהי זכרו ברוך, על הרחבת אזור המטף ופיתוח באר זמזם. המבנה הישן מעל הבאר הוסר, ופתח הבאר הועבר מתחת לגובה המטף למרתף בעומק 2.7 מטרים. הגישה למרתף הוקלה באמצעות גרם מדרגות המחולק לשני חלקים נפרדים, אחד לגברים ואחד לנשים. צעד זה סימן את סופה של עידן הדליים המסורתי, כאשר השאיבה עברה לברזים. בנוסף, הוקם מפעל לייצור קרח ממי זמזם, אשר הופץ בתחנות שתייה ייעודיות ברחבי המסגד הגדול לפני כניסתם של מקררי המים החשמליים.

עידן המלך פייסל באבדול-עזיז

בשנת 1393 להג׳רה (1973 לספירה), הורה המלך פייסל, יהי זכרו ברוך, על בניית מפלס מרתף שני לבאר זמזם ועל התקנת כיסוי זכוכית מעל הבאר כדי להגן עליה מפני חשיפה. פיתוח זה איפשר הגדלת הקיבולת לקליטת עולי רגל ומבקרים, ושיפר באופן משמעותי את נוחותם. בנוסף, הוא הוציא את «מערכת המוטאוויף הכללית» כדי לשפר את היעילות והמקצועיות של נותני שירותי העלייה לרגל, ובכך להבטיח מתן שירותים באיכות גבוהה לאורחי אללה. תהליך חלוקת מי זמזם שופר גם הוא באמצעות שימוש במיכלים ניידים למים.

עידן המלך ח׳אלד בן עבד אל-עזיז

בשנת 1400 להג׳רה (1979 לספירה), הקים המלך ח׳אלד את «מינהל אספקת מי זמזם» כדי לפקח על הניהול התקין של אספקת המים. הכניסה למרתף הועברה למיקום חדש ליד העמודים המזרחיים, וצוו מלכותי הורה על ניקוי מקיף של הבאר באמצעות צוללנים מיוחדים וטכניקות מודרניות. פעולה זו הגדילה באופן משמעותי את תפוקת המים.

לאחר מכן, הוקם מתקן חיטוי ליד המסגד הגדול. נעשה שימוש באור אולטרה סגול לטיהור המים, מה שחיסל את החיידקים מבלי לשנות את טעמם, צבעם או הרכבם. מתקני חלוקה ניידים ומזרקות קבועות חילקו את המים המטופלים ברחבי המסגד.

עידן המלך פאהד בן עבד אל-עזיז

בשנת 1403 להג'רה (1982 לספירה) הקים המלך פאהד את המשרד המאוחד של זמזמה, ואיחד את חלוקת המים תחת גוף מינהלי אחד. המשרד סיפק שירותי מים יומיומיים ליותר משני מיליון עולי רגל ופיתח תוכניות אסטרטגיות לעונות החג' העתידיות.

בשנת 1404 להג'רה (1983 לספירה) הוקמה תחנת קירור מול באב אל-פת', שהחליפה את מערכות הקירור המבוססות על קרח. המלך גם שיפץ והעביר את סביל המלך עבד אל-עזיז לאזור קודאי. בשנת 1415 להג'רה (1994 לספירה) נבנה מאגר בטון מזוין בנפח של 15,000 מ"ק, בליווי שני מרכזי הפצה נוספים. כתוצאה מכך, החלה גם אספקת מי זמזם יומית למסגד הנביא במדינה.

בשנת 1424 להג'רה (2003 לספירה) הורחב אזור המטף ב-400 מ"ר. הכניסות למרתף זמזם כוסו בגג, ומזרקות השתייה הועברו להיקף. נבנה מנהרה לתחזוקה באורך 47 מטר, והותקנו מזרקות תחת הקשתות החדשות, ועדת סיקאיה ורפידה. כמו כן הוקם הטקסט כדי להבטיח את איכות השירות.

עידן המלך עבדאללה בן עבד אל-עזיז

ברמדאן 1431 להג'רה (2010 לספירה), חנך המלך עבדאללה את פרויקט מי הזמזם על שם המלך עבדאללה, אשר סימן עידן חדש בניהול הטכנולוגי של משאב קדוש זה. הפרויקט, המשתרע על שטח של למעלה מ-100,000 מ"ר, כלל שני מרכזים עיקריים: אתר ראשי בקודאי (4.5 ק"מ מהמסגד הגדול) ואתר משני באל-קאקייה (במרחק 7 ק"מ).

הפרויקט התמקד בקיימות, היגיינה ונגישות. הוא שילב מערכות מתקדמות ביותר להפקת מים, חיטוי ובקבוק. ניטור איכות רציף הבטיח שהמים יישארו נקיים מזיהומים תוך שמירה על מאפייניהם הייחודיים. מערכות אוטומטיות ייעלו את כל השלבים, מטיהור ועד להפצה הסופית, וענו על הביקוש העולמי הגובר למים מזמזם.

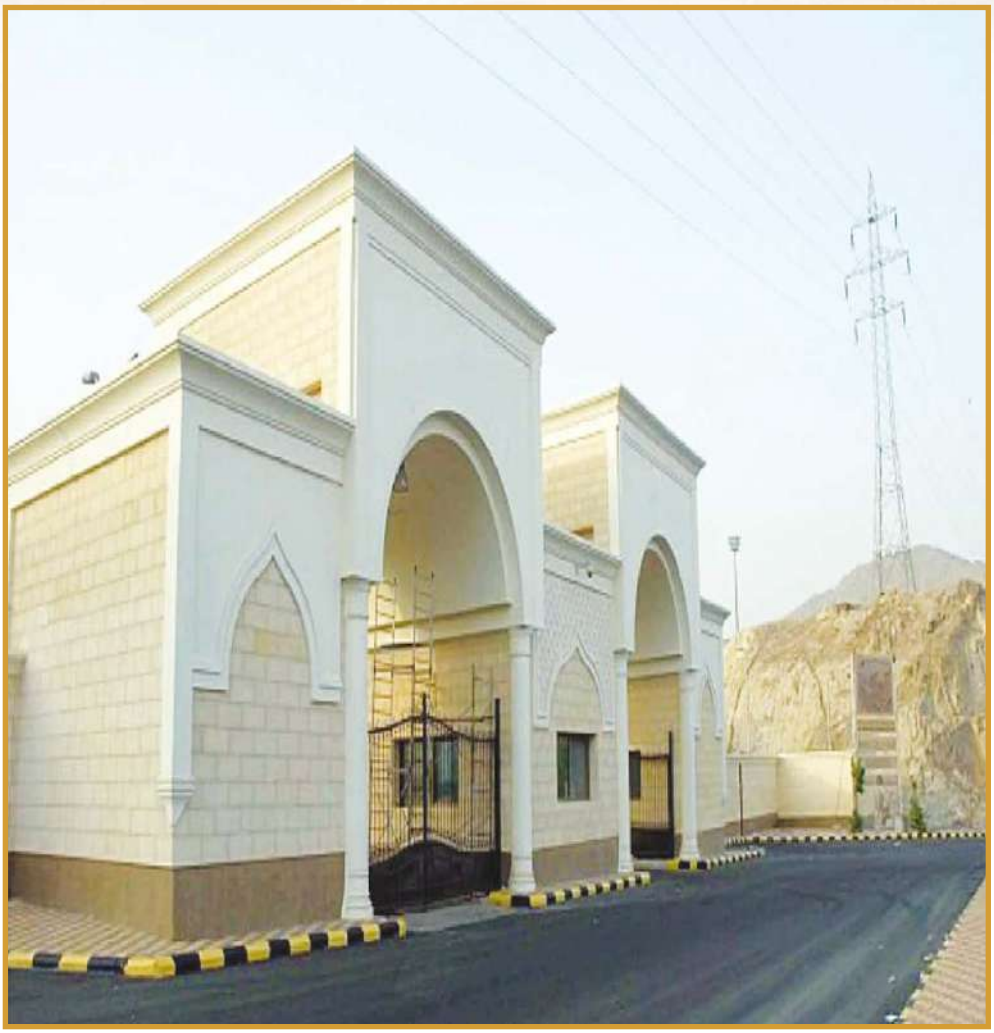
המלך עבדאללה בן עבד אל-עזיז יזם את הקמתו של מתקן טיהור מתקדם למים מזמ־
זם, שכלל מפעל משולב לבקבוק ולהפצה של המים המטוהרים. תחנה מתקדמת זו מופ־
עלת באמצעות מערכת אוטומטית לחלוטין הכוללת פונקציות בקרה, ניטור ואחסון. בנוסף
לפיתוחים התשתיתיים הללו, הושקו שני פרויקטי משנה מרכזיים: הראשון עסק בניקוי
אוטומטי של מיכלי מי זמזם, ואילו השני התמקד בעיצוב מחדש של המיכלים כדי להבטיח
הגנה משופרת על המים, זרימה חלקה יותר ונגישות משופרת.

המתקן מסוגל לייצר עד **200,000 מיכלים ביום**, והוא פועל ברציפות 24 שעות ביממה.
השאיבה השנתית מבאר זמזם הוסדרה והוגבלה **ל-700,000 מ"ק**, שהוקצו כדלקמן:

- **60%** לשני המסגדים הקדושים (אל-מסג'יד אל-חראם ואל-מסג'יד אל-נבאווי),
- **40%** לייצור מים מבוקבקים מזמזם.

תהליך הבקבוק עושה שימוש **בטכנולוגיות אוטומציה מתקדמות ומשולבות** המכ־
סות את כל השלבים, מטיהור ועד אחסון, הובלה והפצה. יש לציין כי תהליך הטיהור משמר
את **ההרכב והטעם הייחודיים** של מי זמזם, תוך שימוש בטכנולוגיות עולמיות מתקדמות,
כולל **שיטת BioTin** , מערכת טיהור מים ביולוגית.

כדי לתמוך בפעילות בקנה מידה גדול, הפרויקט כולל גם מערכת מחסנים יעילה
ביותר, שתוכננה לאחסון ולהפצה של מיכלים מבוקבקים. המחסן מצויד **במערכות מיזוג
אוויר**, **כיבוי אש ואזעקה**, והוא יכול לנהל עד **1.5 מיליון מיכלים בנפח 10 ליטרים**. המתקן
מספק גם אזורים ייעודיים לאריזה היגיינית של המיכלים, מה שמבטיח משלוח בטוח ויעיל
בעונות השיא של העלייה לרגל.



פרויקט אספקת המים זמזם על שם המלך עבדאללה בן עבד אל-עזיז. הפרויקט מור־כב ממספר מבנים, בהם מבנה מדחסי האוויר ומחסן מיכלי המים הגולמיים, בנוסף למבנה קווי הייצור, הפועל באמצעות מערכת SCADA. מערכת זו מסתמכת על בקרה וניטור אוטומטיים, כולל קו ההובלה. השטח הכולל של המפעל הוא 13,405 מ"ר, והוא מכיל ארבעה קווי ייצור עם תפוקה מקסימלית של 200,000 מיכלים ביום, על פי קיבולת התכנון של המפעל (Hammou & Shaaban, 2011).

עידן המלך סלמן באבדול-עזיז

בשנת **1439 להג'רה (2018 לספירה)**, השיק המלך סלמן בן עבד אל-עזיז יוזמה משמעותית בשם «**פרויקט שיקום באר זמזם**», בהמשך למאמצי המודרניזציה שהחלו תחת שלטונו של המלך עבדאללה. הפרויקט כלל את היעדים המרכזיים הבאים:

- השלמת **הסרת המזהמים וחיטוי** הסביבה הגיאולוגית סביב הבאר.
- **הריסת היסודות הישנים** של המבנים הסמוכים והחלפתם במילוי גיאולוגי תואם, כדי לשחזר את זרימת המים הטבעית ולהגדיל את התפוקה.
- בניית **חמישה מעברים שירותיים** בצד המזרחי של המטף, ברוחב כולל של 8 מטרים ובאורך של 120 מטרים.
- **ניקוי פנים הבאר** לראשונה באמצעות שיטות מודרניות ולא פולשניות.
- **הסרת משקעים וחסימות** כדי לשפר את יעילות הזרימה.
- **הרחבת אזור המעיין הפנימי** ושיפור יכולת השאיבה של הבאר.
- התקנת **משאבות בעלות ביצועים גבוהים** להעברת מי זמזם למסגד הגדול ולנקודות חלוקה שונות.
- קירור ואספקת המים באמצעות **מיכלים מבודדים תרמית** וברזים מיוחדים.
- קידום החזון של המלך עבדאללה באמצעות השקת **תוכנית הטכנולוגיה והחדשנות** לניהול מודרני של מי זמזם.
- יישום **טכנולוגיות הפצה חדשניות**, כולל מערכות הזמנה מקוונות **ויחידות הפצה רובוטיות**, מסמן התקדמות מהפכנית בהיסטוריה של שירותי מי זמזם.
- הקמת **פרוטוקולים** קפדניים **של בדיקות, תיעוד וניטור יומיומיים** לשמירה על טוהר המים, בטיחותם ועמידתם בתקני הבריאות הבינלאומיים.

תמונה מתוך «פרויקט שיקום באר זמזם" המציגה את מנגנון ניקוי הבאר, הרחבת אזור המעיין ושיפור מערכת אספקת המים והפצתם.

אל-זמאזימה

משפחת **אל-זמאזימה** היא קבוצה מכובדת של משפחות, אשר לאורך ההיסטוריה הוטלה עליהן המשימה המכובדת של חלוקת מים מבאר זמזם הקדושה לעולי הרגל המ־בקרים במסגד הקדוש (**אל-מסג׳יד אל-חראם**). שירותם התפרש מתחומי המסגד הגדול ועד למקומות הלינה הפרטיים של עולי הרגל. בנוסף לחלוקת המים, הם היו מעורבים באופן מסורתי גם בטקס הרחצה של הכעבה. מקצוע זה הוא אחד המקצועות העתי־קים ביותר הידועים בעיר מכה, עם רצף מתועד המתחיל מאמצע המאה ה-14 להג׳רה **(בערך 1950 לספירה).**

מקורותיו של מקצוע זה ניתן לייחס להקמתן של שני מוסדות אסלאמיים בסיסיים: סקאיה (אספקת מים) וריפאדה (אספקת מזון ואירוח), שהוקמו על ידי **עבד אל-מוטאלב אבן האשים**, סבו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)). הזכות להגיש מי זמזם, שהייתה בתחילה מוגבלת לצאצאיו, הורחבה לבסוף וכללה משפחות אצולה אחרות במכה, במיוחד עם הגידול במספר העולים לרגל. חשיבותו של שירות זה אושרה על ידי הנביא מוחמד ((עליו השלום)) במהלך כיבוש מכה, כאשר הכריז:

«אבן, כל מעשה של גאווה או תביעה הנוגעת לדם או לעושר מתקופת טרום האסלאם מבוטל תחת רגליי, למעט השירות לעולי הרגל והאפוטרופסות על הבית הקדוש.» (**סאהי חדיס**)

עם הזמן, מקצוע **הזמזמה** התפתח למלאכה מובנית ומועברת בירושה מדור לדור. הוא פיתח זהות משלו, הכוללת כלים, לבוש ונהלים סטנדרטיים. **הזמזמה** הגישו באופן מסורתי את מי הזמזם בדווארק (כדים מחרס) ובטייס (כלי שתייה מנחושת) תוך שהם לובשים לבוש ייחודי לתפקידם. כל משפחה החזיקה בהלווה, חלל אחסון ייעודי בתוך המ־סגד הגדול לכלי השתייה ולציוד שלה. כדי להבדיל בין השירותים, כל משפחה סימנה את הכדים שלה בסמל ייחודי המכונה נישאן, ששימש הן כסימן לאותנטיות והן כסימן לזהות המשפחתית.

בשנת 1403 להג׳רה (1983 לספירה) הוקם המשרד המאוחד של הזמזמה כדי לתאם את עבודתן של משפחות שונות תחת מסגרת מוסדית קולקטיבית. מטרתו הייתה לשפר ולתקנן את השירותים הניתנים לעולי רגל מכל הלאומים. צעד זה סימן שינוי ארגוני משמעותי, שהבטיח יעילות וכוללנות באספקת המים.

מאוחר יותר, ברמדאן 1440 להג׳רה (2018 לספירה), הוקמה חברת זמזמה במטרה למודרניזציה ולהגברת המקצועיות של שירותים אלה, במיוחד באמצעות אספקת מי זמזם ישירות לבתיהם של עולי הרגל במכה. החברה מפקחת כיום על מערך שירותים מקיף, הכולל:

- אספקת מי זמזם במרכזי הקליטה לעולי רגל בינלאומיים.
- חלוקת מי זמזם מצוננים במרכזי ההדרכה והעזיבה.
- אספקת מי זמזם למקומות הלינה של עולי הרגל ברחבי מכה.
- הקלת הגישה למי זמזם תוך צמצום מכשולים לוגיסטיים למינימום.
- צמצום העומס סביב באר זמזם.
- שימוש בטכנולוגיות מתקדמות לשיפור איכות השירות ויעילותו.

טכנולוגיית חיטוי באמצעות קרינה אולטרה סגולה (UV)

מי זמזם עוברים חיטוי קפדני באמצעות קרינת אולטרה סגולה (UV), שיטה שאושרה מדעית המנטרלת ביעילות מיקרואורגניזמים על ידי שיבוש מבנה ה-DNA שלהם. תהליך זה משיג שיעור סטריליזציה מרשים של 99.77% הן עבור חיידקים והן עבור נגיפים, ללא צורך בתוספים כימיים.

חיטוי UV עושה שימוש במנורות אדי כספית בלחץ נמוך, העטופות בזכוכית קוורץ מיוחדת המאפשרת לאור UV לחדור את דפנות התאים המיקרוביאליים. המים עוברים דרך כור גלילי המכיל מנורות UV אלה, שם הקרינה מנטרלת את הפתוגנים על ידי פגיעה בחומר הגנטי שלהם.

תהליך החיטוי כולל את השלבים הקריטיים הבאים:

- שאיבת מים במעגל סגור ישירות מבאר זמזם.
- סינון מקדים באמצעות מטהרים מתקדמים להסרת חלקיקים מרחפים, חול וזיהומים.
- העברה בצינורות נירוסטה כדי למנוע זיהום וחלודה.
- אחסון במיכלים אטומים, ולאחר מכן חשיפה ליחידות חיטוי UV ראשוניות.
- פיקוח רציף על ידי צוות טכני מתמחה, המבטיח עמידה בתקני בטיחות המים הבינ־לאומיים.

יתרונות החיטוי באמצעות UV

- תהליך נטול כימיקלים המונע את הצורך בכלור או בתוספת חומרים כימיים.
- נייטרליות תרמית: נמנע חימום או קירור, תוך שמירה על התכונות הטבעיות של מי זמזם.
- יציבות ה-pH: שומר על האיזון המינרלי הטבעי של המים.
- יעילות אנרגטית גבוהה: קילוואט אחד של חשמל יכול לחטא כ-12,000 גלונים של מים.
- תשתית פשוטה: מאפשרת שילוב במערכות חשמל ואינסטלציה קיימות.

גישה מתקדמת זו מבחינה מדעית מבטיחה שמי זמזם יישארו בטוחים מבחינה מיק־רוביולוגית, תוך שמירה על הרכבם הטבעי, טעמם ומשמעותם הרוחנית עבור מיליוני עולי רגל מדי שנה.

ייצור והפצה

באר זמזם שואבת מים בקצב מינימלי של 11 ליטר לשנייה ובקצב מקסימלי של 18.5 ליטר לשנייה, עם קצב ממוצע של 15 ליטר לשנייה. שתי משאבות ענק, כל אחת בהספק של 360 מ»ק לשעה, פועלות לסירוגין כדי לשאוב את מי זמזם מהבאר ולהזרים אותם לפרויקט מי זמזם על שם המלך עבדאללה באמצעות צינורות נירוסטה באורך 4.5 ק»מ, שתוכננו לשמירה על טוהרם.

רשת חלוקת מי זמזם מורכבת ממשאבות צנטריפוגליות, המותקנות באופן אסטרטגי על הבאר ומונעות בחשמל, כאשר לכל משאבה הספק של 20 כוחות סוס (14.9 קילוואט). רשת זו מתחברת למאגר באב אל-סלאם ומספקת לו מים באמצעות צינור ברזל מגולוון בקוטר מדויק של 7.5 ס»מ. בימים רגילים, המשאבות פועלות בדרך כלל במשך שש עד שבע שעות ביום, בקצב שאיבה ממוצע של 750 ליטר לדקה.

באר זמזם מספקת מים למסדרונות המסגד הגדול, והיא שולחת 150,000 ליטרים של מים מדי יום למסגד הנביא בימים רגילים ו-400,000 ליטרים בעונות דתיות. פעולות השאיבה וההזרמה מנוטרות באמצעות מערכות הנשלטות על ידי סיבים אופטיים, המ־נוהלות על ידי מערכת SCADA, מערכת מרכזית לניטור ובקרה אוטומטיים של פעולות השאיבה, האחסון וההפצה. המערכת הממוחשבת שלה מסתמכת על סיבים אופטיים לניטור וניהול מרחוק של תהליכים תעשייתיים.

חלקת מי זמזום בקבוקים סטריליים ובמתקני חלוקה

אחסון

מנהל אספקת מי זמזם במסגד הגדול מספק מי זמזם קרים ובלתי קרים באמצעות מתקני חלוקה הפזורים באזורי התפילה ובמסדרונות המסגד הגדול. כמו כן, הוא מפקח על מעבדת ניתוח מי זמזם ומפקח על מכליות המובילות את מי הזמזם ממכה למסגד הנביא במדינה. מי זמזם מאוחסנים במאגר בטון מזוין בנפח של 5,000 מ"ק, המחולק לשני חלקים. לאחר האחסון, המים מועברים לתחנת הטיהור, שם הם מסוננים ומטופלים כדי להשיג רמת טוהר וסטריליזציה גבוהה. המים המטוהרים מועברים לאחר מכן למאגר קודאי, בנפח של 10,000 מ"ק. מאגר זה מספק את המסגד הגדול ואת סביל המלך עבד אל-עזיז (המזרקה), שממנו מתמלאות המכליות המובילות את מי זמזם למסגד הנביא. הוא מספק גם את מפעל הייצור המייצר בקבוקי מי זמזם בנפח 5 ליטרים. לבסוף, המים המטופלים ממאגר קודאי נשאבים לתחנות קירור זמזם המקיפות את המסגד הגדול, שם הם מופצים לנקודות מילוי מתקנים ולתחנות שתייה בתוך המסגד.

ניתן לאחסן מי זמזם בתנאים מתאימים עד לשנה, תוך שמירה על טהרתם ואיכותם, אם ננקטים אמצעי הזהירות הבאים:

- יש להשתמש בבקבוקים נקיים ומחוטאים מראש למילוי, תוך הקפדה על תברואה קפדנית כדי למנוע התפתחות חיידקים.
- יש לאחסן את המים במקום קריר וחשוך, ולהימנע מחשיפת הבקבוקים לאור שמש ישיר.
- עדיף להשתמש במיכלים מזכוכית. אם משתמשים בבקבוקי פלסטיק, יש לשמור אותם בטמפרטורות הנמוכות מ-25°C, שכן טמפרטורות גבוהות יותר עלולות לגרום להתפרקות הפלסטיק ולשחרור חלקיקים למים, דבר המשנה את טעמם ואיכותם.
- בקומת הקרקע הוקמו חדרי אחסון ייעודיים כדי להקל על הגישה לעולי הרגל. חדרים אלה מחוברים לרשת מי זמזם ומצוידים במיכלים, העשויים ברובם ממתכת או מחרס.

איכות וקיימות

מי זמזם הם טהורים מטבעם, ואיכותם מנוטרת באופן רציף. הם מכילים רמות מינרלים מאוזנות, המעניקות להם טעם ייחודי ויתרונות בריאותיים פוטנציאליים. מרכז המחקר והלימוד של זמזם, השייך לשירות הגיאולוגי הסעודי, מבצע בדיקות קבועות. ניתוחים יומיומיים המבוצעים באמצעות ציוד מתקדם מסייעים באיתור מזהמים ביולוגיים או שינויים בהרכב הכימי. המים עוברים גם חיטוי באמצעות אור אולטרה סגול, ותחנות הטיהור והחיטוי במכה ובמדינה נמצאות תחת פיקוח הדוק. בנוסף, היסודות העמוקים, עבודות חפירת הסלע באגן ואדי איברהים והאזורים המוגנים נמצאים תחת פיקוח הדוק. כמות ואיכות מי התהום מוערכות באופן קבוע, יחד עם נתוני האקלים והמשקעים באגן ואדי איברהים.

למרות שמיליוני ליטרים נשאבים מדי שנה, מחקרים מראים כי מפלס המים בבאר זמזם נותר יציב יחסית הודות להתחדשות טבעית מתמשכת של מי התהום. כמות המים הנשאבים נמדדת באמצעות חיישנים דיגיטליים מתקדמים, ומערכות חכמות מווסתות את השאיבה והצריכה כדי להבטיח שלא יחרוגו מגבולות השאיבה הבטוחים. נקודות חלוקה קבועות הוקמו במכה ובמדינה כדי להקצות כמות מים ספציפית לכל אדם, ובכך לחסוך במשאבי המים. בנוסף, ההשפעה של ההתרחבות העירונית על התחדשות מי התהום נחקרת מעת לעת כדי למתן כל השפעה שלילית על מקורות המים.

תוכניות לאיכות המים וקיימות בזמזם

החשיפה הסלעית והמשקעית של ואדי איברהים משתרעת על שטח של כ-42 קמ"ר. התחדשות מי התהום באזור מתרחשת בעיקר באמצעות חלחול מוגבל של מי גשם לשכבות המשקעיות של העמק. עם זאת, העיור הגובר של קרקעית העמק במכה צמצם באופן משמעותי את נפח מי הגשם המחלחלים עקב התפשטות משטחים אטומים, ובכך הגביל את התחדשות מי התהום הטבעית.

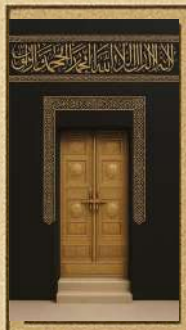
לאור כמות המשקעים השנתית הנמוכה מטבעה והחלחול המוגבל המגיע לאזורי האקוויפר העמוקים יותר, מנגנוני התחדשות מלאכותיים וטבעיים, כגון חלחול ישיר של

מי גשם ונגר של מי שיטפונות, חיוניים לקיום מאגר מי התהום של זמזם. לפיכך, מודלים הידרולוגיים של תהליכי התחדשות הם חיוניים לשמירה על איזון בר-קיימא בין אספקת האקוויפר לביקוש למים מזמזם.

עם הגידול השנתי במספר עולי הרגל ומבצעי העומרה, הביקוש למים מזמזם ממשיך לגדול. בתגובה לכך, מרכז המחקר והלימוד של זמזם מעריך באופן קבוע את קיבולת התפוקה הבטוחה של הבאר ונוקט אמצעים כדי להתאים את רמות הצריכה לספי התחדשות בר-קיימא. זאת באמצעות ניטור בזמן אמת של נפחי השאיבה באמצעות חיישני זרימה דיגיטליים מתקדמים המותקנים על צינורות היציאה של באר זמזם. מכשירים אלה מבטיחים כימות מדויק של שאיבת המים ומאפשרים הערכה מתמשכת של מאזן המים באקוויפר.

כדי לייעל את הקיימות, יש ליישם תוכנית ייעודית לניהול מי תהום. תוכנית זו צריכה להסדיר את לוחות הזמנים לשאיבה, להעריך את הביצועים ההידראוליים ולפקח על תנודות במפלסי המים הסטטיים והדינמיים בתוך הבאר. מערכת כזו מבטיחה שהפקת המים תישאר בגבולות תפעוליים בטוחים, ותמנע התרוקנות של אקוויפר או הידרדרות מבנית של הבאר.

יתר על כן, יש לאכוף תקנות תכנון עירוני מחמירות כדי להגן על אגן ואדי איברהים מפני הפרעה הידרולוגית. הקמת מבנים רבי קומות ותשתית עמוקה מהווה סיכון חמור, שכן פיתוחים כאלה עלולים לחדור לשכבות האקוויפר, להגביר את הסיכון לזיהום ולשנות את דפוסי הזרימה הטבעיים מתחת לפני הקרקע. יש לעצור מיד פרויקטי בנייה שאינם תואמים לתקנות ומאיימים על שלמות האגן, כדי לשמר את הכדאיות ארוכת הטווח של האקוויפר ואת האיזון ההידרולוגי.

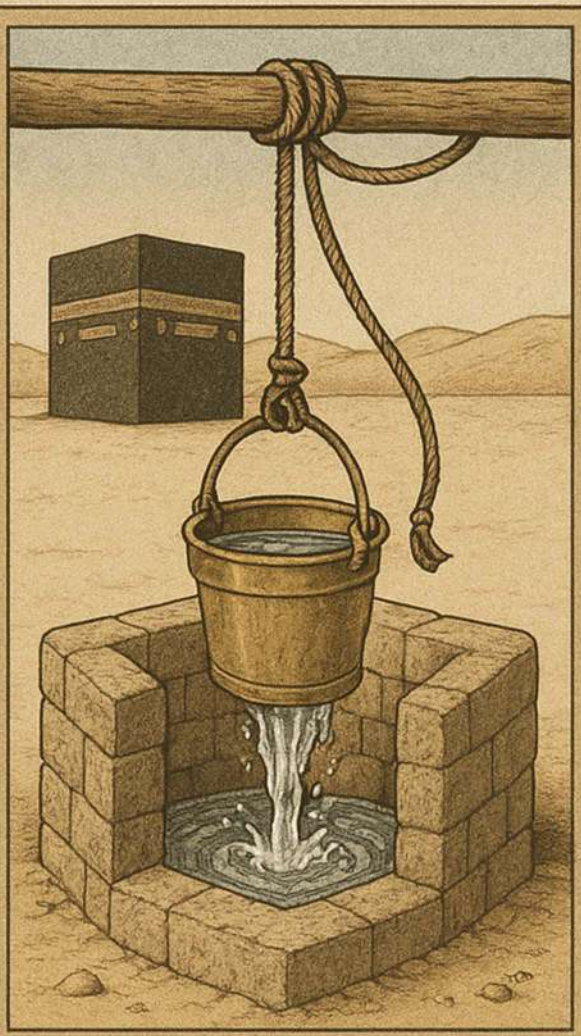


פרק ארבע

באר זמזם: בהקשר של תופעות הטבע במכה

עמקים ומעברי הרים במכה

הרי מכה



גיאולוגיה של אזור מכה

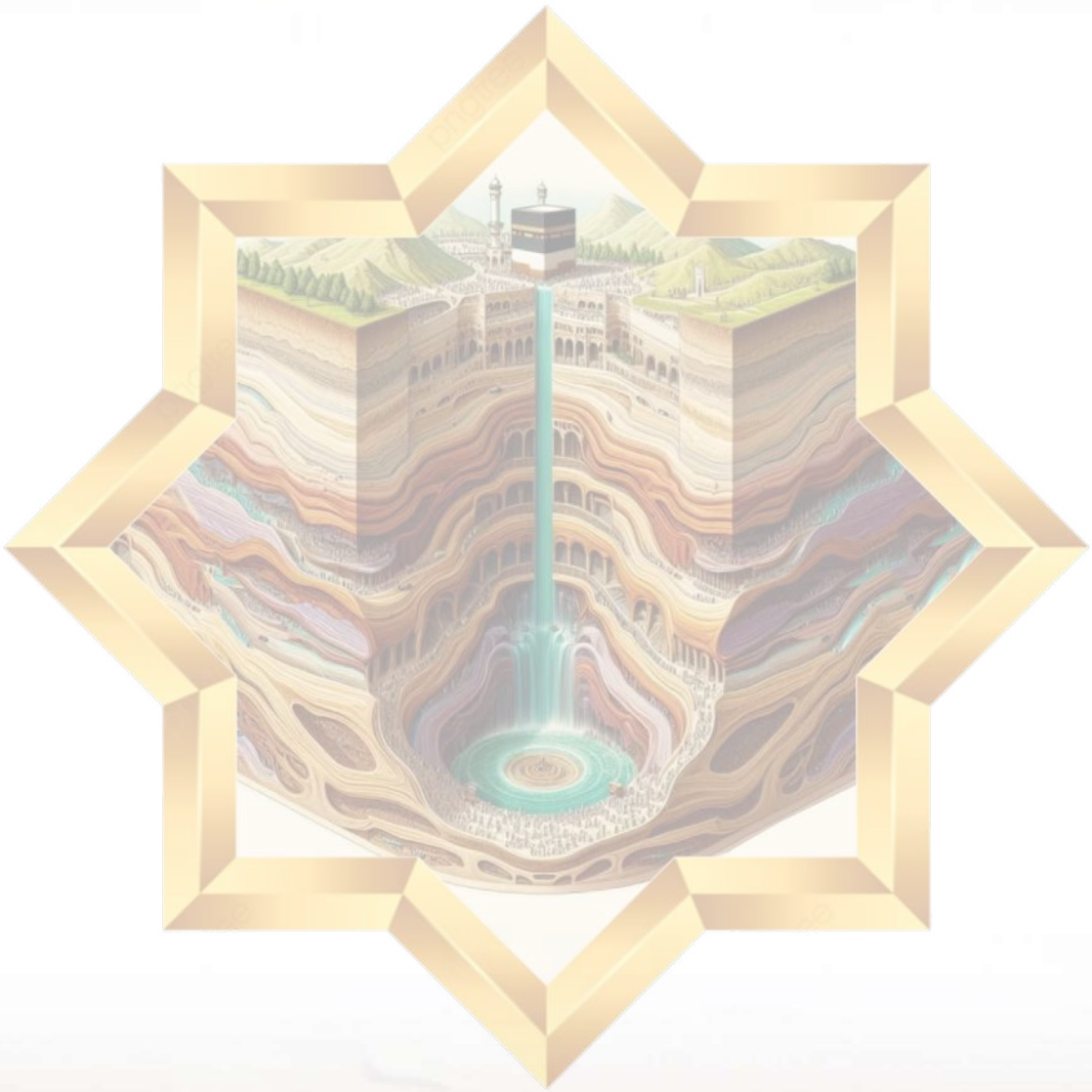
מעיינות המים של מכה

פעילות וולקנית באזור מכה

פעילות סיסמית באזור מכה

הערכת סיכונים סיסמיים

השפעת היסודות על באר זמזם



מבוא

העיר מכה שוכנת בקו רוחב 21.42° צפון ובקו אורך 39.83° מזרח. גובהה נע בין 250 ל-350 מטר מעל פני הים, ועולה בהדרגה ממערב למזרח, תוך שהוא מקיף את האתרים הקדושים **(אל-משאעיר אל-מוקדסה).** מיקום זה נחשב לאחד המורכבים ביותר מבחינה גיאולוגית באזור, ומאופיין בשטח מחוספס המורכב בעיקר מסלעי גרניט קשים, המשקפים את המבנה הגיאולוגי המורכב של האזור.

עמק אברהם (**ואדי אברהם**) שוכן בין שני רכסי הרים המקבילים זה לזה במזרח, במערב ובדרום. הרכס הצפוני מורכב מג'בל אל-פלאק וג'בל קאק'יאן, ואילו הרכס הדרומי כולל את ג'בל אבי חדידה מדרום-מערב למכה, ג'בל קודאי מדרום, ג'בל אבי קובייס מדרום-מזרח וג'בל חנדמה. למכה שלוש נקודות כניסה עיקריות: אל-מאלח (הידועה גם כאל-חוג'ון), אל-מספלה ואל-שביקה.

הטופוגרפיה של מכה מאופיינת במגוון בולט וניתן לחלק אותה לשלושה חלקים המשתרעים מצפון לדרום. הקטע המערבי מתנשא לגובה שבין 200 ל-250 מטרים וכולל כמה פסגות המגיעות עד 400 מטרים מעל פני הים. הקטע המרכזי מתנשא לגובה של מעל 300 מטרים וכולל כמה הרים בעלי חשיבות היסטורית, כגון ג'בל חנדמה, ג'בל אבי קובייס, ג'בל ת'אור וג'בל קאק'יאן. הקטע המזרחי מתנשא לגובה של מעל 400 מטר, עם פסגות המגיעות לגובה של מעל 800 מטר, ובולט במיוחד ג'בל אל-תאריקי, הממוקם מזרחית למינה, הנחשב לפסגה הגבוהה ביותר בהרי מכה ובאתרים הקדושים.

מכה ידועה בעמקים ובנקיקים הרבים שלה, הבולט שבהם הוא **ואדי איברהים**, העמק המרכזי המקיף את המסגד הקדוש והמקור העיקרי המזין את באר זמזם. עמקים משמעותיים נוספים כוללים את 'אורנה', נו'מן, אל-טנ'ים, בקקה, מוחאסיר, בלדה, חוניין, סארף, פח' ו-בטן ד'ו טווא, יחד עם נקיקים רבים המשמשים כנחלים משניים.

האקלים במכה צחיח ודמוי מדבר, המאופיין בגשמים נדירים, עם משקעים שנתיים הנעים בין 25 ל-100 מ"מ, הנובעים בעיקר מרוחות מונסון צפון-מערביות או דרום-מערביות. למרות היובש הכללי, האזור חווה מדי פעם פרקי זמן קצרים של גשם כבד העלולים להוביל לשיטפונות פתע ולאסונות טבע, כולל מספר מקרים שבהם מי השיטפונות הציפו

את המסגד הקדוש. האקלים מתאפיין גם ברמות לחות נמוכות, כאשר הלחות המרבית שנמדדה היא 57% והמינימלית 32%, על פי מחקרים אקלימיים מקומיים.

פרק זה בוחן את התופעות הטבעיות המגוונות באזור מכה, תוך סקירת המאפיינים הגיאולוגיים והגיאוגרפיים המרכזיים המגדירים את האזור הקדוש הזה. הוא נפתח בדיון על השטח ההררי של מכה והנקיקים העמוקים המעצבים את הנוף הייחודי שלה, ולאחר מכן נבחנים העמקים, המשמשים כתעלות טבעיות למים, והמעיינות התת-קרקעיים העולים מתחת לפני השטח.

מנקודת מבט גיאולוגית, הפרק עוסק גם בשברים ובאזורי המבנה של מכה, וכן בהשפעת הבנייה לגובה והיסודות העמוקים על מפלס מי התהום של באר זמזם. מבחינה היסטורית ובעידן המודרני, האזור חווה פעילות סיסמית משמעותית, במיוחד בין מכה לטאף, עם ריכוזים בולטים סביב תקלת דאם ותקלת המזרח. בנוסף, רעידות אדמה התרחשו בשדות הוולקניים (**חראט**) מצפון למכה, הקשורים למערכת התקלות העיקרית של ים סוף.

מבחינה וולקנית, מכה חוותה פעילות וולקנית בולטת בימי קדם, המתבטאת בהיווצרות שדות וולקניים כגון חראת רהאט, חראת קישב, חראת חאדן וחראת נאואסיף (אל-בוקום). אזורים אלה היו עדים לזרימת לבה ולהיווצרות מישורים וחרוטים וולקניים, המתוארכים לשני השלבים העיקריים של התפצלות ים סוף.

לבסוף, הפרק דן במחקרים מתקדמים המעריכים סיכונים סיסמיים באזור מכה באמצעות מודלים חישוביים מתוחכמים. אלה כוללים פיתוח מפות עוצמת רעידות אדמה המבוססות על פרמטרים של תנועת קרקע, כגון תאוצת קרקע מרבית, במטרה להעמיק את ההבנה של סיכונים סיסמיים ולשפר את ההגנה על תשתיות חיוניות באזור.

הרי מכה אל-מכרמה

רוב ההרים המקיפים את מכה אל-מכרמה מאופיינים בצבעם הכהה, שכן הם מורכבים מסלעי מגמה בזלתיים שחורים. בין ההרים הבולטים ביותר – שהיו עדים לאירועים דתיים והיסטוריים חשובים – נמנים:

הר אל-נור

אחד ההרים המוכרים ביותר של מכה אל-מכרמה, הר אל-נור (שפירושו המילולי הוא "הר האור"), נקרא על שם אור הנבואה שהאמינו כי בקע ממנו. בה נמצא מערת חירא **(Ghar Ḥirāʾ)** המפורסמת, אליה נהג הנביא מוחמד ((עליו השלום)) לסגת כדי להתפלל לפני תחילת ההתגלות. הר אל-נור ממוקם בצפון-מזרח המסגד הקדוש. פסגתו דומה לכיפה או לגב גמל. גובה ההר 642 מטר, והוא מתנשא בזווית ישרה עד לגובה 500 מטר, ולאחר מכן ממשיך לרדת בחדות עד לגובה של כ-380 מטר.

אל-אכשאבאן

ידוע כי מכה אל-מכרמה מוקפת בשני הרים בולטים המכונים אל-אכשבין. אלה הם שני ההרים שביניהם עובר מסלול האיפאדה – מערפה למוזדליפה. הם מהווים את הגבול המזרחי של מוזדליפה. הצפוני מבין השניים ידוע כאל-אכשב אל-כביר (אל-אכשב הגדול), ואילו הדרומי נקרא אל-אכשב אל-סג'יר (אל-אכשב הקטן). השביל ביניהם ידוע כ"דרך אל-מעזמאין" או "דרך אל-אכשבין".

שני הרים אלה מיוחסים לעתים למכה, ולעתים למינה, אף שהם נחשבים לתופעה גיאוגרפית אחת. מקורות מסוימים מזהים אותם כהר אבו קובייס והר קאיקאן, בעוד שאחרים טוענים כי הם אבו קובייס ואל-ג'בל אל-אחמר (ההר האדום).

הר עומר

הר עומר ממוקם מדרום-מערב למסגד הגדול, בשכונת אל-מיספלה בקרבת שולי א-שוביקה, בצומת רי' אל-חפאיר וא-שוביקה. הוא משקיף על רחוב אבראהים אל-ח'ליל מאחד ממדרונותיו, וגובהו מגיע ל-394 מטרים. בתקופה שלפני האסלאם, הר זה היה ידוע בשם **ד'א-אסייר** (של סופות הוריקן), והוא כונה גם **ג'בל אל-נובי** לפני ששמו שונה להר עומר.

הר ת'אור

הר ת'אור הוא אחד ההרים המפורסמים ביותר במכה אל-מכרמה. הוא ממוקם מדרום לעיר ( ) וגובהו 728 מטר. ההר משתרע על פני כ-4,123 מטר מצפון לדרום, וכ-4,000 מטר ממזרח למערב. נאמר כי הר ת'אור היה ידוע בעבר בשם הר את'אל, אך לאחר שת'אור אבן עבד מנאף התיישב בו, הוא נודע בשם הר ת'אור על שמו. מערת ת'אור **(ג'אר ת'אור)** בהר היא סלע חלול באורך של כ-1.25 מטרים. יש לה שני פתחים: האחד פונה מזרחה והשני פונה מערבה.

הר אבו קובאיס

הר אבו קובאיס התפרסם בתקופת הקוריישים ונחשב לאחד משני האכשבאיין. הוא ממוקם ממזרח למסגד הקדוש ויש לו חשיבות רבה בשל קרבתו אליו, מה שהופך אותו לאחד ההרים הקרובים ביותר למסגד הקדוש. הר אבו קובאיס מתנשא לגובה של כ-420 מטר מעל פני הקרקע. החלק התחתון של ההר ידוע בשם אל-ספא. מקובל לחשוב – ואלוהים יודע טוב מכולם – כי הר אבו קובייס הוא ההר הראשון שהציב אללה על פני האדמה. כמו כן, נאמר כי בתקופת המבול, האבן השחורה **(אל-חג'ר אל-אסוואד)** הושמה ונשמרה במעמקי הר זה.

הר ח'ינדהמה

הר ח'ינדהמה נמנה עם ההרים המקיפים את מכה אל-מכרמה. על פי מפת רכסי ההרים של מכה, הוא ממוקם בחלק הדרום-מזרחי של המסגד הקדוש. אזורים מסוימים בהר ח'ינדהמה מגיעים לגובה של עד 615 מטר. האזור ידוע בתוואי השטח ההררי והמחוספס שלו. על פי הדיווחים – ואללה יודע הכי טוב – קבריהם של תשעים נביאים נמצאים בתוך הר ח'ינדהמה. מדרונות ההר יורדים בתלילות הן מזרחה והן מערבה, עם שיפועים המגיעים עד 80%, במיוחד באזור המשתרע מצפון לדרום.

הר אל-כעבה

הר אל-כעבה ממוקם בצפון-מערב המסגד הקדוש, במחוז ח'ארת אל-באב. הוא ידוע גם בשם הר מקלא' אל-כעבה (מחצבת אל-כעבה), שנקרא כך משום שהאבנים ששימשו לבניית אל-כעבה מחדש לאחר שנפגעה בשיטפון בשנת 1039 להג'רה (1630 לספירה) נכרו מהר זה.

הר פארן של מכה

הר פארן הוא אחד ההרים של מכה אל-מכרמה, הממוקם באזור חג'אז. יש לו חשיבות היסטורית ודתית כמקום שבו מצאו מקלט האג'ר ובנה אסמאעיל, ושם פרץ מעיין זמזם מתחת לרגליו.

הר אל-טאריקי

הר אל-טאריקי ידוע כבעל הפסגה הגבוהה ביותר מבין הרי מכה והאתרים הקדושים, וגו־ בהו מגיע לכ-900 מטר. הוא שוכן ממזרח לאתר הטקסי מינה, עם הר סלאע ממזרח לו, וממערב לו שוכנת ת'קבה, אחת מפסגות ת'ביר אל-עזאם.

הר תביר

הר תביר ממוקם ממזרח למסגד הקדוש, במרחק של כ-4 ק"מ. הוא מהווה את הגבול הצפוני-מזרחי של מינה, ממש מול הר חירה. ההר משקיף על ג'מראט אל-עקבה ומסגד אל-חייף, ומשתרע עד לקצה הרחוק של מינה ליד מוזדליפה. גובהו של הר תביר הוא כ-856 מטר.

הר ערפאת והר אל-רחמה

הר ערפאת והר אל-רחמה נמנים עם ההרים המפורסמים ביותר של מכה אל-מכרמה. הם שוכנים לאורך הדרך שבין מכה לטאף. הר אל-רחמה, בפרט, הוא אתר מרכזי במהלך החג', שכן עולי הרגל עומדים עליו ביום ערפאת, בדוגמת הנביא ((עליו השלום)). הר אל-רחמה מורכב מאבנים גדולות, שחורות וחלקות. הוא שוכן ממזרח להר ערפאת, אורכו כ-300 מטר, היקפו 640 מטר, ובסיסו מתנשא כ-65 מטר מעל הקרקע שמסביבו.

הר אל-סיידה

הר אל-סיידה ("הר הגברת") ממוקם בצפון-מזרח המסגד הקדוש, במחוז אל-חוג'ון. בבסיסו שוכן בית הקברות מאעלא, שבו קבורה הגברת חדיג'ה בת חוואליד, אשתו של הנביא ((עליו השלום)). ההר נקרא על שמה. גובהו כ-400 מטר, והוא משקיף על השכונות אל-ג'ומייזה, אל-עוטיבייה ואל-חוג'ון. ישנו הר נוסף הנושא את אותו השם, הממוקם באל־מיספלה, בקצה א-שוביקה, ליד הגשר המחבר בין אל-חפאיר לא-שוביקה.

הר אל-סביח (מערת אל-מורסלאת)

מערת אל-מורסלאת (שמשמעותה המילולית היא "הרוחות המשתוללות") ממוקמת בתוך אתר הפולחן של מינה, בין מסגד אל-חייף להר אל-סביח, המשקיף על המסגד מכיוון דרום-מערב. כך מסופר על ידי עבדאללה אבן מסעוד (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנו): "היינו ב- עם הנביא ((עליו השלום)) במערה כאשר הפסוק 'על ידי אלה [הרוחות – אל-מורסלאת] הנשלחות בסופות...' התגלה לו."

איור משוער המציג את ההרים, העמקים והנקיקים המפורסמים ביותר המקיפים את אזור המסגד הגדול.

עמקי מכה אל-מכרמה

מכה אל-מכרמה ידועה בשפע העמקים והמעברים ההרריים שלה, עד כדי כך שנא־מר: **"תושבי מכה מכירים את נתיבי ההרים שלה יותר מכולם."** מעברים הרריים אלה מורכבים מנתיבי מים קטנים – למעשה ענפים של עמקים גדולים יותר – והם בדרך כלל צרים, קצרים וקטנים בהשוואה לעמקים הראשיים.

עמק אברהם

זהו העמק העיקרי המספק את מי באר זמזם באזור המסגד הקדוש, והוא המוזכר בדברי אללה יתברך:

"אדונינו! השכנתי חלק מצאצאיי בעמק בלתי מעובד ליד ביתך הקדוש (הכעבה במכה); כדי, אדונינו, שיוכלו לקיים את התפילה (סלאח), לכן מלא את ליבם של בני האדם באהבה כלפיהם, ו(אללה) ספק להם פירות כדי שיוכלו להודות." [אבראהים: 37]

לעיתים הוא מכונה עמק בקקה. **Al-Azraqī (1996)** ציין: **"ובקקה הוא העמק שבו נמצאת הכעבה."** אללה הכל-יכול אמר גם:

"אכן, הבית הראשון [לפולחן] שהוקם עבור האנושות היה זה שבמכה – מבורך ומנחה לעולם." [אל-עמראן: 96]

Al-Fākihī (1994) טען טענה דומה, והוסיף: **"ולב מכה ושאר העמק הוא מכה, בי־ניהם אל-מורבאע וחומת אבן ברמק."**

עמק אברהם נחשב לאחד העמקים הגדולים ביותר, והוא משתרע על רוב שטחה של מכה ושכונותיה. שטח אגן העמק הוא כ-42 קמ"ר. היישוב האנושי הראשון בעמק זה הוקם על ידי צאצאיו של הנביא אברהם ((עליו השלום)), ולכן הוא נקרא על שמו. בהמשך התיישב במקום גם שבט ג'ורחום. העמק משתרע מאש-שראעי במזרח ועד אל-קאעקיה בדרום, ועובר דרך המסגד הגדול. הוא מתחיל בצפון מכה, שם הוא רחב במקורו באש-שראעי, ולאחר מכן הופך לצר מאוד בין הר אל-נור להר תביר, לפני שהוא מתרחב שוב באל-אבתח, אל-עאדל, אל-רודה ואל-מאעבידה. הוא מצטמצם שוב מאל-ג'ומאיזה דרך המסגד הגדול ואל-מיספלה, ולבסוף מתרחב שוב במישורי אל-שומייסי ועורנה.

עמק עורנה

Al-Azharī (2001) ציין כי **בטן עורנה** הוא עמק הממוקם מול ערפאת. אחרים תיארו את בטן עורנה ככולל את שטח מסגד ערפה ואת אזור הנגר העילי הסובב אותו. **Muḥibb al-Ṭabarī (1967)** קבע: **"עורנה היא מה שנמצא מעבר לעמק ערפאת; לא העמק ולא המסגד נחשבים לחלק ממנה. היא משתרעת לכיוון ההרים שממול, חומות אבן עאמר וכביש אל-חודן. מה שנמצא מעבר לכך אינו חלק מעורנה."**

Al-Bilādī (1985) הסביר כי עורנה היא אחד העמקים העיקריים של מכה. ראשה נוצר משני ענפים: הענף הדרומי, הנקרא אל-בוג'יידי, גובל בהר קבקב מצפון, והענף הצ־פוני הוא עמק חוניין. העמק ידוע גם בשם עמק א-שראעי. כאשר שני הענפים מתמזגים, החלק המזרחי מכונה עורנה. העמק כולו שוכן בשטח שבט קוריש.

בטן ד'תוא

עמק זה עובר בין אל-חוג'ון לראי אל-כאל, עובר דרך ג'רוואל ומתחבר לעמק אבראהים באל-מיספלה. בחלקו העליון שוכן אזור שנקרא בעבר ראי אל-לוסוס, ושמו שונה מאוחר יותר לראי אל-סאד. בחלקו האמצעי של העמק שוכנת שכונת אל-עוטיבייה, ובקצהו הת־חתון נמצאים ג'רוואל ולאחר מכן אל-טנדבאווי (שמכונה גם אל-טנטבאווי על ידי חלק מה־תושבים המקומיים). כל האזור הזה מהווה את השטח הגיאוגרפי של עמק טוואה, אחד משלושת העמקים העיקריים המרכיבים את המתאר העירוני של מכה כיום.

Al-Bilādī (1985) ציין כי המקום המכונה כיום "תוא" הוא למעשה **"ביר תוא"** (באר תוא), הממוקמת בג'רוואל בין קובה לראי א-בי-להאב. מדובר בבאר מרופדת באבנים, ומע־ליה מבנה בנוי. זהו המקום שבו שליח אללה ((עליו השלום)) בילה את הלילה שלפני פתי־חת (ביבוש) מכה, כפי שתועד פה אחד על ידי היסטוריונים של מכה ומחברי הביוגרפיה של הנביא.

עמק בלדה (עמק מכה)

Al-Bilādī (1985) זיהה את בלדה כעמק השני בחשיבותו במכה, המקיף אזורים כגון אל-שוהדא ואום אל-דוד (הנקרא כיום אום אל-ג'וד). אל-עזראקי דיווח כי **בטן מכה**, בצד ד'ו טווא, משתרע **מאל-תאנייה אל-בידא** – המעבר המוביל אל-תנעים – ועד **תאניית אל-חשאחאס**, הנמצאת בין ד'ו טווא לאל-חשאחאס. . **Al-Ḥamawī (1995)** ציין כי בלדה היא

עמק ממערב למכה. **Al-Bakrī (1992)** הזכיר כי היא נמצאת ליד אל-ג'ראחיה, על הדרך מאל-טנעים למכה, וכי אל-אזרקי התייחס אליה כ**"עמק מכה".**

אל-אזרקי ציין עוד כי בתקופתו, לכל חלק של בלדה היה שם נפרד: האזור הסמוך לחירא היה ידוע **כמכה אל-סידר**, והאזור הסמוך לאל-שוהאדה נקרא **פחח**. נראה כי השם "בלדה" התייחס במקור רק לאזור שמעבר לאל-זהיר לכיוון אל-חודייבייה (אל-שומייסי).

עמק אל-טנעים

Al-Ḥamawī (1995) דיווח כי טנעים הוא מקום במכה הנמצא בגבולות **אל-חיל**. הוא שוכן בין מכה לסריף, במרחק של כ-2 פרסאנגים (**פארסאך**) ממכה, אם כי יש הטוענים כי המרחק הוא 4 פרסאנגים. **Al-Bakrī (1992)** ציין כי מי שמתכוון לערוך עומר נכנס **לאיחראם** מטנעים. זהו המקום שממנו הורה שליח אללה (יברך אותו אללה ויתן לו שלום) לעבד אל-רחמן אבן אבו בכר לעזור לעאישה (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנה) להתחיל את העומרה שלה.

המקום נקרא טנעים משום שההר מימינו נקרא **נעים**, וההר משמאלו נושא את אותו השם. העמק עצמו ידוע בשם **נועמן**. **Al-Fākihī (1994)** סיפר מפי עבדאללה אבן עות'מן כי השם טנעים נגזר משם העמק. יש הסוברים בטעות כי **נועמן** המוזכר כאן מתייחס **לנו־עמן אל-אראק**, אך אין זה נכון, שכן עולי הרגל העושים דרכם אל המסגד לצורך עומר אינם נמצאים בקרבת **נועמן אל-אראק**. כיום, טאנים נחשב למחוז הקרוב ביותר למסגד הקדוש.

עמק חוניין

Al-Bakrī (1992) ציין כי חוניין הוא עמק ליד טאיף, הממוקם כ-20 ק"מ ממכה. בדרך כלל הוא נחשב לזכר, שכן הוא מתייחס למקור מים. העמק הוא המקום שבו שליח אללה ((עליו השלום)) הביס את שבט חוואזין. מקורות מסוימים מדווחים כי הוא נקרא על שם חוניי**מ ובא הניאק ובא ו**הלאיל. **Al-Bilādī (1985)** תיאר אותו כאחד מעמקי מכה. הוא זורם מהרי סראט, מהאזור סביב טאד וטנדבה, ואז יורד מערבה, עובר בין הר קנתיל המפורסם מימינו ובין שני ההרים המכונים לבן משמאלו. כיום הוא מכונה עמק א-שראעי, והשם "חונאיין" כבר אינו בשימוש.

מקור המים של חוניין שוכן 36 **ד'ירא** (יחידות מידה) מזרחית למסגד הקדוש. בתקופתה, אום ג'עפר זוביידה, אשתו של הח'ליף הארון אל-רשיד, ניסתה להוביל מים מחוניין למכה על ידי חציבת נתיב במעבר ההרים ח'ול. אולם, בשל חוסר היעילות של הפרויקט, היא נטשה אותו ובמקום זאת הפנתה את המים מעין נועמן, שנודעה לימים בשם **עין זוביידה.**

עמק סאריף

לדברי **Al-Bakrī (1992),** סאריף שוכנת במרחק של כשישה מיילים ממכה, על הדרך למאר, אף כי מקורות אחרים מציינים כי המרחק היה שבעה, תשעה או אף 12 מיילים. כיום, המקום אינו מיושב עוד. הנביא מוחמד ((עליו השלום)) נשא לאישה את מימונה בסאריף עם**אל הכמם ובוש** חר שסיים את טקסי העלייה לרגל, והיא נפטרה שם מאוחר יותר. מימונה חלתה במכה ואמרה: **"הוציאו אותי ממכה, כי שליח אללה אמר לי שלא אמות שם."** כך הובאה לסאריף, אל העץ שתחתיו נהג הנביא לשבת, ושם נפטרה בשנת 659 לספירה.

Al-Bilādī (1985) תיאר את סאריף כעמק גדול ואחד מיובליו של מר אל-זהראן. מקורו בהר אזלאם ובאזורים הסובבים אותו. העמק ממשיך דרך אל-ג'יראנה ואז יורד לעמק אל-זאוויה, ואחריו עמק אל-וסאיעה. הוא נחתך על ידי הכביש ממכה למדינה, כ-12 ק"מ צפונית למכה, לפני שהוא מתאחד עם מר אל-זהראן בדף חוזה. לאורך מסלול זה שוכנת תחנת המים אל-נאוואריה.

עמק פח'

Al-Azraqī (1969) דיווח כי פח' הוא העמק המתחיל בבסיס אל-ת'אנייה אל-בידא' ומשתרע עד עמק בלדה. זהו העמק שחוצים בדרך לג'דה, משמאל לדו-טווה. **Al-Ḥamawī (1995)** זיהה אותו כעמק במכה, וחוקרים מסוימים משווים אותו לעמק אל-זאהיר. לפי **Al-Bilādī (1985)**, פח' הוא עמק שאגני ההיקוות העליונים שלו מקורם בהר אל-סיטאר לכיוון דרך נג'ד ובהר חירא והאזורים הסובבים אותו.

כיום הוא ידוע בכמה שמות: החלק העליון שלו מכונה "**דרך עשר**", החלק האמצעי כולל **את אל-זהיר** ואל-שוהדא, והחלק התחתון ידוע בשם אום אל-ג'וד.

עמק מוחאסיר

Al-Ḥamawī (1995) תיאר את עמק מוחאסיר במקום הממוקם בין מכה לערפאת. יש הטוענים כי הוא שוכן בין מינה לערפאת, בעוד שאחרים ממקמים אותו בין מינה למוזדליפה. עם זאת, הוא נחשב נפרד הן ממינה והן ממוזדליפה. **Al-Muḥibb al-Ṭabarī (1967)** ציין כי העמק מתחיל מהצד המזרחי של ההר, משמאל לכביש המוביל למינה. על פי חוקרי האסלאם, מדובר בנתיב מים נפרד המשתרע בין שני האתרים.

Al-Bilādī (1985) תיאר אותו כעמק קטן היוצא מהצד המזרחי של אל-טביר אל-עזאם, בקרבת שולי נקבה. הוא נשפך לעמק ערה. במעבר בין מינה למוזדליפה, הוא מסמן את הגבול ביניהן לפני שהוא פונה דרומה. הנחל זורם ליד מעיין עין אל-חוסינייה לפני שהוא נשפך לעורנה. לפני שהוא מגיע לנקודה זו, הוא מתמזג עם שלושה עמקים המכונים אל-מפאג'יר, ויוצר נחל אחד. במוחסיר אין חקלאות או בנייה.

בקרב הציבור, מוהאסיר ידוע בדרך כלל בקטע הדרך שעוברים עולי הרגל בין מוזדליפה למינה, שבו הותקנו שלטים. הוא נקרא "מוהאסיר" משום שהפיל של אברהה אל-חבאשי עצר שם, ולא היה מסוגל להמשיך. לכן, הסונה היא שעולי הרגל יאיצו את צעדיהם בעת חצייתו, בין אם ברגל ובין אם על גבי בהמה. החבר ג'אביר אבן עבדאללה סיפר כי הנביא ((עליו השלום)) הגביר מעט את קצב הליכתו בעת שהגיע למוחסיר במהלך החג'. כמו כן, דווח כי עומר אבן אל-ח'טאב (יהי רצון שאללה יהיה מרוצה ממנו) נהג באופן דומה.

עמק נועמן (נועמן אל-אראק)

Al-Bakrī (1992) ציין כי עמק זה שוכן בין ערפאת למינה, והוא ידוע בשפע עצי **האראק** (Salvadora persica) שבו. **Al-Ḥamawī (1995)** ציין כי הוא ממוקם בין מכה לטאף, וכי המרחק מקצהו התחתון למכה הוא כמחצית מסע לילה. העמק זורם בסופו של דבר אל וודאן.

לדברי **Al-Bilādī (1985)**, נועמן הוא אחד העמקים הגדולים באזור מכה. יובליו העיקריים נובעים מהרמות הגבוהות של חג'אז, כגון הרי קארה, עאפר וטאפטאפן. ענפיו העיקריים כוללים את אל-דאיקה, אל-קור ואל-שאר, בעוד שתעלותיו העליונות נקראות אל-סודור. במהלך זרימתו, מצטרפים לעמק יובלים כגון עארעאר, סאר ורח'אן, המקבלים מים

מהרים בולטים כמו קבקב ויאלאם (הידוע גם באל-חשאע). העמק מתנהל כמעט בקו ישר, ועובר מדרום לערפאת בשדה ראייה מלא. לאחר שהוא עובר את ערפאת, הוא מתמזג עם עמק אורנה, ובנקודה זו השם "נועם" מפסיק לשמש.

Al-Bilādī (1985) ציין גם כי בעמק יש מעיינות כגון עין זוביידה, עין סמר ועין אל-עבידייה, וכי ההרים הסובבים אותו ידועים בייצור דבש באיכות גבוהה.

עמק יאג'יג'

Al-Bakrī (1992) דיווח כי עמק זה יורד ממזרח לכיוון מכה ונמצא בקרבתה. **אל-בילאדי** ציין כי כיום הוא ידוע בשם "יאג'" ועובר מצפון לעומרה באל-טנעים. הוא נשפך למאר אל-זהראן בדף חוזה, בין אתר זה לאל-מקווה. בקרב תושבי מכה, הוא מכונה בדרך כלל עמק ביר מוקית, על שם באר הממוקמת שם.

הקטע שדרכו עובר הכביש בין מכה למדינה הפך לאזור עירוני ובו גנים צנועים. בעבר היה זה מקום מגוריו של אבן אל-זוביר. בקצהו הצפוני נמצא המקום שבו נהרג החבר הקרוב חביב אבן עדי אללה – שבוי מיום אל-ראג'י.

עמק פאטימה

זהו נחל עונתי הממוקם בתוך גבולות אזור מכה. העמק משתרע על פני 210 ק"מ, וחוצה את מחוזות טאיף, אל-ג'ומום וג'דה. הוא זורם ממזרח למערב, מקורו ברמות אל-סראוואט ליד טאיף, ובסופו של דבר הוא נשפך לים סוף ליד מחוז אל-חומרה מדרום לג'דה, בשיפוע ממוצע של 7 מ' לק"מ.

עמק פאטימה מוזן משני יובלים עיקריים: עמק אל-שאמיה ועמק אל-ימאניה. ההרכב הגיאולוגי שלו כולל אורתו-גנייס ופרה-גנייס, סלעי בזלת ואנדזיט (קבוצת ג'דה), משקעים וולקניים קלסטיים עד משקעים שעברו שינוי צורה (קבוצת פאטימה), גברו, דיוריט, ומגוון גרניטים הנעים מטונליט ועד גרניט אלקלי, בדרך כלל בצבע אפור או ורוד. תצורות אלה מכוסות בחלקן בבזלת שיטפונות. מספר עמקים חצבו בסלעים אלה והפקידו משקעים מהתקופה הקוורטרנרית, כולל חולות אאוליים.

המפה הגאולוגית הפשוטה מסווגת את האזור כדלקמן **(Abdelkareem et al., 2023):**

- סחף: 9.65%
- גנייס ג'דה-פאטימה: 25.68%
- בזלת שיטפונית: 16.42%
- גרניט-גברו: 48.25%

עמק אל-מוגאמיס

אל-מוגמיס – שמשמעותו המילולית היא "שקוע" – נגזר מהפועל **ג'מאסה** ("לשקוע"). ההנחה היא שהשם מתייחס לאזור נמוך שבו הרגליים או המים עלולים לשקוע. העמק ממוקם ממזרח למכה, לאורך הכביש בין מכה לטאף, ליד אל-סיל אל-כביר ומיקאת קרן אל-מנאזיל.

יש לו חשיבות דתית והיסטורית, במיוחד בהקשר לביוגרפיה של הנביא מוחמד ((עליו השלום)) ולאירועי קרב טאיף. מסופר כי אל-מוגאמיס הוא המקום שבו שלח אללה את ציפורי **האבאביל** להמטיר אבני חרס שרופות על צבא אברהה, כפי שמצוין בסורת אל-פיל, כאשר אברהה ניסה להרוס את הכעבה.

עמק אל-חראמיין

עמק זה ממוקם במזרח או בדרום-מזרח מכה, סמוך לערפאת מהצד המזרחי. הוא כולל סדרה של מישורים שבהם ניתן לראות כתובות אסלאמיות קדומות החרוטות בסל־עים. מקור שמו אינו ברור בשל היעדר תיעוד מובהק, אך ייתכן שהוא קשור ליובש האזור או לטופוגרפיה הקשה שלו.

עמק אל-עזיזיה

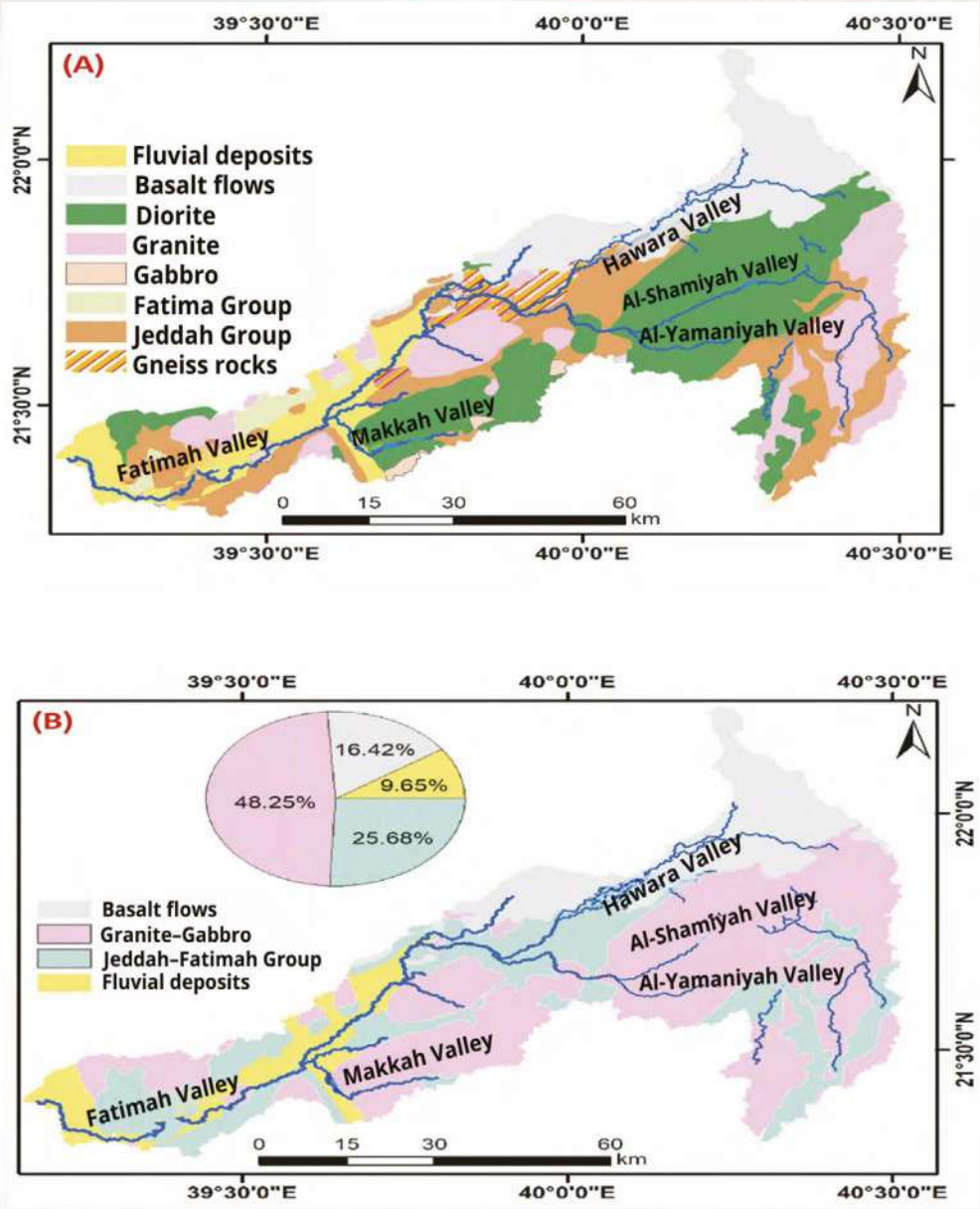
עמק אל-עזיזיה הוא אחד העמקים באזור המסגד הקדוש, השוכן בין הרים סלעיים ומישורים עם שיפועים טבעיים המקלים על איסוף מי גשמים וזרימתם בעמק. הוא מקבל את מימיו מג'בל אל-חנדמה, שם רכס ההרים משמש כקו פרשת מים בין עמק אל-עזיזיה לעמק אבראהים. המים ממשיכים בדרכם לעבר אזור אל-עוואלי ומסתיימים לבסוף באזור אל-חוסינייה.

עמק מינה

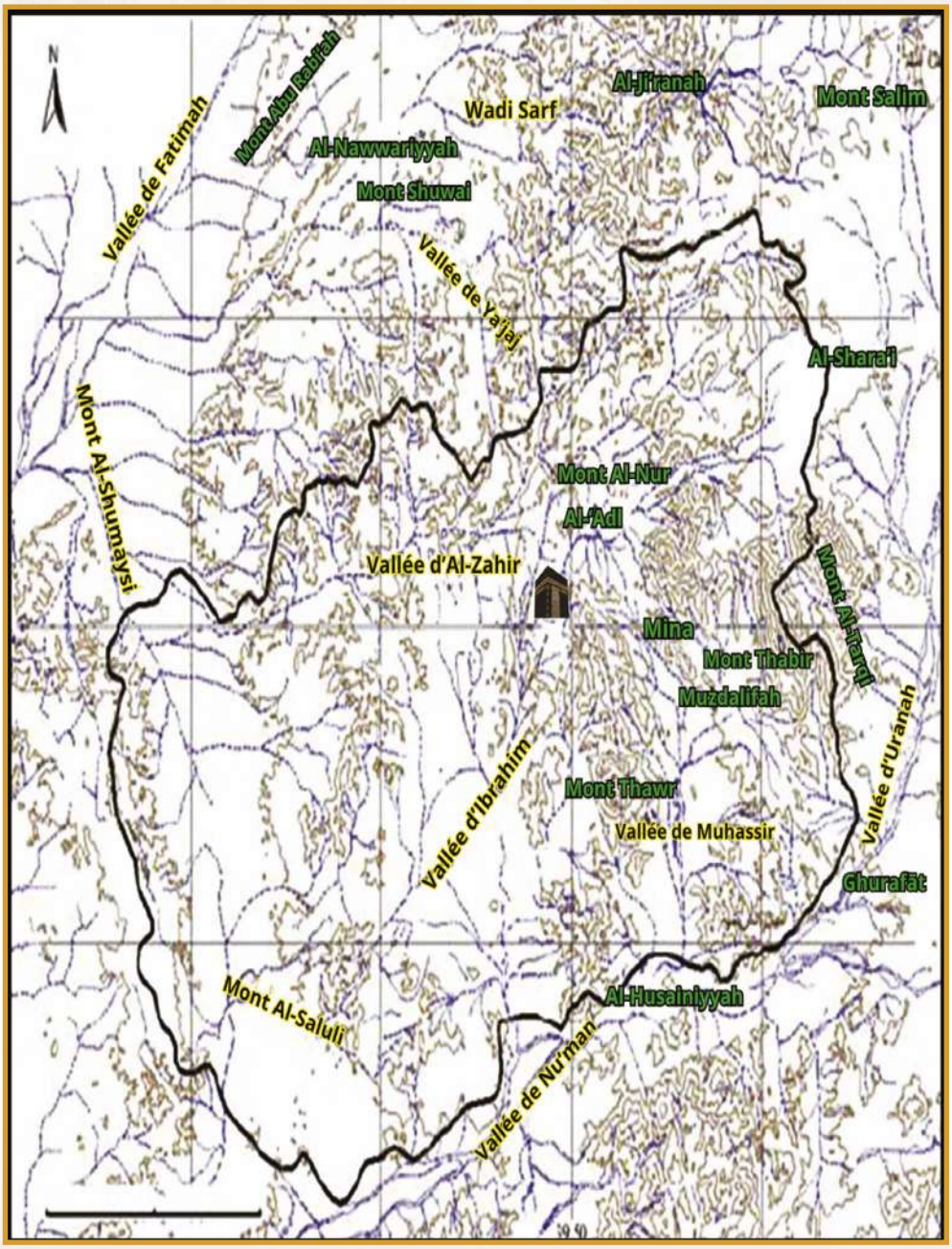
עמק מינה ממוקם ממזרח למכה, ובאופן ספציפי מצפון-מזרח למסגד הקדוש, במ־רחק של כ-7 קילומטרים. הוא שוכן בין הר תביר מצד אחד להר אל-נור מצד שני. העמק משתרע מאזור הג'מראט במערב ומסתיים בעמק מוחאסייר במזרח.

עמק מינה

עמק מינה ממוקם ממזרח למכה, ובאופן ספציפי מצפון-מזרח למסגד הקדוש, במר־חק של כ-7 ק"מ. הוא שוכן בין הר תביר מצד אחד להר אל-נור מצד שני. העמק משתרע מאזור ג'מראט במערב ומסתיים בעמק מוהאסיר במזרח.



האיור העליון (A) מציג מפה גיאולוגית של עמק פאטימה, המציגה יחידות סלע ואגני ניקוז. האיור התחתון (B) ממחיש את סיווג הפרופורציות של סלעים ומשקעים בעמק (ערוך על פי Abdelkareem et al., 2023).



מפה המציגה את העמקים וההרים באזור המסגד הקדוש

(ערוך על פי Mirza & Al-Baroudi, 2005).“

מעברי ההרים של מכה

מעבר הרים מתייחס לפער או לפתח בין שני הרים, ולעתים קרובות מתאר עמק או אזור הממוקם בין שתי תצורות הרים. מעברי ההרים של מכה הם יותר מסתם תכונות גיאוגרפיות; הם חלק בלתי נפרד מהזהות ההיסטורית והתרבותית של העיר. מעברים אלה מילאו תפקיד מרכזי בהקמת שכונות ובעיצוב אירועים מרכזיים לאורך ההיסטוריה האס־לאמית. שמותיהם וציוני הדרך הנצחיים משמשים עדות למורשת העמוקה של מכה ולמג־וון הגיאוגרפי והחברתי העשיר שלה. למעברי הרים אלה יש גם חשיבות חברתית, כלכלית ודתית משמעותית.

מבחינה היסטורית, המעברים היו אתרים טבעיים שבהם התיישבו תושביה הראשו־נים של מכה. הם סיפקו מחסה מפני תנאי אקלים קשים, כגון רוחות עמוסות חול וחום השמש העז, הודות לנוכחות המגנה של ההרים הסובבים. מעברים אלה שימשו גם כגבו־לות טבעיים בין שטחי השבטים וסיפקו הגנה מפני פלישות, בשל השטח ההררי שהקשה על תנועה מהירה. יתר על כן, הם שימשו כנתיבים טבעיים שחיברו את מכה לאזורים הסובבים אותה, ותרמו להתפתחותה כמרכז דתי ומסחרי חשוב.

מכה שוכנת בעמק ארוך וצר בתוך רכס הרי סראוואט, הידוע בעמק אברהם. היא מוקפת בהרים, גבעות צחיחות ותצורות סלע מוצקות, מה שהופך את מעברי ההרים למ־רכיב טבעי בטופוגרפיה של העיר. בתי מכה פזורים ברחבי העמק ובמעברי ההרים הללו, כששכונות ישנות וחדשות מתפתחות בתוך המעברים. בין המעברים המפורסמים ביותר ניתן למנות:

- **מעבר ההרים אבי טאליב**: מעבר זה, הממוקם בין הר אבו קובייס להר אל-חנדמה, היה בעבר בבעלות עבד אל-מוטליב, ולאחר מכן עבר בירושה לבני האשים. מבחינה היסטורית, הוא ידוע כמקום שבו כפתו בני קוריש מצור בן שלוש שנים על המוסלמים בשנים הראשונות של שליחותו של הנביא מוחמד ((עליו השלום)). כיום, חלק ניכר ממנו שולב בהרחבות של המסגד הקדוש, ונותר רק שטח קטן, המכונה **סוק אל-לייל** ("שוק הלילה").
- **מעבר הר עאמיר**: מעבר בעל חשיבות היסטורית הממוקם מצפון לאזור אג'יאד של ימינו.

- **מעבר ההרים עלי**: מעבר ידוע הקשור למספר שכונות היסטוריות במכה.
- **מעבר ההרים בני האשים**: מזוהה לעתים עם מעבר ההרים אבי טאלב, על שם שבט בני האשים שחי שם.
- **מעבר ההרים אל-חוז, מעבר ההרים עמר (אל-מלאווי) ומעבר ההרים עות'מן (אל-רודה)**: אלה הם מעברי הרים סמוכים הממוקמים באזורי אל-רודה ואל-מאעבידה של ימינו.
- **מעבר ההרים בני מחזום**: נקרא על שם שבט בני מחזום, וממוקם באזור אל-מאעבידה של ימינו.
- **מעבר ההרים אל-מאעבידה**: אחד מהשלוחות הצפון-מזרחיות של מכה, בסמוך לש־כונת אל-מאעבידה.
- **מעבר ההרים בני ג'ומה**: ממוקם ממערב למסגד הקדוש, על שם שבט בני ג'ומה.
- **מעבר ההרים בני סאהם**: ממוקם מדרום-מערב למסגד הקדוש.
- **מעבר ההרים אל-נקאסאה**: מעבר זה, הממוקם מדרום-מערב למכה, היה מיושב עוד מימי קדם.
- **מעבר ההרים אל-עוטיבייה**: מעבר הרים שהפך לשכונת מגורים ידועה במכה.
- **מעבר ההרים אל-מורבאע (שכונת אל-זאהיר)**: בעבר כלל את הר אל-ברוד וכמה בא־רות.
- **מעבר ההרים אל-מוגש**: משתרע מרחוב אל-מנסור ועד לקצה אל-מיספלה.

מעיינות המים של מכה

מעיינות המים של מכה נוצרו באמצעות רשת מורכבת של מעיינות טבעיים ותעלות מעשה ידי אדם, שפותחו על ידי שליטים מוסלמים החל מתקופת האסלאם המוקדמת. הבולט שבהם הוא **מעיין זוביידה**, פלא הנדסי של תקופתו, שנבנה כדי לספק אספקת מים רציפה לעולי הרגל ולתושבי מכה. מעיינות אלה היו יותר מסתם מקורות מים לשתייה — הן היוו חלק בלתי נפרד מהמרקם החברתי, הדתי והכלכלי של העיר, והיום הן מוכרות כחלק מנכסי התיירות המורשתית של מכה.

כיום נעשים מאמצים להחיות את המעיינות ההיסטוריות הללו ולקדם אותן כאט־רקציות תיירותיות. שרידיהן עדיין מעידים על שורשיה ההיסטוריים העמוקים של העיר **(Rally, 2009).** היסטוריונים מסכימים כי הראשון שהביא מי מעיין למכה היה **מועאוויה אבן אבו סופיאן**, אשר במהלך שלטונו כחלף חיבר עשרה תעלות למסגד הקדוש. הוא בנה תעלות הגנה למקורות אלה, הכוללות קירות ואגנים.

מעיינות המים של מכה מייצגים כמה מההישגים ההיסטוריים וההנדסיים הבולטים ביותר, ומילאו תפקיד חיוני באספקת מים לתושבי העיר ולעולי הרגל לאורך מאות השנים. הם היו חיוניים לחיי היומיום, וסיפקו מים לשתייה, לחקלאות ולטיהור טקסי.

- **מעיין זוביידה** מקורו **בעמק נועמן**
- **מעיין אל-חומאייה** נובע **מעמק אל-עשר**
- **מעיין זעפרן** נובע מצפון-מזרח ומצפון למכה

חלק ממעיינות אלה התייבשו מאז עקב מחסור בגשמים או שיטפונות עונתיים. מקורותיהם נמצאים בשכבות מי התהום של סלעים מגמטיים ומטמורפיים, שם סדקים גיאולוגיים מאפשרים את זרימת המים. בנוסף למעיינות, היו מספר בארות משמעותיות – **באר זמזם**, **באר טנעים ובאר שורקה** – אשר מילאו תפקיד מכריע באספקת המים, במיוחד בתקופות שבהן זרימת המעיינות פסק.

מעיין זובּיידה

מעיין זובּיידה הוא מקור מים חשוב ושופע, שנקרא על שמה של **זובּיידה בת ג'עפר אבן אבו ג'עפר אל-מנסור**, אשתו של הח'ליף הארון אל-רשיד. המעיין נובע מהר נישא בשם **תד**, הממוקם בין הרי **ת'קבה** לאורך הדרך בין טאיף למכה. זובּיידה הורתה על בניית תעלות להובלת מים למכה והקימה שבעה מאגרים לאיסוף מי גשמים מההרים הסובבים. מאגרים אלה הפכו מאוחר יותר למעיינות עצמאיים, שכל אחד מהם מכונה **"עין"** (מעיין). שבעת המאגרים/המעיינות כוללים: **מישאש**, **מימונה**, **אל-זעפרן**, **אל-ברוד**, **אל-טרפי**, **ת'קבה ואל-ח'ריבאט**. כל אלה מתלכדים לתוואי מעיין **חוניין**, הנחשב למקור העיקרי של מעיין זובּיידה **(Al-Sharif, 2020).**

זובּיידה הורה גם על הסטת מי המעיינות מעמק נועמן לערפאת. מים אלה מקורם בזנב הר קארה באזור טאיף, והם זורמים לכיוון מקום המכונה **אל-אווג'אר** בעמק נוע־מן. משם הועברו המים בתעלות תת-קרקעיות לערפאת, והגיעו להר אל-רחמה. התעלה הקיפה את האתר הקדוש, והתפצלה למספר מאגרים בתוך ערפאת כדי לספק מי שתייה לעולי הרגל ביום ערפה. ברזים מאבן מעוצבים להפליא הותקנו כדי להקל על הגישה. תעלות נוספות נבנו סביב הר אל-רחמה כדי לאסוף מי טהרה ולהסיט אותם לעבר החוות הסובבות באזור ערפאת.

לדברי **(Al-Sharif, 2020)**, מעיין **חוניין** מזינה את מעיין זובּיידה, שמקורו מתחת להר קארה בקצה העליון של עמק נועמן. התעלה ממשיכה לכיוון **מוזדליפה**, שם נבנתה תחנת מים ליד **אל-משעאר אל-חראם**. לאחר מכן, המעיין זורם למאגרים רבים – חלקם שמורים לעולי הרגל וחלקם לבעלי החיים. ממוזדליפה, התעלה זורמת מעל הקרקע לכיוון אזור **עזיזיה** ליד מינה, וחוצה רכס הרים כדי לספק לו מים. לאחר מכן היא ממשיכה מתחת לקרקע, ומופיעה שוב בבאר גדולה מרופדת באבנים המכונה **ביר זובּיידה** (באר זובּיידה), הממוקמת באזור המכונה כיום **מחבס אל-ג'ין**. זהו נקודת הסיום של מערכת תעלות מעיין זובּיידה.

המעיין נשאר פעיל במשך למעלה מ-1,200 שנה. בשנת 1946 לספירה, בתקופת שלטונו של **המלך עבד אל-עזיז** (יהי זכרו ברוך), הוקמה מחלקה ייעודית כדי לפקח על שיקום המעיין, אשר לאחר מכן חזר לספק מים. עם זאת, מאוחר יותר נקבע כי קיבולת

המעיין כבר אינה עונה על צורכי האוכלוסייה הגדלה של תושבים ועולי רגל. כתוצאה מכך, נחתם הסכם חדש בין השלטון המלכותי לבעלי המעיינות בעמק פאטימה, שהוביל להקמת מקור מים חדש המכונה **מעיין אל-עזיזיה**.

מעיין חוניין (מעיין אל-שרעי)

מעיין חוניין, המכונה כיום גם **מעיין אל-שרעי**, מתוארך למאה ה-2 להג'רה. הוא שוכן מצפון-מזרח למכה, כ-26 קילומטרים מהמסגד הקדוש, בתוך עמק חוניין (כיום אל-שרעי). המעיין הוקם בהוראת **הגברת זובוידה** ונחשב לפרויקט התשתית הגדול המוקדם ביותר שנועד לספק מים לעולי הרגל. תעלות מים נחפרו בעמקי אל-סדר ואל-נועם כדי לספק לו מים. המעיין מהווה עדות להנדסה ההידראולית המתקדמת של תקופתו, כשחלק מהשרידים עדיין נראים לעין כיום, והוא נותר אחד מאתרי ההיסטוריה החשובים של מכה.

מעיין אל-מישאש

מעיין אל-מישאש היה חלק ממערכת מעיינות זובוידה הנרחבת, שהשתרעה על פני 26 קילומטרים מהגבהים של **הר אל-קור** בעמק נועמן ליד טאיף ועד לעיר מכה. הוא עבר דרך האתרים הקדושים מינה, ערפאת ומוזדליפה. מעיין אל-מישאש, הממוקם על **הר אז-לאם באל-ג'יראנה**, צפונית-מזרחית למכה, מתאפיין במעברים הרריים רבים המזינים את **עמק סראף (אל-סחווה)**, משם זורמים המים לעבר אל-מישאש.

המעיין תורם מים לרשת מעיינות זובוידה. מימיו מתמזגים עם מי מעיין חוניין באזור הנקרא **אל-סיפה** וממשיכים תחת אותו שם. לאחר שעברו דרך **תניאת חאל אל-סיפה** — שם נמצאים סימני הגבול של המקדש — הם מתמזגים עם המעיין **מהר אל-תאריקי**.

מעיין אל-רשא

מעיין אל-רשא הוא אחד ממקורות המים ההיסטוריים של מכה, שראשיתו בתקופת שלטונו של **הח'ליף הארון אל-רשיד** (786–809 לספירה). הוא הורה על שיקום מספר מעיינות קודמות, שנבנו במקור בתקופתו של **מועאוויה אבן אבי סופיאן**, ואיחד את זרימתן לתעלה אחת המכונה מעיין אל-רשא.

מעיין זמזם

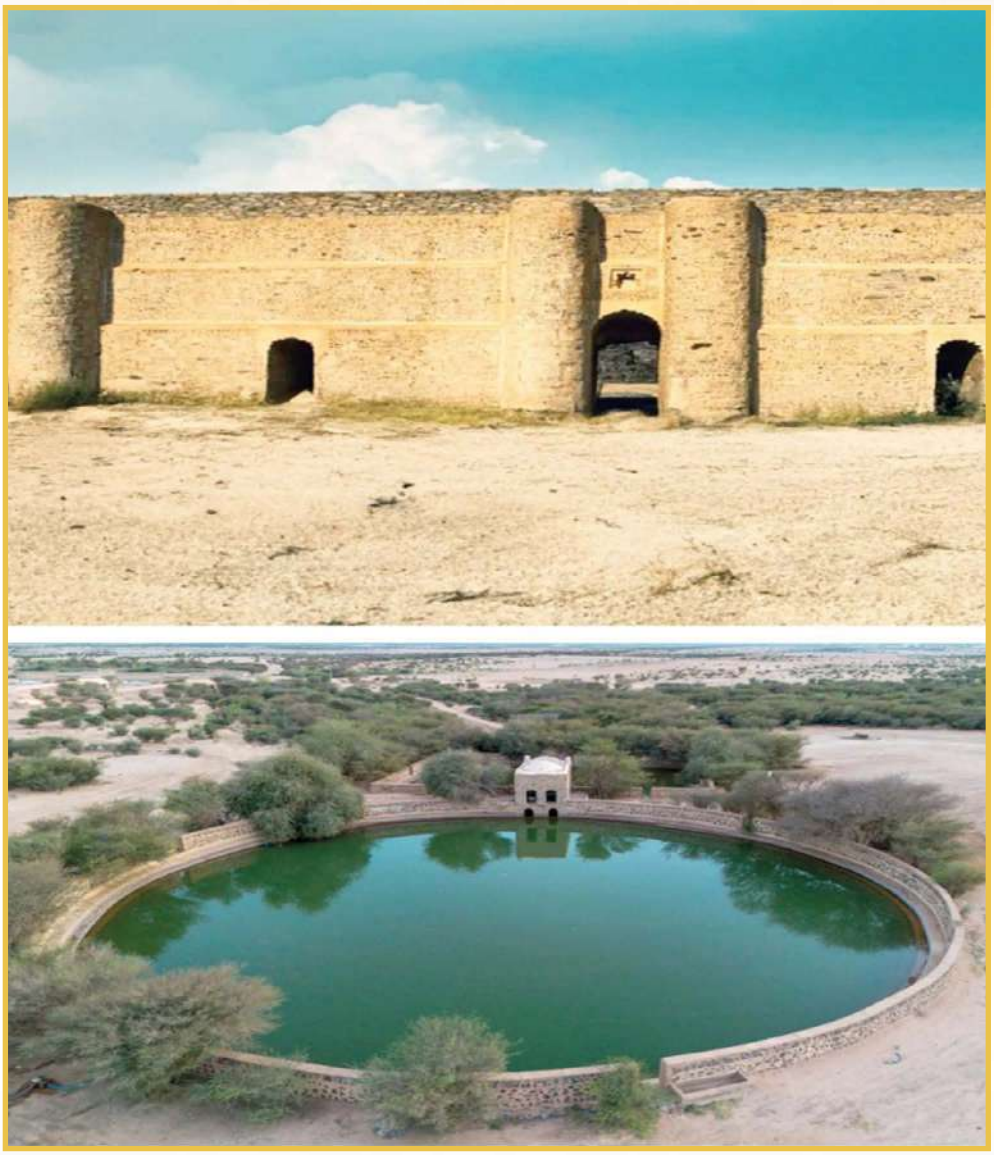
באר זמזם ממוקמת באתר הנחשב לקדוש, בנקודה הנמוכה ביותר באזור הקדוש (**סזרד**) בתוך אגן **עמק אברהם**. מקובל להאמין כי היא מחוברת לשלושה מקורות מים תת-קרקעיים: האחד מתחת **לפינת האבן השחורה** של הכעבה, השני מתחת **להר אבו קבייס ואל-ספא**, והשלישי מתחת **לאל-מרווה**. מקורו של הבאר הוא לפני כ-5,000 שנה, והוא שימש ברציפות כמקור המים העיקרי של מכה לאורך ההיסטוריה המתועדת.

מעיינות נוספים במכה

מספר מעיינות נוספים היו חלק מרשת אספקת המים הנרחבת שהקימה **הגברת זובוידה**. אלה כוללים:

- **מעיין מימון**
- **מעיין אל-זעפרן**
- **מעיין אל-ברוד**
- **מעיין אל-טאריקי**

מעיינות אלה והתעלות הנלוות אליהן היו חיוניות לאספקת מים מתוקים למכה ולאתרים הקדושים. אף שרבות מהן אינן פעילות עוד, חשיבותן ההיסטורית ומורשתן התשתיתית ממשיכות לשקף את התושייה והמסירות שבאמצעותן הובטחה אספקת המים לעיר הקדושה.



מערכת המים של זוביידה היא רשת המים העתיקה ביותר במכה, ובמשך יותר מ-1,200 שנה היא המשיכה לספק מים לעולי הרגל למסגד הקדוש, למבצעי העומרה ולתושבי מכה.

גיאולוגיה של אזור מכה

מבחינה גיאולוגית, אזור מכה שוכן בחלק המרכז-מערבי של מגן ערב, והוא מורכב מחמש יחידות גיאולוגיות מורכבות ומספר חדירות מגמטיות המתוארכות **לתקופת הפרק־מבריון**. רוב האזור מורכב מסלעי **דיוריט וטונליט**, יחד עם תצורות צעירות יותר הנמצאות **בעמק נועמן**. גופים גיאולוגיים אלה נחתכים על ידי **זרמי לבה וסלעים וולקניים פירוקלס־טיים** ממקור **בזלתי וריוליטי**, שהם חדשים יותר ובדרך כלל שייכים **לתקופת הקנוזואיקון**.

בנוסף, **המישורים והעמקים** ברחבי האזור מלאים **במשקעים קלסטיים מהתקופה הקוורטרנרית**, המורכבים מפרופורציות שונות של **חצץ**, **חול**, **סילט וחרסית**. בסך הכל, תצורות הסלע באזור המקדש הקדוש של מכה שזורות זו בזו מבחינה גיאולוגית ומורכבות מבחינה מבנית **(Hamimi, 2010)** וניתן לסווגן כדלקמן:

סוגי סלעים עיקריים

- **סלעי טונאליט** : טונליט עשיר בהורנבלנדה עד גרנודיוריט, הנמצא **בהר ת'אור**, **הר אל-נור** ואזור **מינה**.
- **סלעי אמפיבוליט**: סלעים אלה מכילים סיליקטים של סידן, והם מופיעים **בהר ת'אור** ובחלק מאזור **אג'יאד**.
- **סלעי מונזוניט וגרניט**
- **סלעי דיוריט וגברו** : נמצאים באזורי **מוזדליפה וערפאת**.
- **דיוריט, גברו וקוארץ**: נמצאים **במינה ובערפאת**.
- **סלעי גברו שעברו מטמורפוזה וגנייס מיגמטי** : נמצאים **בערפאת**, במיוחד **בהר אל-רחמה**.

הסלעים מסווגים לפי גיל, היווצרות ומבנה **(Al-Amri, 2006) לחמישה מתחמים פו־לשניים עיקריים של סלעי פרה-קמבריון:**

מתחם שרקאה

מורכב **מגברו ודיוריט** מסיביים, בעלי שכבות מסוימות. החשיפות מופיעות **בהר אז־לאם**, ומתפרשות על פני רוחב של כ-2 ק"מ. סוגי הסלעים הם בעיקר **גברו בעל גרגרים עדינים עד בינוניים**, יחד עם **גברו שעבר מטמורפוזה** המכיל **עדשות פירוקסן בעלות גרגרים גסים**.

מתחם מלח

מתחם זה תופס כמחצית משטח **הבתוליט של מכה**, והוא מורכב בעיקר **מדיוריט ומדיוריט קוורץ**. הסלעים עברו **מטמורפיזם קל**, המסווג במסגרת **פאסיס הגרינשטיסט**.

מתחם ג'ראנה (טונאליט מינה)

מכסה שטח הררי ומחוזות גבוהים ברחבי אזור מכה. הוא מייצג את **החלק הצפון־מערבי** של **הבתוליט של מכה**, ומורכב בעיקר **מטונאליט** עם **גרנודיוריט** מועט. נצפה שינוי צורה מוגבל, והליטולוגיה הנפוצה ביותר היא **טונאליט המכיל הורנבלנדה**, הנע **בין גרגיר בינוני לגס**.

מתחם חשאפן

מתחם זה, המורכב **ממונזוניט וגרניט**, מהווה את החלק הגדול ביותר של **באתוליט** עמוק ומורכב. הוא חודר למתחמי **שרקא**, **מלח וג'ראנה**, ומעל לו מונחים, **באופן לא תואם, תצורות מתקופת השלישוני**. יחידות הסלע מכילות גם **חדירות של סלעי געש שעברו מטמורפיזם וגרנודיוריט**, ונחתכות על ידי **דייקים מאפיים** רבים, **אפליט**, **פגמטיט ווריד־ים של קוורץ**. מערכות המפרקים נמשכות **בכיוון צפון-צפון-מערב**, **צפון-מערב וצפון** (אל-אמרי, 2006).

מתחם נועמן

מתחם זה מורכב **ממונזוניט וגרניט ביוטיט**, הבולטים **בצבעם הארגמני הבהיר ובגודל הגרגרים הגס**. חשיפות סלע מופיעות **במזרח ובדרום-מזרח** מכה.

סלעים מרובדים פרה-קמבריוניים

קבוצה זו כוללת סלעים **וולקניים וסדימנטריים** שעברו **מטמורפיזם**. היחידות הוולקניות הן בעיקר **בזלת וריוליט**, בעוד שהסלעים הסדימנטריים עשירים **בקרבונטים**, **קוורץ ופלדספאר**. תצורות מרובדות אלה מחולקות עוד יותר למספר קבוצות נפרדות:

קבוצת זובארה

מורכבת **משסט ו-אמפיבוליט שעברו מטמורפוזה**. קבוצה זו עברה **עיוות טקטוני** משמעותי, כולל **קיפול** של שכבותיה.

קבוצת סמראן

מורכבת **מזרימות לבה וולקניות פלדספריות**, **סלעים וולקניים פירוקלסטיים ומשקעים משקעיים** משניים. היא **מונחת באופן לא תואם** על גבי הסלעים של **קבוצת פאטימה**.

קבוצת פאטימה

קבוצת פאטימה מחולקת **לשלושה רצפים סטרטיגרפיים**:

- **רצף תחתון**: נשלט על ידי **זרמי בזלת**.
- **רצף אמצעי**: מורכב **מסלעי פחמתי** המשתלבים עם **צפחה**.
- **הרצף העליון**: מורכב **ממשקעים קלסטיים** המכוסים **בסלעי געש**.

סלעים אלה עברו **מטמורפיזם קל ועיוות מבני**, ובפרט **קיפול עז** בכיוון **צפון-מזרחי**.

סלעי תקופת השלישוני

התצורות מהתקופה השלישונית באזור מכה הן בעיקר **וולקניות ומשקעיות**, ומייצגות שלב צעיר יותר בהשוואה ליחידות הפרה-קמבריאניות הסובבות. תצורות אלה כוללות:

- **זרימות לבה בזלתית**
- **סלעים וולקניים ריוליטיים**
- **משקעים טופיים ופירוקלסטיים**
- **שכבות אפר מסילקיות**
- **משקעים אלוביאליים ואגמיים משולבים**

תצורות אלה קשורות לשבר הטקטוני המוקדם של **ים סוף**, אשר יזם את **הפעילות הוולקנית הקנוזואית** שנצפתה באזור. הן מונחות באופן לא תואם על סלעי בסיס ישנים יותר ותורמות להיווצרות שדות וולקניים אזוריים המכונים "**חראט**", כגון:

- **Ḥarrat Rahāṭ**
- **חראט קישב**
- **חראט חאדן**

שדות וולקניים אלה מכילים **מישורי בזלת**, **קונוסים של התזות ומנהרות לבה**, והם חשובים להבנת הגיאומורפולוגיה וההידרולוגיה של אזור מכה.

משקעים משלישוניים

משקעים משלישוניים נמצאים מתחת לשכבת **זרמי לבה וולקניים ומשקעים אלו־ביאליים חדשים**. יחידות משקעים אלו מופיעות **בשלושה אגן עיקריים** המשתרעים בכיוון **צפון-צפון-מערב**: **אל-שאם**, **סוקה ואל-שומייסי**. המשקעים מופרעים באופן משמעותי על ידי **שברים** רבים וקשורים למספר **זרמי לבה וולקניים (Al-Amri, 2006).**

מתחם גומאיגה

מתחם גומאיגה מופיע כקטעים עבים של **חדירות גבררו** הנמשכים **מכיוון צפון-מע־רב לצפון**. המתחם מורכב **מסלעים מאפיים**, הנעים **מדיאבאז בעל גרגרים בינוניים** ועד

בזלת בעלת גרגרים עדינים, אשר **לא עברו מטמורפיזם או עיוות**. ניתן לעקוב אחר דייקים אלה לאורך **מרחקים ארוכים**, המגיעים עד **60 ק"מ**.

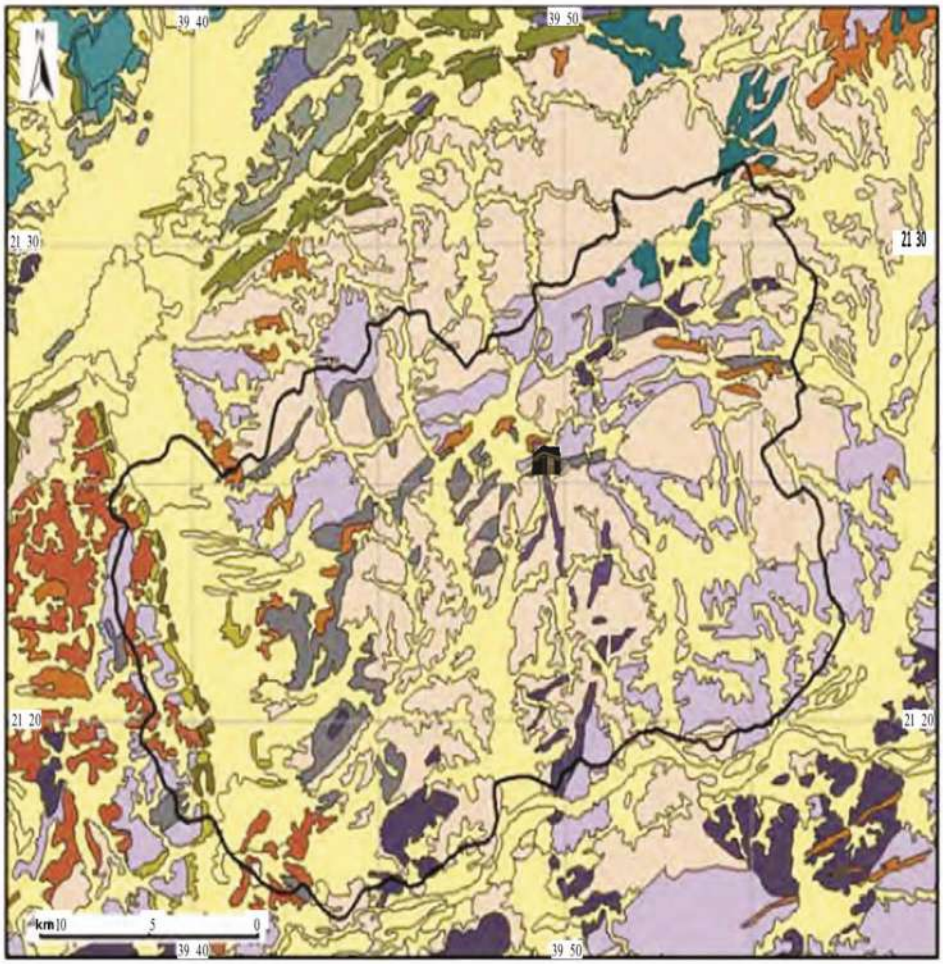
סלעי הקוורטנר

טלוס קוורטנרי (QT)

משטחי טלוס מהתקופה הקוורטרנרית יוצרים **משטחי מדבר חלקים,** המאופיינים **בצללים כהים בולטים**. משקעים אלה מורכבים בדרך כלל **משברי סלע זוויתיים** בגדלים שונים, המסודרים בתצורות דמויות מניפה. הם נפוצים במדרונות התחתונים ובמרגלות ההרים באזור **(Al-Amri, 2006).**

משקעי מניפה אלוביאלית

אלה מאופיינים **במערכת ניקוז דנדריטית רדודה** המכסה משקעי טרסות. טופוגרפיית הטרסות מתנשאת לגובה של **3 עד 4 מטרים**, והיא מורכבת ממשקעים של **חצץ גס ולא מסודר** על גבי מטריצה חולית. השכבות כוללות לעתים קרובות חלק ניכר של **סלעים וש־ברי סלע גדולים**. כאשר מניפות סחף מגיעות לבסיס המדרון, הן עוברות **למשקעי מדרון**. מניפות אלה מתאפיינות גם **במשטחי מדבר חלקים** עם **משטחים מוכתמים בצבע כהה**.



Metagabbro
Jummum Formation
Munayfiq Formation
Amphibolite
Holy Kaaba

Fatima Group
Ji'ranah Miqāt
Malih Miqāt
Bahrah Formation
Kaab Formation
Tonalite

Quaternary deposits
Sufha Formation
Shumaysi Formation
Dark Gabbro Dikes
Granite
Hashfan Miqāt

מפה גיאולוגית של אזור אל-חראם במכה המציגה את התצורות והמתחמים הגיאולוגיים

(ערוך על פי Mirza & Al-Baroudi, 2005)

תקלות ואזורי מבנה

סלעי הפרה-קמבריון באזור מכה עברו **שלבים רבים של עיוות**, כולל **קיפול**, **תזוזות ודרגות שונות של מטמורפיזם**, יחד עם **חדירות וולקניות והתפרצויות**. לעומת זאת, **בסלעי התקופה השלישונית** ניכרים סימנים של **תזוזות והטיה** בלבד.

מערכות השברים המשמעותיות ביותר באזור נמשכות בשני כיוונים עיקריים:

- **צפון–צפון-מזרח**
- **צפון–צפון-מערב**

קיימים **קפלים** משמעותיים, במיוחד **בקבוצת זובארה**, היוצרים חגורת קפלים קשתית גדולה הנמשכת **לכיוון צפון-מזרח** על פני החלק המזרחי-מרכזי של מכה.

בהתבסס על Al-Amri (2006), ניתן לסווג את המאפיינים המבניים — כולל **השברים ואזורי המבנה** — כדלקמן:

תקלות דחיפה

מרוכזים בעיקר בין **שבר אד-דאם לטאאיף**. דוגמאות מרכזיות כוללות:

- **תקלת עמק מוחרם**: משתרעת על פני **11 ק"מ** ורוחבה **200 מטר**.
- **תקלת הדחיפה של עמק אל-חורה**: נמשכת **באופן לא רציף לאורך 65 ק"מ** בכיוון **צפון-מזרח**. היא שוכנת **במקביל** בערך **לתקלת עמק אל-שאמיה**, **כ-8 ק"מ** צפונית-מערבית, ויוצרת את **הגבול הדרומי-מזרחי של אזור המבנה פאטימה**. נרשמה פעילות סיסמית מסוימת בקרבת שבר זה **בעמק פאטימה**, במיוחד בסמוך **לחררת רהאט**.

שברים בים סוף

אלה מהווים מרכיב מבני מרכזי **במערכת השבר** של **ים סוף**. הם נמשכים **בכיוון צפון-צפון-מערב** ונוצרו במהלך **פתיחת ים סוף** בתחילת **עידן הקנוזואיק**. אלה הם בעיקר

שברים נורמליים, הנוטים בתלילות לכיוון **צפון-מזרח**, והם **קדומים** יותר מהשברים הדחי־פה האזוריים.

תת-קטגוריות:

- **קבוצת שברים הנמשכים לכיוון צפון-מערב** : שברים אלה הם ישנים יחסית וממלאים תפקיד מרכזי בהגדרת **אגן הסדימנטציה החופי**. רובם הם **שברים נורמליים** עם שיפוע תלול לכיוון **דרום-מערב**. על פי מור ואל-רהילי (1989), הם תוחמים אגנים בגון **אגן הלבנט**.

- **קבוצת השברים הנמשכים לכיוון צפון-מזרח** : שברים אלה חוצים את הקבוצה הנמשכת לכיוון צפון-מערב ומגדירים את **המערכת המבנית השנייה** של **האגנים הסדי־מנטריים מהקוורטנר**. דוגמה בולטת היא **שבר עמק פאטימה**, אשר שיבש את קבוצת פאטימה. סקרים מגנטיים (Gettings and Anderson, 1983) מראים כי שבר זה נמשך מתחת **למישור החוף**.

- **תקלות בכיוון צפון–דרום** : אלה הם שברים מסוג **דקסטראלי (ימני)** של תזוזה אופקית וקרע. הם גרמו לתזוזה של מבנים קודמים, כגון שבר פאטימה. **שבר שייבה**, הצ־עיר מביניהם, גרם **להתרוממות של שוניות אלמוגים ברבע אל-לית'**, מדרום למכה, ונחשב **לרגיש מבחינה סיסמית** בשל קרבתו **לג'דה**.

- **שברים בכיוון צפון-מערב** : תקלות אלה, כגון זו התוחמת את **שקע הלבנט**, הן בקנה מידה אזורי.

- **שברים בכיוון מערב-צפון-מערב** : אלה הם שברים קטנים יותר, המשתרעים על פני **5 עד 10 קילומטרים**.

שברים טרנספורמטיביים

שברים טרנספורמטיביים באזור נמשכים **מצפון-צפון-מזרח לצפון-מזרח**, ויוצרים מר־כיבים מבניים **הניצבים** לכיוון הכללי של **בקע ים סוף**. דוגמאות בולטות כוללות:

תקלת אל-דאם

נחשב לאחד משברי הטרנספורמציה החשובים ביותר, המייצג את ההארכה היבשתית של אזור הטרנספורמציה של ים סוף. הוא נמשך מצפון-מזרח למזרח-צפון-מזרח, ומתפרש על פני 85 ק"מ מדרום לאל-ליט ועד צפון חראט קישב, כ-44 ק"מ דרומית-דרום-מזרחית לאל-שראעי. זהו שבר תזוזה ימני, הנטוי בזווית של 65° עד 80° לכיוון מזרח. השבר מחולק לאזורי עיוות ברוחב של עד 1 ק"מ, שנוצרו כבל הנראה בתקופת הפרקמבריון, אך לאחרונה נרשמה בו פעילות סיסמית בעוצמה של 0.11 עד 3.43 בסולם ריכטר.

תקלת עמק אל-שאמיה

משתרע על פני **45 ק"מ**, בכיוון **צפון-מזרח**, וניתן לראותו במפות גיאולוגיות. הוא חוצה את **עמק אל-שאמיה**, ממשיך דרומה-מערבה **מדרום לג'ראנה** לכיוון **מסגד אל-טנעים**, ואז נעלם **בעמק אל-שומייסי** (Moore and Al-Rehaili, 1989).

תקלת אל-שאפה

ממוקם מדרום-מזרח **לשבר אל-דאם**, הוא משתרע על פני **30 ק"מ לכיוון צפון-מזרח**, בזווית של **70° עד 80° לכיוון צפון**.

אזורי מבנה

אזור מבני מכה

אזור זה, הנמשך **בכיוון מזרח-צפון-מזרח**, נחשב **כבן זמנו של קומפלקס ג'ראנה או כקדום ממנו**. הוא **אינו חוצה** את התפרצויות קומפלקס ג'ראנה, אלא **עוטף אותן**. האזור מורכב בעיקר **מאמפיבוליט שבור** עם מפרקים בולטים.

אזור מבני נועמן

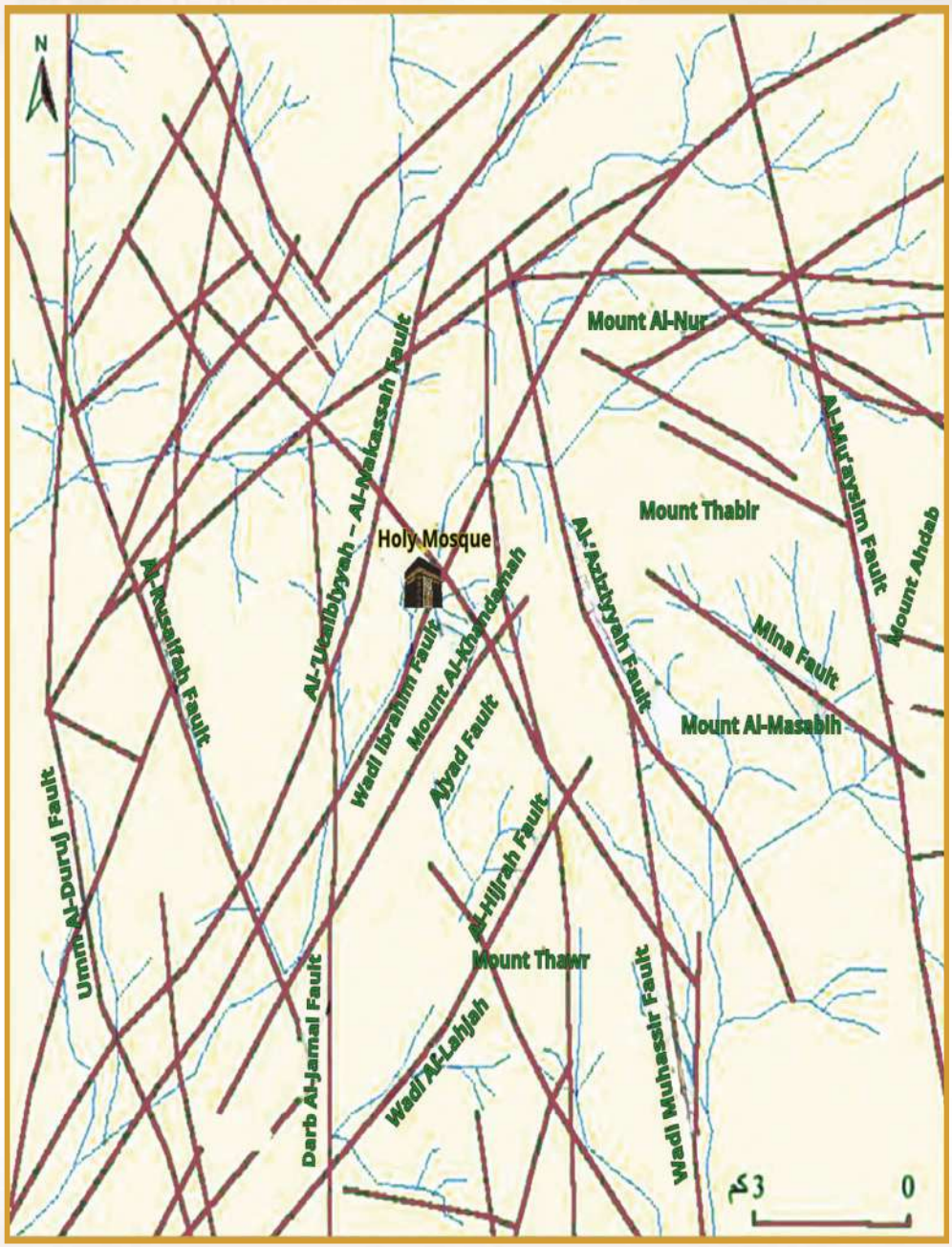
אזור זה, שאורכו **כ-55 ק"מ** והוא נמשך גם הוא **בכיוון מזרח-צפון-מזרח**, שוכן **מדרום לאזור המבני של מכה** והוא **צעיר ממנו**. הוא התפתח במהלך היווצרותו של **מתחם נועמן**.

אזור פטימה

אזור פאטימה, אחד **האזורים המבניים הארוכים והפעילים ביותר** באזור מכה, שוכן **כ-23 ק"מ צפונית לאל-שראעי**. הוא נחשב **להמשך יבשתי** של **שבר רוחבי בים סוף**. הס־לעים באזור זה עברו **גזירה, קיפול ודחיפה עזים**, מה שמרמז על פעילות טקטונית נוכחית והשפעה משמעותית על התכונות הגיאולוגיות הסובבות.

אזור מבני אל-חייד

אזור זה נמשך **לכיוון צפון-מזרח**, בסמוך **לאזור המבני של מכה**. ישנן עדויות המצ־ביעות על כך שאזור זה היה **פעיל במהלך היווצרותו** של **התפרצות נועמן**, ושיחק תפקיד בעיצוב המורכבות הגיאולוגית המקומית.



מפה המציגה את הקשר בין כיווני השברים (חום) ועמקי מכה (כחול). ערוך על פי Sahl (1987).

השפעת היסודות והמבנים על מפלס המים בבאר זמזם

התעלות התת-קרקעיות המזינות את באר זמזם מקורן בעמק אברהם ונמצאות בעו־מק שאינו עולה על **13 מטרים** מתחת לפתח הבאר. עם זאת, יסודותיהם של פרויקטי בנייה גדולים – כגון **פרויקט הר עומר ופרויקט מגדל השעון** – מגיעים לעומק של **כ-30 מטרים**. פרויקטים אלה כללו חפירות נרחבות **וניקוז מי תהום** במהלך שלבי הביצוע שלהם, אשר שימשו למעשה **כמחסומים הידראוליים** כנגד הזרימה הטבעית של מי זמזם. שיבוש זה הוביל **לעלייה במפלס מי השטח** והגביר את הפגיעות **לזיהום**.

מקרה קריטי במיוחד הוא **פרויקט ג'בל עומר**, הקשור הידרולוגית **לאקוויפר זמזם**. בשל שאיבת מים מתמשכת מבאר זמזם, מפלס המים בתוך הבאר יורד **מתחת למפלס מי התהום הסובבים** באזור הפרויקט. כתוצאה מכך, **הזרימה הטבעית של מי התהום מתה־פכת**, ועוברת מאתר הבנייה לכיוון באר זמזם. כדי לטפל בבעיה זו, **באפריל 2018** הוסרו יסודות המרתף הישנים הסמוכים לבאר זמזם, והאתר מולא **בשכבות חצץ מהונדסות** בעלות **תכונות הידראוליות ומינרליות ספציפיות** הדומות להרכב הגיאולוגי של הבאר. הת־ערבות זו נועדה לשפר את **המוליכות ההידראולית**, **להגדיל את קיבולת האחסון** ולשפר **את קצב הזרימה**, מה שהביא בסופו של דבר **לקצב הפקת מים גבוה יותר**.

לדברי **Salam (2015),** **מפלס היסודות** המוצע, **306 מטרים**, באתר **תחנת קודאי** נחשב לבטוח מבחינה גיאוטכנית. בנוסף, פעולות הבנייה **באזור הדרומי** של אזור המסגד הקדוש תורמות **לעלייה במפלס מי זמזם**. מפות קווי גובה הידרוגיאולוגיות מצביעות על כך **שההזנה העיקרית** של באר זמזם מגיעה **מעמק אברהם**, הזורם **מצפון-מזרח לדרום־מערב**, מצפון למסגד. בעמק זה, **עובי האקוויפר** מגיע **ל-28 מטרים**. לעומת זאת, המים **מעמק קודאי**, הממוקם מדרום למסגד, זורמים הרחק מהבאר. באשר **לענף אג'יאד**, יש לו **אגן הטענה קטן מאוד**, עם נפח הטענה מינימלי **ועובי אקוויפר של פחות מ-4 מטרים**. למרות שהם מחוברים לעמק אברהם ותורמים להטענת זמזם, **ענפי אג'יאד וקודאי אינם מחוברים הידרולוגית**, והאזור ההררי ביניהם **אינו** מציג **זרימה או דליפה בין-אגנית**.

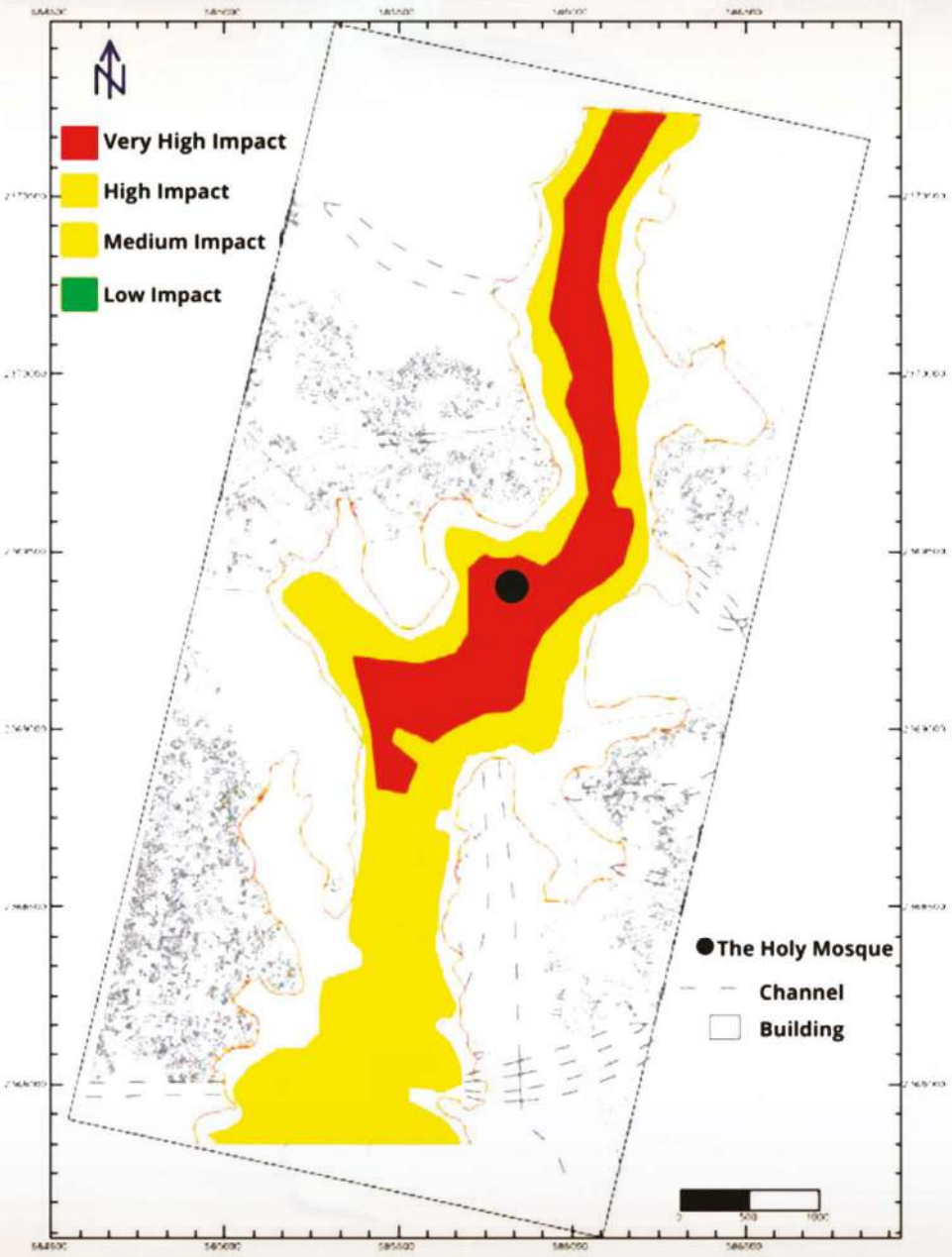
מודלים הידרולוגיים מראים כי:

- **יסודות עמוקים יותר באזור הצפוני** (עמק אברהם) מובילים **לירידה** במפלסי מי התהום.
- לעומת זאת, **יסודות עמוקים יותר באזור הדרומי** (אג'יאד וקודאי) מתואמים עם **עלייה** במפלס מי התהום. הממצאים הבאים נרשמו בעומק יסוד של **12 מטרים**:
- **באזור הצפוני**, מפלס המים בבאר זמזם יורד **ל-7.6 מטרים**.
- **באזור הדרומי**, מפלס המים **עולה ל-4.4 מטרים**.

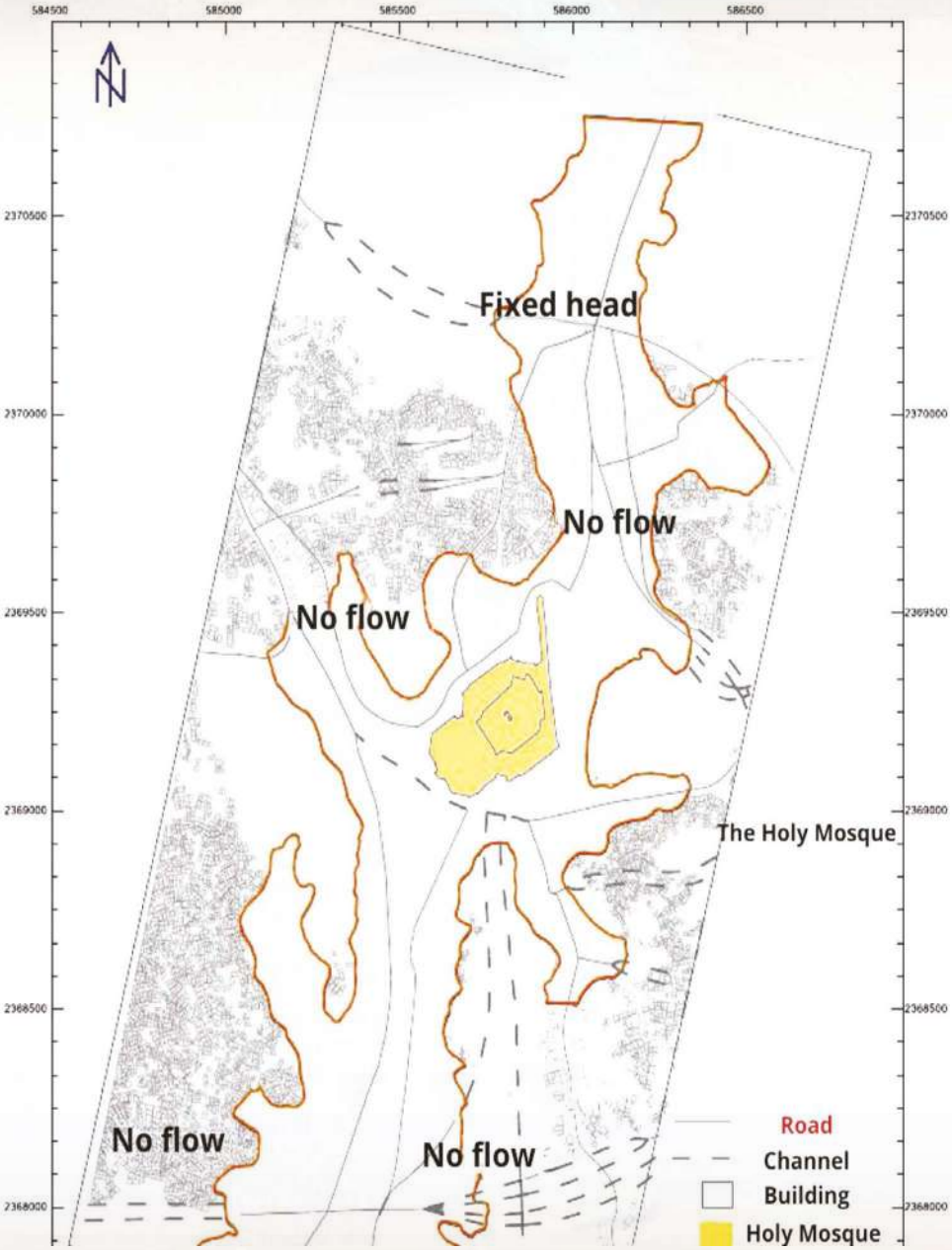
שינויים במפלסי מי התהום הנגרמים על ידי יסודות הבניינים

שינויים הנגרמים על ידי מבנים הממוקמים מצפון למסגד הקדוש (מטרים)

עומק היסודות (מטרים)	שינויים (מטרים)	שינויים מצפון למסגד הקדוש (מטרים)
4	1.4-	0.5
6	1.9-	0.75
8	3.1-	1.9
12	7.6-	4.4



מפה הממחישה את השפעתם של בניינים רבי קומות ויסודות על מפלס המים בבאר זמזם (ערוך על פי Salam, 2015).“



"מפה המציגה את רמות וכיוון זרימת מי התהום (ערוך על פי Salam, 2015)."

פעילות סיסמית באזור מכה

רוב רעידות האדמה באזור מתרחשות **בין מכה לטאף**, ובפרט סביב **שבר אל-דאם והשבר המזרחי**. מוקדי רעידות נוספים נמצאים סביב **חראט אל-דאם וצפון מכה**. מיקומים אלה נמצאים בתוך **אזור פעיל מבחינה טקטונית** המשתרע **מהים האדום** אל פנים היבשת, במיוחד ליד **שבר אל-דאם**, **שבר שאעיב וחראט אל-דאם**, ומתמשך **בכיוון צפון-מזרח**.

הדינמיקה הטקטונית של **הים האדום** ממלאת תפקיד מרכזי בעיצוב הפעילות הסיסמית ברחבי מערב ערב. **תהליך השבר** האחראי להיווצרות הים האדום נותר **פעיל** ומשפיע על מערכות השברים האזוריות. **השבר הראשי של הים האדום**, הנמשך **לכיוון צפון-מערב**, נחתך על ידי רשת של **שברים רוחביים** הנמשכים **לכיוון צפון-מזרח**, המשתרעים אל תוך **מגני ערב ונוביה**. שברים אלה גורמים **לתזוזות אופקיות ואנכיות כאחד**, והם נתונים **לתנועה סיסמית לסירוגין**.

מבחינה היסטורית, לפחות **12 רעידות אדמה גדולות** התרחשו **באזור מכה** בין **השנים 801 לספירה ו-1963 לספירה**. רובן הורגשו באזורי מכה או טאיף, למעט **האירוע משנת 1121 לספירה**, שהיה הרסני במיוחד וגרם נזק **לפינה התימנית (אל-רוקן אל-ימני)** של הכעבה. ישנם דיווחים המעידים כי הרעידה השפיעה גם על **מדינה** וגרמה לקריסה חלקית של **מסגד הנביא**. באופן כללי, הפעילות הסיסמית ההיסטורית באזור הייתה **נדירה** והתאפיינה **בעוצמה בינונית עד נמוכה (Al-Amri, 2025).**

אירועים משמעותיים שהתרחשו לאחרונה כוללים:

- בשנת **1408 להג'רה (1987–88 לספירה)**, **רעידה** חזקה **בים סוף** הרסה את אחת **הקשתות בהר מרווה**.
- בשנת **1269 להג'רה (1853 לספירה)**, תושבי טאיף חשו ברעידת אדמה, ככל הנראה לאורך **שבר אל-דאם**.

בין **השנים 1964 ו-2025 לספירה** נרשמו יותר **מ-1,330 רעידות אדמה**, בעוצמות שנעו **בין פחות מ-2.0 ליותר מ-5.5**. מרבית האירועים התרחשו בקרבת **השבר הראשי** של **ים סוף**, **כ-150 ק"מ מערבית ודרומית-מערבית** למכה. לרובם היה **מוקד רדוד (כ-10 ק"מ)**.

הטבלה ממחישה את האירועים הסיסמיים ההיסטוריים שהתרחשו באזור מכה בתקופה שבין 801 ל-1963 לספירה (Al-Amri, 2022).“

Location	Gregorian Year			Hijri Year		
	Year	Month	Day	Year	Month	Day
Makkah / Thunderbolt in Holy Mosque	801	1	20	185	1	1
Yemen / Impact on Hijaz (Ayn Mishash spring in Makkah)	859	4	8	245	1	1
Earthquake occurred in many regions including Makkah	859	12	1	515	9	1
Hijaz / Affected both Makkah and Madinah / Impact on the Yamani Corner of the Kaaba and partial destruction near the Prophet PBUH Mosque	1121	3	23	587	1	1
Makkah	1191	1	29	592	1	1
Black Wind / Impact on Holy Mosque and the Yamani Corner	1195	12	6	668	1	1
Ta'if	1269	8	31	811	1	1
Makkah	1408	12	30	885	8	10
Makkah and Hijaz	1481	3	18	1039	1	17
Makkah	1630	7	1	1122	11	19
Makkah	1710	3	2	1122	1	1
Makkah	1710	8	27	1122	7	2

תצפיות עיקריות:

- מעל **75%** מהרעידות היו בעומק מוקד **עמוק מ-10 ק"מ**, דבר האופייני **לפעילות טקטונית**.
- פחות **מ-20%** מהאירועים התרחשו **בעומק של פחות מ-5 ק"מ**, וייתכן שהם נגרמו על ידי **פעילות אנושית** כגון **קידוחי יסודות וחפירת מנהרות**, במיוחד באזור **הר עומר**.

האירועים הסיסמיים הרדודים — בעלי **ערכי b נמוכים**, המעידים על שביחות גבוהה של רעידות אדמה קטנות עד בינוניות — מצביעים על **מקור טקטוני** הקשור **למערכות שברים פעילות**. באזורים שבהם קיימת פעילות שברים מתמשכת, רעידות אדמה כאלה נובעות לעתים קרובות **מהצטברות ושחרור של לחץ טקטוני בקרום העליון השביר**.

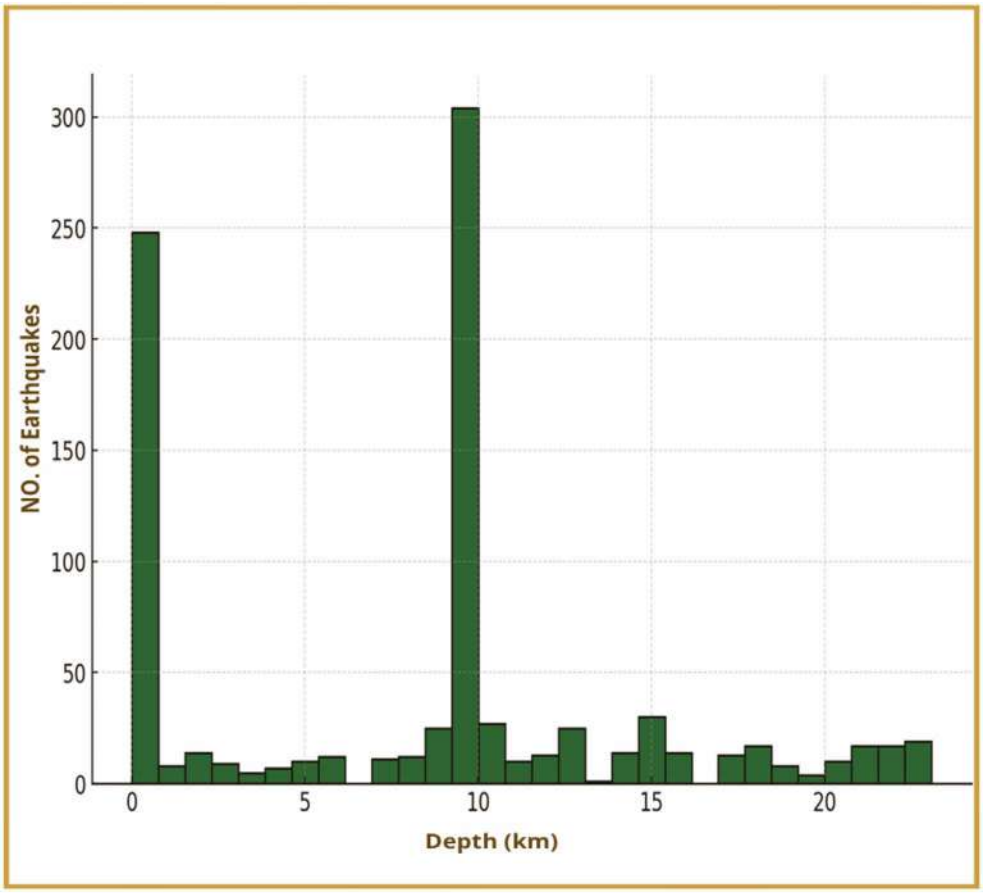
אף כי אירועים עמוקים יותר עשויים לשקף **פעילות מגמטית** בקרום התחתון או במ־עטפת העליונה, הנתונים הנוכחיים תומכים **במקור טקטוני בעיקר**, הקשור במיוחד **למ־ערכת השבר** של **ים סוף**.

רצף בולט במיוחד התרחש **בין 10 במרץ ל-17 במאי 1967**, לאורך השבר הראשי של ים סוף. במהלך תקופה זו נרשמו **68 רעידות**, **בעוצמות שבין 3.0 ל-6.7**, כולל **חמש רעידות אדמה** בעוצמה של מעל 6. החזקה ביותר, **בעוצמה של 6.7**, נותרה האירוע החזק ביותר שנרשם באזור הן **בתקופות היסטוריות והן בתקופה המודרנית**.

למרות עוצמת רעידות האדמה הללו, לא נרשמה השפעה משמעותית בערים הסמו־כות **מכה, ג'דה וטאף**, הממוקמות במרחק של **כ-100–270 ק"מ** ממוקד הרעש.

ב-13 במרץ 1993 חוותה אזור מכה **שורה דומה** של **רעידות אדמה**, עם עשרות רעי־דות שהתרחשו לאורך **השבר הראשי של ים סוף**, **כ-133 ק"מ** מערבית למכה. האירוע המרכזי נרשם **בעוצמה של 5.8 בסולם ריכטר**. ראוי לציין כי לא אוכלוסייה חשה בסדרת רעידות אדמה זו, ולא בסדרות קודמות, למרות עוצמתן הגבוהה יחסית. תופעה זו מיוחסת **לסלעי הגעש מתקופת הטריאס** לאורך **חוף הים האדום**, **המנמיכים, סופגים ומסתירים גלי גזירה**, ובכך מנטרלים למעשה את השפעתם על פני השטח.

ביום **ראשון, 3 באוקטובר 1993**, אירעה **רעידת אדמה מקומית** באזור **אל-שראעי** במכה, **בעוצמה של 4.1** בסולם ריכטר. הרעידה הורגשה היטב באזורים הסמוכים, בהם **שראע אל-מוג'אהדין, שראע אל-נחל, אל-ג'ומום, ליחאן, הר אל-מואיסים והר אל-נור**. במהלך שלושת החודשים שלאחר מכן נרשמו **45 רעידות משנה**, שהחזקה שבהן הגיעה לעוצמה של **3.4**.



התפלגות העומקים של 1,330 האירועים הסיסמיים שנרשמו בתקופה שבין 1964 ל-2025 לספירה.

אירוע משמעותי נוסף התרחש ביום **שבת, 18 ביוני 1994**, באזור **מדראקה**, **כ-40 ק"מ** צפונית למכה. מוקד הרעש נקבע במדויק, ועוצמת הרעש נמדדה **ב-4.1** בסולם ריכ־טר. אף שהרעש היה קצר, הוא לווה **ברעש חזק של דפיקה**. השפעות הרעידה התפשטו על שטח של **כ-35 × 35 קמ"ר**, וכללו את **מדראקה, משא, רחת וצומת אל-ברזה**. הכפר **רחת** דיווח על הרעידה החזקה ביותר. לא היו נפגעים, אך דווח על **מפולות סלעים** מצוק בצד הדרך, **בקילומטר אחד צפונית למדראקה**.

מאוחר יותר, בין **ה-5 ל-10 בינואר 2019**, חווה אזור **עמק אל-מרח**, הממוקם **כ-60 ק"מ דרו־מית-מזרחית** למכה, **סדרה של 16 רעידות אדמה קלות**, בעוצמות שנעו **בין 0.8 ל-2.2**.

למחקר על **שוניות האלמוגים שהועלו** לאורך **חוף הים האדום** יש חשיבות גיאולוגית מיוחדת. התגלו שלוש טרסות אלמוגים, והעתיקה שבהן מגיעה לגובה של **30 מטרים מעל פני הים**. נמדד **תזוזה של 0.5 מטרים** לאורך תקלה ליד **ג'דה**. בעת הערכת הפעילות הטקטונית ומנגנוני התקלות באזור, חשוב להבחין בין:

- **שברים טקטוניים, המשתרעים לעומק, אוגרים מתח משמעותי ומייצרים תזוזה נר־חבת** ואנרגיה סיסמית.
- **שברים** של **כיפות מלח**, המוגבלים למקטעים סטרטיגרפיים וגורמים **לעיוות מקומי** ללא יכולת לייצר רעידות אדמה, אך עלולים להוות סיכון למבנים בסביבתם.

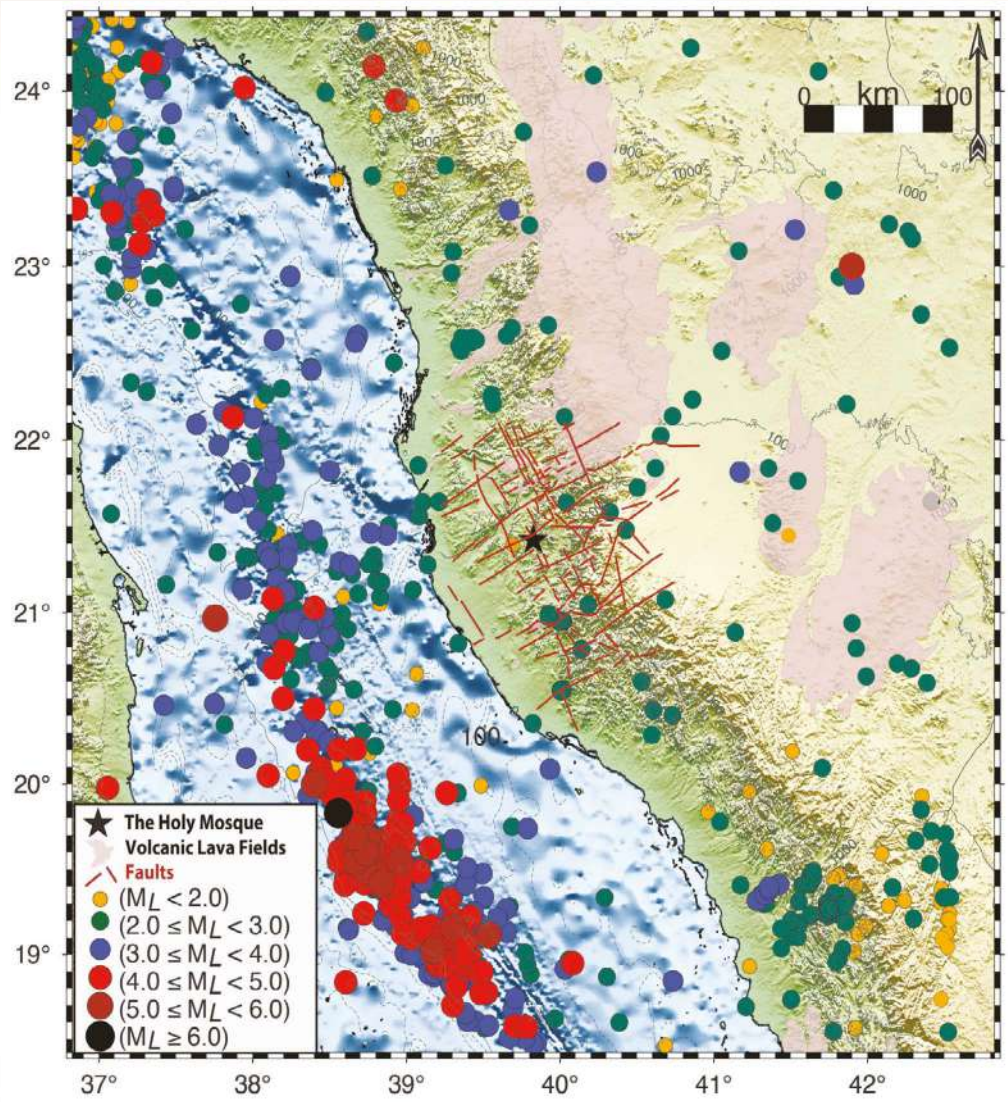
החוקר **Al-Saud (2008)** הציג ניתוח מפורט של **המאפיינים הטקטוניים והסיסמיים** של **אזור ג'דה-מכה**. זוהו שני אזורי מקור רעידות אדמה מקומיים עיקריים:

- **אזור השבר אל-דאם**, מערכת שברים הנמשכת מצפון-מזרח לדרום-מערב עם פעי־לות סיסמית גבוהה יחסית.
- **אזור נועמן-מכה-פאטימה**, אזור הנמשך מצפון-מערב עם שברים צפופים **ופעילות סיסמית מתונה**, המושפע בעיקר **מהטקטוניקה** של **ים סוף**.

ניתוחים סיסמיים סטטיסטיים של **אזור מכה ואזור מרכז ים סוף** מצביעים על כך:

- רעידות אדמה **בעוצמה 7** עשויות לחזור על עצמן **פעמיים בכל 100 שנים**.
- רעידות אדמה **בעוצמה של 6.5** עשויות לחזור על עצמן **ארבע פעמים במאה**.
- רעידות אדמה קטנות יותר מתרחשות בתדירות גבוהה יותר, בהתאם ליחס ההפוך הידוע בין **עוצמה לתדירות**.

מחקרים סיסמיים אחרונים חוזים כי **עוצמת הרעידה המרבית הצפויה** באזור – **ברצון האל** – **לא תעלה** על **7.0** בסולם ריבטר. **והאל יודע הכי טוב**



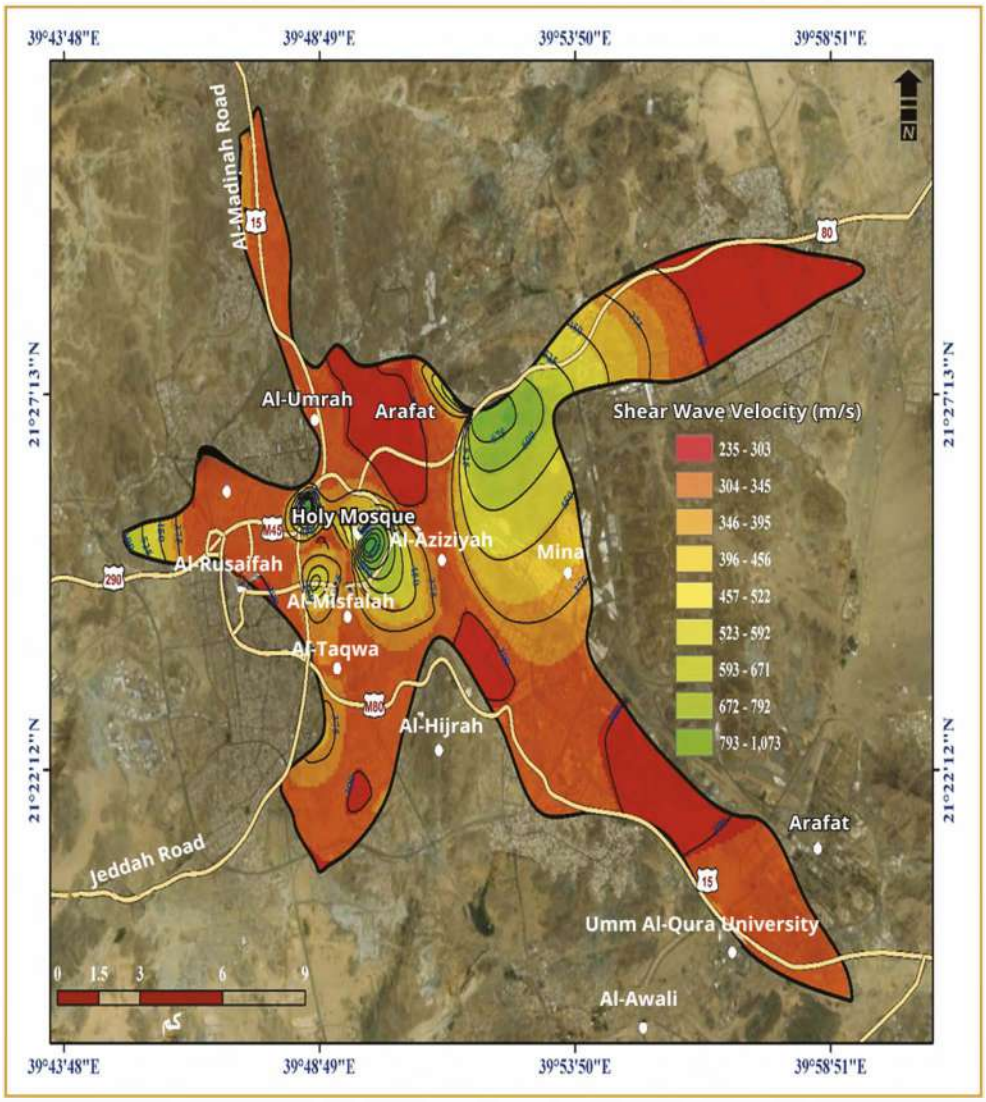
מפה סיסמית עדכנית של מכה וסביבתה, המכסה את התקופה שבין 1964 ל-2025 לספירה, מתעדת סך של 1,330 אירועים סיסמיים. עוצמתם של אירועים אלה נעה בין פחות מ-2.0 ליותר מ-5.5 בסולם ריכטר. מאגר נתונים זה מספק אינדיקציה ברורה לגבי התפלגותם המרחבית ועוצמתם המשתנה של הפעילות הסיסמית באזור."

הערכת סיכונים סיסמיים

חקר הסיכונים הסיסמיים והפחתת השפעותיהם באזור מכה הוא חיוני בשל חשיבותו הדתית, הבלבלית וההיסטורית העמוקה של האזור, כמו גם בשל צפיפות האוכלוסין הגבוהה בו. יתר על כן, קרבתה של מכה למקורות סיסמיים פעילים, שגרמו לרעידות אדמה בעבר ובהווה, מדגישה את הצורך בהערכת סיכונים סיסמיים מקיפה. הדבר מצריך זיהוי ואפיון של מקורות סיסמיים אלה, הבנה של תכונות ומבנים של קרום כדור הארץ, ובחינה של תצורות גיאולוגיות על פני השטח המשפיעות על התנהגות גלי סיסמיים, כולל השפעות הגברה והנחתה.

פרמטרים גיאוטכניים רבים בקרבת פני השטח נאספו, נבדקו והוערכו בעיר מכה, ולאחר מכן מופו. חומרי הקרקע נעים בין עדינים לגסים מאוד, על פי תקנים בינלאומיים, בטווח שבין 4 לפחות מ-50. מהירות הגל הגזירה הממוצעת בעיר מכה נמדדה עד לעומק של 30 מטרים, עם ערכים הנעים בין 235 ל-1073 מטר לשנייה. דירוג איכות הסלע המחושב נע בין גרוע מאוד לטוב, בין 0 ל-25%, מה שמעיד על נוכחות גרנודיוריט גרוע מאוד, בעוד שאיכות סלע הגרניט נעה בין גרועה לטובה, עם עלייה במדד האיכות מ-25% ל-80% ככל שהעומק גדל **(Abdelrahman et al., 2020).**

הקרקעות בעיר מכה סווגו לשלוש קטגוריות: B, C ו-D. סוג "B" מרוכז בחלק המערבי של מכה (למשל, אל-נוזה, אל-הינדאוויה, אל-רוסיפה ואל-ח'לידיה), בעוד סוג "C" נמצא באזורים העירוניים הצפוניים, המזרחיים והמרכזיים של העיר. מהירויות גלי הגזירה בקרקעות מקטגוריה "D" היו נמוכות מ-760 מטר לשנייה, בעוד שבקרקעות מקטגוריה "B" הן עלו על 760 מטר לשנייה. לתוצאות אלו חשיבות עליונה להערכת סיכונים סיסמיים ולצמצום במכה. יתר על כן, הן מספקות הנחיות ברורות לשיפור תקנות הבנייה הסעודיות בכל הנוגע למהירות גלי הגזירה עד לעומק של 30 מטרים **(Al-Amri et al., 2022).**



"מפת התפלגות מהירויות גלי הגזירה בעיר מכה עד לעומק של 30 מטר."

ניתוח סיכונים סיסמיים והפחתתם הם מרכיבים חיוניים, במיוחד באזורים עם תנאים גיאולוגיים מורכבים כמו מכה. לשם כך, נערך ותוקן מאגר נתונים סיסמיים מקיף ומתועד בקפדנות, המכסה את התקופה שבין 11 בנובמבר 1962 ל-7 בספטמבר 2024. עוצמות הרעידות שנרשמו נעו בין 0.25 ל-5.2, עם עוצמה ממוצעת של 3.0, והעומקים נעו בין 5 ק"מ ל-50 ק"מ, עם עומק ממוצע של 20.4 ק"מ. נעשה שימוש במודלים חישוביים מתקדמים על ידי שילוב נתוני קטלוג רעידות אדמה וקרבת השברים, מה שהביא ליצירת שלוש מפות עוצמת רעידות אדמה עיקריות.

מפות עוצמת הרעידות פותחו על בסיס המדדים הבאים:

- מפת עוצמת רעידות אדמה המבוססת על סולם מרקלי המותאם (MMI)
- מפת עוצמת רעידות אדמה המבוססת על עוצמת הרעידות בקרקע (ShakeMap)
- מפת עוצמת רעידות אדמה המבוססת על תאוצת קרקע מרבית (PGA)

מפות עוצמת הרעידות שנוצרו מספקות שתי רזולוציות מרחביות שונות: 2± מעלות המכסות שטח של 222 × 222 קמ"ר, ו0.75±- מעלות המכסות שטח של 83 × 83 קמ"ר סביב המסגד הקדוש, ומציעות תצוגה קרובה ומפורטת יותר.

האזור הסובב את מכה נכלל בניתוח, המשלב לא רק נתוני ליבה מאירועים סיסמיים מתועדים, אלא גם מביא בחשבון את השפעת קרבת השברים על הסיכון הסיסמי, במיוחד במקומות שבהם נתוני רעידות האדמה מצטלבים עם מערכות שברים מבניות. עם זאת, חשוב לציין כי מידע מבני על שברים וסדקים בלבד עשוי שלא להספיק או להיות ישים ישירות בחישובים אלה, שכן הבסיס המהותי להערכות סיכון אלה הוא מאגר הנתונים הסיסמיים ההיסטורי, המספק ראיות ישירות לרמת הפעילות הסיסמית. בעוד שגישה זו משפרת את הבנתנו לגבי סיכונים הקשורים לרעידות אדמה, חשוב לא פחות להכיר במגבלות הקיימות: פערים ברישומי רעידות אדמה היסטוריים — במיוחד לפני תחילת הניטור המודרני — יוצרים מידה מסוימת של אי-ודאות בהערכות סיכון לטווח ארוך. עם זאת, כניסתו של ניטור סיסמי רציף הפחיתה באופן משמעותי אי-ודאות זו, והבטיחה כי הערכות סיכון עתידיות יתבססו על נתונים מקיפים ואמינים יותר.

באמצעות שילוב של נתוני קטלוג רעידות אדמה מעודכנים, ניתוח קרבת השברים ומודלים חישוביים מתקדמים, שלושת מפות עוצמת הרעידות שנוצרו מדגישות אזורים בעלי רמות שונות של פגיעות סיסמית. מפות אלו משמשות ככלי חיוני – אם כי ראשוני – להבנת הנוף הסיסמי ולהנחיית תכנון עירוני ופרקטיקות בנייה עתידיות. המפות מזהות בבירור אזורים הסמוכים לשברים פעילים, במיוחד בחלקים הדרומיים והדרום-מזרחיים של מכה ( ), כאזורים בעלי סיכון סיסמי גבוה יותר. באזורים אלה קיים סיכוי גבוה יותר לרעידות קרקע בינוניות, העלולות לגרום לנזק מבני יחסי, במיוחד בבניינים ישנים או בבניינים שלא חוזקו כראוי. הדבר ניכר בהשוואה בין גרסאות התוצאות השונות.

סיכון לתשתיות

יתר על כן, מפות אלה מצביעות על כך שהתשתית במכה ובסביבתה — במיוחד מבנים רבי קומות — עלולה להיות חשופה לסיכון משמעותי במקרה של רעידת אדמה חזקה, חלילה. הדבר מדגיש את החשיבות של ניטור סיסמי רציף, מחקר מתמשך והקפדה קפדנית על תקני בנייה עמידים ברעידות אדמה.

הסיכון הסיסמי מוערך גם באמצעות מדידת תאוצת הקרקע המרבית (PGA), שכן רמת הסיכון הסיסמי באזור מושפעת מהעוצמה הפוטנציאלית של רעידות אדמה המת־רחשות בצומת של תתי-שברים הנמשכים בכיוון צפון-מזרח–דרום-מערב (בגון אזור תת-השבר אד-דאם ואזור הגזירה בעמק פאטימה) ותתי-שברים הנמשכים בכיוון צפון-מערב, המקבילים לחוף הים האדום. לפיכך, חיוני ליצור מפות תקלות מדויקות באמצעות נתונים גיאולוגיים, גיאופיזיים וסיסמיים, ולהעריך אם תקלות אלה פעילות כיום. בנוסף, יש להק־דיש תשומת לב מיוחדת לאומדן מדויק של עוצמתם הפוטנציאלית המרבית של רעידות אדמה העלולות להתרחש לאורך תקלה פעילה. יש לשלב בכל מחקר להערכת סיכון סיסמי פרספקטיבה מקיפה המשלבת אי-ודאויות במאפייני מקור רעידת האדמה ובהתפשטות הגלים הסיסמיים.

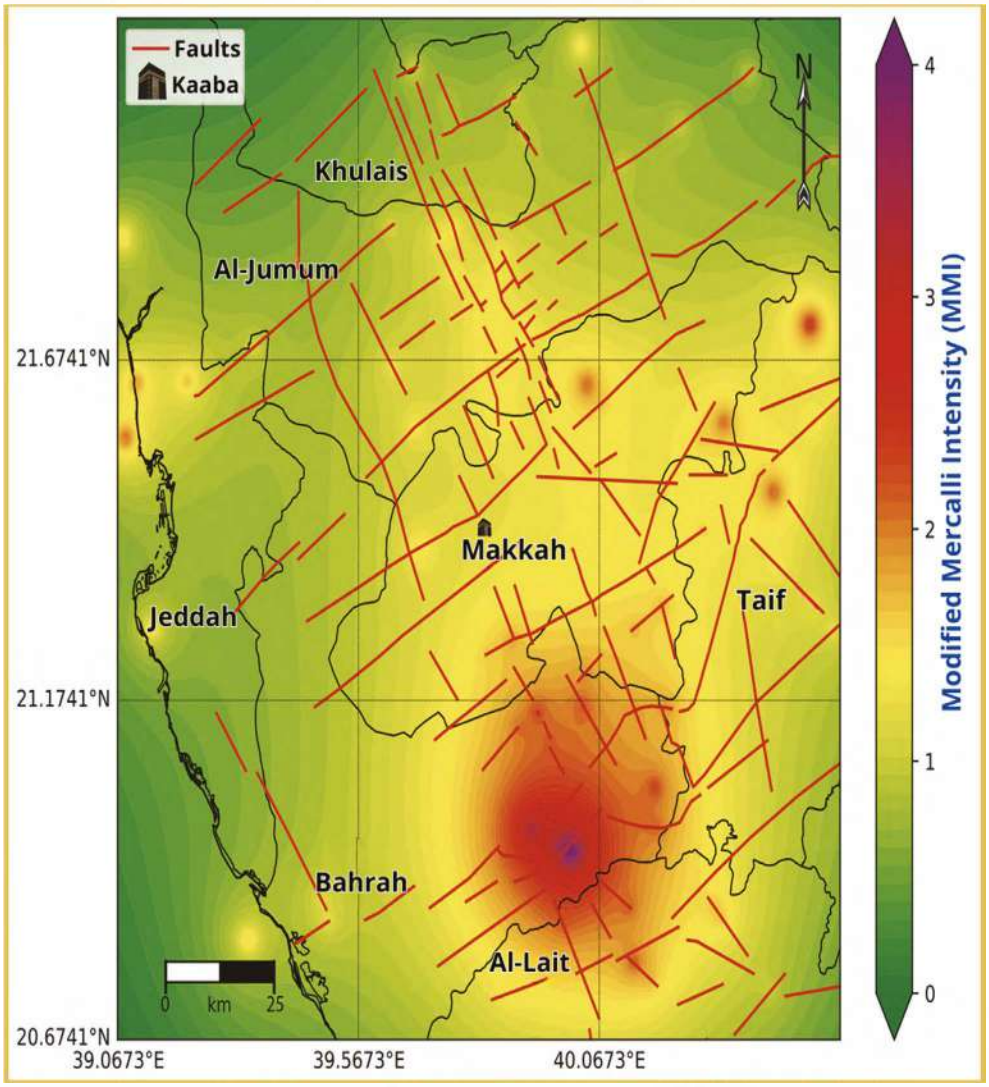
מפת ה-PGA מספקת גם הערכה טכנית ראשונית של הרעידות החזקות ביותר הצ־פויות, אשר עשויה להיות חיונית למהנדסים ומתכנני ערים המתמקדים בתכנון תשתיות עמידות לרעידות אדמה. אזורים הקרובים ביותר לקווי שבר מסוימים מציגים ערכי PGA

גבוהים יותר, מה שמדגיש את החשיבות של שילוב וחיזוק נתונים אלה בתקנות הבנייה ובפרקטיקות הבנייה כדי להפחית את הסיכון לנזק סיסמי.

מהאמור לעיל עולה בבירור כי אזור מכה מאופיין בפעילות סיסמית נמוכה עד בינונית, עם תאוצה ספקטרלית (SA) הנעה בין 13 ל-124 ס"מ/שנייה^2. אירועים סיסמיים בינוניים העלולים להוות איום על האזור עשויים להתרחש. באופן ספציפי, ה-PGA חושב כ-0.16g, מה שמעיד כי מבנים באזור זה צריכים להיות מתוכננים לאזור A2 בהתאם ל-UBC משנת 1997.

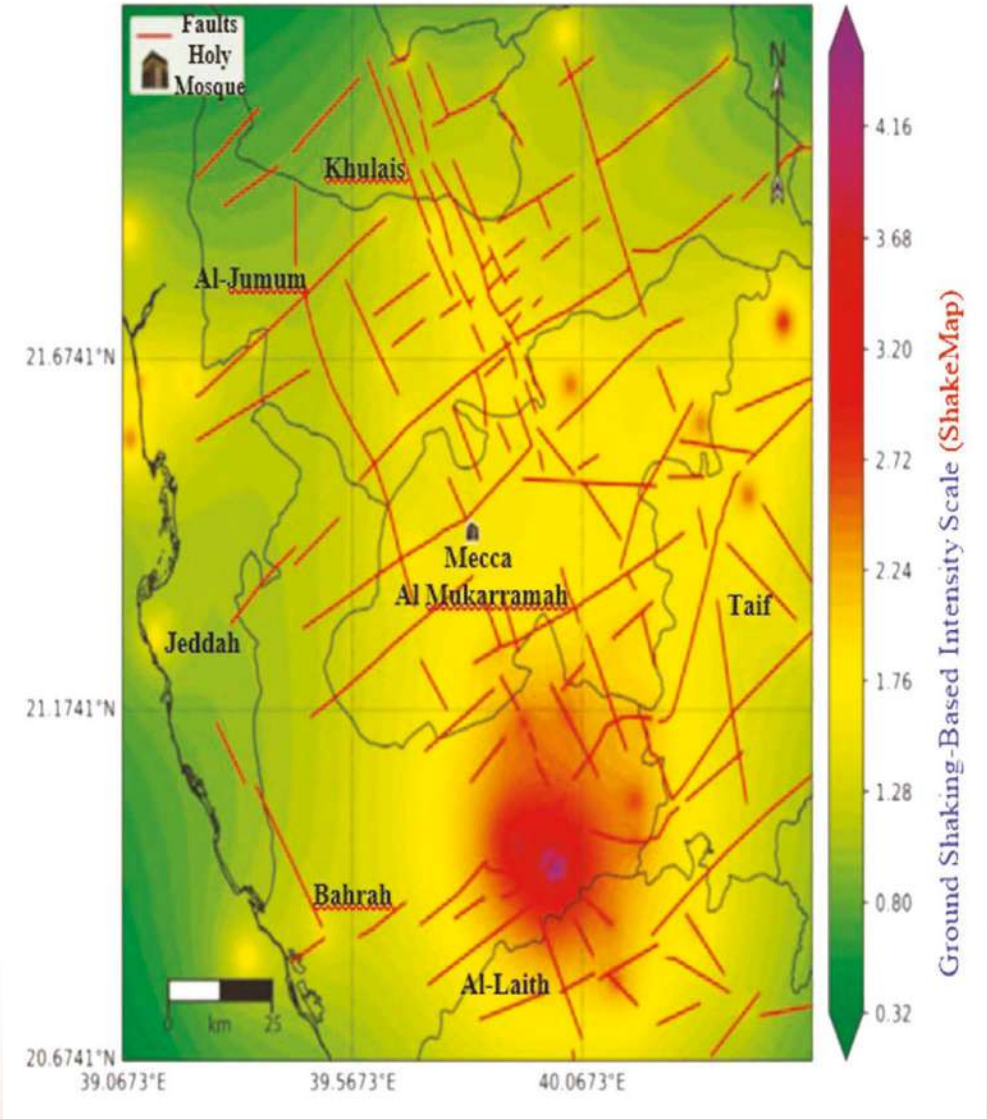
מפת עוצמת הרעידות הסיסמיות, שמרכזה בקאבה הקדושה ונבנתה באמצעות סולם עוצמת מרקלי המותאם (MMI), מציעה ייצוג מרחבי מפורט של תנועות הקרקע המשוערות ברחבי האזור. הדמיה זו ממחישה את התפלגות עוצמות הרעידות הסיסמיות ברחבי מכה וסביבתה, ומתארת את טווח רמות הרעידות הניתנות להבחנה במהלך רעידת אדמה בעוצמת , החל מרעידות קלות ועד לתנועות קרקע בינוניות. ערכי ה-MMI מתארים אזורים שבהם צפוי שהרעידות הסיסמיות יגרמו להשפעות ניכרות.

המפה חושפת הבדלים מרחביים בולטים בעוצמה, עם ערכי **MMI** גבוהים שנרשמו בקרבת אזורי שבר פעילים — במיוחד במגזרים הדרומיים והדרום-מזרחיים — המיוצגים על ידי ספקטרום הצבעים החם יותר (אדום עד כתום). ערכים אלה מצביעים על סבירות מוגברת לרעידות בינוניות במקרה של פעילות סיסמית. יתר על כן, המפה מדגישה את הפוטנציאל לנזק מבני למבנים ולתשתיות קריטיות. אזורים העולים על ערך MMI של 3.0 מזוהים כנקודות תורפה פוטנציאליות לתשתיות, במיוחד עבור מבנים ישנים או כאלה המאופיינים בחוסן מבני מוגבל. באזורים אלה, בניינים רבי קומות ומבני לבנים לא מחוזקים רגישים במיוחד לסיכון סיסמי מוגבר.



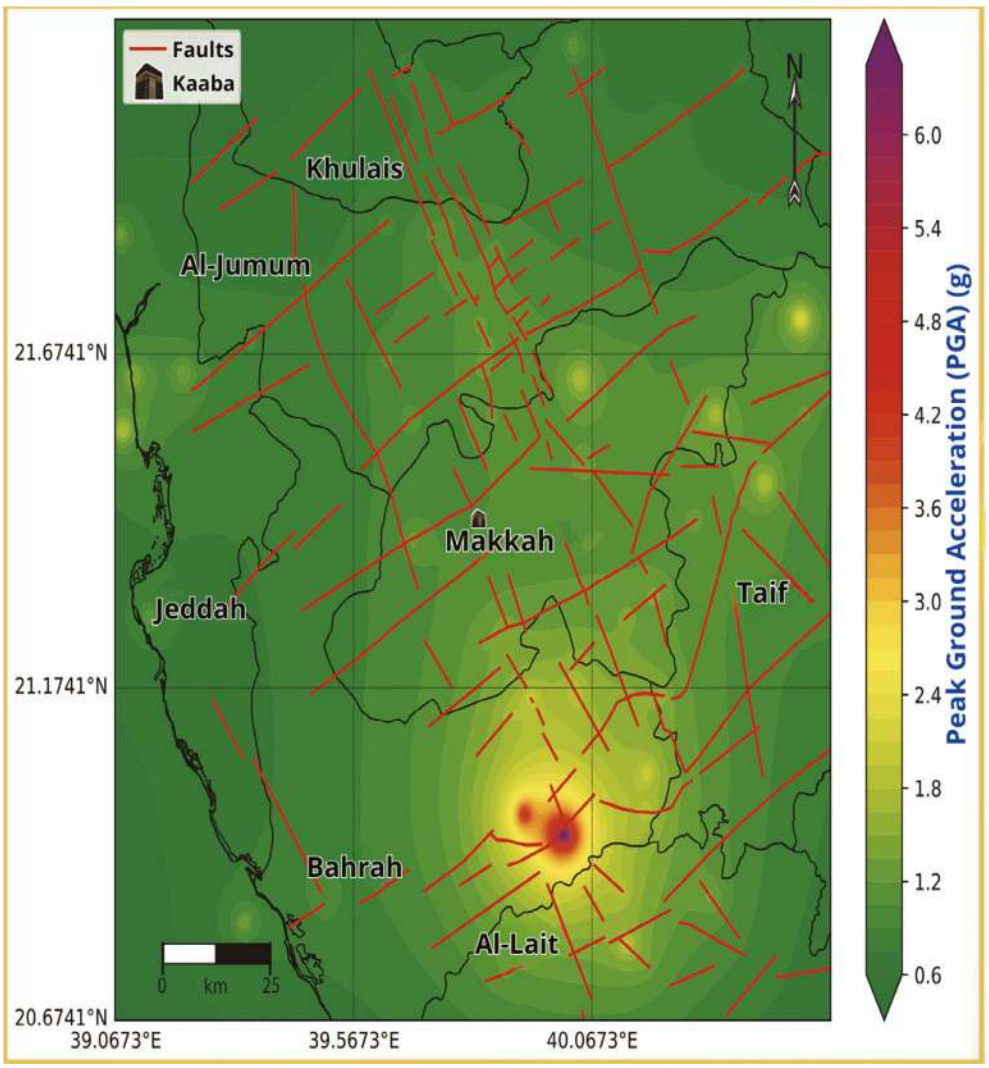
מפת עוצמת רעידות אדמה המבוססת על סולם עוצמת מרקלי המותאם (MMI).

מפת העוצמה של ShakeMap, שמרכזה במסגד הקדוש, מספקת מדידה אמפירית מדויקת של עוצמת הרעידות בקרקע. באמצעות שילוב של נתוני ניטור סיסמיים בזמן אמת עם מודלים של מערכות שברים, המפה נועדה לשקף את הנזק המבני הפוטנציאלי שעלול להתרחש מיד לאחר רעידת אדמה. היא מציעה פירוט רב יותר באזורים הסמוכים לקווי השבר ומכסה טווח רחב יותר של עוצמות סיסמיות, כדי להנחות טוב יותר את מאמצי התגובה לחירום ואת הערכת הסיכונים. עוצמת ה-ShakeMap משקפת באופן הדוק את התוצאות המוצגות על ידי ה-MMI. עוצמת ה-ShakeMap משקפת מתאם מדויק יותר בין רעידות חזקות לבין קרבה לשברים פעילים, במיוחד בחלקים הדרום-מערביים והדרום-מזרחיים של האזור. גוונים כהים יותר במפה מצביעים על סבירות גבוהה יותר לרעידות עזות, ואזורים אלה נמצאים בסיכון גבוה יותר לנזק מבני, במיוחד למבנים לא מחוזקים ולמבנים רבי קומות. אזורים בעלי עוצמה גבוהה יותר — המסומנים בכתום כהה עד אדום — מייצגים מיקומים שבהם סביר יותר שמבנים ייפגעו. ככל שמבנה קרוב יותר לשבר פעיל, כך סביר יותר שיחווה תנועת קרקע חזקה. אפילו מבנים רבי קומות שתוכננו לעמוד ברעידות אדמה עשויים להיות פגיעים לגלי סיסמיים ארוכי טווח, במיוחד באזורים המודגשים בכתום כהה עד אדום במפה.



סולם עוצמה המבוסס על רעידות קרקע (ShakeMap).

מפה זו ממחישה את תאוצת הקרקע המרבית (PGA) שבמרכזה המסגד הקדוש, המ־עודכנת ברזולוציה גבוהה יותר ובמאגרי נתונים מורחבים. היא מספקת כלי חיוני להבנת תנודות הקרקע המרביות הצפויות במהלך אירועים סיסמיים. ה-PGA, מדד ישיר לתנועת הקרקע החזקה ביותר במהלך רעידת אדמה — המוצג כחלקי כוח הכבידה (g) — הוא בעל חשיבות מכרעת למטרות הנדסיות, במיוחד בתכנון מבנים עמידים בפני רעידות אדמה. המפה משלבת נתונים סיסמיים עדכניים, עם דגש מיוחד על האופן שבו הקרבה לקווי השבר משפיעה על דינמיקת תאוצת הקרקע. אף שמפת ה-PGA עשויה להיות פחות אינטואיטיבית עבור מי שאינו מומחה בהשוואה ל-MMI ול-ShakeMap, היא מספקת תו־בנות חיוניות לגבי הרעידות המקסימליות הצפויות ברחבי האזור. ערכי PGA גבוהים יותר מתאימים לתנועת קרקע חזקה והרסנית יותר. המפה מציגה בבירור רמות תאוצה מוגב־רות בקרבת קווי שבר מסוימים, אם כי לא כולם — דבר המשקף את היעדרם של רישומים סיסמיים ארוכי טווח באזורים מסוימים. אזורים אלה מצביעים על המקומות שבהם ניתן לצפות לרעידות קרקע חזקות יותר במקרה של רעידת אדמה. מהנדסים ומתכנני ערים יכולים להשתמש בנתונים אלה כדי לתת עדיפות לתכנון עמיד בפני רעידות אדמה, במיוחד באזורים עם ערכי PGA גבוהים בקרבת שברים פעילים.



"מפת עוצמת רעידות אדמה המבוססת על תאוצת קרקע מרבית **(PGA)**."

וולקנית באזור מכה

שדות וולקניים תופסים **שטחים נרחבים** באזור מכה, המיוצגים על ידי מספר **שדות לבה** (**ḥarāt**), כולל:

- **השליש הדרומי** של **חראט רהאט**
- רוב שטח **חראט קישב**
- **Ḥarrat Ḥaḍan**
- חלקים נרחבים **מחררת אל-בקום ואל-נוואסיף**

שדות הלבה הללו נעים בגילם בין **התקופה השלישונית לתקופה הרביעית**, בהתאם **לשני שלבי השבר של ים סוף**. זרמי הלבה מורכבים בעיקר מ:

- **בזלת אוליבין אלקלינית ומעבר**
- **הוואיאיט**
- **בסניט**

לעתים קרובות מכסים אותם **קונוסים וולקניים** רבים **ושדות אפר**, המעניקים לשטח **צבע כהה מובהק**.

שדה הלבה חראט רהאט

Ḥarrat Rahāṭ, הממוקם בין **אל-מדינה למכה**, הוא **שדה הלבה הגדול ביותר** בערב הסעודית, ומשתרע על שטח של **כ-20,000** קמ"ר. זרמי הלבה פרצו דרך **סדקים הנמשכים צפונה**, והיוו חלק **מקו הוולקני מכה-מדינה**. הרי **הגעש המרכזיים** התפתחו לאורך ציר זה, והם שולטים בתוואי השטח. עם זאת, חלק מהקונוסים סוטים **צפונה-צפון-מערבה** מהציר הראשי.

החלק הדרומי של חראט רהאט מכיל **כ-14 הרי געש מגן**, לצד שרידי **סיגים** של **חרוטי געש**, שרובם נשחקו עקב חשיפה ממושכת. גם מכתשי הרי הגעש המגן — העמידים יותר מהסיגים של החרוטים — נשחקו.

בשטח זה נמצאים יותר **מ-700 מכתשים וולקניים**, בהם **הר מונוואר**, שגובהו **1,783 מטר**. **ההתפרצות האחרונה שתועדה** באזור זה אירעה בשנת **1256 לספירה (654 להג'רה)** בסמוך **לאל-מדינה**.

שדה הלבה חראט קישב

שדה הלבה חראט קישב, הממוקם צפונית-מזרחית למכה, ליד **מחוז אל-ח'ורמה** ומזרחית לחראט רהאט, נמוך יותר בגובהו, ושוליו **אינם עולים על 1,000 מטר** מעל פני הים. עם זאת, האזור המרכזי מתנשא לגובה של **1,120 מטר**, **וקוני וולקניים** בגון **הר היל** מגיעים לגובה של **1,475 מטר** – הנקודה הגבוהה ביותר בשדה.

שדה הלבה הזה מכיל מעל **188 קונוסים וולקניים**, אם כי רבים מהם סובלים **משחיקה** קשה. השטח מחוספס, מכוסה **בזרימות בזלת**. הוא משתרע על פני **כ-6,000 קמ"ר**, **באורך של 110 ק"מ ורוחב של** עד **70 ק"מ**. הפעילות הוולקנית נמשכת **מ-2.5 מיליון שנים ועד היום**.

השדה מציג תצורות גיאולוגיות וולקניות מגוונות, כולל:

- **כיפות וולקניות**
- **חרוטי סקוריה**
- **רי געש מגן**
- **סבחת אל-אש'אריה**
- **מכתש אל-ווהבה** (**מקלאע תמייה**): **המכתש הוולקני העמוק** ביותר בערב הסעודית, **בעומק 220 מטר ורוחב 2 ק"מ**, מה שהופך אותו **לגדול מסוגו במזרח התיכון**. הוא נוצר כתוצאה **מפיצוץ פראטומגמטי**, שבו מי תהום התערבבו באלימות עם מגמה עולה.

בין השרידים הוולקניים הצעירים יותר:

- **הר היל והר עסאלג'**, עם **זרמי לבה מתקופת האבן והתקופה ההיסטורית**, בולטים לעין.
- **כיפת הר שלמן**, **בשדה הדרום-מרכזי**, היא **הכיפה הוולקנית הצעירה** ביותר.
- לעומת זאת, **כיפת הר אבו חארת'** היא מהמאפיינים **השחוקים ביותר** בשדה.

שדה הלבה חאדן

שדה הלבה חאדן, הממוקם מזרחית לעיר טייף, שוכן בין שדה הלבה נאואסיף (אל-בקום) בדרום, שדה הלבה קישב בצפון ושדה הלבה ראהת בצפון-מערב. הוא משתרע על שטח של כ-3,700 קמ"ר ונחשב לאחד משדות הלבה העתיקים ביותר באזור, עם גיל גיאולוגי מוערך של למעלה מ-16 מיליון שנים.

למרות ששדה הלבה של הדאן קטן יותר בשטחו ובהיקפו משדה הלבה של קישב, שכבת הבזלת שלו יכולה להגיע לעובי של עד 150 מטרים. עם זאת, גובה פני השטח אינו מתנשא באופן משמעותי מעל השטח שמסביב. בשל גילו הרב, השחיקה מחקה את מרבית חרוטי הגעש שלו. שרידי חרוטים אלה נראים לאורך הקצוות המערביים, הדרומיים והצפוניים של שדה הלבה, שם הם נראים כגבעות קטנות ומבודדות המתנשאות מעל פני השטח הכלליים. שרידים אלה מסמנים את האתרים המקוריים של החרוטים הוולקניים שמהם פרץ שדה הלבה בעבר.

שדה הלבה אל-נאוואסיף (אל-בקום)

שדה הלבה אל-נאוואסיף (הידוע גם בשם אל-בקום) ממוקם בחלק המרכזי של מגן ערב, באזור מכה, על גבי סלעי הפרה-קמבריון של הרי חג'אז ומישור נג'ד. הוא משתרע על שטח של כ-10,800 קמ"ר, ורוחבו המרבי הוא כ-100 ק"מ. שדה וולקני זה הוא אחד העתיקים באזור, וגילו הגיאולוגי מוערך ביותר מ-16 מיליון שנים. בשל גילו, בליה ושחיקה שינו באופן משמעותי את קונוסי הלבה שלו, שמספרם כ-350 קונוסים קטנים. שדה הלבה מכיל גם סדקים וולקניים שדרכם זרמו בעבר רוב הלבה והמגמה, בנוסף לנוכחותם של הרי געש מגן.

שדה הלבה אל-נאוואסיף, הממוקם מדרום לשדה הלבה חאדאן, משתרע מצפון-מזרח לדרום-מערב ומכסה שטח גדול יותר מחאדאן. אף שחלק מזרימות הלבה והחומר הוולקני באזור מתוארכים לתקופת הניאולית, פני השטח של שדה הלבה שטוחים ברובם, למעט כמה קונוסים וולקניים חדשים יותר.

שדה הלבה בולט בשתי לשונות בזלת בולטות: האחת משתרעת כ-40 ק"מ לכיוון העיר ועמק רניה, והשנייה משתרעת כ-65 ק"מ לכיוון עמק טורבה. בחלק המרכזי של שדה הלבה נמצאים מספר סיגים של קונוסים וולקניים, יחד עם טבעות טוף ומאר המותא־מות לכיוון הכללי של התפשטות השדה (ksaency.com).

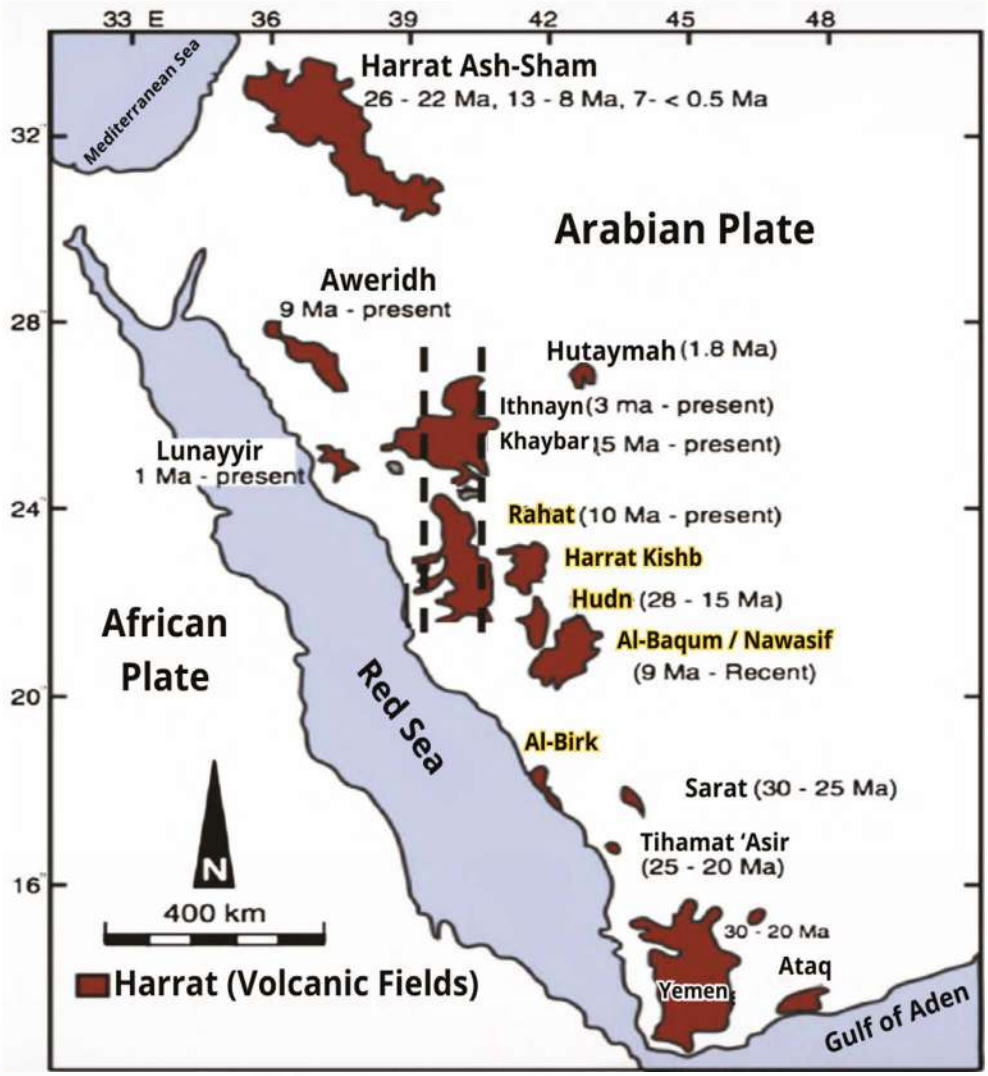
בנוסף לשדות הלבה הנזכרים לעיל, ישנם מספר שדות לבה קטנים יותר הממוקמים מדרום לעיר ג'דה, הבולטים שבהם הם שדה הלבה אידם ושדה הלבה שאמה (טופיל). שני השדות זרמו לכיוון מישור החוף טיהמה והתנשאו כ-110 מטר מעל פני מישור החוף.

הרטים וולקניים עיקריים באזור מכה

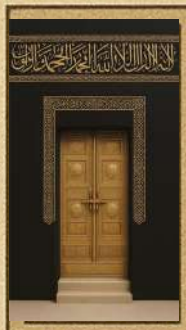
הראט (שדה לבה)	שטח (קמ"ר)	סוג סלע דומיננטי	גיל משוער
הראט ראהט	~20,000	לבה בזלתית (בזלת אוליבין אלקלית)	פליסטוקן–הולוקן
חרט קישב	~6,000	לבה בזלתית, קונוסי אפר	2–0.5 מיליון שנים
הראט נאואסיף–אל-בוקום	~3,500	לבה בזלתית	~5 מיליון שנים
חרט הדאן	~900	זרימות לבה בזלתית	הרביעון
חרט אל-בירקה	~1,200	בזלת אלקלית	הרביעון
חראת אל-שרקיה (חראת המזרחית)	~1,000	בזלת וסקולרית	הרביעון

סבנות הקשורות לשדות הגעשיים של מכה

הראט	סבנות וולקניות ראשוניות	סיכונים משניים	סיכון היסטורי/מודל למכה
רהאת	זרימת לבה, מזרקות אש, נפילת אפר (במקרה של התפרצות)	סדקים בקרקע, גזים וולקניים	סיכון בינוני; ההתפרצות ההיסטורית הקרובה ביותר הייתה בשנת 1256 לספירה (צפונית למכה)
קישב	התפרציות מאר, ענני אפר	גלי בסיס	סיכון נמוך-בינוני; סבנות מאר משמעותיות אך מרוחקות
נאוואסיף–בוקום	זרימות לבה	נזק מבני לוואדיות, שיטפונות	סיכון נמוך; כיווני הזרימה מתרחקים ממכה
הדן	התפרציות סדק בזלתיות	סדקים בקרקע	השפעה פוטנציאלית על ואדיות מזרחיות המתנקזות לכיוון מכה
הראט המזרחי	התפרציות חרוטי אפר	גזים, אפר קל	סבנות מקומיות; סיכון נמוך

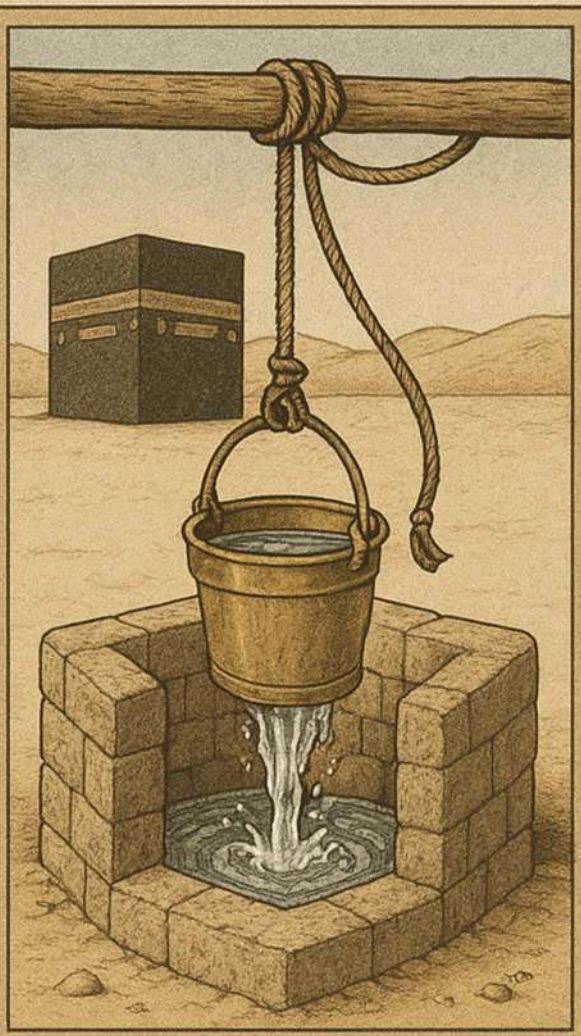


מפה המציגה את מיקומם של שדות וולקניים (Ḥarrāt) באזור מכה (קישב, הדאן ונאוואסיף), התואמים לשני שלבי התפצלות ים סוף.



פרק חמישי

סודות נס זמזם: בין מקורות מים בלתי נדלים לתכונות בלתי משתנות



הגיאומטריה מאחורי באר זמזם

הסודות שמאחורי נס זמזם

מקורות מי תהום של באר זמזם

מקורות המים העל-קרקעיים של באר זמזם

תכונות פיזיקליות וכימיות

יובלים המזינים את באר זמזם

תכונות חיידקיות

תכונות רדיואקטיביות ואופטיות

מבוא

מי זמזם הם אחד ממקורות המים המדהימים והנדירים ביותר בעולם. הם משלבים הרכב מדעי ייחודי עם שורשים דתיים עמוקים, הקושרים אותם לאמונה האסלאמית ולקדושת המסגד הקדוש במכה. מאז שפרצה מתחת לרגליו של הנביא ישמעאל ((עליו השלום)), המים המבורכים הללו ממשיכים לזרום ללא הפסקה כבר למעלה מחמשת אלפים שנה, בניגוד מוחלט לחוקי הטבע וההידרולוגיה. הם מרתקים זה זמן רב מדענים ומומחים בתחומי הגיאולוגיה, הכימיה, הרפואה וההידרולוגיה.

בפרק זה, אנו צוללים לעומק הנס של זמזם, מקור בלתי נדלה ותעלומה נצחית. אנו בוחנים את מקורותיו של המים המבורכים הללו, הן מהאדמה והן מהשמים, ומתייחסים לעקביות תכונותיהם לאורך הזמן, כפי שמעידים המחקרים המדעיים העדכניים ביותר והעובדות הרוחניות. זמזם אינו סתם באר מסורתית, אלא מערכת מים משולבת במלואה, המשמרת באופן מדהים איזון בין מפלס מים יציב, טוהר כימי והתחדשות מתמדת, למרות שהיא נצרכת על ידי מיליוני עולי רגל ומבקרים ברציפות לאורך כל השנה. נס זה מתעצם עוד יותר כאשר אנו מביאים בחשבון כי לאורך ההיסטוריה הארוכה שלה, מעולם לא תועד ולו מקרה אחד של זיהום סביבתי או מיקרוביאלי בבאר זמזם. טעמה, צבעה ותכונותיה נותרו ללא שינוי, גם לאחר הובלה ואחסון. עמידות כזו משקפת מערכת טבעית מורכבת שאינה נתונה למקריות, אלא מהווה ביטוי לטיפול אלוהי יוצא דופן.

באר זמזם ממוקמת במרחק של כ-21.5 מטרים מהכעבה הקדושה, באחת הנקודות הנמוכות ביותר בתוך המסגד הגדול במכה. היא חודרת לשתי שכבות גיאולוגיות נפרדות: הראשונה מורכבת משקעים סחופי-נהר רופפים, והשנייה מורכבת מסלעי מגמה סדוקים. זמזם מקבלת מים משני מקורות עיקריים: הראשון הוא מי גשמים ושיטפונות הנאספים מההרים הסמוכים, המחלחלים דרך עמקים וסדקים. המקור השני הוא אקוויפר עמוק המספק מים לבאר באופן קבוע באמצעות רשת טבעית של סדקים ושכבות חדירות. מערכת זו מסייעת לשמור על מפלס מים יציב ולשמור על תכונותיו לאורך כל השנה, ובכך מבטלת את הצורך בתמיכה מלאכותית או בטיפול חיצוני.

מחקרים אחרונים חשפו הרכב ייחודי של מי זמזם, המכילים מינרלים ואלמנטים טב־עיים בריכוזים גבוהים מאלה הנמצאים במים רגילים, כגון סידן, מגנזיום, ביקרבונטים ופ־לואוריד, כולם בגבולות הבטיחות המוכרים בינלאומית. הרכב ייחודי זה מעניק למים טעם מובחן וחתימה כימית ספציפית שאין דומה לה. מי שטעמו את מי זמזם מתארים אותם לעתים קרובות כ"מים שאין דומים להם".

מי זמזם מפגינים גם יציבות תרמית יחסית, שקיפות והיעדר צבע או ריח, המעידים על רמת טוהר יוצאת דופן. באופן מפתיע, למרות שאינם עוברים טיפול כימי, מי זמזם נקיים לחלוטין מחיידקים, אצות ומיקרואורגניזמים, מה שמעיד על תכונותיהם הביולוגיות הייחו־דיות. יתר על כן, בדיקות רדיולוגיות בטכניקות מתקדמות הראו שמי זמזם אינם מכילים פעילות רדיואקטיבית מזיקה, ורמות הקרינה הטבעיות שלהם נמוכות בהרבה מהגבולות הבטיחותיים.

פרק זה עוסק בתכונות העיקריות של מי זמזם, החל מטעמם ומהרכבם הכימי, דרך מאפייניהם הפיזיקליים כגון צפיפות, מוליכות חשמלית ושקיפות, וכלה בפירוט ניתוחים ביולוגיים ורדיולוגיים. פרק זה דן גם בממצאים הקשורים לתכונות האופטיות של מים אלה, כולל שבירת אור ושקיפות ספקטרלית, הנתמכים במדידות מעבדה עדכניות. הוא כולל גם השוואות מדעיות בין מי זמזם לסוגים שונים של מי תהום ומים מבוקבקים מרחבי העולם, תוך הדגשת ההיבטים הייחודיים של משאב קדוש זה. טבלאות להמחשה וייצוגים גרפיים מסופקים כדי לתמוך בנתונים ולהבהירם.

פרק זה שואף לגשר בין הידע המדעי לאמונה עמוקה, תוך הסבר על המים מבחינת הרכבם ותכונותיהם, אך תוך השארת פתח לשאלה עמוקה יותר: ביצד ממשיך מעיין זה לזרום מבלי להתייבש, ומבלי לאבד מאף אחת מתכונותיו? זהו מים שלא נועדו רק לשתייה, אלא להתבוננות ולפרשנות כביטוי מובהק לגדלות אלוהית, שבה הוטמן סוד שעדיין מת־ריס כנגד כלי המדע וממשיך לעורר השראה בלבבות.

הסודות שמאחורי נס מי זמזם

ממישור הררי צחיח, בעמק לא מעובד, פרץ המים האלוהיים הבלתי מתכלים והמו־פלאים שהם זמזם. זה היה עדות לעוצמתו הבלתי מוגבלת של אללה ולדאגתו התמידית לנביאיו ולנתיניו. נס זה לא היה רק התפרצות מים, אלא תשובה לתפילה, ביבוד אמו של נביא ורחמים לתינוק חסר ישע. מאז ועד היום, מי זמזם ממשיכים לזרום, בניגוד לכל הנו־רמות הטבעיות והגיאולוגיות, נשמרים בטוהרם, ייחודיים בתכונותיהם, ומוקפים בהילה של קדושה ונס. מה שמדהים בזמזם אינו רק מרכיביו, אלא סיפורו, המשכיותו, והשפעתו הרוחנית והפיזית על השותים ממנו. זהו המים היחידים בעולם הנצרכים בכוונה, שדרכם נענות תפילות, מבקשים ריפוי, ואליהם מגיעים אנשים מכל קצוות תבל. עם התקדמות המדע, ובמקביל לניתוח מרכיבי המים המבורכים הללו, ממצאים מדעיים אישרו את תכו־נותיהם הכימיות והפיזיקליות הייחודיות בהשוואה לסוגים אחרים של מים. דבר זה הניע מדענים רבים לחקור את תכונותיהם בתדהמה ובהערצה. אז, האם אנו עדים למים מבור־כים בלבד? או שמא מדובר בתופעה טבעית הממשיכה לאתגר את המדע ואת מכשיריו? או שמא אנו עדים לנס אלוהי מחודש, נס המדבר, באמצעות המים, על חוכמתו של הבורא ועל דאגתו לבריאתו? להלן הנסים הבולטים ביותר של מים אלה:

- נביא אללה ((עליו השלום)) אמר: "המים הטובים ביותר על פני האדמה הם מי זמזם. בהם יש מזון במקום אוכל וריפוי ממחלות." חלק מחבריו חיו עליו ימים רבים ללא צורך במזון. מי זמזם נחשבים טהורים ומבורכים, שאין דומה להם לשום מים אחרים. עולי רגל ומבצעי העומרה משתוקקים לשתות ממי זמזם, להתרחץ בהם ולקחת עמם מעט מהם בעת עזיבתם.
- כל מים הזורמים למעיין זה מקבלים את טוהר וצלילות מי זמזם. זמזם הוא מעיין שימ־שיך לזרום ללא הפסקה עד יום הדין. גם אם כל הבארות האחרות יתייבשו לפני אותו יום, מי זמזם יישארו בלתי נדלים.
- מקורו הוא באר קטנה יחסית (בעומק של כ-30 מטרים), אך היא מפיקה כמויות אדי־רות של מים מדי יום, ללא הפסקה. זהו כשלעצמו אחד המאפיינים המדהימים ביותר שנצפו אי פעם במקורות מים טבעיים. היא זורמת בשפע כבר אלפי שנים מבלי לה־תייבש או להתדלדל; כל נפח שנשאב ממנה מתמלא מחדש ללא הרף על ידי מים זורמים, כאילו היו גלי ים.
- מבחינה מדעית, זמזם מסווגת כמים אלקליין על פי סולם החומציות, או מה שמכונה סולם פוטנציאל המימן (pH). האלקליניות שלה מיוחסת לאופי הגיאולוגי של סלעי הגרנודיוריט והדיוריט שדרכם היא זורמת. האלקליניות של המים קשורה גם למדד

ה-Total Dissolved Solids) TDS) הנמוך יחסית שלה, המודד את כמות החומרים האור־גניים והא-אורגניים המומסים במים.

- זמזם בולט גם בתכולת המינרלים הגבוהה שלו (במיוחד אשלגן, סידן, מגנזיום ואבץ), מה שמעניק לו ערך תזונתי ייחודי בשל חשיבותם של יסודות אלה לתפקודים חיוניים של מערכת העצבים המרכזית, השרירים ואיזון הנוזלים בגוף. זה עשוי להסביר מבחינה מדעית את הערך התזונתי שלו, כפי שתואר בהדית: "מזון במקום אוכל". למרות שזמזם אינו מכיל קלוריות, הוא תורם בכל זאת לשמירה על איזון הגוף באמצעות החומרים המ־זינים הנ"ל.

- הוכח מדעית כי מי זמזם נבדלים מכל סוגי המים האחרים בעולם. למי זמזם תכונות אלוהיות שהוענקו להם על ידי אללה, המייחדות אותם מכל סוגי המים האחרים. תכונות אלו נותרו בלתי ידועות, למרות הידע המלא על מרכיביהם. למי זמזם מאפיינים ייחודיים הנמצאים במוליכותם החשמלית, ברמות החמצן המומס, בריכוז החנקתי וברמת ה-pH.

- בכל באר אחרת בעולם מתפתחת בסופו של דבר צמיחת אצות, מה שהופך את המים לבלתי נעימים וגורם לבעיות בטעם ובריח. עם זאת, באר זמזם פועלת כבר למעלה מאר־בע עשרה מאות שנים ללא כל צמיחה ביולוגית, כלומר ללא זיהום מאצות או חיידקים. עד היום, מי זמזם ממשיכים להיאבל ללא כל צורה של טיפול בשל נוכחות תרכובות פלואוריד במים, המחסלות את כל סוגי האורגניזמים הביולוגיים.

- אחת התכונות המדהימות ביותר של מי זמזם היא טעמם המתוק, למרות המליחות הכו־ללת הגבוהה שלהם. מי ששותה אותם אינו חש במליחות, אף שאם ריכוז מינרלים זהה היה קיים בכל מים אחרים, הם היו בלתי ראויים לשתייה! זוהי אחת מתעלומות זמזם, ואולי הסיבה עצמה לכך שהמים הללו מרעננים את העולים לרגל המותשים.

- אין מים על פני כדור הארץ טהורים יותר ממי זמזם. עבור המפוחדים, זמזם הוא מקור לביטחון, שכן כפי שאומר הפתגם, "מי זמזם משמשים לכל מטרה שלשמה נשתים", ומציעים ריפוי לחולים ומזון לרעבים. זמזם מכיל 366 mg/L של ביקרבונטים, מה שהופך אותו למים הטובים ביותר על פני כדור הארץ, ואף עולה על מי האלפים הצרפתיים, המ־כילים 357 mg/L.

- מעיין זמזם הובא על ידי המלאך גבריאל. אף על פי שאללה, הכל-יכול, מסוגל בהחלט לגרום למים של זמזם לפרוץ ללא צורך בגבריאל, הוא בחר בדרך זו כבבוד וברכה למים, וכדי להאדיר את מעמדם. כמו כן, בחר במכה, עמק צחיח וחסר חיים, כדי שהנס הזה יתרחש, כאות לכוחו העצום, וכדי להפוך אותו למקור מים לעולי הרגל לביתו הקדוש ולכל האנושות.

- התפרצות מי זמזם היא נס כשלעצמה, שכן הם הופיעו באדמה יבשה וצחיחה לאחר שהנביא אברהם השאיר שם את אשתו הגר ובנם התינוק ישמעאל. כאשר אזלו להם המזון והמים ( ), חיפשה הגר נואשות אחר מים, ורצה בין ספא למרווה. אז היכה המלאך גבריאל באדמה, ומתוכה פרץ מקור מבורך זה.
- מחקרים מצביעים על כך שמי זמזם מעלים את רמות האנרגיה ומחזקים את המערכות התאיות של הגוף. כוחם הביו-אנרגטי נמדד ב-200 יחידות, ועולה על כל החומרים האחרים על פני כדור הארץ, שאנרגייתם אינה עולה על 130 יחידות. יתר על כן, האנרגיה האלקטרומגנטית במי זמזם היא כפולה מזו של מים רגילים.
- ארבעת הרעלים ארסן, עופרת, קדמיום וסלניום נמצאים במי זמזם ברמות הנמוכות בהרבה מהסף המזיק לצריכה אנושית. יתר על כן, ניתוח אולטרה סגול הראה כי מי זמזם נקיים מחיידקים. הסלניום הנמצא בזמזם חשוב במיוחד, שכן הוא מינרל המחזק את מערכת החיסון בזכות תכונותיו האנטי-חמצוניות.
- ראוי לציין גם כי במהלך חשיפה לחום קיצוני, הגוף מאבד נתרן ואשלגן באמצעות הזעה מוגברת. זה מסביר מדוע רמת הנתרן במי זמזם גבוהה מהמגבלה המותרת בדרך כלל, ומגיעה עד 60 mg/L, כדי לסייע בפיצוי על אובדן זה.
- במהלך מאות השנים נעשו ניסיונות רבים לאתר מקורות מים דומים בגבעות ספא ומרווה, אך כולם נכשלו. לדוגמה, באר דאוודיה, הממוקמת בחלקו הדרומי של המסגד הגדול ובמרחק של כ-130 מטרים בלבד מזמזם, ידועה בטעמה המלוח ביותר ובאיכות המים הירודה שלה.
- מי זמזם ידועים ביציבותם המדהימה בתכונותיהם הפיזיקליות והכימיות לאורך אלפי שנים. טעמם, ריחם וצבעם נותרו ללא שינוי, מה שמבדיל אותם ממים טבעיים אחרים. המים מכילים יחס מאוזן של מינרלים ואלמנטים, כולל סידן, מגנזיום, פלואוריד ונתרן, התורמים לתכונותיהם הטיפוליות. תכונות אלה הופכות אותם למועילים להקלה על עייפות, הפרעות עיכול וכמה מחלות כרוניות.
- ניסויים מעבדתיים אישרו כי למי זמזם יש תכונות אנטיבקטריאליות והם יכולים להאיץ את ריפוי הפצעים. מחקרים מסוימים אף הצביעו על השפעה חיובית במקרים מסוימים של סרטן, אם כי ממצאים אלה עדיין דורשים אימות מדעי נוסף

הגיאומטריה שמאחורי באר זמזם

באר זמזם ממוקמת בנקודה הנמוכה ביותר בעמק מכה, ובאופן ספציפי באזור המכונה "אל-בת'ה", המכונה במקורות מסוימים גם "אל-ג'וף" (האזור הנמוך) או "בתן מכה" (בטן מכה), בשל הטופוגרפיה הנמוכה שלו הדומה לאגן טבעי. שקע גיאוגרפי זה הפך, לאורך ההיסטוריה, את הבאר לפגיעה לשיטפונות, במיוחד בעונות של גשמים עזים, כאשר המים היו מגיעים עד לפתח הכעבה או אף עולים מעליה לעתים. השפעותיה של טופוגרפיה זו נראות לעין גם כיום, שכן המסגד הקדוש מוקף בשני אזורים נמוכים מצפון ומדרום, המתכנסים מאחורי המסגד. דבר זה גורם למי הגשם לזרום במורד הגבעה לעבר אזור אל-מיספלה, שבו נמצא באר זמזם, מה שהופך אותו לפגיע להצטברות מים.

הבאר ממוקמת בתוך המטף (האזור שבו עולי הרגל מקיפים את הכעבה) של המסגד הגדול, כ-22 מטרים ממזרח לכעבה. היא נמצאת במרחק של כ-18 מטרים ממקאם אבראהים (תחנת אבראהים), שוכנת במקביל לאזור המולטזאם, וצמודה לבאב (שער) בני שייבה, אחד השערים ההיסטוריים של המסגד הקדוש. גובהו של הבאר הוא כ-286.4 מטרים מעל פני הים.

מקורות היסטוריים מספקים תיאורים מפורטים של באר זמזם. אל-עזראקי, שכתב במאה ה-3 להג'רה, תיעד כי עומק הבאר מקצה לקצה היה שישים אמות. בבסיסה היו שלושה מעיינות מים: אחת הפונה לאבן השחורה, אחרת הפונה להר אבו קובייס ולספא, ושלישית הפונה להר מרווה. (Al-Azraqi, 1969)

באר זמזם נחשבת לאחת הבארות העתיקות ביותר שנחפרו ביד. עומקה הכולל הוא כ-30.5 מטרים, וקוטר שלה נע בין 1.08 ל-2.66 מטרים, מה שמקנה לה צורה לא סדירה. מפלס המים נמצא כ-4 מטרים מתחת לפתח העליון של הבאר. החלק העליון של הבאר, עד לעומק של 13.5 מטרים, מורכב משכבות סחף וחול אלוביאליות מתקופת הקוורטנר, שמקורן בעמק אברהם. קטע זה חופה באבנים כדי למנוע חלחול אופקי של מי תהום בגובה זה. החלק התחתון, המשתרע עד לעומק של 17 מטרים, חצוב בסלע דיוריט וגרנודיוריט קשיח. בין שתי שכבות אלה נמצא אזור מעבר בעל חדירות גבוהה בעובי של כ-0.5 מטרים, המורכב מסלע שנסחף ונסדק לרוחב. אזור זה נחשב למקור העיקרי של מי התהום המזינים את הבאר.

התכנון המבני של הבאר מפגין דרגות הנדסיות מדוקדקות. הקטע האלוביאלי מרופד באבנים, למעט המטר העליון, המחוזק בטבעת בטון. גם קטע הסלע הבלה בתחתית מרופד באבנים. חלק זה משמש בנקודת הכניסה העיקרית של המים לבאר, בשל הצטלבותו עם רשת של סדקים ותעלות תת-קרקעיים.

באר זמזם נבדלת בצורתה הגיאומטרית הייחודית, הדומה לחרוט קטום, בניגוד לצורה הגלילית האופיינית לרוב הבארות. מבנה זה ממלא תפקיד חשוב במודלים הידרולוגיים מדויקים, שכן הוא מסייע בקביעת מאפייני הזרימה ובחישוב קצב ההזנה והפריקה.

מבחני שאיבה הראו כי באר זמזם יכולה להזרים בין 11 ל-18.5 ליטרים בשנייה, המקבילים לכ-660 ליטרים בדקה או כמעט 40,000 ליטרים בשעה, מה שמדגים את שפע המים בה ואת רציפות הזרימה, למרות רמות הצריכה הגבוהות.

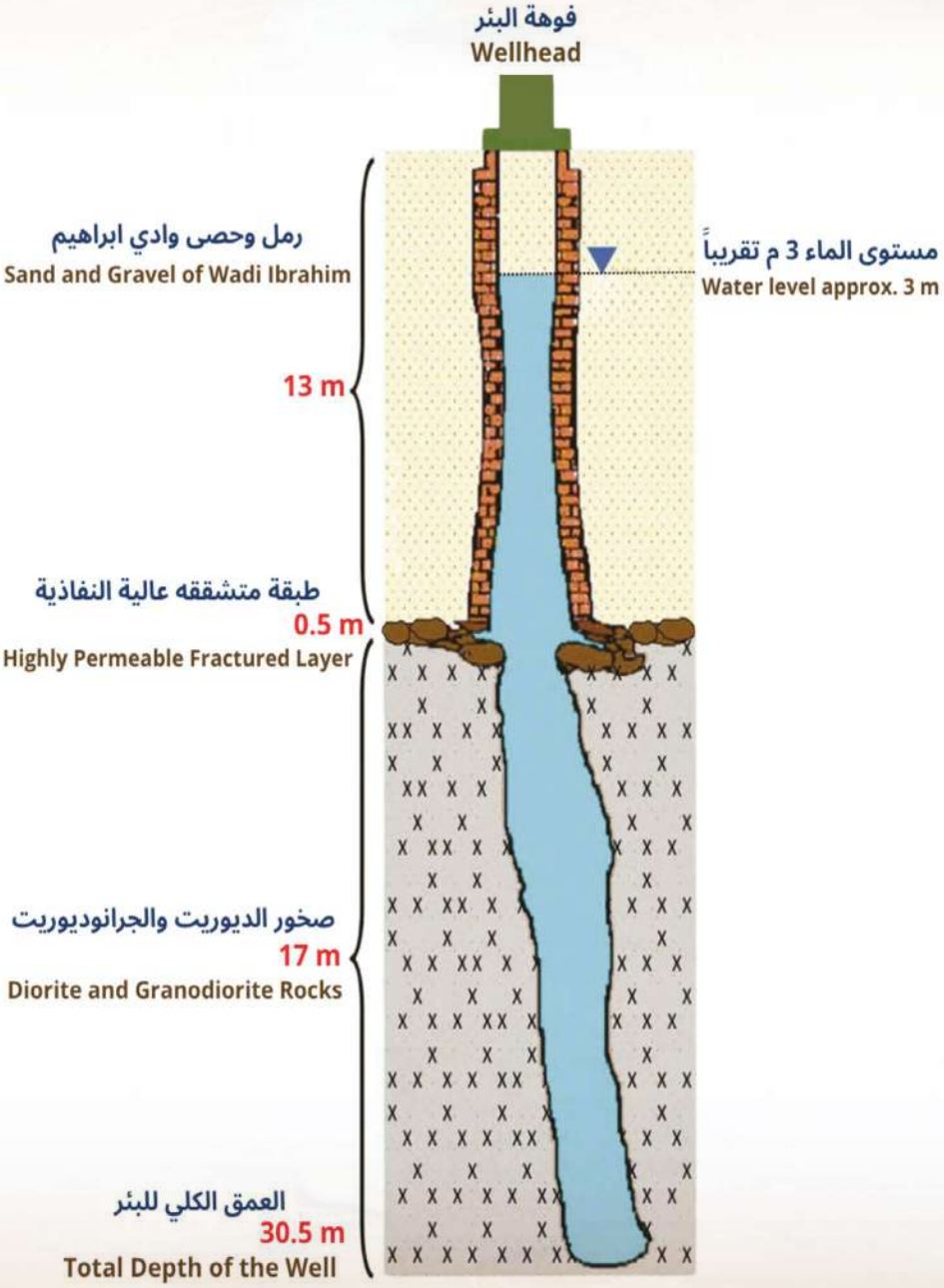
באר זמזם מוזנת משלושה כיוונים עיקריים: צפון-מערב, מזרח ודרום, מה שמעניק לה תכונות הידרולוגיות ייחודיות. מקור המים הוא הצטברויות תת-קרקעיות במרבצים על-קרקעיים, וכן בסדקים ובחריצים בסלע הסובב, החוצים שכבות גיאולוגיות שונות.

הדעות המדעיות לגבי אופי התחדשות המים בזמזם היו מגוונות. בשנת 1980 הציע מרכז המחקר לחאג' כי המים מגיעים לבאר דרך סדקים המשתרעים אופקית בתוך שכבת הסלע, מה שמרמז על האפשרות של מקורות התחדשות מרוחקים. עם זאת, דעה זו נסתרה על ידי ממצאיו של **Sin (2005)**, שמחקרו הצביע על כך שהסדקים ממלאים תפקיד מוגבל בלבד בהעברת המים ואינם המקור העיקרי להתחדשות. במקום זאת, הוא הגיע למסקנה שהמקור העיקרי הוא מי התהום המקומיים המאוחסנים במרבצי הסחף הסמוכים המקיפים את הבאר.

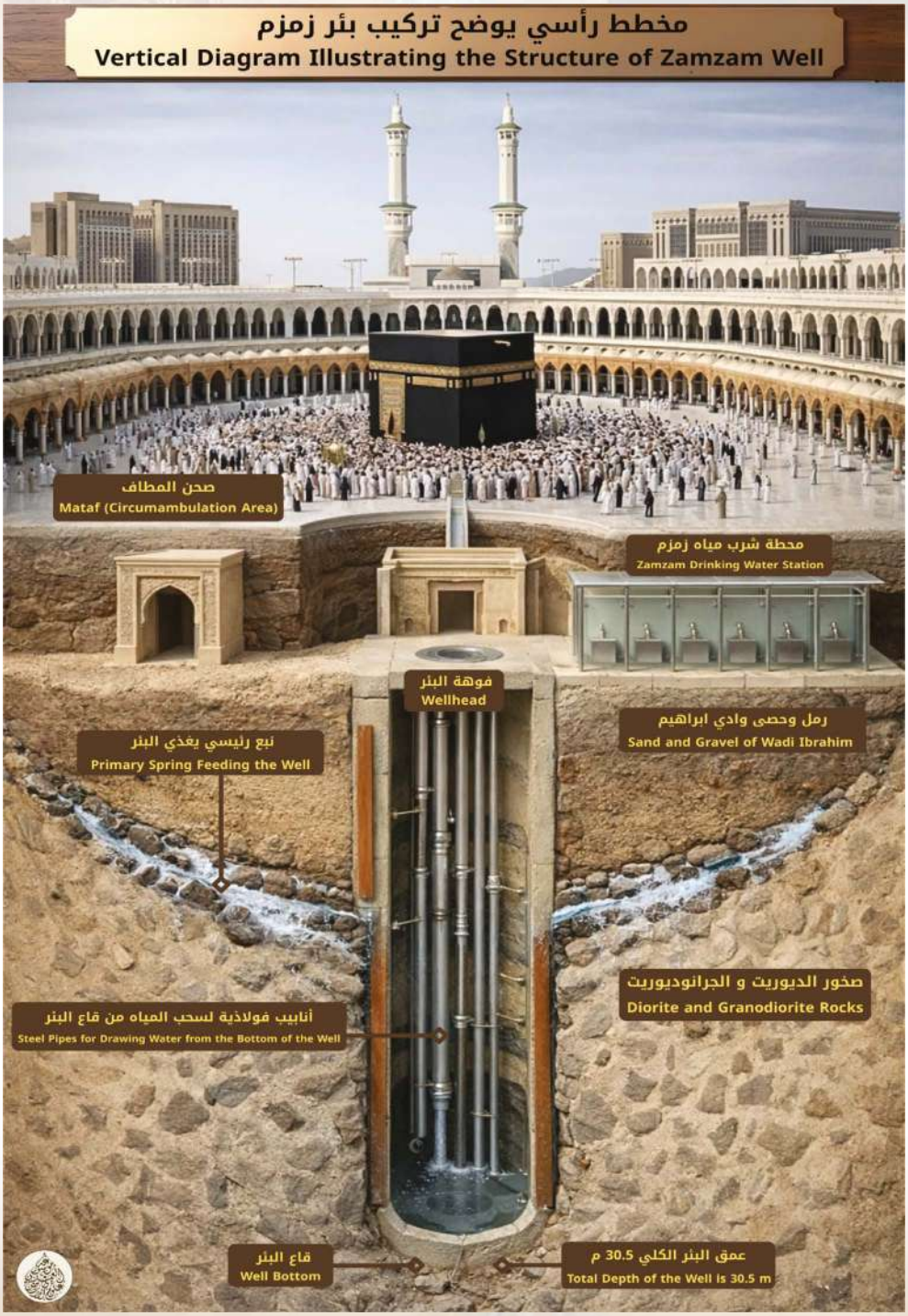
ממצאים אלה נתמכו בתוצאות מחקר שערך המרכז לחקר משאבי המים (RSMC) בשנת 1986, אשר אישר כי עמק איברהים מהווה את המקור הגיאוגרפי וההידרולוגי העיקרי המזין את באר זמזם, בשל קרבתו וקשר ישיר לאגן מי התהום הסובב אותו.

מבחינה היסטורית, השיטות ששימשו להפקת מים מהבאר התפתחו לאורך הדורות. בתקופות קדומות יותר, המים נשאבו באופן ידני באמצעות חבלים ודליים. עם כניסת העידן המודרני, שיטות אלה הוחלפו במשאבות חשמליות מתקדמות, שהבטיחו אספקה רציפה ויעילה של מים לעולי הרגל ולמבקרים.

בתקופת שלטונו של הח'ליף העבאסי אל-מועתסים בילללה, ובפרט בין השנים 223 ו-224 להג'רה (838–839 לספירה), חווה אזור חג'אז בצורת קשה, שגרמה לירידה משמעותית במפלס המים בבאר עד כדי כך שכמעט התייבשה. מצב חריג זה נוצל כהזדמנות להעמיק את הבאר בתשעה אמות (כ-5.06 מטרים), בנוסף להרחבתה ולחיזוק מבנה. התערבויות הנדסיות אלו סייעו להחזרת מפלס המים לקדמותו, ובשנת 225 להג'רה (840 לספירה) החלו המים לזרום בשפע שוב.



"תצורה גיאומטרית והרכב ליטולוגי של באר זמזם עד לעומק של 30.5 מטר."



חתך אנכי של באר זמזם המציג את מבנה הסלע, מקורות המים ומערכת שאיבת המים שלה

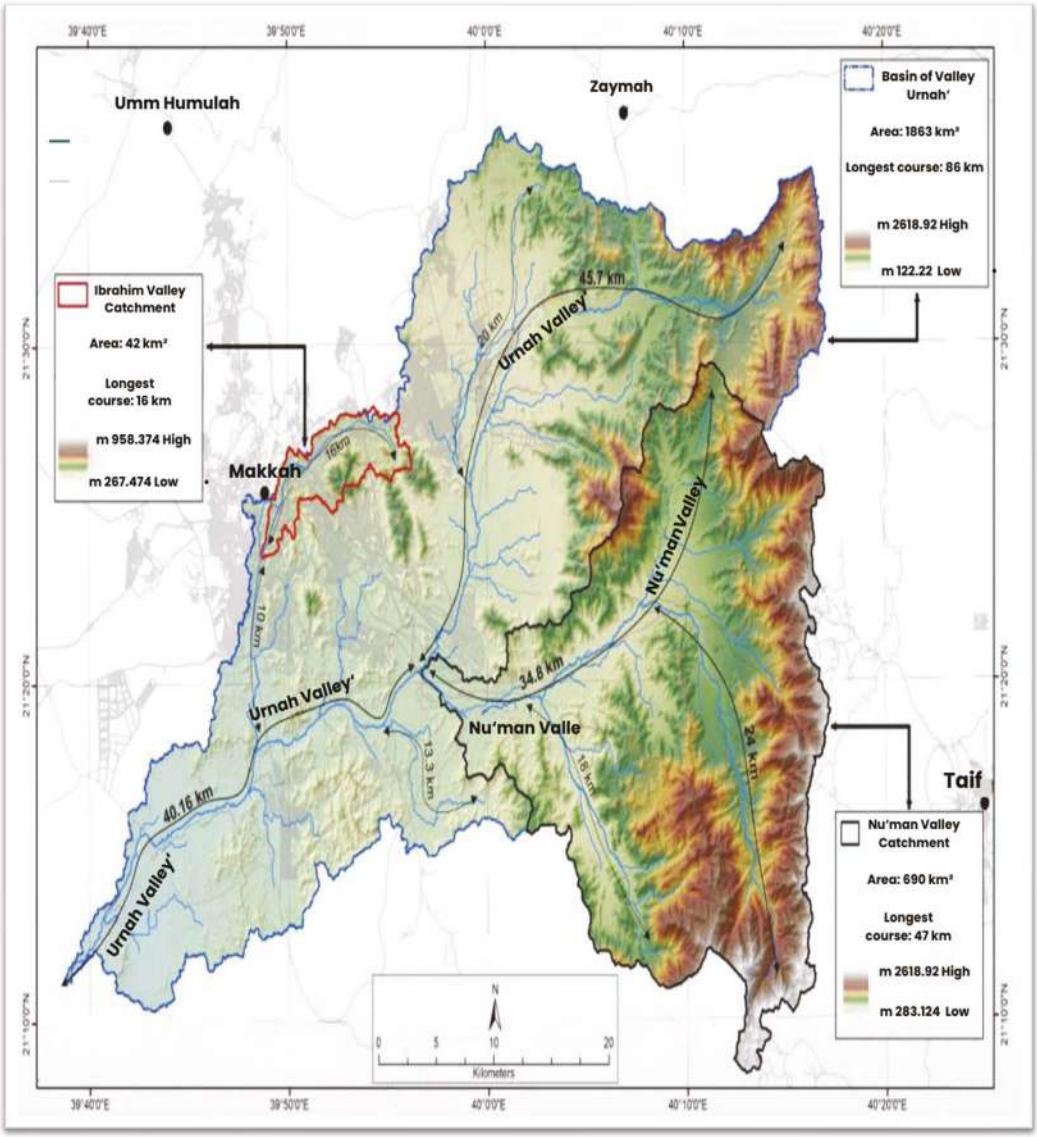
מקורות מי השטח של באר זמזם

באר זמזם מושפעת ישירות ממערכות מי התהום והמים העיליים הסובבות אותה. אף על פי שגשם ושיטפונות פתע אינם שכיחים במכה, הם ממלאים תפקיד מהותי בשימור משאב המים הייחודי הזה. מחקרים אחרונים מדגישים את החשיבות של אימוץ גישה משולבת לניהול משאבי המים באזור המסגד הקדוש, כדי להבטיח את שימורו המתמשך של באר זמזם כמקור מים חיוני בעל חשיבות דתית וסביבתית רבה.

ניתוחים של המערכת ההידרולוגית של מכה מצביעים על כך שבאר זמזם מוזנת מרשת טבעית, משולבת ומורכבת, הכוללת גשמים עונתיים, נגר עילי משיטפונות פתע, ובן מאגרי מי תהום עמוקים. מה שמבדיל מערכת זו הוא היעילות הגבוהה שלה ויכולתה לתפקד ללא התערבות חיצונית, מה שמאפשר לה להישאר יציבה לאורך מאות שנים למרות תנאי אקלים קשים ושינויים סביבתיים קיצוניים. באר זמזם ידועה כ"נס מים" מתמשך המבוסס על איזון ייחודי בין מדע לרוחניות.

בהקשר זה, מקורות המים העיליים ממלאים תפקיד משלים חיוני בתמיכה במערכת ההידרולוגית המזינה את באר זמזם. מכה שוכנת בתוך תצורות מגן ערב, אזור גיאולוגי המורכב בעיקר מסלעים מגמטיים ומטמורפיים המתוארכים לתקופת הפרה-קמבריון. אזור זה מאופיין בנוכחות נרחבת של תפרים ושבירות טבעיים, המשמשים כנתיבי מפתח לחדירת מים ולהטענת מי תהום.

התכונות הטופוגרפיות של האזור, כולל עמקים תלולים והרים מחוספסים, תורמות באופן משמעותי לאיסוף מהיר ומרוכז של מי גשם במהלך עונות הגשמים המוגבלות. דרך עמקים אלה, המים זורמים לעבר האזורים הנמוכים המקיפים את המסגד הקדוש, שם הם מחלחלים לקרקע החדירה ולתצורות הסלע החדירות ביותר, במיוחד סלעים בזלתיים ומטמורפיים, ובכך משפרים את תהליכי ההטענה הטבעיים של באר זמזם.



"מפה המציגה את אגן הניקוז של העמקים עורנה, נועמן ואיברהים
(ערובה על פי Saudi Geological Survey, 2024 CE).

הטענה פני השטח

מחקרים הידרולוגיים הראו כי אחד המקורות הבולטים המזינים את באר זמזם הוא התחדשות מי תהום על פני השטח. התחדשות מי תהום על פני השטח היא תהליך טבעי המתרחש כאשר מי גשם ומי שיטפונות מחלחלים לקרקע דרך נקבוביות וסדקים בשכבות גיאולוגיות. תהליך זה תורם למילוי מאגר מי התהום המזין את הבאר באופן רציף, ומבטיח זרימת מים בת-קיימא למרות תנאי האקלים הקשים באזור. באר זמזם היא חלק ממערכת הידרולוגית והידרוגיאולוגית מורכבת, הקשורה ישירות לעמק איברהים, המהווה את אגן המים העיקרי המזין את הבאר. עמק זה מתמלא מכמה אזורים טופוגרפיים בולטים, ובפרט מהמדרונות המערביים של הר אל-תריקי, המתנשא לגובה של כ-987 מטר מעל פני הים ומהווה את רכס ההפרדה בין אגן עמק איברהים לאגן עמק אורנה.

מצד הצפון, העמק מתמלא במי גשמים שמקורם בפסגות ההרים המפרידות בינו לבין עמק אל-זהר — הבולטות שבהן הן הר אל-וואדיה, הר אל-דיבה, הר אל-נור והר דח'יר. מנגד, מדרום, ההזנה מגיעה מהר תוביר והר ח'ינדימה, המשמשים כמחסומים טבעיים המפרי־דים בין העמק לעמק מוהאסיר, בנוסף להר קודה, המשמש כקו פרשת מים גיאומורפולוגי בין עמק אבראהים לאגן עמק אל-להח'ג'ה. **Koshak (1983)** הצביע על כך שגשמים מעל העיר מכה לבדה גורמים לעלייה קלה בלבד במפלס המים של זמזם. לעומת זאת, לגשמים מעל רמות ההרים הסובבות — כגון אזור טייף — יש השפעה גדולה בהרבה על קצב ההזּ־נה. לפיכך, המקור העיקרי של מי התהום המזינים את הבאר נמצא בתוך אותם הרים, בא־מצעות רשת נרחבת של סדקים ונקבים בסלע. עמק אברהם מתאפיין בהתפצלותו למספר רב של יובלים ותעלות, מה שמגביר את יעילותו כמקור מים. בין היובלים החשובים ביותר שלו נמנים: שב אל-גוסאלה, אל-מלאווי, אל-חנסא רי דח'יר, שב אמיר, שב עלי, אג'יאד אל-סאד, אג'יאד אל-מסאפי ועמק טוואה, הנחשב ליובל הגדול והחשוב ביותר. העמק מוזן גם ממי נגר מרוב אל-חג'ון, אל-רסאם, אל-חפייר, אל-כוהל ואבי להאב — כולם משקפים את רשת הניקוז הצפופה על פני השטח המתכנסת לאגן ואדי איברהים, כפי שציינו **Mirza and Al-Baroudi (2005).**

עמק איברהים נחשב לאחד מאגני ההיקוות ההידרולוגיים הקטנים באזור המערבי של הממלכה הסעודית, עם שטח משוער של כ-42 קמ"ר. בתוך אגן זה, החלק העליון, המנקז את מימיו לאזור המסגד הקדוש, משתרע על כ-31 קמ"ר, עם שיפוע טופוגרפי ממוצע של

0.145 מטר למטר. הערכות עדכניות מצביעות על כך שנפח הנגר העילי השנתי באגן מגיע לכ-6 מיליון מ"ק, בעוד שהספיקה ההידרולוגית המרבית היא כ-616.4 מ"ק לשנייה. נתון זה משקף את חשיבותו של האגן כמקור מים יעיל התומך במאגר מי התהום של אל-ח'אבי המזין את באר זמזם **(Al-Qaidi, 2024)**, מה שהופך אותו למקור הישיר של מי השטח הזורמים לעבר הכעבה.

חלק זה של מגן ערב מאופיין באקלים יבש וחצי-צחיח, עם כמות משקעים שנתית ממוצעת של כ-100–105 מ"מ. בהתבסס על נתונים אלה, נפח המשקעים השנתי הכולל על פני כל אגן עמק אבראהים מוערך בכ-4.34 × 10^6 מ"ק, בעוד שכמות המשקעים על החלק העליון המוביל אל אל-מסג'יד אל-חראם היא כ-3.1 × 10^6 מ"ק **(Sen, 2008)**. בהנחה שמקדם הנגר העילי הוא 0.35, נפח הנגר העילי המרבי בשפך האגן באזור אל-מיספלה מוערך ב-1.5 × 10^6 מ"ק, ובכ-1.08 × 10^6 מ"ק באזור המסגד הקדוש. ערכים אלה מצביעים על כמות מוגבלת יחסית של מי נגר עילי שיכולים לחלחל לשכבות התת-קרקעיות, מה שמאשר את המגבלות של ההטמעה הטבעית בתנאי האקלים הנוכחיים.

מחקרים הידרולוגיים מצביעים על כך שאקוויפר הסחף בעמק איברהים הוא בעל מוליכות הידראולית של כ-0.001 מטר רבוע לשנייה, ערך התואם את תוצאות בדיקות השאיבה שנערכו על משקעים אלה (Sen, 2008). בהנחה שקצב החילחול בפועל למא־גר מי התהום מייצג כ-10% מסך הגשמים, ההטענה השנתית המשוערת של האקוויפר באזורים העליונים של עמק איברהים, ובפרט בסביבת המסגד הקדוש, היא כ-310,000 מ"ק בשנה.

מודל **תלת-ממדי** משוער של מערכת המים התת-קרקעית של ואדי איברהים, המציג את שלושת מקורות ההזנה של באר זמזם מתחת לאבן השחורה, ספא ומרווה.

אקלים ומשקעים

נתוני האקלים מצביעים על כך שכמות המשקעים השנתית הממוצעת במכה נעה בין 100 ל-105 מ"מ, שהיא גבוהה יותר מאשר בעיר השכנה ג'דה, שבה הממוצע השנתי הוא כ-50 מ"מ. משקעי הגשם במכה מתאפיינים בעוצמה פתאומית ובגשם זלעפות מהיר, מה שמגביר את הסבירות לשיטפונות פתע תכופים. במכה שורר אקלים מדברי, עם טמפרטורות הנעות בין 20°C ל-45°C, ועשויות לעלות על 50°C בקיץ. במהלך חמישה העשורים האחרונים, העיר חוותה תנודתיות בולטת בדפוסי הגשם (Mashat and Abdel Basset, 2011), כולל:

- בצורת קשה בשנים כגון 1986 ו-1990
- משקעים גבוהים במיוחד לאורך השנים, כגון ב-1992 (≈ 253.7 מ"מ) וב-1996 (247 מ"מ)
- תקופת בצורת בולטת בין השנים 1985 ל-1995
- מגמת עלייה בכמויות הגשם במהלך שנות ה-90 וראשית שנות ה-2000
- ירידה יחסית בין השנים 2012 ל-2016

למרות תנודות אלה, המגמה הכללית מצביעה על עלייה הדרגתית בכמות המשקעים, המוערכת בכ-36 מ"מ בשלושת העשורים האחרונים. מרבית המשקעים במכה יורדים בין נובמבר לפברואר, בהתאם לדפוס האקלימי של חורפים גשומים וקיצים יבשים. העיר חוותה גשמים עזים ושיטפונות פתאומיים, בעיקר בנובמבר 2009 ובדצמבר 2022, מה שמעיד על עלייה בתופעות מזג אוויר קיצוניות באזור. https://ar.wikipedia.org

שיטפונות במכה

שיטפונות הם תופעה אקלימית עונתית חוזרת ונשנית במכה, בשל הטופוגרפיה הה־ררית והשפלה באזורים מסוימים. שיטפונות מהווים אתגר כפול: מצד אחד, הם מהווים איום ישיר על התשתית ועל בטיחות הציבור; מצד שני, הם משמשים כמקור טבעי חיוני למילוי מאגרי מי התהום. השיטפונות במכה הם בדרך כלל פתאומיים ועזים (שיטפונות בזק), תכונה המיוחסת לאינטראקציה בין מספר גורמים סביבתיים וגיאומורפולוגיים, הבו־לטים שבהם הם:

- גשמים עזים יורדים בפרקי זמן קצרים, במיוחד בעונות המעבר.
- הנוף ההררי והמחוספס מאיץ את זרימת המים לעבר העמקים והאזורים הנמוכים.
- נוכחות קרקעות אטומות יחסית, המפחיתה את יכולת הקרקע לספוג מים ומגדילה את נפח הנגר העילי
- מדרונות תלולים במכה מגבירים באופן משמעותי את מהירות זרימת המים ומחמירים את עוצמת השיטפונות.

לאורך ההיסטוריה, העיר חוותה מספר שיטפונות הרסניים שהשפיעו על המבנה העירוני ועל האוכלוסייה. עם זאת, שיטפונות אלה מילאו תפקיד מכריע בהשלמת משאבי מי התהום, במיוחד בהטענת באר זמזם. עמקי אברהם, נומן ואורנה משמשים כתעלות ניקוז טבעיות אל לב מכה. כאשר הגשמים מתגברים בפאתי העיר, נוצרים שיטפונות פתע בעמקים העליונים – במיוחד ליד מינה – וגורמים לזרמי מים עוצמתיים לנהור לעבר המק־דש של מכה, מה שמביא לעתים קרובות לנזק חמור למסגד הקדוש ולסביבתו. איום חוזר ונשנה זה הניע את תושבי מכה, כבר מהמאות הראשונות של הלוח המוסלמי, ליישם אמצעי הנדסה והגנה, כגון בניית סכרים ותעלות כדי להסיט את מי השיטפונות הרחק מהמסגד הקדוש.

אחד הפרויקטים הבולטים ביותר היה סכר עומר אבן אל-ח'טאב, שנבנה בשנת 17

להג'רה (638 לספירה). אחריו בוצעו עבודות מילוי קרקע באזור אל-מדה, מקום גבוה שממנו ניתן היה לראות בעבר את הכעבה. התערבויות אלה הצליחו להסיט את מסלול השיטפון לעבר עמק אברהם, בעוד שבעבר מי השיטפון זרמו לעבר אל-מאסה מכיוון אל-מרווה.

תיעוד היסטורי, כפי שצוטט על ידי היסטוריונים בגון **(הר'גהל 1418) Mirza וא ,(2012) .Al-Qaidi et al** מראה כי יותר ממאה שיטפונות פקדו את מכה מאז תחילת הלוח ההיג'רי. בין השיטפונות המוקדמים והבולטים ביותר נמנים:

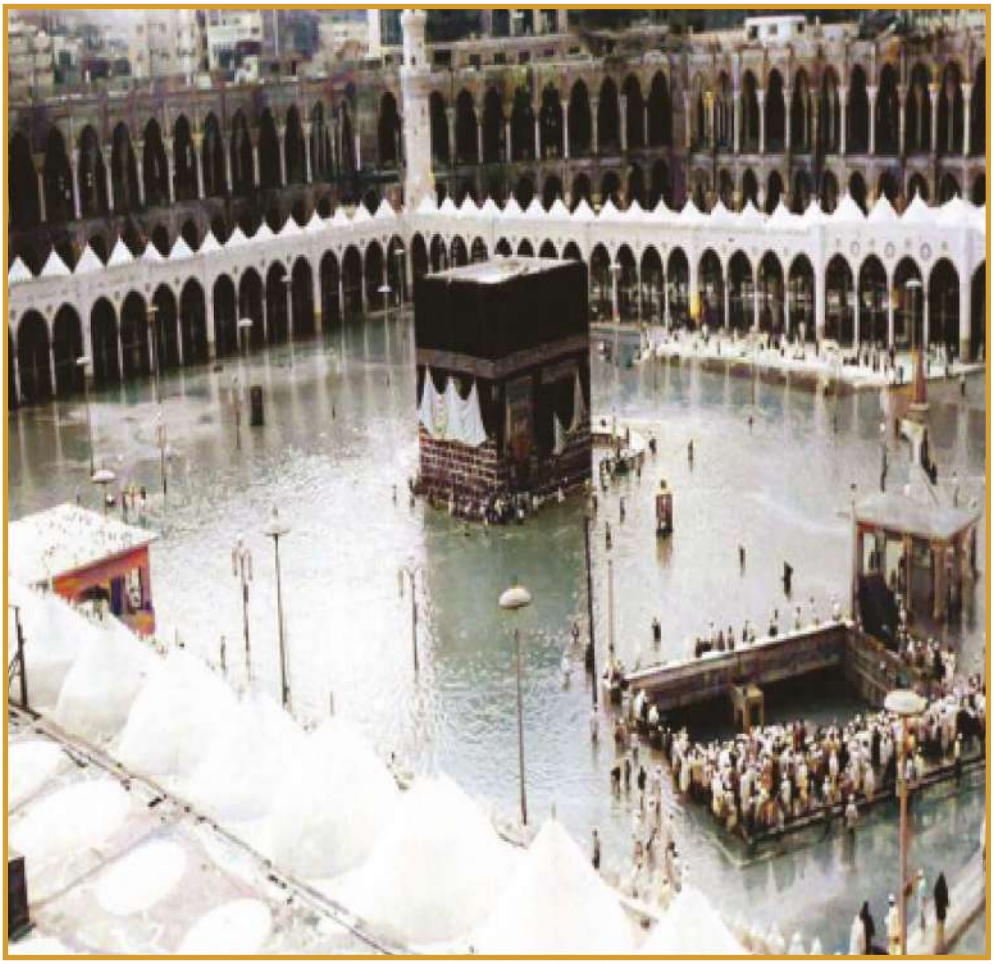
- שיטפון אום נהשל
- שיטפון אל-ג'והף, 80 להג'רה (699 לספירה)
- שיטפון אל-מוכביל, 84 להג'רה (703 לספירה)
- שיטפון של 88 להג'רה (706 לספירה)
- שיטפון אבו שאקר, 120 להג'רה (737 לספירה)
- שיטפונות בשנים 160 להג'רה (776 לספירה), 184 להג'רה (800 לספירה), 202 להג'רה (817 לספירה - שיטפון אבן חנזאלה), 208 להג'רה (824 לספירה), 253 להג'רה (867 לספירה), 262 להג'רה (875 לספירה), 279–281 להג'רה (892–894 לספירה), 297 להג'רה (909 לספירה), 528 להג'רה (1133 לספירה), 549 להג'רה (1154 לספירה), 569 להג'רה (1173 לספירה) ו-579 להג'רה (1183 לספירה)

בימינו, מכה חוותה לפחות 27 שיטפונות גדולים במהלך המאה ההיג'רית האחרונה (כלומר, במהלך 100 השנים האחרונות). בין הבולטות שבהן נמנות השיטפונות של השנים 1325 להג'רה (1907 לספירה), 1327 להג'רה (1909 לספירה), 1328 להג'רה (1910 לספירה), 1330 להג'רה (1911 לספירה), 1335 להג'רה (1916 לספירה), 1344 להג'רה (1925 לספירה), 1350 להג'רה (1931 לספירה), 1376 להג'רה (1956 לספירה), 1382 להג'רה (1962 לספירה) ו-1384 להג'רה (1964 לספירה).

ביום רביעי, ה-4 בד'ו אל-קאדה, 1388 להג'רה (1969 לספירה), עדה מכה לאחת מהשיטפונות ההרסניים ביותר בתולדותיה המודרניות, המכונה מקומית "סיל אל-רובו" (שיטפון יום רביעי). הגשם החל לרדת בסביבות השעה 9:00 בבוקר ונמשך בין שעה לשלוש שעות.

השעה הראשונה של הגשם התאפיינה בממטרים עזים במיוחד, האופייניים לסופות רעמים מקומיות, עם כמויות מים גדולות שירדו בפרק זמן קצר. גשם עז זה גרם לשיטפון פתאומי שהציף במהירות אזורים נמוכים, כולל המסגד הקדוש. מי השיטפון פרצו לחצר המסגד ועלו עד לדלת הכעבה, במחזה שנצפה לעיתים נדירות. השיטפון סחף גם מספר רב של כלי רכב בדרכו, ואזור הטוואף הוצף, מה ששיבש לחלוטין את קיום הטקסים. יש לציין גם כי באר זמזם, הממוקמת מתחת לאזור הטוואף, התמלאה במי שיטפון עקב הגשם הכבד והנגר העל-קרקעי שחלחל לתוכה, דבר המעיד על עוצמת השיטפון והיקפו באותו יום. אירוע זה נותר חקוק בזיכרון תושבי מכה כאחת מאסונות הטבע המשמעותיים ביותר הקשורים לשיטפונות, וסימן נקודת מפנה בניהול סיכוני השיטפונות בתוך המסגד הקדוש. הוא דחף את הרשויות הרלוונטיות באותה עת לבחון מחדש את תכנון מערכות הניקוז והתשתית המגנה סביב אל-חראם.

למאפיינים האקלימיים והגיאוגרפיים תפקיד מכריע בהאצת הפיכת מי הגשם לנגר עילי, התורם להיווצרות שיטפונות עזים. לשיטפונות שמקורם באגני עמק אוראנה, עמק נומן ועמק אברהם חשיבות הידרולוגית רבה, ולכן חקרם חיוני למניעת סיכונים פוטנ־ציאליים, ובמקביל, לניצולם בפרויקטים של אגירת מים וקיימות מי תהום. הבנת ההתנה־גות ההידרולוגית של העמקים במכה היא חיונית לניהול יעיל של סיכוני שיטפונות ולהכ־וונת מדיניות לניצול הנגר העילי בפרויקטים של איסוף מים ואגירה אסטרטגית, דבר התורם לשיפור ביטחון המים באזור.



שיטפון אל-רובו אירע ביום רביעי, 11/04/1388 להג'רה (1969 לספירה), כאשר הגשם החל לרדת בסביבות השעה תשע ונמשך בין שעה לשלוש שעות. השעה הראשונה של הגשם הייתה עזה ביותר; כתוצאה מכך, מי השיטפון חדרו למסגד הקדוש, הגיעו עד לדלת הכעבה, סחפו כלי רכב רבים ומילאו את חצר ההקפה במי גשם. ניתן היה לראות את באר זמזם מלאה במי שיטפון.

מקורות מי התהום של באר זמזם

באר זמזם מייצגת מערכת הידרולוגית ייחודית, המוזנת על ידי אקוויפר טבעי רב-שכבתי בעל מבנה גיאולוגי והידרולוגי מורכב. הבאר ממוקמת בשקע טופוגרפי בלב עמק אברהם, בצומת שבו שכבות משקעיות פני השטח פוגשות סלעים מגמטיים קשים — מה שיוצר סביבה גיאולוגית אידיאלית לאיסוף ותיעול מי תהום לעבר הבאר. מערכת האקוויפר המזין את באר זמזם מאופיינת בכמה מאפיינים מרכזיים:

- **מבנה גיאולוגי**: הבאר מוקפת בתצורות סלע המורכבות משכבות סילט חוליות השייכות למרבצי עמק איברהים, שתחתיהן מצויות סלעי מגמה שעברו שינוי צורה, כגון דיוריט וגרנודיוריט. סלעים אלה מחוררים בסדקים ובשברים, המשמשים כתעלות טבעיות לתנועת מי תהום.
- **מנגנון התחדשות**: הבאר מתחדשת על ידי מי גשמים ושיטפונות פתע, המחלחלים דרך רשת העמקים, ובמיוחד עמק איברהים, מחלחלים דרך הקרקע והתצורות הגיאולוגיות עד שהם מגיעים לאקוויפר דרך נקבוביות הסלע והסדקים.
- **נקבוביות וחדירות**: המים מאוחסנים בסלעים בעלי נקבוביות חלקית וחדירות מוגבלת, והמערכת כוללת שני אזורים עיקריים: אזור לא רווי השומר על הלחות, ואזור רווי המשמש כמקור ישיר למים עבור הבאר.
- **תנועת המים**: המים זורמים אל הבאר בלחץ הידראולי טבעי ללא צורך בהתערבות מכנית, דבר המעיד על איזון דינמי יציב במערכת האקוויפר, הנשמר מאז ימי קדם.
- **תכונות כימיות**: מי זמזם מכילים ריכוזים טבעיים של מינרלים, כגון סידן, מגנזיום ופלואוריד, בפרופורציות שאינן משפיעות על כשירותם לשתייה ואינן מצריכות טיפול מלאכותי. מערכת הידרולוגית זו מהווה דוגמה יוצאת דופן לאינטראקציה בין האופי הגאולוגי הייחודי של מכה לבין התכונות הפיזיקליות של המים, ומבטיחה את הקיימות של משאב קדוש זה בתנאים אקלימיים וגאולוגיים מאתגרים.

הידראוליקה של מערכת באר זמזם

מחקרים בהידרולוגיה מצביעים על כך שההזנה של באר זמזם עוקבת אחר דפוס זרימת מים קבוע המושפע משיפועים הידראוליים מובהקים, הזורמים מדרום-מזרח לכיוון צפון-מערב — ישירות לעבר מיקום הבאר. המים נעים לאורך שיפוע זה מהרמות הסובבות דרך רשת מורכבת של סדקים ונקבים גיאולוגיים עד לנקודת המפגש שבה תצורות משקעיות פוגשות סלעי מגמה סדוקים, ויוצרים אזור איסוף מים יעיל ביותר.

תצפיות בשטח מגלות איזון דינמי בין קצב ההזנה לקצב הזרימה, שכן מפלס המים חוזר למצב הטבעי שלו זמן קצר לאחר שאיבה מאסיבית. הדבר מדגים את היעילות והיציבות של המערכת. מודלים דיגיטליים תלת-ממדיים מאשרים כי האקוויפר המזין את הבאר מסתמך בעיקר על גשמים עונתיים, המשולבים בהזנה רציפה מאקוויפרים עמוקים, המספקים מקור מים בר-קיימא.

עמק איברהים, המלא במשקעים חוליים ואלוביאליים מתקופת הקוורטר, משמש כזרם העיקרי לתנועת מי התהום באזור. הכעבה ובאר זמזם ממוקמות בחלקו התחתון של ערוץ הידרולוגי זה, בין שני הגבעות ספא ומרווה, שם מתלכדים התצורות הגיאולוגיות ויוצרים אגן צר המסייע להצטברות מים. משקעים אלה מתפשטים בהדרגה מזרחה ומערבה מהאגן, ומגדילים את יכולת אגירת המים של השכבות.

תעלת עמק אברהם משתרעת על פני כ-3 ק"מ לפני שהיא מגיעה למסגד הגדול, וחתביה הצרים תורמים לריכוז זרימת המים. התחדשות טבעית מתרחשת כאשר מי גשם מחלחלים עמוק לתוך הקרקע, במיוחד באזורים במעלה הזרם. ראיות תומכות גם בקיומם של סדקים תת-קרקעיים, המשמשים כתעלות יעילות המעבירות מים מעמקים סמוכים אל אגן האקוויפר.

גורמים המשפיעים על מי התהום של באר זמזם

איכות מי התהום מושפעת ממספר גורמים טבעיים, בהם תנאי אקלים ואינטראקציות כימיות בין מי גשם לסלעים. הריכוז הגבוה של יוני ביקרבונט (HCO_3^-) באזורי ההטענה מיוחס לתגובה בין מי הגשם למינרלים הבסיסיים בסלעים, היוצרים תרכובות אלקליות התורמות למרכיבי המים.

למרות נפח השאיבה הגבוה מהבאר, אין השפעה משמעותית על מפלס המים בשל התכונות הפיזיקליות הייחודיות של המשקעים האלוביאליים בעמק איברהים. משקעים אלה מתאפיינים בחדירות גבוהה, המאפשרת התחדשות מהירה של המים ומפחיתה את רמות הירידה במפלס.

שכבות האקוויפר מורכבות מסלעים מגמטיים ומגמטיים שונים, כולל דיוריט קוורץ, מיגמטיט, אמפיבוליט, דיוריט, דולריט והורנבלנדיט **(RSMC, 1986)**. המבנה העיקרי שאליו חודר הבאר מתאפיין בשברים צפופים בחלקו העליון, מה שיוצר סביבה נוחה להעברת מים למרות קיבולת אחסון מוגבלת. המילוי הסחופי והנהרי בעמק איברהים הוא בעל נקבוביות טובה וחדירות בינונית, מה שהופך אותו למדיום אידיאלי לאחסון.

בשכבות העמוקות יותר, החדירות פוחתת עקב צפיפותן של סלעים גבישיים כגון דיוריט וגרניט, מה שמפחית את תרומתן להטענת מי התהום בהשוואה לשכבות העליונות המושפעות מבלייה. המוליכות ההידראולית של השכבה הנושאת מים מוערכת בכ-10^{-3} m^2/s, קצב התואם את תוצאות בדיקות השאיבה, המעיד על יעילות גבוהה של המשקעים האלוביאליים.

יחידות הידרוגיאולוגיות מתחת לבאר זמזם

מערכת הסטרטיגרפיה האחראית לתנועת המים ולאגירתם באזור הבאר מורכבת מה־באים:

- **יחידה עליונה – משקעים אלוביאליים של עמק איברהים:**

זוהי השכבה החשובה ביותר מבחינה הידרולוגית, בעלת עובי של כ-13 מטרים. היא בעלת נקבוביות גבוהה ויכולת אחסון יעילה, ומכילה יותר מ-95% מהמים התת-קרקעיים הנית־נים לשימוש. היא מורכבת מתערובת של חצץ (20–30%), חול (50–70%) וסחף (~ 5%), המספקת סביבה אידיאלית הן להעברת מים והן לאחסונם.

- **היחידה האמצעית – אופק סלע מעבר:**

שכבה זו, הממוקמת בעומק של כ-13 מטרים ובעלת עובי משוער של 0.5 מטרים, ממלאת תפקיד קריטי בהעברת מים אופקית משכבות האקוויפר אל הבאר. היא נחשבת למקור העיקרי של הטענה ישירה.

- **היחידה התחתונה – סלעים גבישיים סדוקים:**

יחידה זו, המורכבת מסלעים מגמטיים ומטמורפיים כגון דיוריט קוורץ, פגמטיט, אמפיבוליט ודולריט, בעלת עובי של כ-17 מטרים. למרות נקבוביותה הנמוכה, היא תורמת להטענת הבאר באמצעות רשת סדקים המאפשרת תנועת מים לעבר פיר הבאר.

מקורות ההזנה של באר זמזם

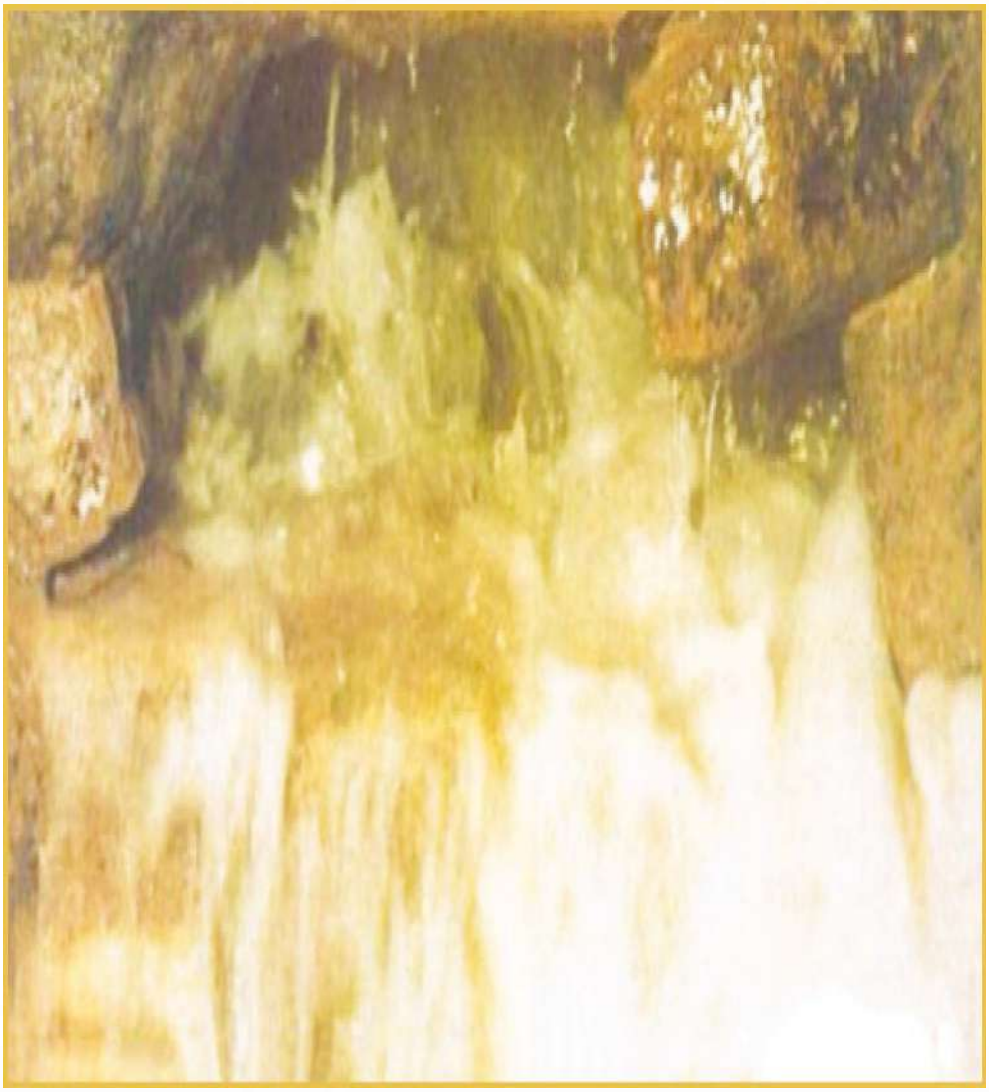
מקורות היסטוריים מצביעים על כך שהבאר מוזנת על ידי לפחות שלושה מעיינות עיקריות:

- המעיין הראשון ממוקם מתחת לאבן השחורה בקאבה הקדושה.
- המעיין השני משתרע מכיוון הר אבו קובייס לכיוון אזור אל-ספא.
- המעיין השלישי ממוקם ליד אזור הר אל-מרווה.

בשנת 1400 להג'רה (1980 לספירה), קושאק וצוותו ערכו מחקר מדעי כדי לאמת את התיאורים הנ"ל. הם השתמשו בקידוחים, בסקרים גיאולוגיים ובניתוח תכונות הידרולוגיות כדי לסווג את מקורות ההזנה לשלושה מרכיבים עיקריים, בהתבסס על זרימת המים אל הבאר, מיקומם של סדקים פעילים והרכב כימי השוואתי של המים מכיוונים שונים.

המקור העיקרי להטענת מי זמזם

המקור העיקרי הוא פתח הממוקם ישירות מתחת לאבן השחורה, המשתרע לכיוון הכעבה, בפינה המנוגדת להיג'ר איסמעיל. הפתח אורכו כ-45 ס"מ וגובהו כ-30 ס"מ, והוא התעלה דרכה זורם רוב מי זמזם, מה שהופך אותו לחשוב ביותר מבחינת כמות ואיכות **(Koshak, 1983)**. מעיין זה זכה לעניין מדעי גובר בשל תכונותיו הפיזיקליות והכימיות הייחודיות. מחקרים מראים שהרכב המים בו שונה באופן משמעותי מזה של בארות סמוכות, למרות קרבתן. הניתוחים מצביעים על שינוי בהרכב המים עם מעברם בתעלה התת-קרקעית, מה שמרמז על קיומם של תהליכים גיאולוגיים מיוחדים המשפיעים על איכות המים. למרות מחקרים נרחבים שנועדו להבין תופעה זו, החוקרים לא הצליחו להסביר את מאפייניה במלואם. לפיכך, יש הרואים במקור מי זמזם תעלומה גיאולוגית מורכבת, המעוצבת על ידי גורמים טבעיים, מבניים וגיאומורפולוגיים שטרם הובנו במלואם **(Hussain, 1997)**.



תצלום שצולם בתוך באר זמזם של מקור ההזנה לכיוון הכעבה (Al Abdely, 2012 לספירה)."

המקור המשני להטענת באר זמזם

המקור המשני מורכב מפתח ראשי נוסף הממוקם ליד המוקברייה – המבנה המיועד לקריאת התפילה המשקיף על אזור הטוואף. פתח זה הוא באורך של כ-70 ס"מ ובגובה של כ-30 ס"מ, והוא מחולק פנימית לשני פתחים משניים קטנים יותר. אף שקצב זרימת המים ממקור זה נמוך מזה של המקור הראשי, הוא נותר גורם משמעותי בהזנת הבאר הכוללת **(Koshak, 1983)**.

בין שני פתחים עיקריים אלה, המרוחקים זה מזה כ-1 מטר, ישנם חמישה פתחים קטנים נוספים המוטמעים במבנה האבן, התורמים באופן רציף למילוי הבאר. בנוסף, זוהתה רשת המורכבת מ-21 פתחים, המתחילה ליד הפתח הראשי השני ומשתרעת לכיוון הר אבו קובייס בצד ספא וגם לכיוון מרווה. הדבר מעיד על קיומה של מערכת תעלות תת-קרקעיות מורכבת, המחברת בין שכבות גיאולוגיות שונות ומאפשרת תנועת מים לכיוון הבאר.

מקורות משניים למילוי באר זמזם

אזור זמזם מכיל רשת של סדקים קטנים ופתחים מצומצמים הפזורים לאורך גבולותיו המוגדרים. אלה נבדלים זה מזה בגודל, בעומק ובכיוון, ומזרימים כמויות מים לא מוגדרות, מה שמרמז על מגוון מקורות. חלק מהפתחים הללו קשורים ככל הנראה לאקוויפרים משניים או לשברים עצמאיים שאינם קשורים ישירות לאקוויפר הראשי.

רוב המחקרים הגיאולוגיים וההידרוגיאולוגיים הצביעו על כך שהמים הללו נובעים מסדקים החודרים לסלעי קדם-קמבריון — סלעים מגמטיים עתיקים — המכוסים בשכבות של חול, חצץ ומשקעים אלוביאליים. עובי השכבות העליונות הללו משתנה בהתאם למיקומן בתוך השכבות התת-קרקעיות של עמק איברהים.

תפיסה זו מחזקת את הרעיון של ריבוי מקורות מים קיימים ואת הרציפות של המערכת ההידרולוגית המקיימת ומזינה את באר זמזם, ומעניקה לה תכונה הידרולוגית ייחודית **(Hussain, 1997)**.

תרשים של באר זמזם המציג את כיווני זרימת המים (ערוך על פי Şen, 2008)."

התכונות הפיזיקליות של מי זמזם

התכונות הפיזיקליות של מי זמזם זכו לתשומת לב מיוחדת מצד חוקרים בשל חשיבו־תן בהערכת איכות המים המבורכים הללו, התאמתם לשתייה וקיימותם לטווח ארוך. אחת התכונות הבולטות ביותר של מי זמזם היא שתכונותיהם נותרו יציבות יחסית לאורך הש־נים, למרות השינויים האקלימיים והסביבתיים בסביבה. בין התכונות הפיזיקליות הבולטות ביותר ניתן למנות את עקביות טעמם ותכונותיהם, גם לאחר תקופות אחסון ממושכות, בתנאי שהם נשמרים בתנאים מתאימים. להלן סקירה כללית של תכונותיו הפיזיקליות העיקריות:

- **צבע**

מי זמזם צלולים וחסרי צבע, נטולי עכירות בתנאים טבעיים. בדיקות שנערכו לאחרו־נה אישרו כי הם אינם מכילים חומרים אורגניים או אצות העלולים להשפיע על מראהם.

- **טעם**

למי זמזם טעם ייחודי, מעט מלוח, השונה ממי תהום או מי ים אחרים. טעם ייחודי זה נובע מהרכב המינרלים הייחודי שלו, ובפרט מריכוז הביקרבונטים.

- **ריח**

מי זמזם הם נטולי ריח לחלוטין, אלא אם כן הם מאוחסנים בכלי קיבול לא נקיים או נחשפים למזהמים חיצוניים.

- **טמפרטורה**

טמפרטורת מי זמזם נעה בין 30°C ל-34°C, שהיא מעט גבוהה יותר מטמפרטורת מי תהום אחרים באזור, בשל העומק הרדוד יחסית של הבאר וחום הסלעים הסובבים אותה.

- **שקיפות**

מי זמזם שקופים מאוד בהשוואה למים מזוקקים במעבדה. צלילות זו מעידה על מי־עוט זיהומים וחלקיקים מרחפים.

- **צפיפות**

צפיפות מי זמזם קרובה לזו של מים טהורים, אך מושפעת מעט מתכולת המינרלים המומסים הכוללת. המשקל הסגולי נע בין 0.995 ל-1.015 גרם/סמ"ק בטמפרטורת החדר, מה שמשקף את האיזון הטבעי וההרכב הנדיר שלו.

- **מוליכות חשמלית**

המוליכות החשמלית של מי זמזם נעה בין 600 ל-850 µS/cm, מה שמעיד על ריכוז בינוני של מינרלים מומסים, גבוה מזה של מרבית המים הבקבוקים המסחריים, אך עדיין בתוך הגבולות המקובלים בעולם. הם מכילים שיעור גבוה יחסית של מינרלים מומסים כגון נתרן, סידן ומגנזיום.

דבר זה הופך את מי זמזם למוליכים יותר ממי שתייה רגילים ואף ממינרלים מסוימים, מה שמשקף את תכולת היונים הגבוהה שלהם ואת מקורם הגיאולוגי העמוק.

- **רמת ה-pH (חומציות/בסיסיות)**

למים מזמזם רמת pH הנעה בין 7.5 ל-8.0, מה שהופך אותם לאלקליניים במידה מתונה. אלקליניות זו מסייעת בשמירה על איזון חומצה-בסיס בגוף האדם ומשקפת את מרכיביו המינרליים הבסיסיים (במיוחד הביקרבונטים), מה שמבדיל אותם מסוגים רבים אחרים של מים.

- **מראה**

במי זמזם אין מיקרואורגניזמים חיים או מזהמים מרחפים. ניתוחים במיקרוסקופ אל־קטרוני לא הראו משקעים ביולוגיים או אצות.

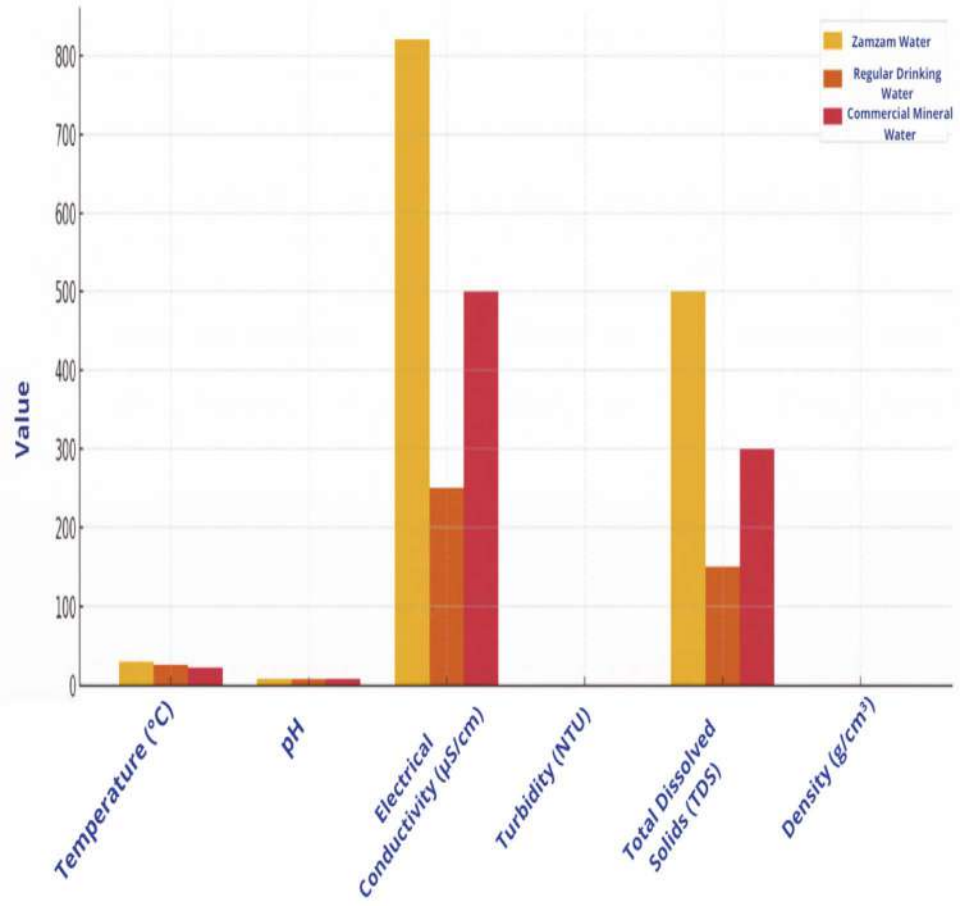
- **סך המוצקים המומסים (TDS)**

מי זמזם מכילים כ-500–800 מ"ג/ל' של מינרלים מומסים, ריכוז גבוה מזה של מי שתייה רגילים (הנעים בדרך כלל בין 100–300 מ"ג/ל'). מינרלים אלה מעניקים להם את טעמם הייחודי.

- **עכירות**

למרות תכולת המינרלים הגבוהה, מי זמזם נקיים לחלוטין מעכירות. הם ידועים בש־קיפותם הוויזואלית, עם עכירות נמוכה ביותר (פחות מ-1 NTU), המעידה על רמת טוהר פיזית גבוהה.

התרשים המצורף משווה את התכונות הפיזיקליות של מי זמזם לאלה של מי שתייה רגילים ומי מינרלים מסחריים. ניכר כי מי זמזם מכילים את הרמות הגבוהות ביותר של סך המוצקים המומסים (TDS) ומוליכות חשמלית, המעידים על עושר מינרלי מעולה. לעומת זאת, מים מינרליים מסחריים תופסים בדרך כלל עמדת ביניים בין זמזם למים רגילים ברוב התכונות הפיזיקליות. מים רגילים נוטים להיות בעלי עכירות, מוליכות חשמלית וחומרים מומסים נמוכים יותר **(Halim et al., 2016).**



גרף המשווה בין התכונות הפיזיקליות של מי זמזם, מי שתייה רגילים ומינרלים מסחריים.

השוואה בין התכונות הפיזיקליות של מי זמזם לאלה של מי שתייה רגילים ומי מינרליים מסחריים

תכונה פיזיקלית	מי זמזם	מים מינרליים מסחריים	מי שתייה רגילים
טמפרטורה טבעית	30–32 °C (יחסית יציבה)	משתנה בהתאם למקור (לעתים קרובות 15–25 °C)	משתנה בהתאם לאקלים ולמקור ההפצה
צבע	חסר צבע או מעט כחלחל	בדרך כלל חסר צבע	חסר צבע
טעם	מובהק ומעט מלוח	משתנה בהתאם להרכב המינרלים	ניטרלי או עשוי להיות בעל טעם של כלור
ריח	ללא ריח או בעל ריח מתכתי קל	לעיתים עשוי להיות בעל ריח כלור	ללא ריח
pH (ריכוז יוני מימן)	7.8–8.0, מעט בסיסי	6.5–8.5, משתנה בהתאם למקור	6.5–8.5, משתנה בהתאם לטיפול
מוליכות חשמלית	700–1500 µS/cm, גבוהה יחסית	200–700 µS/cm	100–500 µS/cm
עכירות	0.5–1.0 NTU, צלול מאוד	לעתים קרובות < 1.0 NTU	עשוי להגיע ל-100–1000 NTU
סך כל המוצקים המומסים (TDS)	700–1200 מ"ג/ל	100–700 מ"ג/ל	100–1000 מ"ג/ל

התכונות הכימיות של מי זמזם

מי זמזם נבדלים בהרכבם הכימי הייחודי, המייחד אותם ממים טבעיים אחרים ומע־ניק להם תכונות יוצאות דופן הן במבנה והן בהשפעה. ניתוחים כימיים הראו כי מי זמזם מכילים רמות מאוזנות ומשמעותיות של יסודות חיוניים התורמים למאפיינים הייחודיים שלהם, לאיכותם הגבוהה ולמתאימותם לשתייה. בין היסודות הבולטים ביותר, הנמדדים במ"ג/ל", ניתן למנות:

ולב־ (K): 30.34, וגלשא (Na): 64.44, ורתנ (Mg): 9.10, סויזנגמ (Ca): 38.71, ודיס (NO_3^-): 167.5, יתקנח (HCO_3^-): 57.19, טנוברקיב (SO_4^{2-}): 73.45, טפלוס (Cl^-): 73.45, דיר (F^-): 47.04 **(Al-Amri, 2025)**. סזמז ימש רכ לע סיעיבצמ הלא סיכרע 6.76, דירואולפ ידוחייה סמעט תא ריבסמש המ, סיליגר הייתש ימל האוושהב סילרנימב תיסחי סירישע תויגולויזיפה סהיתועפשה תאו.

מחקרים הראו כי ריכוזי המתכות הכבדות במי זמזם נמצאים בגבולות הבטיחות: (Pb): 0.161, תרפוע (As): 0.00139, וסרא (Cu): 0.00012, תשוחנ (Cr): 0.011, סורכ אבץ (Zn): 0.017, קובלט (Co): 0.007 (**Al-Amri, 2025**).

ICP-MS, וגב סילכב שומיש רות **Shomar (2012)** ידי לע וכרענש סימיוסמ סירקחמ אלל סישדוח 24 רשמב תוביצי תוימיב תונוכת לע ורמש סזמז ימ יב וחיכוה IC ו-ICP-OES **Vikthar and others** תגהנהב רקחמ תווצ. תימיכה סתוביצי תא רשאמש המ, רכינ יוניש סזמז ימב תודוסי 34 חתנל ידב תיביטקודניא תדמוצמ המזלפ תוקינכטב שמתשה **(2019)**, סיאבה סירבדה תא וארה תואצותהו:

- סייעבט סימל האוושהב (Na, Ca, Mg, Cl) סיינויח תודוסי לש סיהובג סיזוכיר;
- וגב תודוסי לש רתויב סיכומנ סיזוכיר Sb, Be, Bi, Br, Co, I ו-Mo (0.01 ppm-מ תוחפ);

וכמויות זעירות של כרום, מנגן, טיטניום, ארסן, סלניום וקדמיום, כולם בגבולות הבטי־חות לשתייה. כמה השערות מדעיות מייחסות את התכונות הייחודיות של זמזם ל:

- אופי הסלעים הסובבים (סלעים מגמטיים שעשויים להיות ממוגנטים באופן טבעי), התורם לשינוי האנרגיה והמטען של המים.

- חלק ממאפייניו דומים לאלה של מים ממוגנטים, מה שעשוי להסביר את ספיגתו החזקה בגוף ואת השפעותיו הביולוגיות המהירות.

- גורם נוסף הוא המבנה המולקולרי הייחודי שלה: הזווית בין אטומי המימן והחמצן במולקולת המים מגיעה ל-104.5°, וסידור מולקולרי זה עשוי להעניק לזמזם תכונות פיזיקליות שונות מאלה של מים רגילים.

בשל האלקליניות והמרכיבים המינרליים של זמזם, ישנן עדויות המצביעות על כך ששתית מים מזמזם:

- עשוי לתמוך במערכת החיסון של הגוף ולעזור במניעת פעילות נגיפית;
- מביא להצטברות כמות מזיקה של מתכות כבדות בצריכה מתונה;
- האם הוא גורם לתופעות בריאותיות שליליות אצל עולי רגל השותים אותו בכמויות גדולות בעונות העלייה לרגל?

היסודות המינרליים הרבים במי זמזם

נערך מחקר מדעי מתקדם כדי לנתח במדויק את המרכיבים של מי זמזם, תוך שימוש בטכניקות ניתוח רגישות ביותר, שהבולטות שבהן כוללות:

- ניתוח הפעלת נויטרונים (NAA): טכניקה זו משמשת לזיהוי יסודות קורט בדיוק רב, ללא צורך בהכנה כימית מורכבת.

- פלזמה מצומדת אינדוקטיבית (ICP): טכניקה המייצרת פלזמה באמצעות זרם חשמלי המושרה על ידי אינדוקציה אלקטרומגנטית בשדה מגנטי משתנה. היא משמשת למדידת ריכוזי מינרלים מרובים בנוזלים בדיוק רב.

בנוסף לטכניקות קונבנציונליות אחרות, כגון ספקטרוסקופיה אופטית וספקטרוסקופיה פליטה, מחקרים אלה גילו כי מי זמזם מכילים 34 יסודות כימיים. הם גם הראו את הריכוזים הבולטים של יסודות מסוימים, כדלקמן:

- יסודות חיוניים בריכוזים גבוהים מאלה הנמצאים במים טבעיים: סידן (Ca^{+2}), מגנ-

זיום (Mg^{+2}), נתרן (Na^{+}) וכלוריד (Cl^{-}). יסודות אלה חשובים לקידום בריאות העצמות, לוויסות לחץ הדם ולשמירה על מאזן הנוזלים בגוף.

- יסודות קורט בריכוזים נמוכים מאוד (פחות מ-0.01 ppm): אנטימון (Sb), ברליום (Be), ביסמוט (Bi), ברום (Br), קובלט (Co), יוד (I) ומוליבדן (Mo). יסודות אלה בטוחים ברמות נמוכות כל כך ואינם מהווים סיכון בריאותי לבני אדם.

- יסודות בכמות מועטה: התגלו עקבות קלות של יסודות כגון כרום (Cr), מנגן (Mn) וטיטניום (Ti), כולם בתוך הגבולות המותרים על פי התקנים הבינלאומיים למים לשתייה.

מחקרים הידרוכימיים שנערכו על מי זמזם, ובפרט המחקר של **Khalid et al. (2014),** חשפו מספר אינדיקטורים מדעיים משמעותיים המחזקים את אמינות המים מבחינת בטיחות כימית ואיכות בריאותית. הממצאים אישרו כי מי זמזם נהנים מהרכב כימי טהור ובטוח, נטול יסודות רעילים, ומכילים יסודות מועילים בפרופורציות מאוזנות באופן טבעי. דבר זה מחזק את מעמדו של זמזם כמשאב מים נדיר המשלב טוהר, בטיחות ואיזון יוני, ללא צורך בטיפול מלאכותי כלשהו.

מחקר הראה כי הריכוזים של יסודות כבדים ורעילים מסוימים במי זמזם, כגון ארסן (As), קדמיום (Cd), עופרת (Pb) וסלניום (Se), כולם נמוכים מהמגבלות המרביות המותרות במי שתייה על פי הנחיות ארגון הבריאות העולמי (WHO). זהו אינדיקטור מכריע להיעדר רעילות כימית במי זמזם, מה שהופך אותם לבטוחים לצריכה אנושית רציפה, אפילו בטווח הארוך.

המחקר הצביע על כך שחלק מתכולת נתרן כלורי (NaCl) במי זמזם עשוי להיות ממוצא אטמוספרי, ככל הנראה כתוצאה מאינטראקציות עם אדי מים או משקעים אטמוספריים המתרחשים באופן טבעי במסגרת מחזור המים, ולא מזיהום יבשתי או ממליחות גיאולוגית . ממצא זה תומך בהשערה כי המליחות של מי זמזם אינה סימן לירידה באיכות, אלא חלק מהרכב מאוזן באופן טבעי המשקף אינטראקציות פני שטח בטוחות לסביבה.

תוצאה בולטת נוספת היא שריכוז הסידן (Ca^{2+}) במי זמזם גבוה יותר מאשר ברוב מי השתייה הרגילים. מנקודת מבט הידרוכימית, הדבר הופך את מי זמזם למקור עשיר ביסודות התומכים בבריאות הכללית, במיוחד במצבים הדורשים איזון אלקטרוכימי משופר בגוף.

יסודות מתכתיים קורט במי זמזם

יסודות מתכתיים קורט (TME) הם מרכיב חשוב ביותר במי שתייה, שכן יש להם תכונות ביולוגיות כפולות. מצד אחד, הם ממלאים תפקיד חיוני בתמיכה בתהליכים מטבוליים, ומצד שני, נוכחותם בריכוזים גבוהים עלולה להוביל להשפעות רעילות חמורות על בריאות הציבור **(Lu et al., 2022).**

קטגוריה זו כוללת יסודות מעבר כגון ברזל (Fe), אבץ (Zn), נחושת (Cu) וסלניום (Se). כולם ידועים בתפקידם המרכזי בתהליכים תאיים חיוניים, כולל הפעלת אנזימים, ייצור אנרגיה במיטוכונדריה, תמיכה במערכת החיסון ואיזון חמצוני בתוך התאים **(Mohammadifard et al., 2019).**

בעת איסוף וניתוח דגימות מי זמזם, החוקרים השתמשו במיכלים העשויים מפוליאתילן בצפיפות גבוהה (HDPE) מכמה סיבות: כדי להפחית את ספיגת המתכות או את האינטראקציה שלהן עם דפנות המיכל, כדי למנוע סתימת חרירי מכשירי הניתוח העדינים, כדי להוריד את רמת הפחמן הדו-חמצני המומס, וכדי לשפר את דיוק ניתוח היסודות באמצעות ספקטרומטריית מסות פלזמה מצומדת אינדוקטיבית (ICP-MS).

סיווג יסודות על פי הטבלה המחזורית

במחקר שנערך לאחרונה **(Zergui et al., 2022)**, נותחו 52 יסודות באופן כמותי באמצעות טכניקות ניתוח מדויקות (נמדדו במ" mg/L'). יסודות אלה סווגו ל-8 קטגוריות מחזוריות בדלקמן:

קטגוריה מחזורית	מספר היסודות	דוגמאות
מתכות אלקליות	5	K ,Na
מתכות אלקלי-עפרות	5	Mg ,Ca
יסודות מעבר	14	Mn ,Cu ,Zn ,Fe
מתכות דלות	7	Pb ,Sn
מתכות למחצה	4	Sb ,As
REE (יסודות נדירים)	13	Nd ,La ,Ce
קלוגנים	1	Se
הלוגנים	3 (חצי-כמותי)	I ,Br ,Cl

תוצאות הניתוח הכללי

- המחקר אישר כי מי זמזם עשירים במינרלים חיוניים כגון מגנזיום, סידן ונתרן, בנוסף למספר יסודות קורט חיוניים. רמות היסודות הקורט היו ברובן בתוך הגבולות המותרים על פי התקנים הבינלאומיים, עם רמות נמוכות ביותר של יסודות רעילים.

- מי זמזם הכילו גם יסודות נדירים בכמויות זעירות, תופעה נדירה במים תת-קרקעיים טבעיים.

- בסך הכל, הגיוון בהרכב יסודות המתכת הנדירים במי זמזם משקף איזון טבעי ייחודי בין יעילות ביולוגית לבטיחות בריאותית. הוא מדגים את יכולתה של המים לספק לגוף מינרלים חיוניים מבלי לחרוג מספים קריטיים, ובכך משפרת את ערכם הטבעי והתזונתי באחד.

- תוצאות ניתוח כימי מדויק מצביעות על כך שמי זמזם מכילים ריכוזים אידיאליים של מינרלים חיוניים, בעוד שרמות היסודות העקבות הרעילים או המסוכנים נותרות מתחת לסף הזיהוי המעבדתי, דבר המשקף את האיזון הטבעי שלהם ואת בטיחותם הסביבתית.

- **יסודות מתחת לסף הזיהוי (מתחת ל-LOD):** יסודות מסוימים לא זוהו בשל ריכוזיהם הנמוכים מאוד, הנמוכים מסף הזיהוי הטכני של המכשירים ששימשו בניתוח. אלה כוללים: ליתיום (Li), בריליום (Be), בריום (Ba), צזיום (Cs), אלומיניום (Al), קדמיום (Cd), כספית (Hg), עופרת (Pb), אנטימון (Sb), כרום (Cr), מנגן (Mn), קובלט (Co), ניקל (Ni), נחושת (Cu), ברום (Br) ויוד (I). תוצאה זו מעידה על רמת טוהר גבוהה מאוד ומהווה אינדיקציה חזקה לכך שמי זמזם נקיים מזיהום על ידי מתכות כבדות רעילות. נערך מחקר מתקדם כדי לשפר את דיוק מדידת ריכוז המגנזיום במי זמזם באמצעות ספקטרופוטומטריה בגלוי. על ידי יצירת קומפלקסים כימיים התלויים ברמת ה-pH, ב-pH 10, המגנזיום יוצר קומפלקסים יציבים שניתן לזהות במדויק. ב-pH > 12, המגנזיום נוטה יותר לשקוע, מה שמפחית את יעילות המדידה. ניתוח זה משמש להבנת היציבות של תרכובות מינרליות ותפקידן באיכות מי המינרלים.

כימיה של קטיונים ואניונים במי זמזם

מחקרים גיאוכימיים מצביעים על כך ששכבת האקוויפר המזין את באר זמזם מורכבת בעיקר מסלעים מגמטיים, ובפרט דיוריט וגרנודיוריט. סלעים אלה נחשבים למקור הגיאולוגי העיקרי של היסודות המינרליים המאפיינים את מי זמזם, במיוחד ברזל (Fe), מגנזיום (Mg) וסידן (Ca). הסלעים, העשירים באופן טבעי ביסודות אלה, מעבירים אותם למים באמצעות אינטראקציה ארוכת טווח בין מי התהום לסלעים. תהליך זה מסביר את ההרכב המינרלי העשיר והייחודי יחסית של המים.

מעניין לציין כי מי זמזם מפגינים יציבות כימית מרשימה, עם איזון ברור בין קטיונים לאניונים, מה שמרמז כי הם מוזנים ממערכת גיאולוגית והידרולוגית סגורה ומוגנת. יציבות זו היא אחד הגורמים העיקריים שסייעו לזמזם לשמור על תכונותיו הייחודיות לאורך מאות שנים, ללא כל שינוי באופיו או באיכותו.

❖ קטיונים (יונים חיוביים)

קטיונים במי זמזם הם מרכיבים חיוניים התורמים לתכונות המינרליות הייחודיות שלהם. בין הבולטים שבהם: **סידן (Ca^{2+}):** הקטיון הדו-ערכי העיקרי במי זמזם, הסידן מגיב לעתים קרובות עם ביקרבונטים וקרבונטים ליצירת תרכובות התורמות לאיזון האלקלי ומחזקות את היתרונות של מי זמזם לעצמות ולשיניים. **מגנזיום (Mg^{2+}):** המגנזיום קיים בדרך כלל בצורת ביקרבונטים או סולפטים, וממלא תפקיד חשוב בתמיכה בתפקודי התאים ובוויסות אנזימים חיוניים בגוף. **נתרן (Na^{+}) ואשלגן (K^{+}):** יונים אלה יחד מהווים חלק מהמלחים המומסים הכוללים, כגון נתרן כלורי (NaCl) ואשלגן כלורי (KCl), ותורמים לאיזון הלחץ האוסמוטי ולוויסות הנוזלים בגוף, כמו גם לתמיכה באיתות העצבי.

❖ אניונים (יונים שליליים)

האניונים במי זמזם ממלאים תפקיד מרכזי בקביעת האופי הכימי שלהם ואיזון היונים. הבולטים שבהם כוללים:

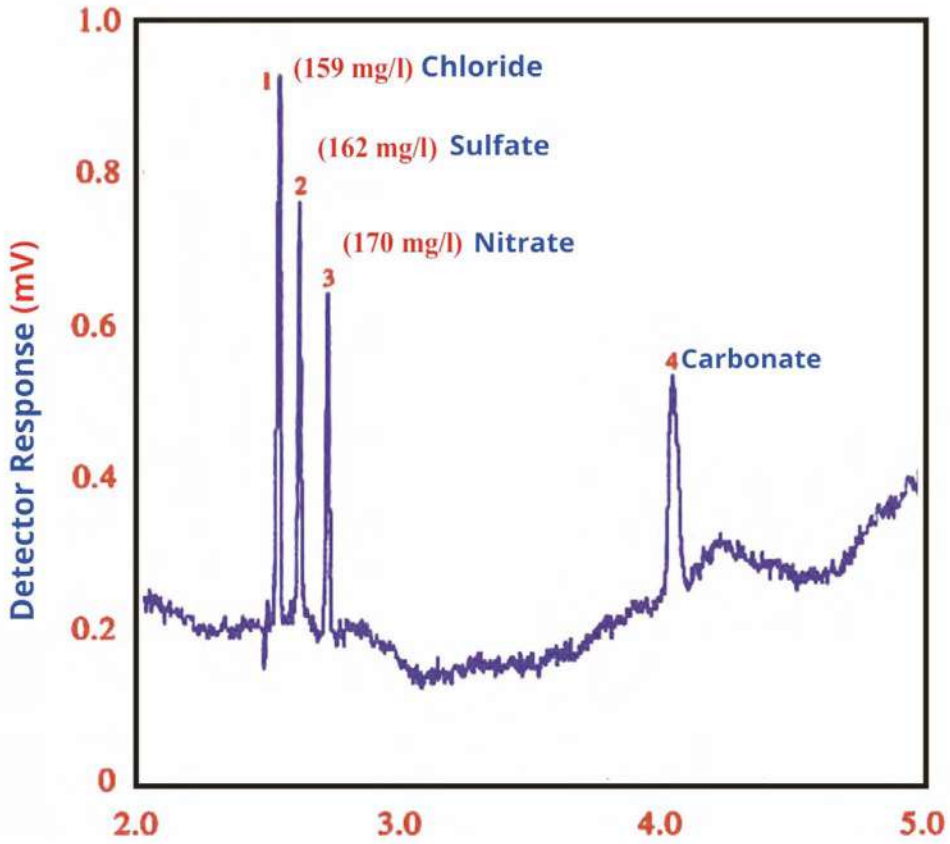
ביקרבונט (HCO_3^-): זהו היסוד האחראי על האלקליניות של המים, התורם ליציבותם הכימית ומונע היווצרות של חומצות מזיקות.

סולפט (SO_4^{2-}): הסולפט, הקשור לעתים קרובות למגנזיום או לנתרן, משתתף בתגו־ בות טבעיות המשפרות את יציבות מרכיבי המים מבלי להשפיע על טעמם או תכונותיהם.

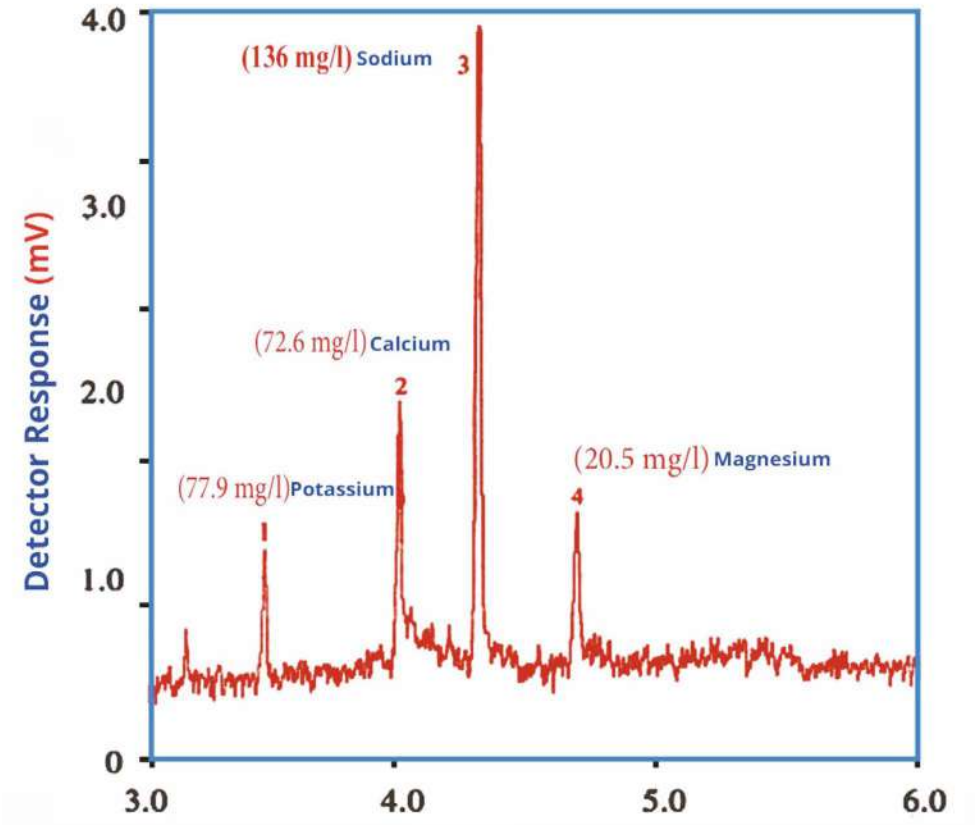
כלוריד (Cl^-): הכלוריד, אחד היונים העיקריים במי זמזם, ממלא תפקיד חיוני באיזון הטעם ובהרכב המלחים המומסים, וכן תורם לאיזון האלקטרוכימי הכללי של המים.

דגימות של מי זמזם נותחו באמצעות אלקטרופורזה קפילרית, אחת הטכניקות המ־ דויקות ביותר למדידת ריכוזי הקטיונים והאניונים המומסים. תוצאות הניתוחים הללו העלו כי רמות היונים במי זמזם גבוהות יחסית בהשוואה למי ברז ולמים מבוקבקים הנמכרים בשוק. למרות ריכוזים גבוהים אלה, הם נשארים בגבולות הבריאות המקובלים בעולם כפי שנקבעו על ידי ארגון הבריאות העולמי (WHO) והסוכנות להגנת הסביבה של ארצות הברית (EPA), למעט חנקתי (NO_3^-), אשר במקרים מסוימים חרג מהגבול המרבי המותר, מה שמצריך ניטור תקופתי רציף (Khalid et al., 2014).

ניתוחים השוואתיים מראים כי התקנים הכימיים של מי זמזם שונים באופן מהותי מאלה החלים על מים מטופלים או מים בבקבוקים מסחריים. הדבר מיוחס למקורו העמוק של זמזם מתחת לאדמה ולזמן השהייה הממושך של המים בתוך סלעים מגמטיים, מה שמאפשר להם להיספג באלמנטים מינרליים מועילים ומעניק להם את ההרכב הכימי הייחודי שלהם.



"תרשים חשמלי של דגימת מי זמזם המציג את ניתוח האניונים: (1) כלוריד, (2) סולפט, (3) חנקתי, (4) קרבונט (ערוך על פי Khalid et al., 2014)."



תרשים חשמלי של דגימת מי זמזם המציג את ניתוח הקטיונים: (1) אשלגן, (2) סידן, (3) נתרן, (4) מגנזיום. (ערוך על פי Khalid et al., 2014).“

הטבלה מציגה את הניתוחים הפיזיקליים והכימיים של מרכיבי מי זמזם, המונים 38 יסודות, מתוכם 9 נותחו בתוך ממלכת ערב הסעודית ואושרו על ידי ועדת ההסמכה הסעודית (SAC). 29 היסודות הנותרים נותחו במעבדות בינלאומיות ואושרו הן על ידי שירות ההסמכה הבינלאומי (IAS) והן על ידי ועדת ההסמכה הסעודית (SAC) (Al-Amri, 2025).

פריט	יסוד / פרמטר	תוצאה	יחידה	LOQ	שיטה
1	pH	7.86	---	---	SAC+IAS
2	סך כל המוצקים המומסים (TDS)	448	ppm	1.0	SAC+IAS
3	קשיות כוללת	134.13	mg/L	1.0	SAC+IAS
4	מוליכות חשמלית	0.66	cm/mS	0.01	SAC+IAS
5	עכירות	0.30	NTU	0.10	SAC+IAS
6	אמוניום	LOQ>	ppm	---	SAC+IAS
7	אנטימון	0.00506	mg/L	0.00004	SAC+IAS
8	ארסן	0.00139	mg/L	0.00004	SAC+IAS
9	בריום	0.00800	mg/L	0.00004	SAC+IAS
10	ביקרבונט	167.5	mg/L	5.00	SAC
11	בורון	0.70000	mg/L	0.00004	SAC+IAS
12	ברומיד	236.44	ppm	5.00	SAC
13	קדמיום	LOQ>	mg/L	0.00004	SAC+IAS
14	סידן	38.71	mg/L	0.02	SAC+IAS
15	כלוריד	73.45	mg/L	0.1	SAC+IAS
16	כרום	0.00012	mg/L	0.00004	SAC+IAS
17	קובלט	0.007	mg/L	0.00004	SAC

פריט	יסוד	תוצאה	יחידה	LOQ	שיטה
18	נחושת	0.011	mg/L	0.0	SAC+IAS
19	פלואוריד	0.47	mg/L	0.0	SAC
20	ברזל	0.07	mg/L	0.036	SAC+IAS
21	עופרת	0.161	mg/L	0.00004	SAC+IAS
22	ליתיום	LOQ>	ppm	---	SAC+IAS
23	מגנזיום	9.10	mg/L	0.04	SAC+IAS
24	מנגן	LOQ>	mg/L	0.027	SAC+IAS
25	מוליבדן	0.02466	mg/L	0.00004	SAC+IAS
26	ניקל	0.00059	mg/L	0.00004	SAC+IAS
27	חנקתי	6.76	mg/L	0.35	SAC
28	ניטריטים	LOQ>	mg/L	0.15	SAC
29	פוספט	LOQ>	mg/L	0.05	SAC
30	אשלגן	30.34	mg/L	0.02	SAC+IAS
31	סלניום	0.00223	mg/L	0.00004	SAC
32	סיליקה	17.00	mg/L	1.00	SAC+IAS
33	נתרן	64.44	mg/L	0.04	SAC+IAS
34	סטרונציום	0.34	mg/L	0.00004	SAC
35	סולפט	57.19	mg/L	0.4	SAC+IAS
36	תליום	LOQ>	mg/L	0.00004	SAC+IAS
37	טיטניום	0.03	ppm	---	SAC+IAS
38	אבץ	0.017	mg/L	0.02	SAC+IAS

מאפיינים חיידקיים של מי זמזם

מי זמזם זוכים לעניין מדעי עולמי הולך וגובר מזה מאות שנים בשל טוהרם יוצא הדו־פן והיעדר מוחלט של זיהום מיקרוביאלי — תופעה נדירה ביותר בקרב מקורות מי תהום לא מטופלים. בניגוד לרוב מקורות מי השתייה המקובלים, העוברים טיפול כימי או כלור, מי זמזם נצרכים ישירות ללא כל עיבוד מסוג זה. מחקרים רבים, שהשתמשו בניתוחים מיקרוביולוגיים מתקדמים, אישרו כי מי זמזם נקיים לחלוטין ממיקרואורגניזמים מזיקים, כולל היעדר מוחלט של **Escherichia coli (E. coli)** — אינדיקטור מרכזי לזיהום צואתי שמקורו בפסולת אנושית או מן החי. יתר על כן, לא התגלו חיידקים פתוגניים אירוביים או אנאירוביים.

ממצאים אלה בולטים במיוחד לאור הצריכה הגבוהה והישירה של מי זמזם על ידי מיליוני עולי רגל ומבקרים מדי שנה. עד היום, לא תועדו זיהומים הקשורים לשימוש במי זמזם, דבר המעיד על רמת בטיחות מיקרוביאלית טבעית יוצאת דופן.

ניתוחים חיידקיים שנערכו לאחרונה תומכים עוד יותר בתוצאות אלה. ספירת החיידקים הכוללת במי זמזם נותרה באופן עקבי בגבולות המקובלים בעולם למים בטו־חים לשתייה — אפילו בדגימות שאוחסנו לתקופות ממושכות. במחקר שנערך על ידי **Vikhar et al. (2019)**, נותחו למעלה מ-30 דגימות באמצעות מערכות אטומות וטכניקות תרבית חיידקים רגישות ביותר, ולא נצפתה צמיחה מיקרוביאלית באף אחת מהדגימות, כולל אלה שאוחסנו במשך למעלה משישה חודשים. דבר זה מצביע על יציבות מרשימה בטוהר לאורך זמן.

באופן דומה, במחקר שנערך על ידי **Al-Barakah (2017)** נותחו למעלה מ-100 דגימות באמצעות שיטות ספירת חיידקים ישירות. התוצאות אישרו פעם נוספת כי מי זמזם נקיים מכל זיהום מיקרוביאלי.

כל הדגימות היו נקיות מ-Escherichia coli ומ-Enterococci, כמו גם מכל סימן לנו־כחות פטרייתית, דבר המחזק את האמון במי זמזם כמקור טהור ובטוח לחלוטין לצרי־כה אנושית, ללא צורך בעיקור או בטיפול כימי. רמת הטוהר המיקרוביאלי הייחודית הזו מיוחסת למספר גורמים גיאולוגיים והידרוכימיים טבעיים הסובבים את באר זמזם. שכ־בות הסלע העמוקות, ובמיוחד אלה המורכבות מגרנודיוריט, ממלאות תפקיד כפול בבידוד

המים מכל זיהום פני השטח, תוך שהן מספקות גם תהליך סינון טבעי יעיל באשר המים עוברים דרך הסדקים הדקים שלהן. יתר על כן, היעדר תרכובות אורגניות מתכלות במי זמזם הוא גורם מכריע במניעת היווצרות אצות או צמיחת חיידקים, אפילו במהלך תקופות אחסון ממושכות. כדי לאמת מאפיינים חיוניים אלה, נעשה שימוש בטכניקות ניתוח מיקרוביולוגיות מתקדמות, כולל:

- **מיקרוסקופ אלקטרוני:** לבחינת חלקיקים זעירים ומזהמים מיקרוסקופיים.
- **תרבית מיקרוביאלית מסורתית:** לאיתור צמיחת חיידקים בדגימות.
- **תגובת שרשרת פולימראז (PCR):** לזיהוי DNA חיידקי במים ברמת דיוק גבוהה.
- **טכניקות ננו-אנליטיות:** לניטור זיהום ברמה האטומית והתת-אטומית.

למרות הטוהר הייחודי הטבוע במי זמזם, גורמים סביבתיים חיצוניים מסוימים, כגון מגע אנושי ישיר או האפשרות של ערבוב מי זמזם עם מקורות מי תהום סמוכים של ה-במהלך הובלה או הפצה, עלולים לעיתים להוביל לזיהום מקרי בנקודות מסוימות. מסיבה זו, בתחנות המילוי וההפצה של מי זמזם נעשה שימוש במערכות מודרניות, המשתמשות באור אולטרה סגול (UV) לחיטוי המים. זוהי שיטה יעילה לחיסול כל מזהם מיקרוביאלי פוטנציאלי מבלי להשפיע על ההרכב הכימי או הטעם הטבעי של המים, ובכך לשמר את תכונותיהם הייחודיות.

מנקודת מבט מונעת, מי זמזם מכילים באופן טבעי פלואוריד (F^-) בתוך הגבולות הבטוחות והמומלצות שנקבעו על ידי ארגון הבריאות העולמי (WHO). מחקרים מאשרים כי ריכוז טבעי זה של פלואוריד מסייע בהפחתת הסיכון לעששת ותומך בבריאות הפה, ללא צורך בתוספים מלאכותיים, כפי שקורה בחלק ממי השתייה המטופלים.

תיעוד מדעי שיטתי של ניתוח מי זמזם החל בשנות ה-70, בתגובה לשאלות וטענות שהועלו באותה עת לגבי בטיחות המים. בשנת 1971 טען רופא כי מיקומה הגיאוגרפי הנמוך יחסית של באר זמזם עלול לחשוף אותה לחדירת מים מביוב סמוך.

על סמך זאת, הורה המלך פייסל (ז"ל) לשלוח דגימות רשמיות של מי זמזם למעבדות מתקדמות באירופה לבדיקה. התוצאות המדעיות הפריכו באופן מוחלט טענות אלה ואישרו כי:

- מי זמזם מתאימים לחלוטין לשתייה והם בטוחים מבחינה ביולוגית.
- יש בו ריכוז גבוה יחסית של מלחי סידן ומגנזיום בהשוואה לבארות אחרות במכה, מה שמעניק לו טעם ייחודי.

בשנת 1976 פרסמה האגודה האמריקאית למשאבי מים (AWRA) את הדוח המדעי הבינלאומי המתועד הראשון על מרכיבי מי זמזם, שהפך מאוחר יותר למקור התייחסות עיקרי עבור חוקרים בתחום זה. לאחר מכן פורסם הדוח של **Abu Saman (1982),** שערך מחקר השוואתי בין מי זמזם למספר בארות סמוכות, כגון בארות דאוודיה ואל-מיספלה. תוצאות הניתוח הכימי הראו כי מי זמזם מכילים אחוז נמוך יותר של חומרים מוצקים מומ־סים (TDS), מה שמעיד על טוהרם הגבוה יחסית.

בסוף שנות ה-70, במהלך פעולות ניקוי ותחזוקה מקיפות של באר זמזם, צוללנים מו־מחים נשלחו לרדת אל הבאר ולקחת דגימות ישירות ממקורות המים שלה, במיוחד מאלה המכוונים לעבר הכעבה הקדושה. דגימות אלה עברו ניתוחים כימיים מדויקים במעבדות לאומיות מתקדמות בתוך הממלכה, והתוצאות היו עקביות עם הסטנדרטים הבינלאומיים, מה שחיזק עוד יותר את אמינות הטוהר הטבעי המתמשך של מקור המים הנערץ הזה.

טבלה המציגה את תוצאות הניתוח הכימי של המקור העיקרי מתחת לאבן השחורה.

תאריך	סידן	מגנזיום	ברזל	מנגן	סולפט	נחושת
1979	198	43.7	0.15	0.15	370	0.12

למרות שתכונותיו הבקטריולוגיות של מי זמזם תועדו היטב במחקרי מעבדה רבים, המרכיבים המדויקים של האקולוגיה המיקרוביאלית שלו נותרו נושא שלא נחקר מספיק בספרות המדעית המתמחה, כפי שציינו **Donia & Mortada (2021).** פער מחקרי זה הוא בעל חשיבות מיוחדת בשל קדושתו של הבאר ואופיו הסביבתי הייחודי, המחייבים מחקרים מעמיקים יותר באמצעות טכניקות מטגנומיות וניתוח DNA מיקרוביאלי.

מחקרים מסוימים הראו כי מקור המים הקרוב ביותר לכעבה הקדושה הוא הטהור ביותר מבחינת תכולת המיקרואורגניזמים, מה שמרמז כי תנועת המים לכיוון מיקום זה עוברת תהליך סינון גיאולוגי יעיל יותר. הנוכחות המינימלית של מיקרואורגניזמים שנצפתה בביוונים אחרים של הבאר נובעת ככל הנראה מפעילות אנושית מקרית או מגורמים סביבתיים זמניים על פני השטח, ולא מזיהום הנובע ממקור מים או ממבנה גיאולוגי קבוע.

יציבות מיקרוביאלית ייחודית זו במי זמזם מיוחסת לשילוב של גורמים טבעיים הקשורים זה לזה, ובפרט:

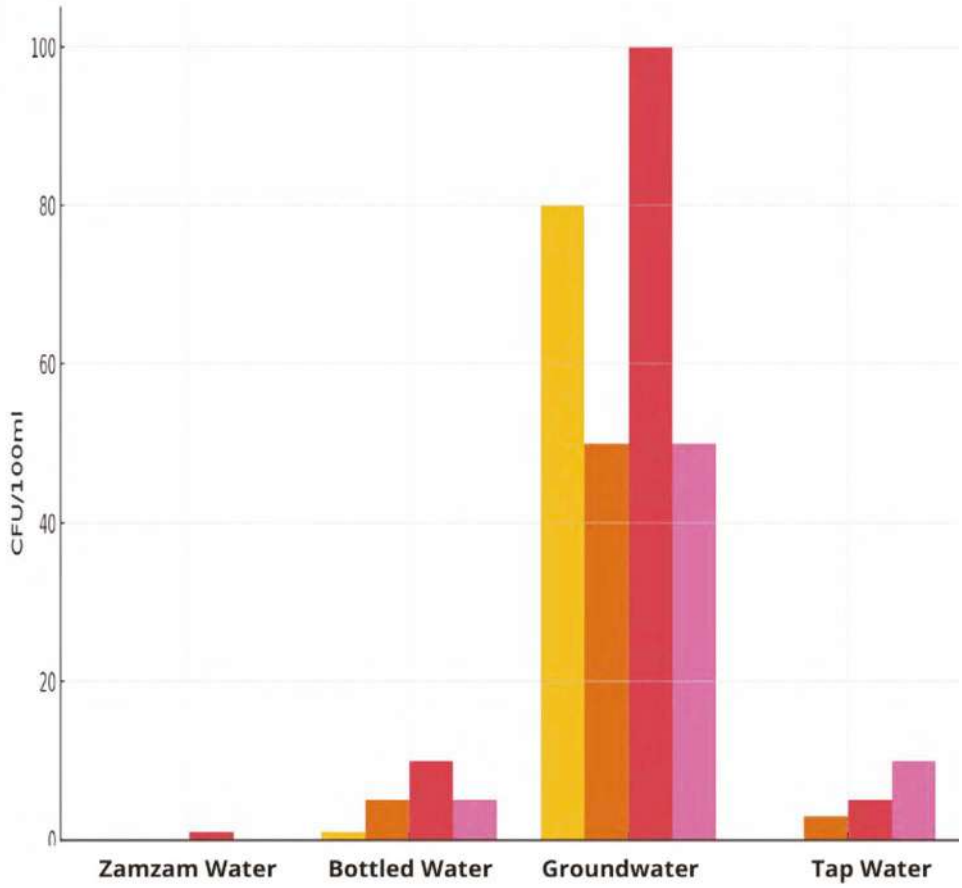
- עומק הבאר, הנע בין 30 ל-33 מטרים, מבודד אותה מהשפעות פני השטח כגון מי גשם או שיטפונות ומונע חדירת מזהמים חיצוניים.
- ההרכב המינרלי הייחודי שלו, הכולל יסודות כגון פלואוריד, ביקרבונטים ומגנזיום, ידוע בהשפעותיו המעכבות על צמיחת מיקרואורגניזמים, בין אם על ידי שינוי רמות ה-pH ובין אם על ידי השפעה על קרום התא הבקטריאלי.

תכונות משולבות אלו משפרות את יכולתה של מי זמזם לשמור על יציבות מיקרוביולוגית לאורך זמן, מה שהופך אותה למודל נדיר של מי תהום המשיגים הן בטיחות ביולוגית והן יציבות טבעית ללא כל התערבות מלאכותית.

היכן נלקחו הדגימות	ספירת חיידקים קוליפורמיים ל-100 סמ"ק	בדיקות אימות לקבוצת הקוליפורמים ל-100 סמ"ק
אל-מרווה	180	20
המסגד הקדוש	40	0
אל-ספא	340	60

ימו סיילרנימ סימ לש הלאל סזמז ימ לש סיילאירטקבה סינייפאמה תא הוושמה הלבט וזמל תידועסה תושרה ,(WHO, 2017) ימלועה תואירבה וגרא לש סינותנ לע ססבתהב ,זרב Al-לע רורע) סזמז ימ לש סיילאיבורקימה סינייפאמה לע ומסרופש סייעדמ סירקחמו ,תופורתו Barakah, 2017; Donia & Mortada, 2021). Colony Forming Unit לש רוציק אוה CFU .(הבשומ תריצי תדיחי)

תכונות	מי זמזם	מים מינרליים	מי ברז
סך כל חיידקי הקוליפורם	לא קיים (0 CFU/100 מ"ל)	צריך להיות נעדר (נמצא לעיתים בדגימות ישנות)	עשוי להופיע בכמויות זעירות ברשתות מים פגומות
אשריכיה קולי (E. coli)	לא קיים כלל (0 CFU/100 מ"ל)	צריך להיות נעדר (מופיע לעיתים נדירות במים מזוהמים)	עשוי להופיע במים לא מעוקרים או ישנים
חיידקים אירוביים בטמפרטורה של 22°C	רמה נמוכה מאוד (<1 CFU/mL)	10–100 CFU/מ"ל	עשוי להגיע ל-100–1000 CFU/mL בהתאם למקור
חיידקים אירוביים בטמפרטורה של 37°C	<1 CFU/mL	עד 200 CFU/mL	10–50 CFU/mL
סטרפטוקוקים צואתיים	לא קיימים	בדרך כלל לא קיים	עשויים להופיע במי ביוב מעורבים
ניתוח מיקרוביולוגי כללי	תואם לחלוטין לתקנים	עומד בדרישות באופן כללי עם סטיות קלות	משתנה בהתאם לניקיון הרשת ולטיפול
ספירת פטריות ועובש	לא זוהו	עשוי להופיע במהלך האחסון	עשוי להופיע במהלך האחסון
צמיחת אצות או מיקרואורגניזמים במקור	אין צמיחה בבאר זמזם	צמיחה אפשרית במים מבוקבקים או במיכלים	נפוץ בצינורות ישנים או במיכלים לא מכוסים
יציבות באחסון	מצוינת	טובה יחסית	בינונית



"Escherichia coli (E. coli) יקדייח תוחכונ תניחבמ מימ לש מירחא מיגוסל מזמז ימ ויב האוושה שיחממ ךרגה ימ ,תוארל ןתינש יפכ .שבועו תוירטפ ,מייבוריא מיקדייח ,(TCC) תללוכ מיימרופילוק מיקדייח תריפס מיגוסל האוושהב מידדמה לכב רתויב מיכומנה מיכרעה תא מיגיצמו ,יגולויבורקימ רהוטב מינייטצמ מזמז ,(WHO, 2017) ימלועה תואירבה וגרא ידי לע מזמז ימ תוביא לע ומסרופש מינותנ לע ססובמ ךרגה .מירחא Al-Barakah (2017), Donia, and ידי לע וכרענש חטש ירקחמו ,(SFDA) תופורתו וזמל תידועסה תושרה מזמז ימ לש תויגולויבורקימה תונוכתה לע Mortada (2021)."

תכונות רדיולוגיות של מי זמזם

מי זמזם מתאפיינים בתכונות רדיולוגיות ואופטיות ייחודיות המשמשות כמדדים מדעיים מדויקים לאיכות המים ולבטיחותם הפיזית. תכונות אלה מסייעות גם בקביעת טוהר המקור ויציבות המבנה הגיאולוגי המזין אותו. ניתוחים מעבדתיים גילו כי למי זמזם רמת צלילות אופטית גבוהה לצד יציבות רדיולוגית בולטת. לא נרשמו שינויים משמעותיים בתכונות אלה, אפילו לאחר הבקבוק ותקופות אחסון ממושכות. עקביות זו נחשבת לאחת ההוכחות המדעיות החשובות לאיכות הטבעית של מי זמזם ולעמידותם בפני השפעה פיזית או כימית לאורך זמן.

ניתוחים רדיולוגיים מפורטים מראים כי מי זמזם מתאפיינים ברמת יציבות רדיולוגית גבוהה – תכונה נדירה בקרב מקורות מי תהום ברחבי העולם. לא נצפו שינויים בולטים ברמות הקרינה הטבעית, לא במהלך השאיבה מהבאר ולא לאחר הבקבוק והאחסון במשך חודשים רבים.

באר זמזם ממוקמת בתוך תצורות סלע המורכבות בעיקר מדיוריט וגרנודיוריט, שהם סוגים של סלעים מגמתיים עמוקים הידועים בתכולה הטבעית הנמוכה של חומרים רדיואקטיביים, במיוחד בהשוואה לסביבות וולקניות או לסלעים משקעיים העשירים באורניום ובתוריום. מאפיין גיאולוגי ייחודי זה תורם באופן משמעותי לטוהר מי זמזם מפני קרינה מזיקה. מחקרים אחרונים — ובפרט המחקר של **Al-Amri (2025)** — הראו כי הריכוזים של יסודות רדיואקטיביים המופיעים בטבע במי זמזם, כגון:

- רדיום: Ra-226
- תוריום: Th-232
- אורניום: U-238

נמצאים כולם בגבולות הבטיחות שנקבעו על ידי ארגון הבריאות העולמי (WHO) למים לשתייה. דבר זה מצביע בבירור על כך שמי זמזם נקיים לחלוטין מזיהום רדיואקטיבי והם בטוחים לחלוטין לצריכה אנושית — אפילו בשימוש תכוף ונרחב.

תוצאות אלה אושרו באמצעות ניתוחים ספקטרומטריים מדויקים ביותר, שנערכו באמצעות ציוד מתקדם לספקטרומטריית מסה ורדיולוגיה במעבדות בינלאומיות יוקרתיות כגון Eurofins. ניתוחים אלה הם אמינים מבחינה מדעית ומחזקים את האמון בתוצאותיהם, ומאשרים כי לא נרשמה כל פעילות רדיואקטיבית מזיקה באף אחד מהבדיקות שנערכו על מי זמזם.

למרות שמי זמזם נצרכים על ידי מיליוני עולי רגל ומבקרים מדי שנה, יש להם רקורד בטיחות ללא דופי, ללא דיווחים על מקרים של חשיפה לקרינה או מחלות המועברות במים. נהפוך הוא, הם נהנים ממוניטין בריאותי מצוין ונצרכים בהיקף נרחב ללא כל חשש מדעי מתועד. דבר זה מחזק עוד יותר את מעמדם כמקור מים בטוח, טבעי ויוצא דופן.

הטבלה מציגה את הניתוחים הרדיולוגיים של 11 יסודות במי זמזם, שנבדקו במעבדות בינלאומיות והוסמכו הן על ידי שירות ההסמכה הבינלאומי (IAS) והן על ידי ועדת ההסמכה הסעודית (SAC) Al-Amri (2025)).

פריט	יסוד	תוצאה	יחידה	LOQ	שיטה
1	תוריום-232	LOQ>	L/Bq	400	ISO 17294-2
2	תוריום-230	LOQ>	L/Bq	400	ISO 17294-2
3	צזיום-134 (^{134}Cs)	0.00	L/Bq	---	SAC-HWTPC
4	צזיום-137 (^{137}Cs)	0.00	L/Bq	---	SAC-HWTPC
5	אשלגן-40 (40-K)	0.00	L/Bq	---	SAC-HWTPC
6	יוד-131 (I-131)	0.00	L/Bq	---	SAC-HWTPC
7	רוטניום-103 (Ru-103)	0.00	L/Bq	---	SAC-HWTPC
8	אורניום-234	0.00	L/Bq	---	SAC-HWTPC
9	אורניום-235	0.7	L/Bq	---	SAC-HWTPC
10	אורניום-238	0.00	L/Bq	---	SAC-HWTPC
11	אורניום סה"כ (מתכת)	LOQ>	mg/L	0.0005	ISO 17294-2

כל הערכים נמוכים מהמגבלות המותרות, מה שמעיד כי במי זמזם אין פעילות רדיואקטיבית מזיקה או מסוכנת. ההשוואה מבוססת על תוצאות מעובדות ממחקרים מדעיים שבחנו את הפעילות הרדיואקטיבית במי זמזם ובמקורות מי תהום אחרים (Halim et al., 2007; El-Zaiat, 2016), בנוסף למגבלות הרדיואקטיביות המומלצות על ידי ארגון הבריאות העולמי (WHO, 2017). הפעילות נמדדת בבקרל לליטר (Bq/L).

תכונות רדיולוגיות	מי זמזם	מי תהום אחרים	פרשנות מדעית / הערות	הגבול המותר על פי ארגון הבריאות העולמי (L/Bq)
ריכוז רדיום-226	0.1>	1.0–0.5	זמזם נמצא בסביבה גרניטית, אך הוא יציב מבחינה רדיולוגית; מים אחרים עשויים להכיל רמות גבוהות באזורים וולקניים או עשירים באורניום	0.5
פעילות אלפא ברוטו	נמוכה מאוד (0.1>)	משתנה; לעיתים חורג מהמגבלות באזורים מסוימים	מעיד על טוהר גיאולוגי יוצא דופן של זמזם; מים אחרים עשויים להשתנות בהתאם לגיאולוגיה	0.5
פעילות בטא ברוטו	נמוך מאוד (0.01>)	לעיתים מוגברת באזורים וולקניים או עשירים באורניום	זמזם מפגין יציבות רדיולוגית ייחודית	1.0
ריכוז אורניום-238	נמוך מאוד	משתנה	זמזם נמצא בסביבה גרניטית יציבה מבחינה רדיולוגית	0.05

תכונות אופטיות של מי זמזם

מי זמזם מתאפיינים בבהירות ובשקיפות יוצאת דופן. גם לאחר בקבוקם ואחסונם לתקופות ממושכות, לא נרשמו שינויים בבהירותם או באף אחד מתכונותיהם הפיזיקליות הקשורות למראה, לטעם או לריח. ניתוחים מצביעים על כך שמי זמזם:

- נקי מעכירות ומחלקיקים מרחפים.
- צבעו נשאר יציב ואינו נוטה להשתנות, אפילו בתנאי תאורה או אחסון שונים.
- חסר ריח ואינו בעל טעם מתכתי חריף, למרות שהוא מכיל ריכוז גבוה של יסודות מועילים כגון סידן ומגנזיום.

תכונות אלו קשורות לרמות הנמוכות של תרכובות אורגניות ואורגניות המשפיעות בדרך כלל על התכונות האופטיות של המים, וגורמות לפיזור אור, לשינוי צבע או לאובדן צלילות. ניסויים מעבדתיים שנערכו במעבדות אירופאיות הוכיחו כי מי זמזם שומרים על תכונותיהם האופטיות לאורך חודשים של אחסון ובתנאים שונים, מה שמאשר את עקביותם הכימית ואת יציבותם הטבעית.

למי זמזם מאפיינים אופטיים יוצאי דופן שהופכים אותם לייחודיים בהשוואה לסוגים שונים של מים, כגון מים רגילים, מים מזוקקים ומים שעברו טיפול מגנטי. מחקרים מתקדמים הראו כי ייחודיות זו משתרעת על מספר מדדים אופטיים מדויקים הקשורים ישירות להרכב המולקולרי ולמבנה הפיזי של המים.

ספיגה אופטית

מדידות מראות כי הספיגה האופטית של מי זמזם היא הגבוהה ביותר מבין הדגימות שהושוו, במיוחד באורך גל של 500 ננומטר — טווח הנמצא בשימוש נפוץ במדידות אור נראה.

ערכים גבוהים אלה מצביעים על יכולת מובהקת של מי זמזם לספוג אור בטווח זה, מה שמשקף הרכב מולקולרי עשיר באלמנטים וביונים פעילים אופטית.

העברה אופטית

לעומת זאת, העברת האור של מי זמזם הייתה הנמוכה ביותר בהשוואה לסוגי מים אחרים, מה שמעיד על מבנה מולקולרי צפוף המפחית את מעבר האור דרך המים, תכונה הקשורה לעתים קרובות לטוהר הרכב ולהיעדר חומרים מפזרים או צפים.

מקדם השבירה

מקדם השבירה נמדד באורך גל של 8.589 ננומטר, והגיע לערך של 1.3345 במי זמזם, שהוא הגבוה ביותר בהשוואה לדגימות של מי שתייה ומים מטוהרים אחרים. נתון זה מצביע על צפיפות אופטית גבוהה יותר ויכולת גדולה יותר לדחוס גלי אור מאשר במים רגילים, מה שמשקף רמת יציבות חזותית גבוהה.

החזרה אופטית

מי זמזם רשמו את ההחזרה האופטית הגבוהה ביותר בתוך אותו ספקטרום ששימש להשוואת דגימות מים שונות. הדבר מדגים כי מי זמזם מחזירים אור בצורה מדויקת ואחי־ דה, מה שמעיד על פיזור הומוגני של מולקולות בתוך המים.

מקדם עדינות

אחת התוצאות האופטיות הבולטות ביותר היא שמי זמזם השיגו את גורם העדינות הגבוה ביותר מבין הדגימות שהושוו. נתון זה מעיד על איזון אופטי יוצא דופן ועל יכולתו של המים להגיב לאור בצורה מדויקת ואחידה, מה שמתורגם להתנהגות אופטית מדויקת ביותר.

מספר אבי:

מספר אבי, המודד את פיזור האור בתוך מדיום שקוף, נמצא גבוה משמעותית במי זמזם, כ-2.4 פעמים יותר מאשר במים מסחריים. הדבר מעיד על פיזור אור נמוך, המהווה סמן חשוב לטוהר אופטי וליציבות בהתנהגות הספקטרלית.

קבועי מתנד יחיד

לפי **Ahmed (2023)**, קבועי המתנד היחיד במי זמזם היו **גבוהים פי 1.5** מאלה שב־מים רגילים, מה שמשקף תגובה ספקטרלית גבוהה ויכולת ייחודית של מולקולות המים לקיים אינטראקציה עם גלי אור.

מחקרים מתקדמים חשפו תכונות אופטיות מדויקות וייחודיות במי זמזם, מה שמחזק את מעמדם כמים יוצאי דופן מבחינת הרכבם האופטי והפיזיקלי. מדידות מקדם השבירה בוצעו בששה אורכי גל שונים בטווח האור הנראה, כדי להעריך את היציבות הספקטרלית ואת האחידות בפיזור האור.

יציבות מקדם השבירה ופיזור האור:

התוצאות הראו כי פיזור מקדמי השבירה באורך גל של 550 ננומטר היה נמוך פי 0.4 בהשוואה למים מבוקבקים ומזוקקים, מה שמעיד על פיזור נמוך. התנהגות זו משקפת אחידות ספקטרלית מדויקת ויציבות של התכונות האופטיות במים מזמזם בטווח רחב של אורכי גל, מה שמדגים איזון מולקולרי פנימי והיעדר רכיבים המפריעים לראייה.

פרשנות גיאולוגית של התכונות האופטיות

תכונות לא טיפוסיות אלה של מי זמזם מיוחסות ככל הנראה להרכב הגיאולוגי של הסלעים המקיפים את הבאר. הסלעים המגמטיים, בעיקר דיוריט וגרנודיוריט, העשירים באלמנטים אלקליין ובמינרלים נדירים, תורמים ליצירת הרכב כימי מדויק המשפיע ישירות על ההתנהגות האופטית והחשמלית של המים. מתאם גיאולוגי-אופטי זה הודגש על ידי **El-Zaiat (2007)**, שהדגים את הקשר בין הרכב הסלע לתכונות האופטיות של מי התהום.

מוליכות חשמלית וקורלציה אופטית

מי זמזם מפגינים מוליכות חשמלית גבוהה יחסית, **כ-0.66 mS/cm**, המשקפת ריכוז בינוני של מלחים מומסים. ערך זה מסביר את ההתנהגות החשמלית המאוזנת של המים, והוא קשור גם ליכולות האופטיות הגבוהות שלהם, שכן יונים משפיעים על התנהגות גלי האור במדיום המימי.

יציבות אופטית לטווח ארוך

מחקרים רבים הראו כי התכונות האופטיות של מי זמזם נותרות יציבות גם

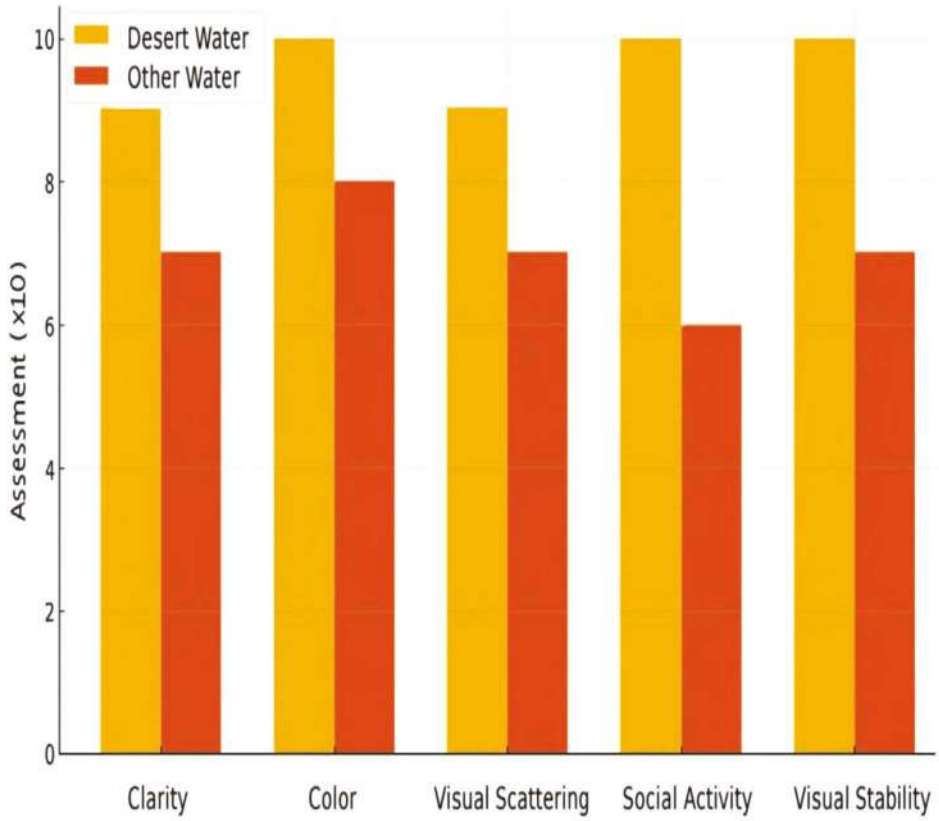
לאחר אחסון ממושך במיכלי פלסטיק, ללא שינויים משמעותיים בשקיפות, בצבע או בבהירות הכללית. דבר זה אומת באמצעות ספקטרוסקופיה אולטרה-סגולה-נראית (UV-Vis), שהצביעה על ספקטרום נקי ללא שיאי קליטה חריגים, מה שמדגים:

- היעדר תרכובות אורגניות מזיקות
- היעדר זיהומים עדינים או נקודות קליטה
- יציבות אופטית וספקטרלית יוצאת דופן

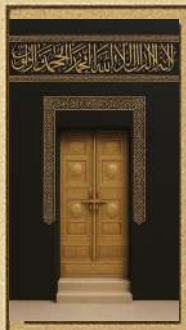
לסיכום, ממצאים אלה מצביעים במצטבר על כך שמי זמזם לא רק מפגינים טוהר מיקרוביולוגי, אלא גם יציבות אופטית, ספקטרלית וחשמלית נדירה. התנהגות זו משמשת כאינדיקטור מדעי לבטיחות מקור מי התהום שלהם וליציבות הסביבה הגיאולוגית שלהם. היא גם מחזקת את אמינותם כמים טהורים המתאימים לאחסון לטווח ארוך מבלי לאבד את תכונותיהם הפיזיקליות או הכימיות.

השוואה בין התכונות הרדיולוגיות והאופטיות של מי זמזם לבין מים אחרים. ההשוואה התבססה על תוצאות ונתונים שפורסמו על ידי ארגון הבריאות העולמי (WHO, 2017) ומחקרים אנליטיים (בהתבסס על Halim et al., 2007; El-Zaiat, 2016).

תכונה	מי זמזם	מים אחרים (רגילים או מינרליים)	תצפיות מדעיות
צבע	שקוף לחלוטין, חסר צבע	חסר צבע או לעיתים צהבהב מעט	זמזם שומר על צבעו גם לאחר אחסון ממושך
שקיפות	גבוהה מאוד	עשוי להכיל לעיתים חלקיקים או שינויים נראים לעין	אינו מכיל חלקיקים או זיהומים נראים לעין
מקדם השבירה (n)	דומה למים טהורים (~1.3330)	עשוי להשתנות מעט בהתאם למלחים	ZamZam אינו מכיל רכיבים המשפיעים על מראהו החזותי
פלואורסצנציה	אין פלואורסצנציה תחת קרינת UV	במים מסוימים ניכר זוהר קל	מעיד על נוכחות של תרכובות אורגניות מורכבות במים אחרים
קרינה טבעית	כמעט ללא פעילות קרינה מזיקה	הקרינה הטבעית משתנה בהתאם לאזור הגיאולוגי	ב-ZamZam אין קרינה מזיקה
פיזור אופטי	קרוב למים מזוקקים	עלול להיות מושפע ממלחים ומינרלים	זמזם אינו מושפע ממינרלים ומלחים
יציבות אופטית	שומר על יציבות אופטית גם לאחר אחסון ממושך	עלול להשתנות בצבעו או בפלואורסצנטיות	זמזם נשאר יציב גם לאחר אחסון ממושך



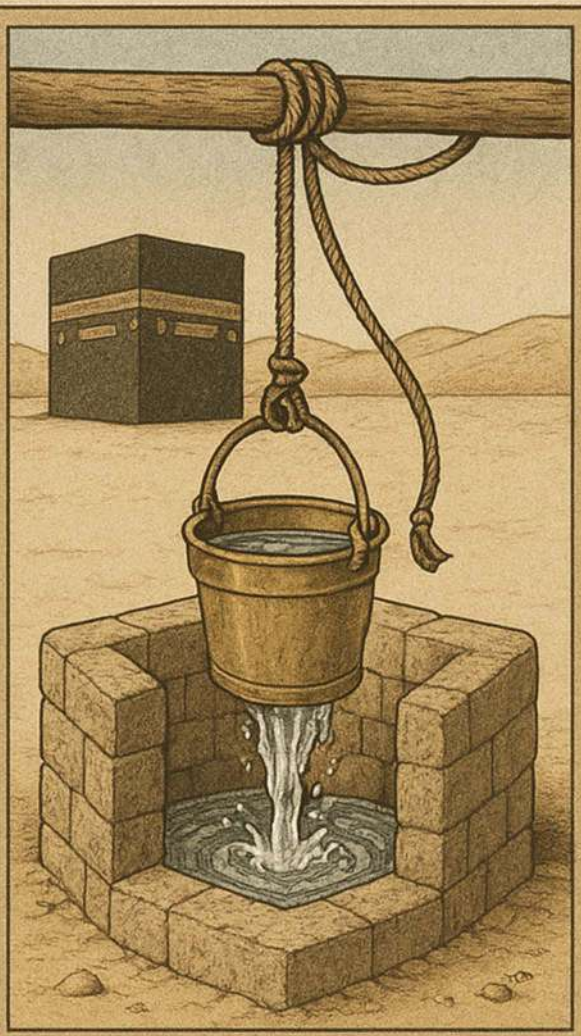
הגרף ממחיש השוואה בין התכונות הרדיולוגיות והאופטיות של מי זמזם לבין סוגים אחרים של מים. כפי שנצפה, מי זמזם מצטיינים כמעט בכל ההיבטים מבחינת טוהר אופטי ויציבות רדיולוגית. ההשוואה מבוססת על מחקרים מדעיים בנושא התכונות הרדיולוגיות והאופטיות של מי זמזם (בהתבסס על El-Zaiat, 2016; Halim et al., 2007), בנוסף למפרטים של ארגון הבריאות העולמי בנוגע לרמות הפעילות הרדיולוגית במי שתייה (WHO, 2017).



פרק שישי

המורשת הנצחית של מי זמזם
הסוד שמאחורי התאמתה לעידן הבינה המלאכותית

איכות זמזם וקיימותו



גיל מי זמזם באמצעות איזוטופים

תפקידו של הבינה המלאכותית בפיתוח זמזם

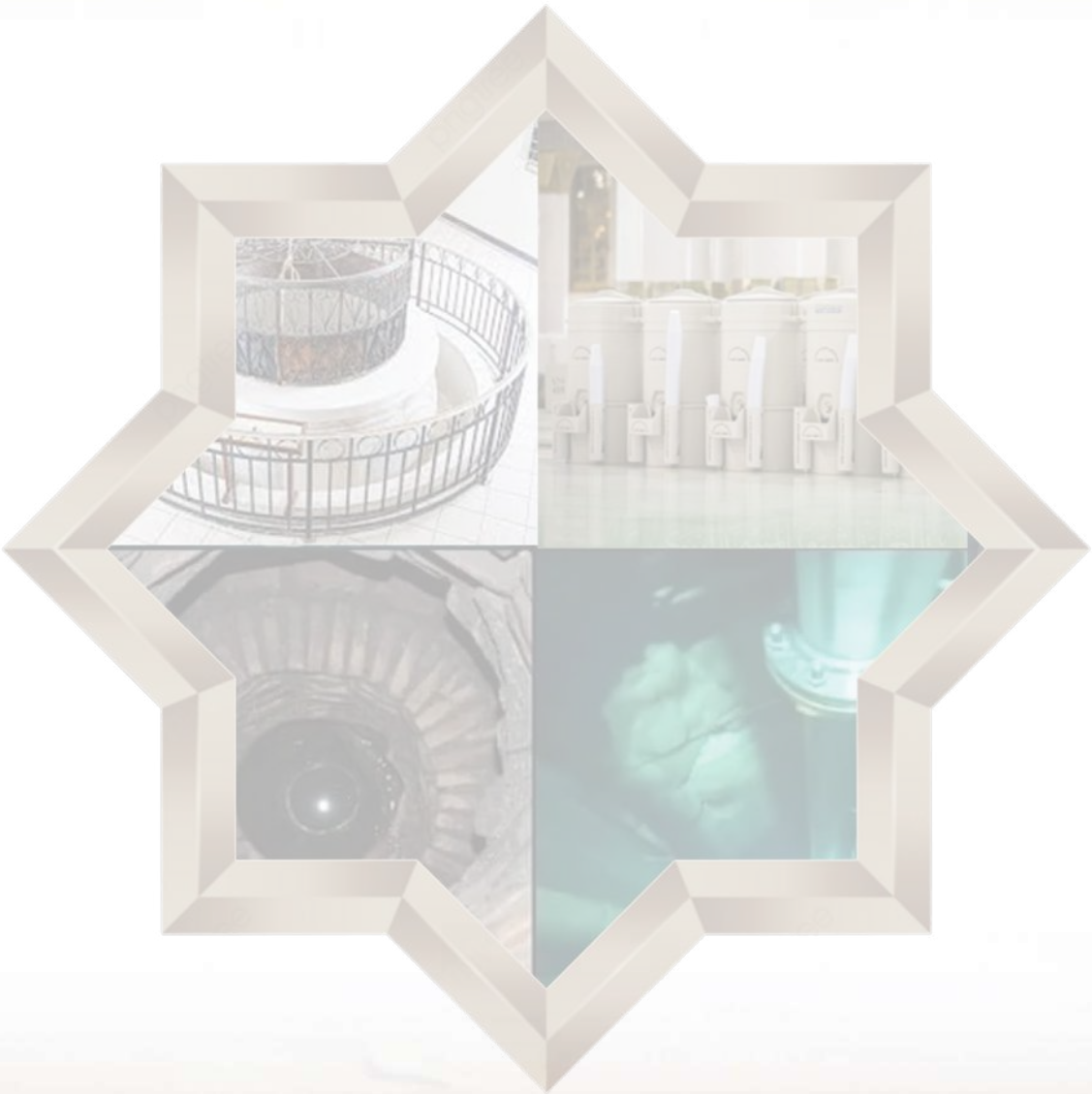
דוגמאות לשימוש ב-AI ובאינטרנט של הדברים (IoT)

בינה מלאכותית ולמידת מכונה במודלים של מי זמזם

מחקר מדעי לשיפור מי זמזם

טביעת האצבע המדעית של זמזם

הטעם הייחודי של זמזם



מבוא

עם הגידול במספר המבקרים, העולים לרגל ומבצעי החג' מדי שנה, לצד ההתפתחות העירונית המתרחבת סביב המסגד הקדוש וההשפעות הברורות של שינויי האקלים האזוריים, ניהול מי זמזם הפך לצורך דחוף. הדבר מצריך גישה חכמה ומודרנית שתתמודד ביעילות עם האתגרים הגוברים הללו, תוך שמירה על האופי המופלא של המים המבורכים הללו, הזורמים ללא הפסקה מזה אלפי שנים.

בהקשר זה, פרק זה בוחן את אחד ההיבטים המרכזיים בהבנת מי זמזם: טעמם הייחודי, שהיווה לאורך הדורות סימן היכר לאיכותם ולטוהרם. לאחר מכן, הדיון עובר לנושא עמוק יותר, והוא הקיימות של מי זמזם, שזרימתם הבלתי פוסקת אינה תוצאה של צירוף מקרים גיאולוגי גרידא, אלא תוצר של מערכת טבעית מורכבת וייחודית.

אחד המושגים המדעיים המודרניים הבולטים הנדונים בפרק זה הוא "טביעת האצבע" של מי זמזם, זהותה הגיאוכימית הייחודית המבדילה אותם ממים אחרים ברחבי העולם. "טביעת אצבע" זו מורכבת ממערך של אינדיקטורים פיזיקליים, כימיים ורדיולוגיים מדויקים, המאפשרים לזהות את מי זמזם גם אם הועברו או אוחסנו הרחק ממקורם. תכונה זו אפשרה לחוקרים לאמת את האותנטיות של המים בדיוק מרשים ותרמה לפיתוח כלים מדעיים יעילים לניטור איכותם ולניתוח תכונותיהם.

המאמצים המדעיים לא נעצרו שם; הם התרחבו לניסיונות לקבוע את גיל מי זמזם באמצעות טכניקות מתקדמות כגון ניתוח פחמן רדיואקטיבי (C^{14}) ומחקרים גיאוכימיים של איזוטופים. אלה חשפו הערכות כרונולוגיות מדויקות המעמיקות את הבנתנו לגבי מקור המים והסיבות להתחדשותם המתמשכת לאורך אלפי שנים. מחקרים אלה מראים כי זמזם אינו מעיין זמני המוזן ממקור רדוד וחולף, אלא חלק ממערכת גיאולוגית עמוקה ויציבה. זוהי אחת המערכות ההידרולוגיות המורכבות ביותר הידועות, מה שמעניק לה מאפיינים יוצאי דופן של המשכיות, טוהר והתחדשות, והופך אותה לעדות חיה לנס אלוהי החוצה את גבולות הזמן והמקום.

לבסוף, פרק זה מדגיש את התפקיד המכריע של המחקר המדעי ושיתוף הפעולה בין מעבדות לאומיות ובינלאומיות בחקר מתמשך של מי זמזם, בהערכת מאפייניהם המיקרו־ביולוגיים והכימיים, ובהבטחת עמידתם המתמשכת בתקני הבריאות והסביבה העולמיים. באמצעות שילוב של טכנולוגיות חכמות וניתוח מעבדה מתקדם, מאמצים אלה מהווים את הבסיס לפיתוח בר-קיימא של משאבי זמזם, להבטחת איכותם ולשימור טביעת האצבע הנצחית שלהם, ההופכת אותם למשאב מים שאין שני לו.

בינה מלאכותית (AI), האינטרנט של הדברים (IoT) ורשתות עצביות מלאכותיות (ANN) התגלו ככלי מהפכניים המסוגלים להבין את התנהגות האדם, לנתח את מקורו־תיה ולחזות שינויים עתידיים, ובכך לתרום לקיימותה מבלי לשנות את המהות הטבעית הייחודית של המים. באמצעות שימוש בלמידת מכונה (ML), ניתוח ביג דאטה ומודלים של סדרות זמן עם זיכרון ארוך-קצר (LSTM), ניתן כעת לפקח על כל היבט של הבאר בדיוק חסר תקדים, החל מהתחדשות המים ואיכותם ועד לשינויים עונתיים וסביבתיים. הדבר מספק בסיס מדעי איתן לפיתוח מודלים חיזויים ויזומים של " ", המגנים על משאב זמזם ומבטיחים את המשכיותו לטווח ארוך ואת איכותו הגבוהה.

בינה מלאכותית (AI) משמשת לניתוח דפוסי צריכה, לחיזוי שינויים עונתיים ולפיתוח פתרונות חכמים לניהול פעולות שאיבה והפצה, תוך הסתמכות על כמויות עצומות של נתונים סביבתיים והידרולוגיים הנאספים מסביב לשעון. במקביל, האינטרנט של הדברים (IoT) מספק ניטור מדויק בזמן אמת באמצעות חיישנים המודדים את מפלסי המים, איכו־תם וזרימתם, לצד תנאי האקלים סביב הבאר. ה-AI מקבל גם נתונים מדויקים בזמן אמת המשמשים לבניית מערכות התרעה מוקדמת לכל שינוי פתאומי. באשר לרשתות עצ־ביות מלאכותיות (ANN), תפקידן מתמקד במודליזציה של היחסים המורכבים בין גורמים גיאולוגיים, אקלימיים ואנושיים, ובחיזוי מפלסי המים וההשפעות העתידיות על המערכת ההידרולוגית של זמזם.

חשיבותן של טכנולוגיות אלה טמונה לא רק בניטור מי זמזם, אלא גם בפיתוח משאביה הן מבחינה הידרולוגית והן מבחינה סביבתית, באמצעות תמיכה בקבלת החלטות הנדסיות וניהוליות, והשגת רמות האיכות והבטיחות הגבוהות ביותר, מבלי לפגוע במרכיביה המקוריים או בתכונותיה המופלאות. מערכות חכמות אלה תורמות גם לשימור טביעת האצבע הייחודית של מי זמזם ולשמירה על האיזון הכימי והאיכותי שלה, אשר ריתק חוקרים מזה זמן רב.

לפיכך, מטרתו של פרק זה אינה רק להציג מידע טכני, אלא גם לקחת את הקורא למסע בין הנס המדעי לאמונה, שבו הכלים המתקדמים ביותר של הבינה המלאכותית פוגשים את הגדול ביותר הידוע לאנושות. עד היום, באר זמזם ממשיכה לזרום בחסד, וסודה מתחדש ללא הרף, כעת מפורש בשפת האלגוריתמים מבלי לאבד את ברכתה או לשנות את זהותה.

הטעם הייחודי של מי זמזם

למי זמזם יש טעם ייחודי, שאללה יתברך הפך לסימן ההיכר שלהם, המוכר לאלה שהורגלו לשתות אותם, גם אם שנים רבות חולפות מבלי שטעמו אותם שוב. טעם ייחודי זה מבדיל את זמזם מכל סוגי המים האחרים. מאמינים כנים טועמים את מתיקותם ונעימותם, וכבל שהם שותים מהם יותר, כך גדלה אהבתם וקשריהם אליהם. מדווח כי רבים מקודמינו הצדיקים (אל-סלאף אל-סאליח), במהלך שהותם במכה, היו שותים רק מי זמזם ולא היו משתמשים בשום מים אחרים לטבילה, בשל ברכתם, טובתם והקשר הרוחני העמוק שלהם למקום הקדוש.

למרות תהילתו של זמזם בשל מתיקותו, טעמו מעולם לא היה קבוע. הנוסע הידוע **אל-מוקדסי (נפטר בשנת 990 לספירה)** ציין שכאשר ערך את החג' בשנת 356 להג'רה (967 לספירה), מצא את טעמו של מי זמזם לא נעים. אך כשחזר בשנת 367 להג'רה (978 לספירה), גילה כי הוא שב וקיבל את טעמו הטוב. בן זמנו, **אבן בבאוי אל-קומי (נפטר בשנת 992 לספירה)**, הסביר: "מי זמזם נעשים מתוקים בזמנים מסוימים אך לא באחרים, משום שמעיין מתחת לאבן (של הכעבה) זורם לתוכם. כאשר מי המעיין הזה גוברים, זמזם נעשה מתוק." (Ibn Babawayh al-Qummi, 1986). פירוש זה משמעו שטעמו של זמזם עשוי להיות מושפע ממעיינות תת-קרקעיים אחרים המתערבבים בו; כאשר מקורו העיקרי גובר, המים חוזרים לטעמם האמיתי.

Al-Azraqi (1969) תיעד דיווחים מדהימים על טעמו של מי זמזם, כפי שסופר על ידי סבו מפי סעיד אבן סלים, מפי עות'מן אבן סאג', מפי עבד אל-עזיז אבן אבו רוואד, מפי ריבאח, מפי אל-אסוואד, שאמר: "גרתי עם משפחתי במדבר, ואז הגעתי למכה ושוחררתי (מעבדות). במשך שלושה ימים לא מצאתי דבר לאכול. לא היה לי דבר לשתות מלבד מי זמזם. אז הלכתי אל הבאר וכרעתי ברך מעייפות ורעב. פחדתי שאם אבקש מים, לא אוכל לשתות אותם. התחלתי לשאוב את המים לאט לאט עד שהרמתי את הדלי ושתיתי ממנו. לפתע, שמעתי את צליל החלב בין שיניי כאילו אני שותה חלב! חשבתי שאני ישן או מדמיין את זה, אז התיזתי מים על פני כדי לוודא, אבל הייתי בהכרה מלאה. יכולתי לחוש את הכוח והשובע של החלב בבטני." אל-אזראקי ממשיך ומצטט את עבד אל-עזיז אבן אבי רוואד, שסיפר לו על רועה צאן אדוק: כשהיה צמא ושתה מזמזם, הוא גילה שזה חלב, אך כשרצה לבצע טהרה, גילה שזה מים (Al-Azraqi, 1969). תיאורים אלה מראים ביצד, ברצון אללה,

טעמו של זמזם יכול להשתנות עבור מי ששותה אותו בכוונה טהורה, כך שזה מרגיש כאילו הוא שותה מזון, ולא רק מים.

אל-אזרקי גם העביר מסעיד אבן סלים, מעות'מן אבן סאג', ממוקאטל, מאל-דהאק אבן מוזאהים, שאמר: "הגיע לידי כי שתייה לשובע ממי זמזם היא הגנה מפני צביעות, כי מימיו מסירים כאבי ראש, כי התבוננות בהם מטהרת את הראייה, וכי יבוא זמן שבו הם יהיו מתוקים יותר ממי הנילוס והפרת." אבו מוחמד אל-חוזאי אישר זאת באומרו: "אכן ראינו זאת בשנת 281 להג'רה (895 לספירה), כאשר גשמים עזים ירדו על מכה, ושיטפונות גדולים זרמו, עד שבאר זמזם התמלאה ומפלס המים בה עלה מאוד, והותיר רק כ-7 אמות בין המים לפתח הבאר. מעולם לא ראיתי אותה במצב כזה, ואף לא שמעתי מישהו אומר שראה זאת."

הוא הוסיף: "באותה עת, טעם מי זמזם היה כה מתוק, עד שאפילו תושבי מכה עצמם העדיפו אותם על פני כל מים אחרים. אני, יחד עם אחרים, בחרנו לשתות מהם ולא ממקור אחר, שכן הם היו טובים אפילו ממי מעיין. מעולם לא שמעתי אף אחד מהזקנים אומר שטעמו אותו במתיקות כזו בעבר. ואז, כעבור כשנתיים, בשנת 283 להג'רה (, בערך 897 לספירה), המים החלו לחזור לכובדם הרגיל, אף שכמותם לא השתנתה. אנשים היו אומרים שאם זמזם היה ממוקם בקרקעית העמק של מכה, מימיו היו עולים על גדותיהם אל פני הקרקע, משום שהמסגד הקדוש גבוה מהעמק, ובאר זמזם גבוהה מהמסגד." הוא תיאר גם כיצד, במהלך אותם גשמים עזים, פרצו מים ממעברי ההרים, מהנקיקים ומבתי מכה, כאילו העיר כולה הפכה לרשת של מעיינות.

Al-Fakihi (1994) סיפר מאחמד אבן יחיא אל-סופי, שאמר: "שמעתי את יחיא אל-חמני אומר: שמעתי את אבו בכר אבן אייאש אומר: שתיתי ממי זמזם ומצאתי שהם חלב ודבש." דבר זה משקף את אמונתם של חוקרים רבים ומאמינים אדוקים: שבאשר שותים ממי זמזם בכנות ובכוונה טהורה, אללה עשוי להעניק לשותה מברכתם צורה של מזון מעבר לציפיות. לפיכך, מי זמזם עשויים להיות בעלי טעם של חלב או דבש.

אל-אזראקי מספר לנו על טעמו של זמזם בימי עבד אל-מוטאלב, סבו של הנביא ((עליו השלום)), ואומר שהמים היו סמיכים וכבדים לשותים, במיוחד בקיץ. לכן, עבד אל-מוטאלב היה מנסה להקל על טעמם על ידי הוספת חומרים אחרים אליהם.

Al-Azraqi (1969) דיווח: "לאבד אל-מוטאלב היו גמלים רבים. כשהגיע עונת החג', הוא היה אוסף אותם ומציע לעולי הרגל את חלבם מעורבב בדבש בקערה מעור, אותה היה מניח ליד באר זמזם. הוא היה קונה גם צימוקים, משרה אותם במי זמזם, ומציע זאת לעולי הרגל לשתייה. הוא עשה זאת כדי לרכך את הכבדות של מי זמזם, שהיו באותה עת צפופים מאוד."

תושבי מכה, כאשר היו מביאים מים מהבארות בעיר לבתיהם, היו מוסיפים לעתים קרובות חופן צימוקים או תמרים לשקי המים שלהם כדי לשפר את טעמם. מכיוון שמים טריים ומתוקים היו נדירים, ומי הבארות במכה היו בדרך כלל כבדים וסמיכים, התושבים הסתמכו על שיטות פשוטות אלה כדי להפוך אותם לטעימים יותר.

לסיכום, טעמו של מי זמזם לא נותר קבוע לאורך הדורות; לעתים הוא השתנה עקב תנאים טבעיים או זרימת מי תהום, ולעתים אולי מתוך חוכמה הידועה רק לאללה. עם זאת, ייחודו וטעמו המיוחד נותרו ברורים לאלה שהיו מורגלים בו. אכן, חלק מהצדיקים חשו שמי זמזם הפכו בידיהם לחלב, לדבש או למזון שלם. סיפורים כאלה תועדו בשרשרת מסורות אמינה. דבר זה מאשר את הממד הרוחני והדוקטרינרי של המים המבורכים הללו, שפרצו מן האדמה בפקודת אללה, שימשו כמזון להגר ובנה ישמעאל, ונשארו מקור לברכה, ריפוי והזנה לכל השותים אותם בכוונה כנה עד עצם היום הזה.

איכות מי זמזם

באר זמזם מהווה דוגמה ייחודית בקרב בארות העולם, בזכות יכולתה לשמור על טוהר המים ועל כשירותם לשתייה במשך יותר מארבע עשרה מאות שנים, ללא כל פעילות ביולוגית מזיקה שתועדה – כגון חיידקים או אצות, למרות התופעה הנפוצה של תופעות כאלה בסביבות לחות. יציבות הידרולוגית זו, למרות החשיפה לתנאי אקלים קשים ולצריכה מוגזמת מתמשכת, משקפת סביבה הידרולוגית וגיאולוגית ייחודית המונעת צמיחת מיקרואורגניזמים ושומרת על איכות המים, כפי שאושרו במחקרים אחרונים **(Bhardwaj, 2023).**

מחקרים מצביעים על כך שהאקוויפר המספק את באר זמזם, הממוקמת בעמק אבראהים, מושפע באופן חלקי מפעילות עירונית, מה שמסביר את הריכוזים המוגברים של יסודות מסוימים, כגון חנקות ואשלגן. עם זאת, הריכוז היציב של אשלגן לאורך ההיסטוריה מצביע על כך שמקורו אינו רק אנתרופוגני, אלא קשור גם למאפיינים הגיאולוגיים והסביבתיים הקבועים של האזור.

ההתפשטות העירונית, במיוחד באזורים הסובבים את אל-חראם, צמצמה את החלחול הטבעי של מי הגשם לשכבות התת-קרקעיות עקב סלילת משטחי הקרקע והטיית מי השיטפונות לרשתות ניקוז סגורות. שינוי זה מחליש את תהליכי ההזנה הטבעיים של מי התהום, ומדגיש את הצורך בפיתוח מודלים הידרולוגיים מדויקים לניתוח ההזנה העתידית ולהערכת השפעת העיור על מאזן האקוויפר של באר זמזם.

מחקרים גילו כי בעמק איברהים יש ריכוזי אשלגן גבוהים יותר בהשוואה לעמקי פטימה ונומן, למרות הדמיון הגיאולוגי בין העמקים הללו. פער זה מיוחס להבדלים בשימושי הקרקע: פעילות עירונית שולטת בעמק איברהים, בעוד שפעילות חקלאית נפוצה יותר בשני העמקים האחרים. ממצא זה מדגים בבירור את ההשפעה הישירה של פעילות אנושית על איכות מי התהום, במיוחד בסביבות עירוניות.

ניתוח כימי של מי התהום מגלה התנהגות חריגה: בניגוד לכלל המקובל שלפיו ריכוזי היונים עולים לאורך מסלול זרימת המים, בעמק איברהים ריכוז החומרים המוצקים המומסים הכולל (TDS) יורד באופן מקומי ככל שמתקרבים לאזור חראם. דבר זה מצביע על האפשרות של תוספת מים מקומית חדשה באזור זה — אולי כתוצאה מדליפה על פני

השטח או מהתערבות אנושית בתשתית. אף שרוב היונים עוקבים אחר דפוס הירידה הזה, ריכוז האשלגן נותר גבוה באופן בולט, מה שמחזק את ההשערה כי מקורות תוספת מים מודרניים מסוימים עשויים לשאת זיהומים חריגים. האשלגן הוא יוצא מן הכלל בהקשר זה, שכן ריכוזו ממשיך לעלות, דבר התומך בתיאוריה בדבר השפעה ישירה של פעילות אנושית עליו.

ייחודיות מי זמזם מתבררת במיוחד בהשוואה למקורות מי תהום אחרים באזור, כגון באר דאוודיה מדרום למסגד הגדול, המאופיינת בטעם מלוח ובאיכות נמוכה, מה שמגביל את השימוש בה למטרות שירות בלבד. ניסיונות מדעיים והיסטוריים לא הצליחו למצוא מקור מים חלופי התואם את התכונות הפיזיקליות והכימיות של זמזם, מה שמחזק את מעמדו כמשאב מים יוצא דופן.

למרות שינויים קלים בטעמו, העשויים להבחין בהם לעתים, מי זמזם נותרו בטוחים לשתייה באופן עקבי. חוויותיהם של מיליוני עולי רגל ומבקרים מעידות על איכותם הג־בוהה, ללא דיווחים אמינים על השפעות בריאותיות שליליות הנובעות מצריכתם — למע־שה, שתייתם קשורה לעתים קרובות לתחושת נוחות כללית.

ממצאי מחקר על איכות מי זמזם

אחד המחקרים המדעיים הבולטים שניתחו את האיכות הכימית והביולוגית של מי זמזם נערך על ידי **Al-Fadul & Khan (2011).** התוצאות הראו כי אין נוכחות של חיידקים קוליפורמיים (E. coli) והיעדר מוחלט של סלמונלה, שיגלה, פטריות ושמרים. ספירת החיידקים הכוללת בטמפרטורה של 37°C הייתה אפסית או כמעט בלתי ניתנת לזיהוי. יתר על כן, המחקר הגיע למסקנה כי מי זמזם הם בעלי טוהר מיקרוביולוגי גבוה ביותר ומרכי־בים מינרליים מאוזנים היטב, כאשר כל המרכיבים עומדים בגבולות המותרים שנקבעו על ידי ארגון הבריאות העולמי (WHO) והסוכנות להגנת הסביבה של ארצות הברית (EPA). מומלץ לצרוך אותם בבטחה לאורך תקופות ארוכות ללא תופעות לוואי.

מחקר של **Halim et al. (2016)** אישר גם הוא כי מי זמזם הם באיכות גבוהה במיוחד, הן מבחינה כימית והן מבחינה מיקרוביולוגית, והם בטוחים לחלוטין לשתייה ישירה ללא

טיפול. יתר על כן, הם עולים על מים מבוקבקים מסחריים רבים מבחינת תכולת המי־נרלים החיוניים והטוהר. באופן דומה, **Koshak et al. (2015)**, במחקר שנערך על 50 דגימות של מי זמזם שנאספו מאזורים שונים במכה, מצאו כי מי זמזם נקיים מחיידקים ומיקרואורגניזמים מזיקים, גם לאחר אחסון ממושך. המחקר ציין כי מי זמזם שומרים על איכות גבוהה במקורם, תוך הדגשת החשיבות של פיקוח על שיטות האחסון וההובלה מחוץ למכה.

דו"חות של הרשות הסעודית למזון ותרופות קובעים כי כל הדגימות עוברות בדיקות קבועות ומציגות באופן עקבי רמות טוהר גבוהות מאוד. מחקרים גיאוכימיים **(Al-Amri, 2025; RSMC, 1986–2008)** הצביעו על כך שלמי זמזם יש הרכב מאוזן של יסודות מומסים, הבולטים שבהם הם:

- **אשלגן** (K^+) בריכוז גבוה יחסית.
- **ביקרבונטים** (HCO_3^-) וסיליקה (SiO_2), המהווים אינדיקטורים לאיכות מים מעולה.
- **נתרן** (Na^+) וחנקות (NO_3^-) בגבולות בטוחים.
- רמת חומציות (pH) מתונה (7.5-8), המעניקה למים את טעמם הייחודי ומשפרת את יציבותם הכימית.

עשרות שנות מחקר הראו כי מי זמזם מפגינים רמת יציבות פיזית גבוהה במיוחד, המתועדת באמצעות ניתוחים מקיפים בשטח ובמעבדה לאורך תקופות ארוכות. אחת הת־כונות הבולטות ביותר שלהם היא תכולת הפלואוריד המאוזנת, מינרל הידוע בסגולותיו הבריאותיות, במיוחד ב:

- **המאבק בחיידקים מזיקים: פלואוריד יעיל בעיכוב פעילות חיידקית.**
- **מניעת זיהום חיידקי טבעי:** נוכחות הפלואוריד יוצרת סביבה שאינה מתאימה לצמיחת חיידקים, ומגנה על מי זמזם מפני שינויים בטעם או התרבות חיידקים גם לאחר הבקבוק.

- **שמירה על יציבות ביולוגית:** הודות לתכונותיו האנטיבקטריאליות, מי זמזם נשא־רים טהורים לאורך זמן רב מבלי להתקלקל, בניגוד למקורות מים רבים אחרים.

הניתוח הכימי שנערך על ידי הרשות הסעודית למזון ותרופות (2020 לספירה) הראה כי ריכוז הפלואוריד במי זמזם נע בין 0.6 ל-0.75 חלקים למיליון. כמות כזו נחשבת לבטוחה לחלוטין על פי תקני ארגון הבריאות העולמי, ואף מועילה לבריאות. מחקר שנערך על ידי הארגון הסעודי לתקנים, מטרולוגיה ואיכות **(SASO, 2005)**, וחוזר על עצמו בשנים 2011 ו-2018 לספירה, לא מצא הבדלים מובהקים סטטיסטית בתכונות הפיזיקליות של המים.

מרכז המחקר למים באוניברסיטת המלך עבד אל-עזיז ערך בדיקות תקופתיות משנות ה-90 ועד היום, והגיע למסקנה כי ה-pH, העכירות והמוליכות החשמלית של מי זמזם נותרו יציבים להפליא למרות שינויים בגורמים האקלימיים והתרחבות התשתית סביב הבאר. יציבות זו מיוחסת לבידוד הגיאולוגי הטבעי של האקוויפר, הממוקם בתוך שכבת סלע עתיקה המוגנת על ידי שכבות אטומות, מה שמצמצם את השפעות פני השטח ואת האינטראקציה עם חומרים אורגניים. בנוסף, תכולת המינרלים המאוזנת של המים והיעדר צמיחה ביולוגית תורמים ליציבותם, גם כאשר הם עולים בטמפרטורות מתונות. דוגמאות ליציבות זו כוללות:

- **ה-pH** נותר בטווח האלקלי (8.0–7.5) למרות שינויים בטמפרטורה ובעונות השנה.

- **המליחות הכוללת** לא השתנתה ביותר מ3±-% בין השנים 1985 ל-2020 לספירה, מה שמעיד על יציבות האקוויפר ועל היעדר התכלות עונתית משמעותית.

- **ניתוח איזוטופים** של איזוטופי חמצן ומימן (בגון $\delta^{18}O$ ו-$\delta^{2}H$) מצביע על כך שמי זמזם נושאים טביעת אצבע ייחודית המעידה על מקור עתיק (**מים מאובנים**) עם תוספת חלקית של מים מודרניים:

$\delta^{18}O = -4.5\%$

$\delta^{2}H = -23.4\%$

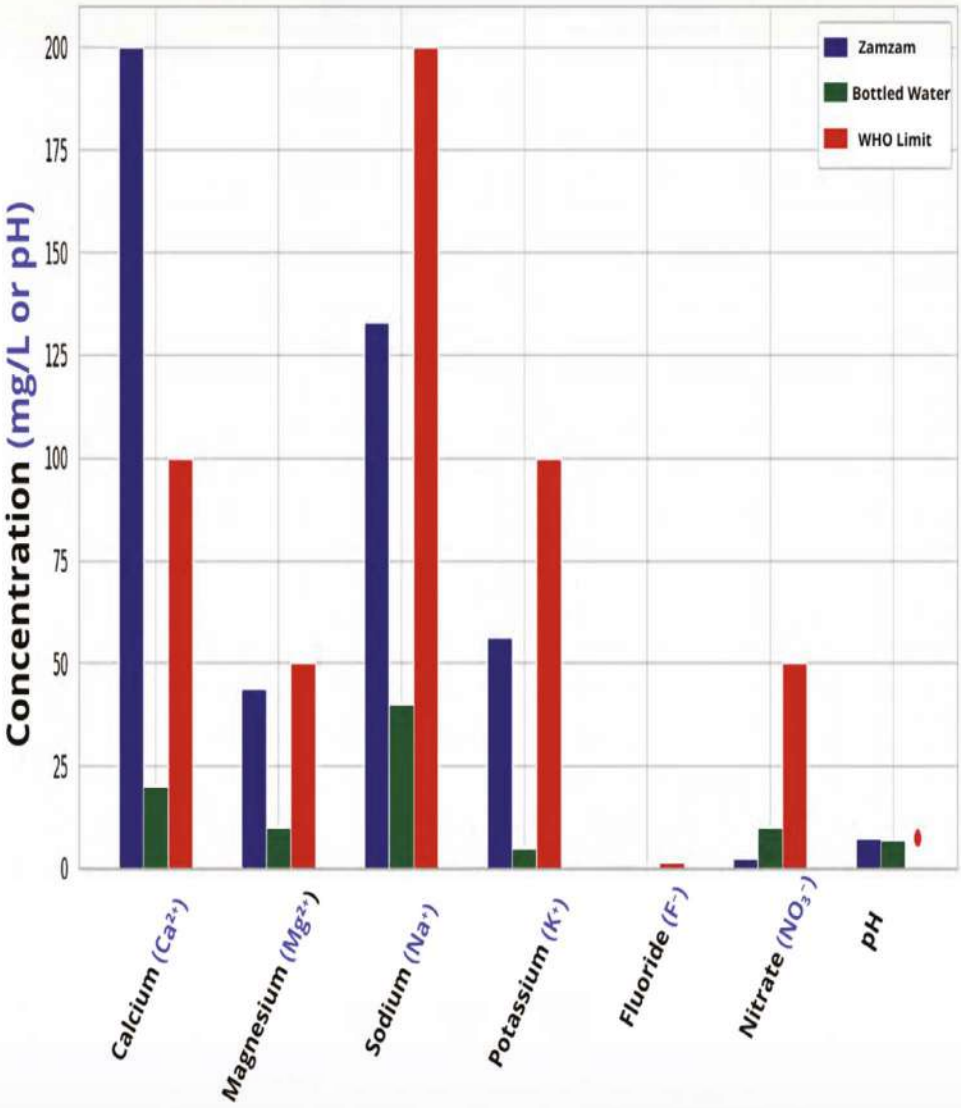
ערכים אלה נמוכים מאלה שנרשמו במי גשם מקומיים, מה שמעיד על מקור התחד־שות שאינו מבוסס כולו על פני השטח. מחקרים אחרונים (בגון Damayanti et al. 2023) הוכיחו כי למי זמזם יש יכולת נוגדת חמצון גבוהה יותר מאשר לסוגים מסוימים של מים מסחריים, עם תכולה גבוהה של יוני מינרלים פעילים (בגון Zn, Se). תוצאות בדיקת DPPH הראו שיעורי פעילות נוגדת חמצון העולים על 70%.

מודלים המבוססים על רשת עצבית מלאכותית (ANN) יושמו כדי לנתח את שיעורי הצריכה של המבקרים בתקופות שיא, להעריך את הכמויות השבועיות הנשאבות מהבאר, ולהוציא התראות אוטומטיות כאשר קצב השאיבה עולה על הרמות היעד.

שמירה על איכות מי זמזם לנוכח האתגרים העירוניים הגוברים דורשת יותר מאשר רק ניטור וטיהור. משימה כזו דורשת הבנה מעמיקה של התנהגות מי התהום, ניתוח מדויק של השפעות העיור על איכות וכמות המשאב הייחודי הזה, והסתמכות על מודלים דיגיטליים, ניתוח בימי ותכנון עירוני מושכל בעמודי תווך חיוניים לשמירה על הנס הנצחי הזה.

השוואה איכותית בין מי זמזם לסוגי מים אחרים

תכונה	מי זמזם	בארות מי תהום	מי שתייה בבקבוקים
אלקליניות	בינוני (pH 7.5–8)	ניטרלי עד חומצי	בעיקר ניטרלי (pH 7)
תכולת מינרלים	גבוה יחסית	משתנה	בדרך כלל נמוך
נוכחות פלואוריד	טבעי ובטוח	נמוך או לא קיים	מוסף באופן מלאכותי
פעילות ביולוגית	לא מזוהם	עשוי להכיל חיידקים	מעוקר



"פרמטרים המעידים על איכות מי זמזם בהשוואה למים מבקבוקים."

קיימות מי זמזם

קיימות מים פירושה הבטחת זמינות רציפה של מים באיכות ובכמות מספקות כדי לענות על הצרכים הנוכחיים מבלי לפגוע ביכולתם של הדורות הבאים לענות על צרכיהם, תוך שמירה על הסביבה הטבעית של מערכת המים. בהקשר של זמזם, לקיימות יש ממד ייחודי החורג מהגדרות סביבתיות או הנדסיות. באר זמזם היא סמל דתי נערץ ומקור מים ייחודי, המתאפיין בתכונות פיזיקליות וכימיות יוצאות דופן ובזמינות מתמשכת. הבטחת הקיימות של זמזם היא חובה דתית ומדעית כאחד, המחייבת איזון עדין בין שימוש נאות לבין הגנה מפני שימוש לרעה או דלדול. אחריות קולקטיבית זו מחייבת שילוב של טכנולוגיה מודרנית, מחקר מדעי, ניהול סביבתי ומודעות ציבורית כדי לשמר משאב יקר זה.

עמודי התווך של הקיימות של מי זמזם

- **קיימות הידרולוגית**
  - ❖ הבטחת מילוי מתמשך של הבאר מאקוויפר עמק אברהים.
  - ❖ ניטור האיזון בין השאיבה למילוי מחדש כדי למנוע התכלות.
- **קיימות סביבתית**
  - ❖ הגנה על אזור התחדשות מי התהום מפני התרחבות עירונית מוגזמת.
  - ❖ צמצום הזיהום הנובע מפעילות אנושית בסביבה.
- **קיימות איכותית**
  - ❖ שימור התכונות הייחודיות של המים (טעם, טוהר ומרכיבים מינרליים).
  - ❖ מעקב צמוד אחר שינויים כימיים וביולוגיים.
- **קיימות טכנית וניהולית**
  - ❖ שימוש ב-AI וב-IoT לניטור צריכת המים ולניתוח נתוני ההטענה.

❖ ניהול הבקבוק, ההובלה וההפצה בהתאם לסטנדרטים בינלאומיים מבלי לשנות את ההרכב המקורי.

- **קיימות דתית וחברתית**

❖ הבטחת חלוקה הוגנת לעולי רגל ולמבקרים.

❖ מניעת זיוף או הונאה במים מזמזם הנמכרים מחוץ לחראם.

חשיבות הקיימות עבור מי זמזם

❖ הבטחת זמינות קבועה של מים מבורכים אלה מבלי לפגוע בבאר.

❖ תמיכה בהגינות בחלוקה במסגרת מערכת העומרה והחאג' (עלייה לרגל).

❖ חיזוק האמון הציבורי והעולמי בטוהר ובבטיחות של מי זמזם.

❖ הימנעות מהסתמכות יתר על טיפול מלאכותי ושמירה על התכונות הטבעיות של המים.

❖ התמודדות עם האתגרים של שינויי האקלים, הציוויליזציה והביקוש הגובר בעונות העלייה לרגל.

זמזם: בין קשיים להמשכיות

ראשית: זמזם בעידן המודרני

מי זמזם, המעיין המבורך שמעולם לא התייבש במשך אלפי שנים, מתמודד כיום עם אתגרים הולכים וגדלים עקב שינויי האקלים, ההתרחבות העירונית והלחצים האנושיים הגוברים. למרות היציבות המופלאה בטוהר ובהרכב שלהם, המציאות של ימינו מטילה אחריות כפולה – מדעית ומוסרית – לשמור על משאב ייחודי זה, לא רק בשל הסמליות הדתית שלו, אלא גם כעל אוצר מים עולמי נדיר.

שנית: אתגרים עכשוויים המאיימים על קיימות מי זמזם

- **דרישות סביבתיות וטבעיות**

❖ הירידה בכמות המשקעים במכה משפיעה על התחדשות האקוויפר.

❖ ההתרחבות העירונית סביב המסגד הקדוש מונעת את חלחול מי השיטפונות לאזורי ההזנה הטבעית.

❖ הביקוש העונתי הגבוה בתקופות החג' והעומרה (עלייה לרגל) מוביל לצריכה אינטנסיבית בתקופות קצרות.

- **איומים אנושיים ומנהליים**

❖ שיווק ומכירה של מים המיוחסים כוזב לזמזם פוגעים במוניטין שלו ומשפיעים על אמון הצרכנים.

❖ ניסיונות להבריח את המים או למלא אותם מחדש באופן לא רשמי מהווים סיכונים לבטיחות ולאיכות.

❖ הפצה בלתי מפוקחת מחוץ לערוצים הרשמיים פוגעת בעקרון הגישה ההוגנת.

שלישית: מאמצים לאומיים להגנה על מי זמזם

- **פרויקטי תשתית וניהול חכם**

❖ מאז 2013, הממלכה השיקה פרויקט טכנולוגי משולב לשיפור איכות מי זמזם, הכולל שדרוג מערכות הבקבוק, האחסון וההובלה.

❖ חיבור המערכת לרשתות ניטור דיגיטליות בהתאם לתקני ארגון הבריאות העולמי (WHO) והרשות האמריקאית לבריאות הציבור (APHA) כדי למנוע זיהום.

❖ שימוש במערכות סגורות להובלת מים מהבאר למפעל הבקבוק בקודאי, עם מעקב דיגיטלי אחר כל מיכל כדי להבטיח חיטוי ולמנוע זיוף.

- **תקנות רשמיות מחמירות (מאז 2010)**

❖ איסור על הברחת זמזם מחוץ לערוצים הרשמיים.

❖ הפללת מילוי חוזר או מכירה של מי זמזם ללא רישיון.

❖ אימוץ טכנולוגיות מתקדמות לזיהוי זיוף, כגון:

➢ ספקטרוסקופיה אינפרא-אדומה של פורייה (FTIR) להבחנה בין זמזם לסוגי מים אחרים ברמת דיוק גבוהה.

רביעית: פתרונות חכמים וטכנולוגיים להגנה על זמזם

- **טכנולוגיות ניטור וניתוח מודרניות**

❖ התקנת חיישנים עמוקים לניטור מפלסי המים בזמן אמת.

❖ שימוש בבינה מלאכותית לניתוח דפוסי צריכה ולחיזוי תקופות שיא.

❖ חיבור כל שלבי הבקבוק וההפצה לרשת האינטרנט של הדברים (IoT) כדי להבטיח ניטור ובקרה של הצריכה.

- **ניתוח רציף ובקרת איכות**

❖ ביצוע בדיקות תקופתיות הכוללות מדדים כימיים ופיזיקליים באמצעות מעבדות מוסמכות.

❖ פיתוח מערכות ניטור בזמן אמת המקשרות בין מתקני האחסון של זמזם לנקודות ההפצה כדי להבטיח שקיפות ובטיחות הצרכן.

חמישית: תפקידה של המחקר המדעי בהבטחת הקיימות של מי זמזם

- תמיכה במחקרי ניתוח איזוטופים כדי לקבוע את מקור מי זמזם ולהבין את דינמיקת התחדשותם.
- עדכון מפות מי התהום בשיתוף עם מרכזי מחקר במכה.
- חקר טביעת האצבע הספקטרלית של מי זמזם כדי לתעד את האותנטיות שלהם ולהילחם בזיוף.
- פיתוח מודלים דיגיטליים של סימולציה לניתוח האיזון בין השאיבה העתידית לבין התחדשות המים.

שישי: ניהול מקיף ואינטגרציה מוסדית

- ניהול הביקוש העונתי באמצעות מערכות הפצה חכמות המבטיחות הוגנות ומונעות בזבוז.
- שילוב מערכות דיגיטליות בתוך ומחוץ לחרם כדי להסדיר את ההפצה ולפקח על הצ־ריכה.
- תחזוקה מקיפה של רשתות הביוב הסובבות כדי להגן על שכבות מי התהום.
- איסור על בנייה מעל תצורות הסלע בעמק הסחף, המזינות את הבאר באופן טבעי.

שביעי: העלאת המודעות הקהילתית וקידום האחריות המשותפת

- העלאת המודעות לחשיבות כיבוד האמצעים הרשמיים והימנעות מחלוקה מחדש או מכירה אקראית של המים.
- הדגשת חשיבותה של מי זמזם כמשאב רוחני ומדעי המחייב כבוד ויושרה.
- עידוד אנשים ומוסדות לתמוך במחקר ולכבד את הערוצים הרשמיים דרכם ניתן להשיג מי זמזם.

אתגרים טכניים ופתרונות מוצעים לקיימות מי זמזם. הטבלה נערך על סמך דוחות טכניים שפורסמו על ידי פרויקט זמזם, תקנים של הרשות הכללית למים והשירות הגיאולוגי הסעודי, וכן מחקרים מדעיים וטכניים רלוונטיים בנושא קיימות משאבי המים בסביבות מדבריות, כולל מי זמזם (WHO, 2017; Al-Amri, 2022; Al-Ghamdi et al., 2020).

אתגר	הסבר	פתרונות טכניים מוצעים
עלייה בביקוש עקב התרחבות ומספר רב של מבקרים.	העלייה בצריכת המים נובעת מהגידול במספר עולי הרגל ומבצעי העומרה מדי שנה.	• מערכות הפצה חכמות המבוססות על האינטרנט של הדברים (IoT) • שימוש בטכניקות בינה מלאכותית לחיזוי הביקוש וניהול האספקה
לחץ על מאגר מי התהום.	האפשרות שתכולת המים התזונתית תושפע מקידוח בארות תבוף.	• מודלים הידרולוגיים דיגיטליים • ניתוח נתוני הבארות באופן רציף באמצעות חיישן תת-קרקעי חכם.
התפשטות עירונית והשפעתה על אזורי קידוח הבארות.	פרויקטים של תשתית עירונית משפיעים על מסלולי זרימת מי התהום.	• שימוש **במערכות מידע גיאוגרפי (GIS)** לזיהוי אזורי סיכון ויישום טכניקות סימולציה של זרימת מי תהום.
שמירה על איכות המים.	ההרכב הכימי של המים משתנה עקב שאיבה מוגברת או הובלה ותנועה של המים.	• **תחנות ניטור איכות מים חכמות** המשתמשות במכשירים העוקבים אחר הרכב המים באמצעות קרני אינפרא-אדום מבלי לשנות את התשתית של המבנה.
איתור הונאות וזיופים במי זמזם במהלך עונת החג'.	התפשטות שמועות מדאיגות לפיהן מי זמזם הם מקור מזוהם.	• שימוש **Blockchain** לתיעוד מקור המים ולמניעת מניפולציות באמצעות ברקודים או בלוקצ'יין ייעודי להגנה על המקור.
צריכת אנרגיה בפעולות שאיבה, קירור והובלה.	הצורך בטכנולוגיות בר-קיימא ויעילות יותר מבחינה אנרגטית.	• **אימוץ אנרגיה סולארית משולבת** • שימוש במשאבות חכמות הצורכות פחות אנרגיה.
גישה מוגבלת לנתוני באר זמזם בזמן אמת.	עיכוב בתגובה לכל שינוי במפלס או באיכות המים.	• הקמת פלטפורמה דיגיטלית מאוחדת (**לוח מחוונים**) לניטור וניתוח נתוני זמזם • באמצעות חיישנים המחוברים לרשת בקרה חכמה.

תפקידה של המחקר המדעי בשיפור מי זמזם

על רקע ההתקדמות המדעית המהירה, מי זמזם התגלו כתחום מחקר ייחודי המשלב משמעות רוחנית עם עניין סביבתי והנדסי. בעשורים האחרונים, ובמיוחד בעשור האחרון, מרכזי מחקר ואוניברסיטאות הפגינו עניין מדעי רב, בניסיון להבין את התכונות הייחודיות של מים מבורכים אלה ולהבטיח את בטיחותם, איכותם וקיימותם לדורות הבאים.

מחקרי מעבדה וניתוחים מדויקים חשפו מאפיינים פיזיקליים, כימיים וביולוגיים עדי־נים ההופכים את מי זמזם ליוצאי דופן בקרב מקורות מי התהום בעולם. מחקרים אלה מא־שרים את היעדר זיהומים חיידקיים, את היציבות הכימית ואת רמות המינרלים המאוזנות והבטוחות. מחקרים אחרים הראו שתכונותיו נותרות ללא שינוי גם לאחר תקופות אחסון ממושכות, בין אם במיכלים מפלסטיק ובין אם מזכוכית — דבר המשקף את היציבות המ־בנית ואת היעדר הפעילות המיקרוביאלית.

המחקר המדעי תרם גם לפיתוח שיטות לניטור איכות מי זמזם באמצעות טכנולוגיות מודרניות כגון ספקטרוסקופיה UV-Visible, מודלים הידרולוגיים ומערכות ניטור חכמות, המאפשרות בקרת איכות רציפה ממקורה הראשי ועד לנקודות ההפצה במסגד הגדול ובמקומות אחרים.

ממצאי המחקר הפכו לבסיס מרכזי בתכנון שיטות בטוחות לעיקור, אחסון והובלת המים מבלי לשנות את הרכבם המקורי. מחקרים מסוימים אף התמקדו בהבנת "טביעת האצבע" של מי זמזם באמצעות ניתוח איזוטופים יציבים, כדי לזהות את מקור התחדשו־תם ואת שלבי היווצרותם לאורך זמן.

סעיף זה סוקר את הממצאים הבולטים ביותר ממחקרים מדעיים וניסויים בשטח שנ־ערכו בעשר השנים האחרונות, ומדגיש את ההתפתחויות האחרונות בטכניקות ניתוח ואת השפעתן על שיפור הניהול של משאב ייחודי זה והבטחת קיימותו לנוכח האתגרים האקלימיים והעירוניים ההולכים וגוברים.

טוהר מי זמזם ממיקרואורגניזמים

תוצאות בדיקת שלוש דגימות של מי זמזם, שנאספו ממכלי שתייה במסגד הנביא, הראו היעדר מוחלט של חיידקים. לא נצפו משקעים או צמיחה מיקרוביאלית כאשר הדגימות הושמו בתרבית על צלחות CLED Agar והוחזקו באינקובטור במשך 48 שעות בטמפרטורה של 37°C. תוצאות אלו מאששות את ממצאיו של **Mahmoud et al. (2020)**, שדיווחו כי מי זמזם נקיים באופן יוצא דופן מכל מיקרואורגניזם.

בטיחות בריאותית בטווח הארוך

מחקרים השוואתיים הוכיחו כי צריכה קבועה של מי זמזם אינה גורמת לנזק לתפקוד הכבד או הכליות. נהפוך הוא, חלק ממרכיביו, כגון סידן, מגנזיום וסלניום, תורמים לתפקוד הגוף, בעוד שהחנקות שבו ממלאות תפקיד חיובי בהרחבת כלי הדם ובחיזוק המערכת החיסונית, ובכך משפרות את בטיחותו בטווח הארוך. מחקרים אישרו כי מי זמזם ראויים לשתייה ובטוחים לשימוש אנושי. ממצאים אלה שימשו כתגובה מדעית לטענות מסוימות בתקשורת שהצביעו על אפשרות של זיהום. המחקר של **Mahmoud et al. (2020)** הפריך טענות אלה, אישר את אי-דיוקן וקרא להסתמך על נתוני מעבדה ולא על רושם כללי.

ניסויים בבעלי חיים ותפקידם בהערכת מי זמזם

נערך מחקר ניסויי על 18 חולדות לבנות, שחולקו לשלוש קבוצות ששתו סוגים שונים של מים: מי ברז, מים מזוקקים ומי זמזם. לאחר שלושה חודשים, הקבוצה שצרכה מי זמזם הראתה:

- ירידה ברמות חומצת השתן ($p < 0.05$).
- שיפור ברמות הבולסטרול והטריגליצרידים ($p < 0.05$).
- השפעה מגנה על רקמות הגוף, ללא סימנים לרעילות או לצמיחת חיידקים במי זמזם.

התוצאות מצביעות על כך שההשפעות החיוביות הללו קשורות לאלקליות היחסית ולתכולת המינרלים במי זמזם.

דיון על ריכוז ארסן

דיווחים בתקשורת העלו חששות לגבי האפשרות שמי זמזם מכילים רמות גבוהות של ארסן (As), במיוחד כאשר הם מבוקבקים מחוץ לממלכת ערב הסעודית. עם זאת, מחקרים רבים, כולל אלה של **Al-Amri (2025) Fazal & Khan (2011)** הראו כי הריכוזים שנמדדו נמצאים בגבולות הבטיחות שנקבעו על ידי ארגון הבריאות העולמי והתקנים הסעודיים **(Khalid et al. 2014).**

מערכות טיהור ובקרת איכות

מי זמזם עוברים פיקוח קפדני באמצעות יחידות חיטוי באולטרה סגול בעלות יעילות של עד 12,000 גלונים לקילוואט, מבלי להשפיע על הטעם, הצבע או הריח. דגימות של מי זמזם, כולל אלה שבבקבוקים, עברו ניתוחים כימיים בהתאם לתקני APHA, הכוללים מדדים כגון:

- pH (חומציות/בסיסיות)
- סך המוצקים המומסים (TDS)
- יסודות מינרליים (Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn, Pb, Mn, Al)
- יונים (Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- , PO_4^{-3})

התוצאות תואמות את תקני ה-WHO וה-EPA, למעט ה-TDS, שרשם ערכים גבוהים מעט, אך אין בכך כל סיכון בריאותי **(Al-Amri, 2025).**

השפעת סוג האריזה על איכות המים

נערך מחקר השוואתי באמצעות כרומטוגרפיה יונית (IC) כדי למדוד את ריכוזי האניונים והקטיונים במי זמזם המאוחסנים בבקבוקי זכוכית ובבקבוקי פלסטיק **(Halim et al., 2016).** הממצאים הראו:

- מי זמזם בבקבוקי זכוכית שמרו על רמת החומציות שלהם (pH 8.31) בהשוואה לבקבוקי פלסטיק (pH 7.91).

- ההבדלים הקלים בריכוזי היונים לא היו מובהקים סטטיסטית. השונות יוחסה לחדירותם של חומרי הפלסטיק לאוויר ולאור, העלולה לגרום לשינויים קלים בהרכב.

- בעזרת מבחן MIT נמדדה הרעילות התאית של מי זמזם על תאי גליובלסטומה אנושיים (U-87). התוצאות אישרו כי:

  ❖ אין השפעות רעילות, ללא תלות בסוג המיכל.

  ❖ ריכוזי היונים יציבים ללא שינויים משמעותיים. יתר על כן, החוקרים הסיקו כי מי זמזם אינם רעילים ובטוחים לאחסון, בין אם במיכלים מזכוכית ובין אם במיכלים מפלסטיק. **(Halim et al., 2016)**

ניטור קפדני של קצב השאיבה והצריכה

עם העלייה השנתית במספר המבקרים והעולים לרגל, נערכו מחקרים כדי לקבוע את כושר הייצור הבטוח של באר זמזם. האמצעים כוללים:

- התקנת מדדים דיגיטליים בעלי דיוק גבוה לניטור השאיבה.
- יישום תוכניות תפעול קפדניות לשמירה על מפלסי המים.
- ביצוע בדיקות סדירות לשמירה על איזון בין היצע לצריכה.

הסיכונים של התרחבות עירונית על אקוויפר

השירות הגיאולוגי הסעודי (2024) המליץ על הפסקת כל הפרויקטים העירוניים הב־לתי מורשים בגבולות עמק אבראהים כדי לשמר את שלמות אקוויפר זמזם ואת האיזון ההידרוגיאולוגי שלו.

Al-Amri (2025) הסביר, בהתבסס על תוצאות מחקרים גיאופיזיים וסיסמיים, כי בניינים רבי קומות עם יסודות עמוקים עלולים לחדור לאקוויפר, ובכך לזהם או לשבש את זרימת המים.

סוגי מיכלים וניתוח ריכוז הקטיונים במי זמזם

(ערוך על פי Halim et al., 2016)

סוג המיכל	pH	Li (מ"ג/ל')	Na (מ"ג/ל')	NH_4 (מ"ג/ל')	K (מ"ג/ל')	Ca (מ"ג/ל')	Mg (מ"ג/ל')
פלסטיק	7.91	0.059	4.43	0.12	41.16	65.85	12.93
זכוכית	8.31	0.059	1.73	0.11	41.16	65.73	12.67

סוגי מיכלים וניתוח ריכוז האניונים במי זמזם

(ע»פ Halim et al., 2016)

סוג המיכל	pH	F (מ"ג/ל')	Cl (מ"ג/ל')	NO_2 (מ"ג/ל')	NO_3 (מ"ג/ל')	Br (מ"ג/ל')	PO_4^{-2} (מ"ג/ל')	SO_4^{-2} (מ"ג/ל')
פלסטיק	7.91	0.41	76.08	0.23	36.23	0.77	0.62	88.28
זכוכית	8.31	8.31	0.059	1.73	0.11	41.16	65.73	12.67

הטביעת אצבע המדעית של מי זמזם

כשם שתביעות אצבעות של בני אדם שונות זו מזו, כך גם לכל מקור מים תת-קרקעי יש "טביעת אצבע" ייחודית משלו. במחקר סביבתי והידרולוגי, טביעת אצבע זו מוגדרת כצירוף של תכונות כימיות, איזוטופיות, פיזיקליות, אופטיות ורדיולוגיות, היוצרות טביעת אצבע מדעית מדויקת. תכונה זו מאפשרת לחוקרים להבחין בין מקורות מים שונים, גם אם הם נמצאים במרחק של מטרים ספורים בלבד זה מזה.

בעוד שמקורות מי תהום רבים חולקים מאפיינים דומים, טביעת האצבע של מי זמזם בולטת כמיוחדת במינה. הרכבה המדעי – ובמיוחד האיזוטופים שלה – איפשר למדענים לזהות אותה בבירור ובדייקנות בין כל סוגי המים האחרים בעולם, מה שמוביח את ייחודיות מקורה ואת עצמאותה מכל השפעה חיצונית על המים. מי זמזם הפכו כך לא רק לסמל דתי קדוש, אלא גם לאייקון מדעי ייחודי המדבר אל החוקרים בשפת הכימיה, הספקטרוסקופיה, האיזוטופים והאור. כל תכונה מספרת סיפור של ייחודיות, וכל טיפה נושאת חותם של מצוינות שאין שני לו. זהו לא רק "המים הטובים ביותר על פני האדמה", כפי שתיאר הנביא ((עליו השלום)), אלא גם מים המדברים בשפת האמונה ואושרו על ידי המדע.

ראשית: טביעת האצבע האיזוטופית

טביעת האצבע האיזוטופית מיוצגת באופן ספציפי על ידי היחסים בין האיזוטופים היציבים של מימן (^{2}H) וחמצן (^{18}O) במולקולות המים. יחסים אלה מושפעים מגורמים עדינים כגון מקור המים, מאפייני האקלים, סוג המשקעים, רמות האידוי או ערבוב עם מים ממקורות אחרים. בשל מקורו העתיק ואקלים המדבר, למים מזמזם יש חתימה איזוטופית ייחודית המופיעה כאשר הם מנותחים מתחת **לקו המים המטאוריים העולמי** (GMWL), מה שמעיד על מקורם המטאורי ומראה כי הם עברו אידוי מוגבל לפני שהתמלאו מחדש בבאר.

טביעת האצבעות האיזוטופית של מי זמזם נקבעת על ידי השוואת יחסי האיזוטופים שלהם עם מה שמכונה קו המים המטאוריים (MWL. MWL הוא קו ייחוס המייצג את היחס בין δ^2H ל-$\delta^{18}O$ במי גשם טבעיים. המשוואה הבסיסית לקו זה היא:

$$\delta^2H = 8 \times \delta^{18}O + 10$$ **(Craig, 1961)**

יחס זה, המכונה "קו המים המטאוריים הגלובלי" (GMWL), נמצא בשימוש נרחב לקביעת מקורות מים ולחקר תהליכי אידוי והתחדשות במערכות הידרולוגיות.

עם זאת, בסעודיה, נתונים של הסוכנות הבינלאומית לאנרגיה אטומית (IAEA) מראים כי קו המים המטאוריים האזורי הוא:

$$\delta^2H = 6.15 \times \delta^{18}O + 13.09$$

השיפוע הנמוך יותר **(6.15 בהשוואה לשיפוע הגלובלי של 8)** מצביע על השפעת האידוי על מי הגשם באזור עקב האקלים הצחיח והטמפרטורות הגבוהות. שיפוע נמוך זה מהווה עדות לכך שהמים באזור מושפעים מתנאי אקלים קשים, המלווים לעתים קרובות בשיעורי אידוי גבוהים.

ערך חשוב בהקשר זה הוא עודף הדויטריום (d-excess), המחושב על פי המשוואה:

$$\text{עודף דויטריום} = \delta^2H - 8 \cdot \delta^{18}O$$

הערך 13.09 במקרה של ערב הסעודית מייצג את נקודת החיתוך של קו המים המ־טאוריים האזורי ומשקף את תנאי הלחות ואת הטמפרטורות האטמוספריות במהלך היווצ־רות טיפות הגשם. ערכים גבוהים של עודף דויטריום מצביעים על כך שהגשם נוצר באוויר קר ויבש, בעוד שערכים נמוכים מצביעים על תנאים חמים ולחים יותר.

ערכים אנליטיים מצביעים על כך שמקור ההזנה העיקרי של מי זמזם הוא גשמים מקומיים מעל מכה והרמות הסובבות אותה. עם זאת, עודף ה-d הנמוך באופן ברור בהשוואה לממוצע העולמי (כ-10%) מצביע על כך שהמים עברו אידוי חלקי לפני החלחול, מה שמרמז שהמים היו חשופים לתנאי פני השטח לפני שהזינו את האקוויפר.

דפוס איזוטופי זה תואם בדרך כלל את הממצאים הנצפים במי תהום רדודים או קרובים לפני השטח באזורים צחיחים או למחצה-צחיחים, שבהם האידוי גורם לאובדן סלקטיבי של איזוטופים קלים יותר, משנה את היחסים בין $\delta^{18}O$ ל-$\delta^{2}H$ ומפחית את ערך d-excess.

בהתבסס על אינדיקטורים אלה, ניתן להסיק כי מי זמזם נוצרו ממי גשם מקומיים שהושפעו באופן יחסי מהתאיידות במערכת פתוחה לפני שהתיישבו באקוויפר הנוכחי שלהם, מה שמעניק להם טביעת אצבע איזוטופית ייחודית שניתן לאתר ולהבחין בינה לבין כל מקור מים אחר.

שנית: טביעת האצבע הכימית

מי זמזם מכילים הרכב יוני מאוזן, המציג רמות גבוהות של סידן ומגנזיום, פרופורציות ייחודיות של נתרן וביקרבונט, וריכוז טבעי נדיר של פלואוריד. תערובת זו לא רק מעניקה להם את טעמם הייחודי, אלא גם שומרת על יציבותם גם לאחר אחסון ממושך או הובלה למרחקים גדולים.

שלישית: טביעת האצבע הרדיולוגית

בעידן שבו החששות מפני זיהום רדיואקטיבי הולכים וגוברים, מי זמזם מוכיחים שוב את טוהרם. אין זכר לרדיום, תוריום או אורניום במי זמזם, וכל המדידות של מרכיביהם עומדות בגבולות שנקבעו על ידי ארגון הבריאות העולמי, גם לאחר הבקבוק והאחסון.

רביעית: טביעת האצבע האופטית

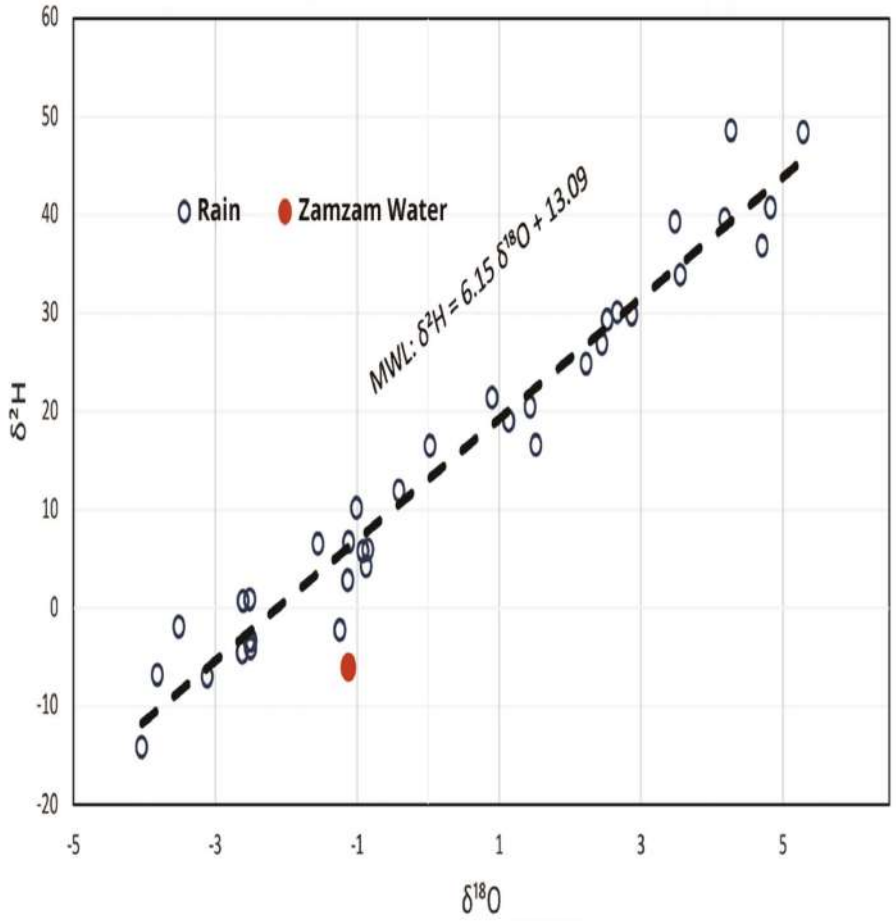
מבחינה ויזואלית, מי זמזם מגלים תכונות מדהימות: יש להם מקדם שבירה גבוה יותר ממים רגילים וספיגת אור ספציפית באורכי גל מדויקים. מי זמזם מציגים מספר אבי גבוה, כלומר פיזור אור נמוך ותמונה ספקטרלית טהורה ויציבה יותר, כאילו כל טיפה משקפת בהירות אופטית נדירה.

חמישית: טביעת האצבע המיקרוביאלית

מי זמזם נקיים לחלוטין מחיידקים פתוגניים, ללא עקבות של חיידקי צואה, חיידקים מזיקים, אצות או פטריות. טוהר כזה אינו מצריך כלור, אוזון או חיטוי, ושומר באופן טבעי על ניקיונו בכל זמן ובכל מקום.

שישית: טביעת האצבע הזמנית

ניתוח פחמן רדיואקטיבי (^{14}C) גילה כי מי זמזם נמצאים באקוויפר שלהם כבר למעלה מ-6,175 שנה, עוד מתקופת האקלים הלח בתקופת הקוורטר. זהו אחד ממקורות מי התהום העתיקים ביותר הידועים שעדיין נמצאים בשימוש רציף מאז שחר ההיסטוריה.



קו המים המטאוריים (MWL) משמש בקו ייחוס למעקב אחר המים והגורמים המשפיעים עליהם, כגון אידוי. קו ה-MWL עבור ערב הסעודית, $\delta^{2}H = 6.15 \times \delta^{18}O + 13.09$, מצביע על כך שהמשקעים בתקופה זו הושפעו מתנאי יובש וטמפרטורות גבוהות, אשר השפיעו על יחסי האיזוטופים. ערך עודף הדויטריום (d-excess) של 13.09 מייצג את נקודת החיתוך, המשקפת את תנאי הלחות והטמפרטורה בזמן היווצרות המשקעים.

הטבלה מציגה נתונים מהסוכנות הבינלאומית לאנרגיה אטומית (https://nucleus.iaea.org/wiser) הקשורים לקו המים המטאורי של הממלכה, המיוצג על ידי ערכי האיזוטופים היציבים של מימן וחמצן לאורך תקופות זמן שונות.

סוג המים	חמצן δ^{18} H	מימן δ^{2} H
משקעים	-1.00	10.12
	-0.87	4.19
	-0.41	11.90
	-2.62	-4.61
	2.45	26.84
	-1.24	-2.27
	-3.51	-1.94
	-3.82	-6.88
	4.27	48.50
	2.87	29.77
	-1.13	2.80
	2.53	29.27
	-0.92	5.69
	-1.55	6.51
	2.23	24.80
	-0.85	5.85
	-1.12	6.64
	5.29	48.32

סוג המים	חמצן δ^{18} H	מימן δ^{2} H
משקעים	-4.03	-14.16
	0.03	16.41
	-3.11	-7.00
	1.52	16.49
	1.44	20.43
	3.56	33.81
	3.48	39.19
	4.71	36.82
	-2.49	-3.37
	-2.50	-4.17
	-2.52	-3.41
	1.14	18.98
	2.67	30.04
	-2.60	0.62
	-2.51	0.81
	4.83	40.66
	4.19	39.49
	0.90	21.32
-6.06	-1.12	זמזם

השוואת טביעת האצבע של מי זמזם למי שתייה בבקבוקים

סדרת ניתוחים מעבדתיים בוצעה מנקודת מבט ניסויית אובייקטיבית על דגימות נבחרות של מי זמזם. המחקר נועד לאמת טענות מסוימות שהופצו ולספק תוצאות אמינות המבוססות על ראיות מדעיות.

בין הניסויים שמשך את תשומת לבם של החוקרים בהקשר זה היה המחקר של החוקר היפני מסארו אמוטו, שטען כי למי זמזם תכונות פיזיקליות ייחודיות שאינן קיימות במים אחרים. בהסתמך על טכניקות ניתוח מים בקנה מידה ננומטרי, הוא קבע כי מי זמזם מפגינים יציבות ייחודית שאינה מושפעת מטכניקות הניתוח ששימשו. יתר על כן, אמוטו קבע כי למי זמזם יש השפעה יוצאת דופן, כך שהוספת טיפה אחת מהם לאלף טיפות של מים רגילים תשנה את תכונותיהם של האחרונים כך שידמו לאלה של מי זמזם.

כדי לאמת את נכונותן של טענות אלה, ערכנו ניסויים חוזרים במעבדה תוך שימוש בכלים אנליטיים בעלי דיוק גבוה ובמתודולוגיות מדידה סטנדרטיות. תוצאות הבדיקה הראו כי הדגימות שנוצרו מערבוב מי זמזם עם מים אחרים לא הפגינו התאמה מלאה לתכונות של מי הזמזם המקוריים. במקום זאת, הן נראו קרובות יותר למים בבקבוקים מסחריים, הן מבחינה כימית והן מבחינה פיזיקלית. כמו כן, נצפה הבדל קל בטעם בין הדגימות המעורבות לאלה של המים המסחריים.

עם זאת, התוצאה המעניינת התגלתה כאשר מי זמזם עורבבו עם מי שתייה מבקבוקים ביחס של 50%, מה שהניב דגימה שהפגינה נטייה בסיסית בולטת, האופיינית למי זמזם. תופעה זו עשויה להיות מיוחסת לתגובה כימית ספציפית או לאיזון יוני שהופעל על ידי הערבוב, מה שמצדיק מחקר נוסף כדי להבהיר את המנגנונים והאינטראקציות הבסיסיים.

ניתוחים סטטיסטיים רב-ממדיים חושפים את הייחודיות של ההרכב הכימי של מי זמזם ואת היתרונות הבריאותיים הפוטנציאליים שלהם, ומאששים בבירור את תכונותיהם הייחודיות בהשוואה לסוגי מים אחרים, כולל מים מבוקבקים מסחריים. באמצעות כלים אנליטיים מתקדמים בגון תרשימי רדאר, טביעת אצבע כימית, ניתוח מרכיבים עיקריים (PCA) ומיפוי חום, מתברר כי מי זמזם שומרים על דפוס גיאוכימי מובחן וייחודי — דבר התומך בטענות הנפוצות לגבי סגולותיהם הטיפוליות.

הנתונים שהופקו מצביעים על כך שבמי זמזם יש ריכוזים גבוהים משמעותית של חו־מרים מוצקים מומסים (TDS), נתרן וביקרבונטים (המשפיעים על האלקליניות של המים), בנוסף לחנקות, בהשוואה למים מבוקבקים רגילים, אפילו כאשר הם מדוללים מאוד (בגון ערבוב של 50% עם מים רגילים). ריכוז מינרלים גבוה זה מיוחס לאופי האלקלי המקורי של מי זמזם, שהוא בכל הנראה אחד הגורמים המרכזיים העומדים מאחורי המוניטין ההיסטו־רי שלהם כמקור להידרציה טבעית וליתרונות בריאותיים נלווים.

מחקרים קודמים הראו כי אלקליניות גבוהה משפרת את יעילות המים בהידרציה ותו־רמת לשמירה על איזון החומצה-בסיס בגוף. תכונה זו נקשרה גם להשפעות רפואיות פו־טנציאליות, כגון שיפור העיכול וסיוע לניקוי רעלים. מסיבה זו, חברות רבות ברחבי העולם אימצו טכניקות לייצור מים אלקליניים באופן טבעי או מלאכותי ומשווקות אותם כבחירה מודעת לבריאות, הנתמכת בביקוש העולמי הגובר למים "פונקציונליים".

מנקודת מבט מעשית, המחקר הנוכחי גילה כי ערבוב מי זמזם עם מי שתייה מבקבו־קים מביא לשינוי הדרגתי בתכונות הדגימה המתקבלת לכיוון המאפיינים הייחודיים של מי זמזם, ובפרט רמת **ה-pH** ותכולת המינרלים. מפת החום, המבוססת על סולם לוגריתמי, מראה שתרכובות כימיות מסוימות, כגון חנקות, נתרן ו-TDS, לא רק מציגות עלייה קלה, אלא גם מופיעות בריכוזים גבוהים פי עשרות ואף פי מאות בהשוואה למים המשמשים כנקודת ייחוס. ניגוד חריף זה מייצג טביעת אצבע גיאוכימית ברורה המקלה על הבחנה בין מי זמזם למים אחרים.

השימוש בסולם הלוגריתמי בניתוח נתונים סטטיסטיים משפר את דיוק הפרשנות, שכן הוא מאפשר זיהוי של סטיות קלות ושל שינויים גדולים באחד, ומספק מודל חזותי מקיף של המבנה הכימי של המים. באמצעות גישה זו, הבדלים עדינים שאולי אינם נראים בשיטות מסורתיות מתגלים, ומוסיפים ממד נוסף להבחנה האנליטית של מי זמזם. בסופו של דבר, תוצאות הניתוח הרב-ממדי הזה מחזקות את המסקנה כי מי זמזם שומרים על זהות מינרלית חזקה ועקבית, אפילו בתנאי דילול שונים, וכי תכונותיהם הכימיות והפיזיק־ליות נותרות ייחודיות בהשוואה לכל מי שתייה אחרים הזמינים בשוק.

הטבלה המצורפת מציגה השוואה מפורטת בין מי זמזם לבין מי שתייה בבקבוקים מבחינת מאפיינים פיזיקליים וכימיים, כדי להבהיר את הדמיון וההבדלים ביניהם. הנתונים סודרו בתבנית שיטתית המאפשרת ניתוח של השינויים המתרחשים בהרכב המים כאשר

השניים מעורבבים ביחסים שונים. הציר האופקי מייצג חמישה עשר פרמטרים פיזיקליים וכימיים מרכזיים, הכוללים בין היתר: pH, סך המוצקים המומסים (TDS), מוליכות חשמלית, וריכוזי יונים כגון:

נתרן, אשלגן, סידן, מגנזיום, ביקרבונטים וחנקות. באשר לציר האנכי, הוא מייצג יחסי ערבוב שונים בין מי זמזם למי שתייה מבקבוקים, החל מ-100% מי זמזם טהורים, ולאחר מכן דילולים הדרגתיים (75% זמזם - 25% מים מבקבוקים, 50%–50%, 25%–75%), ולבסוף 100% מי שתייה מבקבוקים טהורים. ניתוח מבוסס-גרדיאנט זה מאפשר מחקר מדויק של האופן שבו תכונות כימיות ופיזיקליות משתנות בהתאם ליחסי הערבוב, תורם למסקנות מבוססות מדעית לגבי מידת השפעת מי זמזם על מים אחרים כאשר הם מעורבבים, ומעמיק את ההבנה של המנגנונים הגיאוכימיים העומדים בבסיס היציבות של תכונותיו הייחודיות.

השוואה בין מי זמזם למי שתייה מבקבוקים מבחינת תכונות פיזיקליות וכימיות.

רכיב	יחידה	מי זמזם 100%	מים בבקבוקים 100%	טיפת מי זמזם מעורבבת עם 1 ליטר מים מבקבוק	330 מ"ל של זמזם מעו־ רבבים עם 1 ליטר מים מבקבוק	660 מ"ל של זמזם מעו־ רבבים עם 1 ליטר מים מבקבוק	1 ליטר מים מזמזם מעור־ בב עם 1 ליטר מים מבקבוק
pH	---	8.28	7.14	6.98	7.75	7.96	7.99
TDS	מ"ג/ל	386	110	114	185	225	256
אלקליניות כוללת	מ"ג/ל	139	11	8	41	60.0	74.0
קשיות כוללת	מ"ג/ל	149	81.2	82.3	95.8	105	105
חנקן (NO_3^-)	מ"ג/ל	2.67	0.01>	0.01>	0.66	0.95	1.38
נתרן (Na^+)	מ"ג/ל	59.7	5.4	6.8	19.0	27.4	33.4
אשלגן (K^+)	מ"ג/ל	43.0	0.01>	0.01>	11.6	18.2	23.1
סידן (Ca^{2+})	מ"ג/ל	43.7	25.6	26.2	29.3	31.7	30.6
מגנזיום (Mg^{2+})	מ"ג/ל	9.6	4.2	4.1	5.5	6.3	7.0
כלוריד (Cl^-)	מ"ג/ל	73	42.0	49.0	50.0	55.0	54.0
סולפט (SO_4^{-2})	מ"ג/ל	57.8	15.7	16.5	25.9	31.9	36.7
פלואוריד (F^-)	מ"ג/ל'	0.5	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8
ברזל	מ"ג/ל	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>
פוספט (PO_4^{-3})	ppm	0.002>	0.002>	0.002>	0.002>	0.002>	0.002>
ברומט	מיקרוגרם/ ליטר	5.0>	5.0>	5.0>	5.0>	5.0>	5.0>

הבדלים בולטים בין מי זמזם למי שתייה בבקבוקים

הנתונים הסטטיסטיים המוצגים בטבלה הקודמת חושפים שורה של הבדלים בולטים בין מי זמזם לבין מי שתייה מבקבוקים, במיוחד כאשר הם מעורבבים בפרופורציות שונות. התוצאות הראו שינויים בולטים כדלקמן:

- שינויים בטעם: כאשר מערבבים מי זמזם עם מים מבקבוקים, המים המתקבלים מק־בלים מאפייני טעם השונים משני המקורות, מה שמעיד על אינטראקציה בין המרכי־בים המשפיעה על התפיסה החושית של המים.

- שינויים בריח: ריח המים המעורבבים נמצא נעים פחות יחסית בהשוואה לארומה הטבעית של מי זמזם טהורים, דבר שעשוי להיות קשור לשינויים באיזון היוני או לאינטראקציות בין תרכובות אורגניות זעירות.

- שינויים בעכירות: לא נרשמו הבדלים משמעותיים בעכירות בין הדגימות לפני ואחרי הערבוב, מה שמרמז כי השקיפות האופטית של המים נשארת יציבה ואינה מושפעת מהערבוב.

- שינויים במוליכות החשמלית, שבה המוליכות עלתה בהדרגה עם עלייה בשיעור מי זמזם בתערובת. עם זאת, היא נותרה מתחת לרמת המוליכות של מי זמזם טהורים בכל המקרים, אך גבוהה מזו של מי שתייה בבקבוקים, מה שמשקף העברה חלקית של תכונות יוניות עם שינויים הדרגתיים בהרכב.

- שינויים בריכוז הפוספט, כאשר המדידות הראו יציבות ברורה בכל שלבי הערבוב, עם ערכים שנשארו באופן עקבי מתחת ל-0.002 ppm (חלקים למיליון), מה שמעיד כי פרמטר זה אינו מושפע מדילול או מערבוב.

- שינויים ברמת ה-pH עלו בהדרגה עם עליית תכולת הזמזם, אף כי לא הגיעו לרמות האלקליות של מי זמזם טהורים. עם זאת, הם עלו בבירור על ה-pH של מים מבקבו־קים, מה שמעיד כי מי זמזם מעלים את האלקליות בעת הערבוב, אם כי מבלי להגיע לרמתם המלאה.

- שינויים בסך המוצקים המומסים **(TDS)**, כאשר רמותיו עלו בהדרגה עם עליית שיעור מי הזמזם בתערובת, ונשארו גבוהות מאלה שנרשמו עבור מי שתייה מבקבוקים, אך עדיין נמוכות מהערכים האופייניים של מי זמזם טהורים.

- נצפו שינויים באלקליניות הכוללת (הקשורה לריכוז הביקרבונט), כאשר נרשמה עלייה הדרגתית ככל שתכולת מי זמזם בדגימות המעורבות הייתה גבוהה יותר. אף שהערכים נותרו נמוכים בהרבה מאלה של מי זמזם טהורים, הם עלו בבירור על אלה של מים מבקבוקים.

- באופן דומה, הקשיות הכוללת (סידן פחמתי) הראתה דפוס דומה, עם עלייה הדרג־תית.

- ניתוחי ריכוז הברומט — תרכובת הנוצרת כתוצאה מטיפול במים באוזון — הראו ערכים יציבים לפני ואחרי הערבוב, ונשארו מתחת ל-5 µg/L, מה שמעיד על רמת בטיחות גבוהה.

- יסודות מינרליים אחרים הציגו דפוס דומה, ועלו בהדרגה ככל ששיעור מי הזמזם היה גבוה יותר, אם כי לא הגיעו לערכיהם המקוריים. עם זאת, ערכים אלה נותרו גבוהים מאלה שנמצאו במים מבוקבקים. אלה כללו חנקות, נתרן, מגנזיום, אשלגן, סידן וכלו־ריד. העליות בריכוזי החנקות, הנתרן והאשלגן היו בולטות יחסית וגבוהות יותר, בעוד שהעליות במגנזיום, בסידן ובכלוריד היו מתונות יותר.

- מעניין לציין כי בניגוד לרכיבים האחרים, ריכוז הפלואוריד ירד בהדרגה לאחר הערבוב, ונשאר מתחת לרמות המים בבקבוקים, אך עדיין מעל לערכים המקוריים של מי זמזם. כמו כן, ריכוז הסולפט נשאר נמוך בהרבה מזה של מי זמזם טהורים, אף כי עלה באופן ניכר בהשוואה למים בבקבוקים ששימשו כנקודת ייחוס.

- לבסוף, הברזל שמר על ריכוז נמוך ויציב בכל הדגימות לפני ואחרי הערבוב, ונשאר מתחת ל-0.01 mg/L, מה שמשפר את איכות המים שהתקבלו מבחינת תכולת המ־תכות הכבדות. במצטבר, תוצאות אלה מצביעות על כך שמי זמזם שומרים על תכונו־תיהם הכימיות הייחודיות בדרגות שונות גם כאשר הם מדוללים, והתנהגותם הכימית המאוזנת מעניקה להם רמת יציבות וסטנדרטים בריאותיים ייחודיים, התומכים במס־קנות קודמות לגבי ייחודם מכל מי הבקבוק האחרים הזמינים בשוק.

פרשנות פיזיקלית וכימית של השינויים הנובעים מערבוב מי זמזם

הניתוחים הקודמים מראים כי ערבוב מי זמזם עם מי שתייה מבקבוקים בפרופורציות שונות מייצר שינויים הדרגתיים ובולטים במאפיינים הפיזיקליים והכימיים של המים המתקבלים, מה שמדגיש את ההשפעה העמוקה של מי זמזם גם ברמות דילול גבוהות.

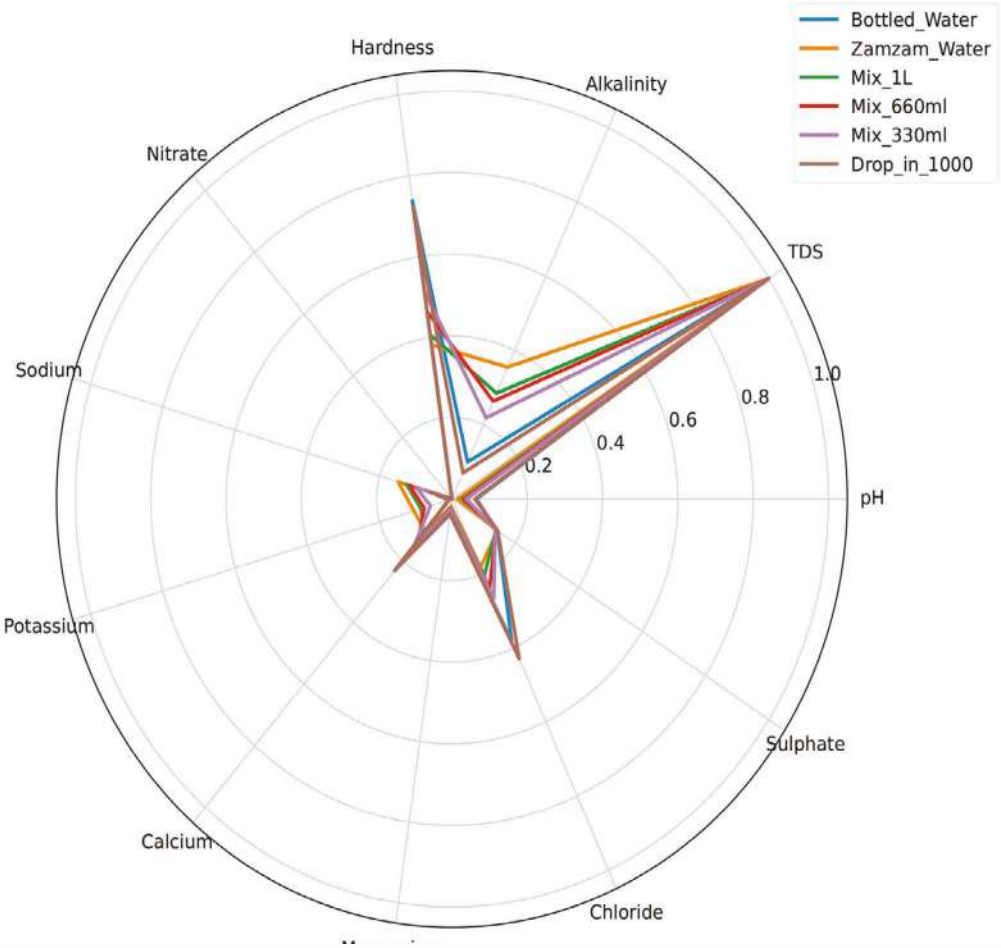
- מבחינה פיזיקלית, נצפתה עלייה עקבית במוליכות החשמלית ככל ששיעור מי זמזם בתערובת היה גבוה יותר. עלייה זו מיוחסת לריכוז הגבוה של יונים מומסים במי זמזם, כולל נתרן, כלוריד, ביקרבונטים וסולפטים. אף שהמוליכות הכוללת לא הגיעה לרמתה המקורית במי זמזם טהורים, היא עלתה על הערכים שנרשמו במי שתייה בבקבוקים. התנהגות זו מתפרשת כתוצאה מהעברת יונים והתמזגותם ההדרגתית לתוך מדיום מימי בעל ריכוז נמוך יותר, בתהליך דינמי המשקף את האיזון הגאוכימי העשיר של מי זמזם.

- מבחינה כימית, רוב התרכובות הכימיות, כגון סך המוצקים המומסים (TDS), חנקות, ביקרבונטים אלקליין, נתרן, מגנזיום, סידן ואחרות, הראו מגמת עלייה בריכוז ביחס ישיר לאחוז מי זמזם שנוספו, מבלי להגיע לרמות המקוריות של מי זמזם טהורים. דפוס זה מצביע על כך שמי זמזם שומרים על השפעתם המינרלית הייחודית גם כאשר הם מדוללים מאוד במים אחרים, דבר המשקף את טבעם הכימי המלוכד והיציב.

- לעומת זאת, תרכובות מסוימות, כגון פוספטים וברזל, נותרו ברמות נמוכות ויציבות באופן עקבי לפני ואחרי הערבוב, מה שמעיד על רמת יציבות כימית גבוהה של יסודות אלה ועל עמידותם בפני שינוי כתוצאה מהערבוב. לעומת זאת, פלואוריד הפגין דפוס שונה, כאשר ריכוזו ירד בהדרגה לאחר הערבוב, אף שנשאר גבוה יותר מרמתו המקורית במי זמזם — דבר המרמז על אינטראקציה ייחודית עם יסוד זה בתהליך הערבוב. התנהגות זו מחייבת מחקרים עתידיים מפורטים יותר כדי להבין את מנגנון התגובה שלו. במונחים מדעיים פשוטים, מי זמזם מעניקים את טביעת האצבע המינרלית הייחודית שלהם לתערובת המתקבלת, ומעבירים בהדרגה את המאפיינים הגיאוכימיים שלהם אפילו ביחסי דילול גבוהים. תוצאות אלו תומכות במסקנת המ־

חקר כי מי זמזם שומרים על ייחודם הפיזיקלי והכימי בכל רמות הדילול, מה שהופך את תכונותיהם לקשות להסוואה או לחיסול כאשר הם מעורבבים עם מים אחרים. עם זאת, הניתוחים הכמותיים המפורטים שנערכו במחקר זה אינם תומכים בטענתו של החוקר היפני מסארו אמוטו, לפיה טיפה אחת של מי זמזם מספיקה כדי לשנות את תכונותיהן של אלף טיפות מים רגילים — טענה שהופרכה בעבר על ידי נתונים ניסויים ושיטות ניתוח מדויקות.

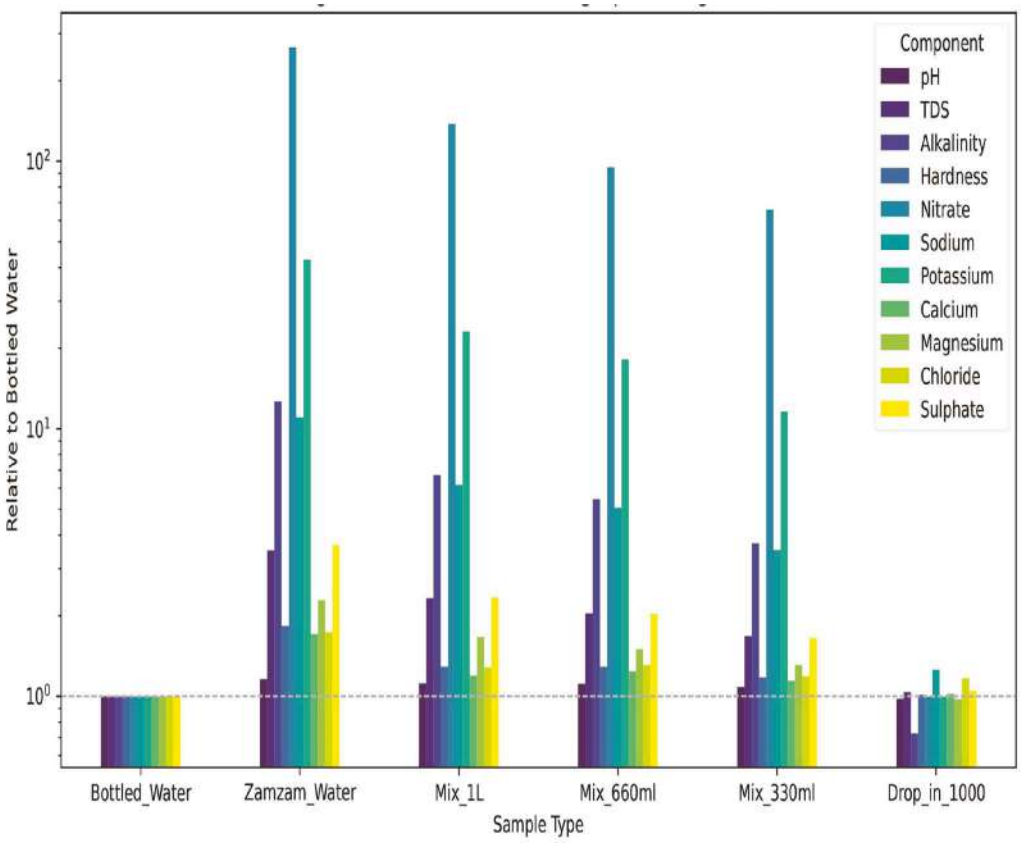
תרשים הרדאר הנורמליזציה ממחיש את טביעת האצבע הכימית המכוילת של מי זמזם בהשוואה למים מבקבוק, וכן את יחסי התערובת השונים ביניהם, החל ממי זמזם טהורים (100%) ועד לרמת הדילול הגבוהה ביותר שנבדקה, המיוצגת על ידי טיפה אחת של מי זמזם המוספת ל-1,000 טיפות של מים מבקבוק. טכניקת הנורמליזציה הסטנדר־טית של מינימום-מקסימום יושמה על כל הערכים הכימיים, מה שמאפשר השוואה ישירה ואובייקטיבית של התרכובות הכימיות העיקריות בכל הדגימות. ניתוח זה מדגיש בבירור את המאפיינים הכימיים הייחודיים של מי זמזם, ובפרט את רמותיהם הגבוהות של סך המוצקים המומסים (TDS), נתרן ואלקליניות (ביקרבונטים), אשר נותרים ניתנים לזיהוי גם בריכוזים נמוכים מאוד. תוצאות אלו משקפות את היציבות הגבוהה בהרכב של מי זמזם ואת יכולתם לשמור על טביעת האצבע הייחודית שלהם בתוך תערובת של מים אחרים, מה שמחזק עוד יותר את אמינות אופיים יוצא הדופן כפי שהודגם על ידי אינדיקטורים אנליטיים אחרים במחקר זה.



גרף הרדאר מציג את טביעת האצבע הכימית הנורמלית של מי זמזם.

תרשים העמודות ממחיש את טביעת האצבע הכימית היחסית של מי זמזם ותערובותיהם בהשוואה למים מבוקבקים, תוך שימוש בסולם לוגריתמי. גישה זו מאפשרת זיהוי של הבדלים עדינים וגדולים כאחד בהרכב הכימי בין הדגימות. מים מבוקבקים אומצו כנקודת ייחוס בסיסית (בסיס = 1), כאשר כל ערך יחסי מחושב על ידי נורמליזציה של ריכוז כל מרכיב כימי בדגימה ביחס לערכו המקביל במים מבוקבקים.

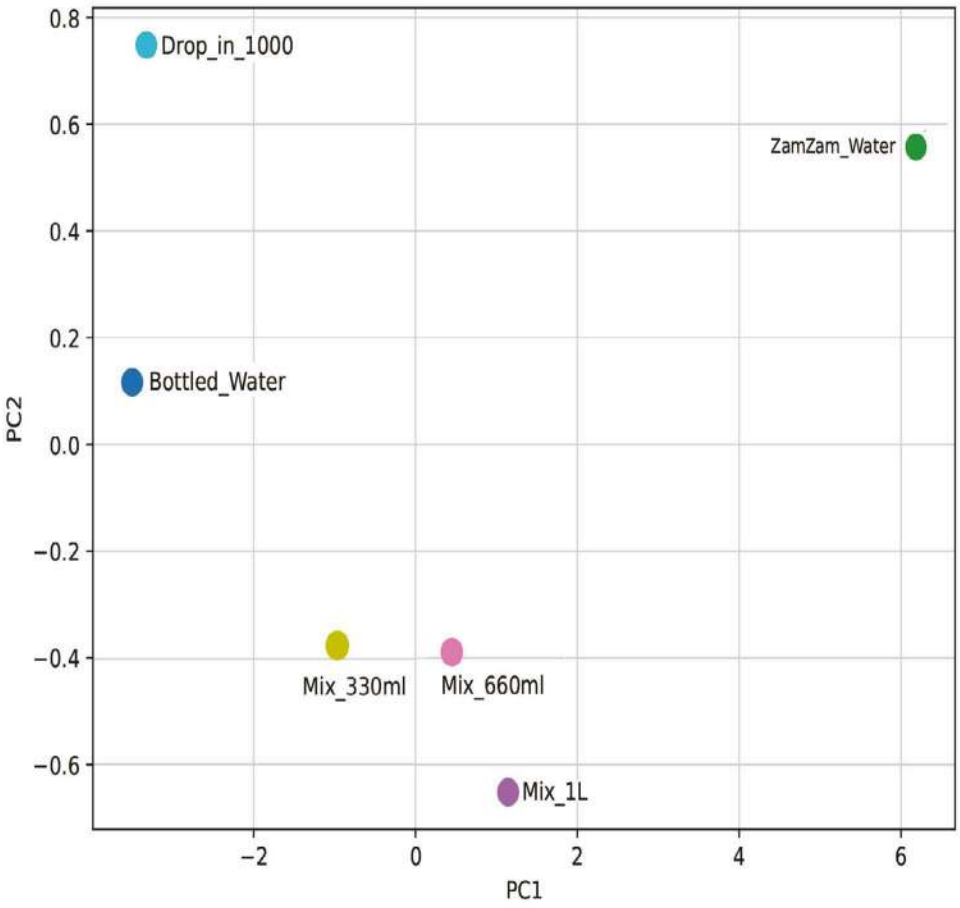
סולם זה מאפשר הבנה מדויקת של מידת השונות: ערך של 2 מצביע על כך שריכוז המרכיב במי זמזם הוא כפול מזה שבמים מבוקבקים, בעוד שערך של 10 פירושו שהריכוז גבוה פי עשרה. על פי מתודולוגיה זו, תוצאות הניתוח הראו כי מי זמזם מכילים ריכוזים גבוהים משמעותית של מספר מרכיבים מרכזיים, ובפרט נתרן (כ-5 פעמים יותר), חנקות (כ-12 פעמים יותר) וסך המוצקים המומסים (TDS) (פי 3 יותר), בהשוואה למים מבקבוקים. תוצאות אלו מדגישות באופן כמותי וברור את טביעת האצבע הכימית הייחודית של מי זמזם, ומדגימות את ייחודיותם מבחינת ההרכב המינרלי והגיאוכימי, אפילו בהשוואה למי השתייה הבקבוקים הנפוצים ביותר. יתר על כן, השימוש בסולם לוגריתמי הוכח כיעיל בחשיפת הבדלים עדינים שעשויים שלא להיות בולטים בייצוגים לינאריים מסורתיים, מה שמוסיף אמינות נוספת לניתוח של וריאציות כימיות עדינות בין הדגימות שנחקרו.



תרשים העמודות ממחיש את טביעת האצבע הבימית היחסית של מי זמזם ותערובותיהם בהשוואה למים מבוקבקים, תוך שימוש בסולם לוגריתמי.

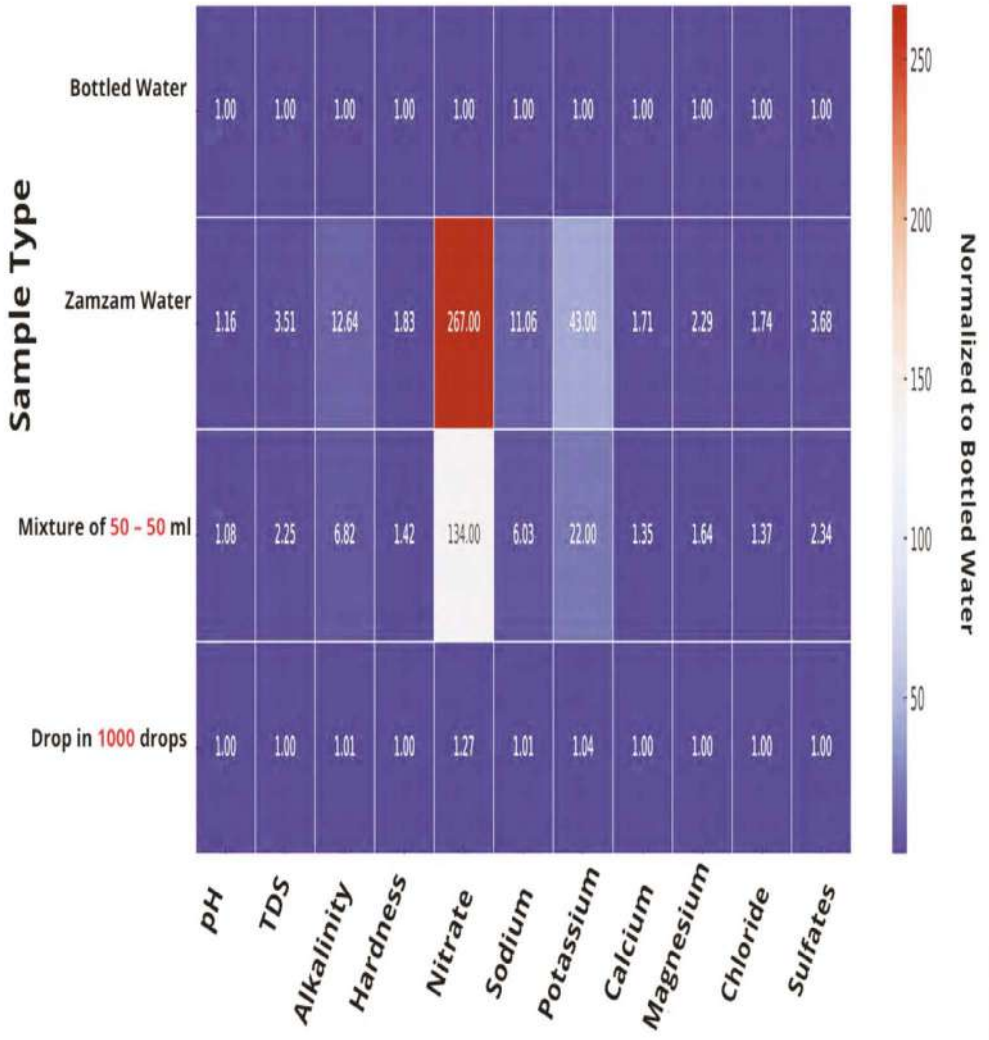
ניתוח המרכיב העיקרי (PCA) משמש לפשט את השונות הבסיסית במאגר נתונים כימי רב-משתני על ידי צמצומה לשני מרכיבים עיקריים (מרכיב 1 ומרכיב 2) המהווים את החלק הגדול ביותר של השונות הכוללת בנתונים. ניתוח זה מסייע בהדגשת דפוסים נסתרים ובהבחנה בין הדגימות שנחקרו על סמך מאפייניהן הכימיים.

כפי שניתן לראות בתרשים, דגימת מי זמזם בולטת בבירור לעומת הדגימות האחרות — ובמיוחד לעומת מים מבקבוקים ותערובות שנוצרו כתוצאה מדילול — דבר המעיד על זהות כימית מובחנת וייחודית של מי זמזם בהשוואה לדגימות האחרות. המיקומים הבינוניים של הדגימה המעורבת ביחס של 50% (זמזם/מבוקבק) והדגימה המדוללת ביחס של טיפה אחת של מי זמזם ב-1,000 טיפות של מי שתייה מבוקבקים, מראים תזוזה הדרגתית לכיוון ציר מי השתייה המבוקבקים. הדבר משקף התנהגות הגיונית בהרכב של דגימות מעורבות, ותואם למודלים של רגרסיה כימית פרוגרסיבית הקשורים ליחס הדילול. הפרדה ברורה זו במרחב ה-PCA מאשרת את האופי הגיאוכימי הייחודי של מי זמזם ותומכת בתוצאות אנליטיות אחרות, כגון ניתוחים לוגריתמיים וניתוחי רדאר, שהדגימו אף הם את היציבות והייחודיות של ההרכב הכימי שלהם, אפילו תחת דילול גבוה. מנקודת מבט מדעית, דפוס זה משמש כראיה נוספת ליציבות המבנית ולייחודיות ההרכב של מי זמזם, ומסביר את יכולתם לשמור על טביעת האצבע הכימית שלהם גם כאשר הם מעורבבים עם כמויות גדולות של מקורות מים אחרים.



ניתוח המרכיב העיקרי (PCA) משמש בטכניקה סטטיסטית לצמצום ופרשנות של השונות הבסיסית בתוך מערכי נתונים כימיים רב-משתניים, ובכך מאפשר הבנה מקיפה יותר של מבני נתונים מורכבים.

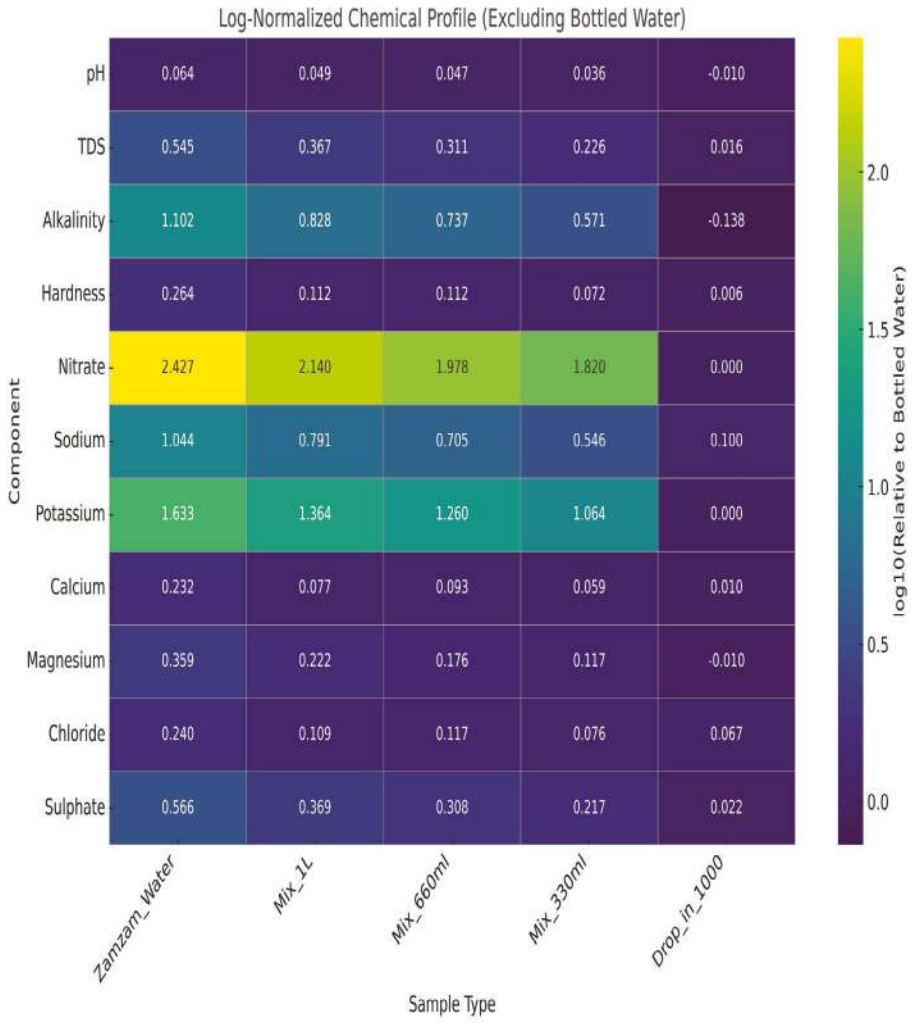
מפת החום הפשוטה מספקת ניתוח חזותי של הריכוזים של אחד-עשר מרכיבים כי־ מיים עיקריים בדגימות מים שונות, תוך השוואת ערכים אלה לרמת הייחוס של מי שתייה בבקבוקים, שנקבעה כערך מנורמל של 1. המפה מבוססת על ההנחה של קשר ליניארי בין הריכוזים הכימיים, מה שמקל על פרשנות ישירה וברורה של ההבדלים היחסיים בין הדגימות. העיצוב מבטיח בהירות מוחלטת בהבחנה בין רמות הריכוז, עם דגש מיוחד על רכיבים המציגים שונות גבוהה, כגון נתרן, חנקות ואלקליניות (ביקרבונטים). רכיבים אלה בולטים בתבנית הצבעים הכהה יותר של מי זמזם, המשקפת את תכולת המינרלים העשי־ רה שלהם ואת ההרכב הגיאוכימי הייחודי. מבחינה ויזואלית, מפת החום הזו מדגישה את ההבדלים המהותיים בין מי זמזם למים מבוקבקים ומדגימה בבירור את שימור המאפיינים הייחודיים של מי זמזם גם בדגימות מעורבות או מדוללות, ובכך משפרת את ההבנה המד־ עית של זהותם הכימית הייחודית.



מפת החום הפשוטה הזו מציגה ניתוח חזותי של הריכוזים של אחד-עשר מרכיבים כימיים עיקריים בדגימות מים שונות.

מפת החום הזו מציגה תצוגה לוגריתמית של ריכוזי המרכיבים הכימיים העיקריים במי זמזם ובתערובותיהם, בהשוואה למי שתייה בבקבוקים, שהוחרגו מהתרשים כדי למנוע סיבוך של ההמחשה ולהדגיש את ההבדלים בצורה ברורה יותר. הערכים המוצגים מבוססים על הלוגריתם בבסיס 10 של היחס בין הריכוז של כל מרכיב בדגימה לבין הריכוז המקביל שלו במים מבקבוקים. גישה זו הופכת את הפרשנות של הבדלים בעלי אופי אקספוננציאלי לאינטואיטיבית וברורה. הטרנספורמציה הלוגריתמית משמשת כאן ככלי יעיל להגברת הניגודיות ולשיפור יכולת הפרשנות של הנתונים, במיוחד עבור רכיבים המציגים פערים גדולים, כגון חנקות ונתרן, שההבדלים בריכוזים שלהם נעים בין פי 10 לפי 100 מאלה שבמים מבוקבקים. ערכים לוגריתמיים חיוביים מצביעים על ריכוז גבוה מהערך הייחוס (log (1) = 0), בעוד שערכים שליליים מצביעים על דילול בהשוואה למים מבוקבקים.

לדוגמה, ריכוז החנקות במי זמזם טהורים מציג ערך לוגריתמי העולה על 2.4, המעיד על ריכוז גבוה פי 250 מזה שבמים מבוקבקים, מה שמדגיש את העושר המינרלי של מי זמזם. מפת החום הזו מתעדת סטיות עדינות וקיצוניות בריכוזים, ומאפשרת יצירת טביעת אצבע גיאוכימית מדויקת ומוגדרת היטב של תערובות מי זמזם, ובכך משפרת את ההבנה של המאפיינים הכימיים הייחודיים של מקור מים זה.



מפת החום הזו מציגה תצוגה לוגריתמית של הריכוזים של המרכיבים הכימיים העיקריים במי זמזם ותערובותיהם, למעט מי שתייה בבקבוקים.

אומדן גיל מי זמזם באמצעות איזוטופים רדיואקטיביים ויציבים

קביעת גיל מי תהום, כגון מי זמזם, מתבססת על ניתוח הרכב האיזוטופים הטבעיים במים, הכוללים איזוטופים יציבים כגון דויטריום (^{2}H) וחמצן-18 (^{18}O), ואיזוטופים רדיואקטיביים כגון טריטיום (^{3}H) ופחמן-14 (^{14}C). טריטיום, דויטריום וחמצן-18 הם בין האיזוטופים העיקריים במולקולת המים; לפיכך, הם נמצאים בשימוש נרחב בחקר מקורות המים וההיסטוריה שלהם.

במקרה של מים מודרניים שעדיין מושפעים מהאטמוספירה, ניתן להשתמש בטריטיום כדי להעריך את גיל המים. טריטיום הוא איזוטופ רדיואקטיבי של מימן המתפרק עם הזמן להליום-3 (^{3}He). זמן מחצית החיים שלו הוא כ-12.4 שנים. על ידי מדידת תכולת הטריטיום הנותרת לצד כמות ההליום-3 שנוצרה, ניתן לחשב את ריבוז הטריטיום המקורי בזמן שהמים נכנסו לאקוויפר, מה שמאפשר הערכת גיל בדיוק של ± שנה אחת או פחות.

במקרה של מים עתיקים או מאובנים, נעשה שימוש בפחמן-14 כדי לקבוע את הגיל בדיוק רב. הצטברות הליום-4 (^{4}He), הנוצר כתוצאה מהתפרקות רדיואקטיבית טבעית של אורניום ותוריום בקרום כדור הארץ, יכולה לשמש גם היא כאינדיקטור נוסף לגיל. במחקרים העוסקים במי תהום עתיקים, נעשה שימוש באיזוטופים בעלי מחצית חיים ארוכה יותר, כגון כלור-36 (^{36}Cl) ויוד-129 (^{129}I), כדי לסייע בהבנת תנועת המים במערכות אקוויפרים עמוקות ומורכבות.

קביעת גיל מי זמזם באמצעות פחמן רדיואקטיבי

תיארוך פחמן רדיואקטיבי (^{14}C) הוא שיטה מדעית מוכרת להערכת גיל מי תהום. טכניקה זו מסתמכת על תכונותיו של האיזוטופ הרדיואקטיבי פחמן-14, איזוטופ לא יציב המורכב משישה פרוטונים ושמונה נויטרונים, אשר עובר דעיכה רדיואקטיבית טבעית לאורך זמן.

במקרה של מי זמזם, ניתוח האיזוטופ היציב פחמן-13 ($\delta^{13}C = -20.6$) הצביע על כך שמקור הפחמן במים עשוי להיות חומר אורגני שמקורו ביולוגי, כגון חומר צמחי מפורק בקרקע, מה שמרמז על קשר למחזורי הפוטוסינתזה של הצמחים. זהו אינדיקטור חשוב להבנת מסלולי הפחמן במערכת ההידרולוגית הקשורה לאדם.

פחמן רדיואקטיבי (^{14}C) משמש ישירות לקביעת הגיל המוחלט של המים, בהתבסס על קצב הדעיכה של איזוטופ זה. על פי אמנות בינלאומיות, ההתייחסות המשמשת לכיול תוצאות הפחמן הרדיואקטיבי היא התקן שאושר על ידי המכון הלאומי לתקנים וטכנולוגיה של ארה"ב (NIST), הידוע כ"תקן חומצה אוקסלית" (SRM 4990C-11).

על פי שיטת ליבי, המשתמשת במחצית החיים של הפחמן הרדיואקטיבי, העומדת על 5,730 שנים, ובהתבסס על תקני האיכות וההסמכה ISO/IEC 17025:2017, ניתוח של דגימת מים מזמזם הראה כי גילם הוא **כ-6,175 שנים**. ממצא זה מחזק את האמונה בעתיקותו של מקור מבורך זה ובמאפייניו הגיאולוגיים הייחודיים.

אימות המקור הקדום של מי זמזם באמצעות ניתוח איזוטופים של פחמן רדיואקטיבי

ניתוח של דגימת מי תהום ממי זמזם הראה ירידה משמעותית בריכוז הפחמן הרדיואקטיבי (^{14}C), מה שמעיד בבירור כי מים אלה שייכים לקטגוריית המים העתיקים. בהתבסס על ירידה זו, יחד עם ניתוח היחס בין איזוטופי הפחמן היציבים (^{13}C) בדגימה, גילו כי גיל המים הוא כ-6,175 שנים.

למרות שתארוך פחמן רדיואקטיבי הוא מדויק ביותר, הסתמכות עליו בלבד עשויה שלא להספיק בכל המקרים, שכן התוצאות עלולות להיות מושפעות מתהליכי "ערבוב הידרולוגי". לדוגמה, דגימה עשויה להכיל תערובת של מים עתיקים מאוד, בני עשרות אלפי שנים, ומים חדשים שמקורם בגשמים, שיטפונות או מקורות פני השטח. במקרים כאלה, הגיל המחושב לא בהכרח משקף את הגיל האמיתי של המים המקוריים, אלא את הגיל הממוצע הנובע מערבוב זה.

לכן, כדי להשיג תוצאות מדויקות ואמינות יותר, נעשה שימוש בשיטות נוספות ועצמאיות. אחת הבולטות והנפוצות ביותר היא מדידת הריכוז של האיזוטופ הרדיואקטיבי טריטיום (^{3}H), איזוטופ של מימן. טריטיום הוא כלי רב עוצמה לאיתור מים חדשים, במיוחד משום שריכוזיו באטמוספירה עלו בחדות בתקופת הניסויים הגרעיניים במאה ה-20, מה שהופך אותו לסמן זמן מצוין לחקר התחדשותם וההיסטוריה של מי התהום.

מגבלות תיארוך פחמן רדיואקטיבי וחשיבות מדידת הטריטיום

בשנות ה-50 וה-60 של המאה ה-20 חלה עלייה משמעותית בריכוזי הטריטיום (H^3) באטמוספירה כתוצאה מניסויים גרעיניים שבוצעו באותה תקופה. מכיוון שלטריטיום מחצית חיים קצרה יחסית (כ-12.4 שנים), ריכוזו באטמוספירה, וכפועל יוצא מכך במי הגשם, פחת עם הזמן, אף שהוא נותר גבוה בהרבה מרמותיו במי תהום עתיקים. כתוצאה מכך, מדידות טריטיום יכולות להבחין בין מים מודרניים למים עתיקים: מים מודרניים שמקורם בגשם מכילים ריכוזי טריטיום שבין 50 ל-100 יחידות טריטיום (TU), בעוד שהריכוזים במים עתיקים נמוכים מסף הזיהוי של מכשירים מודרניים.

הבחנה זו היא קריטית מכיוון שדגימות מי תהום מסוימות עשויות להניב גילאים עתיקים מאוד כאשר מתוארכות באמצעות פחמן רדיואקטיבי, מה שמרמז על בידוד ממושך. עם זאת, כאשר אותה דגימה נבדקת באמצעות מדידות טריטיום, ניתן למצוא ריכוזים גבוהים, המעידים כי המים אינם עתיקים לחלוטין, אלא תערובת של מים ישנים ומים שחדרו לאחרונה מגשם או שיטפונות. משמעות הדבר היא שהגיל המחושב באמצעות פחמן רדיואקטיבי אינו מייצג במדויק את הגיל האמיתי של המים, אלא משקף את הגיל הממוצע של תערובת ממקורות שונים.

מחקר עולמי אישר מסקנה זו: החוקרים השתמשו בתיארוך פחמן רדיואקטיבי כדי לנתח 6,455 מערכי נתונים ברחבי העולם מאקוויפרים המתוארים כעתיקים ואינם מקבלים תוספת מים מודרנית. עם זאת, התוצאות הראו שכמעט מחצית מהבארות הללו הכילו ריכוזי טריטיום גבוהים יחסית, מה שמעיד כי מי התהום בבארות אלו לא היו עתיקים לחלוטין, אלא תוצאה של ערבוב בין מים עתיקים למים חדשים יותר.

אישור למקור העתיק של מי זמזם בהתבסס על תוצאות טרי־טיום ופחמן רדיואקטיבי

כדי לטפל בבעיה הפוטנציאלית של ערבוב בין מים עתיקים למים חדשים, העלולה להשפיע על דיוק הערכת הגיל באמצעות פחמן רדיואקטיבי (^{14}C), נערך מדידה ישירה של ריכוז איזוטופ הטריטיום (^{3}H) על דגימה של מי זמזם. התוצאות הראו כי ריכוז הטרי־טיום בדגימה היה נמוך מגבול הזיהוי של המכשירים המודרניים, כלומר הרמות היו נמוכות ביותר ולא ניתן היה לכמתן במדויק. הידלדלות חדה זו של טריטיום מצביעה על כך שמי זמזם שייכים לקטגוריה של "מים מאובנים עתיקים", עם אפשרות של ערבוב של חלק קטן מאוד של מים חדשים.

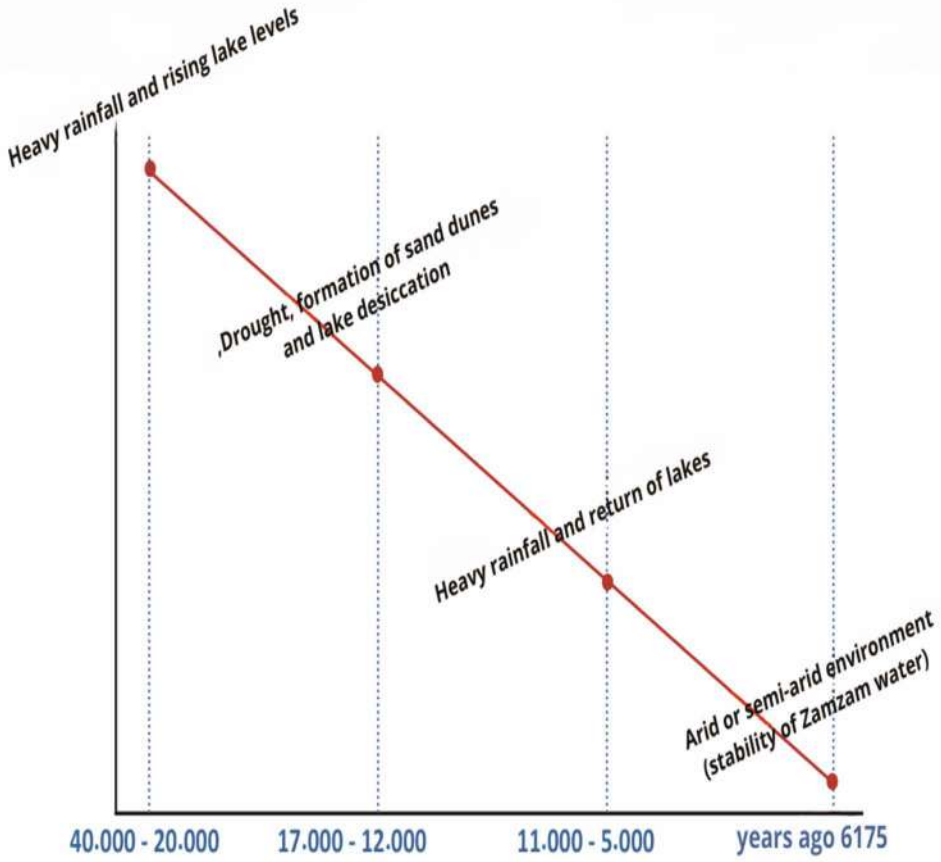
ממצא זה חיזק את התוצאות שהתקבלו מניתוח פחמן רדיואקטיבי (^{14}C), שהראו אף הן ירידה ניכרת בריכוז האיזוטופ הזה, מה שמעיד באופן מובהק על אופייה העתיק של מי התהום בבאר זמזם. כדי להבטיח את דיוקן ואיכותן של התוצאות, נערך דוח ייעודי לבקרת איכות עבור ניתוחי הפחמן הרדיואקטיבי. דוח זה כלל נתונים מחומרי ייחוס מוסמכים בעלי ערכים ידועים, שנותחו לצד הדגימה הנחקרת. תוצאות הפחמן הרדיואקטיבי דווחו בהש־וואה בין הערכים הנמדדים לערכים הצפויים, עם תיקונים שהוחלו על בסיס תקני הייחוס של המכון הלאומי לתקנים וטכנולוגיה של ארה"ב (NIST) תוך שימוש בדגימת הייחוס SRM-4990C. כמו כן, בוצעו תיקונים נוספים עבור הפרדת איזוטופים כדי להבטיח את הדיוק והאמינות הגבוהים ביותר האפשריים.

קשר בין גיל מי זמזם לשינויים אקלימיים קדומים

ממצאים מדעיים אלה עולים בקנה אחד עם מסקנותיהם של **Khalid et al. (2014)** במחקרם על מי תהום בחצי האי ערב, אשר הצביע על כך שמקור מי זמזם קשור לתנאי האקלים הקדומים של תקופת הקוורטנר המאוחרת, כאשר הגשמים היו שופעים יותר, מה שאפשר התחדשות טבעית של מי תהום עמוקים.

מחקרים פלאוקלימטיים עולמיים המבוססים על ניתוחי משקעים ואיזוטופים סבי־בתיים מצביעים על כך שאזורים הנמצאים בין קווי הרוחב 20° ו-25° צפון, כולל מכה, הממוקמת בקו הרוחב 21° צפון, חוו מספר תנודות אקלימיות משמעותיות במהלך 40,000 השנים האחרונות, המתוארות בקצרה להלן:

- **לפני 20,000–40,000 שנה**: שררה תקופה לחה, שאופיינה בגשמים עזים ובמפלסי אגמים גבוהים.
- **לפני 12,000–17,000 שנה**: אזורים טרופיים חוו בצורות ממושכות, שליוו בהיווצרות דיונות ובירידה ניכרת במפלסי האגמים.
- **לפני 5,000–11,000 שנים**: הגשמים חזרו בשפע, ומפלס האגם עלה בחדות. זו הת־קופה הסבירה ביותר שבה התמלא מחדש האקוויפר המזין את באר זמזם.
- בהתבסס על תוצאות ניתוח הפחמן הרדיואקטיבי, שקבע כי גיל מי זמזם הוא כ-6,175 שנים, ניתן לומר שההצטברות הסופית של המים במיקומו הנוכחי של הבאר התרחשה בתנאים אקלימיים הדומים לאקלים הצחיח או למחצה-צחיח המאפיין את האזור כיום. מסקנה מדעית זו עולה בקנה אחד עם התיאור המופיע בקוראן לגבי הסביבה במכה, במילותיו של הנביא אברהם ((עליו השלום)): ﴿אדוננו, השכנתי חלק מצאצאיי בעמק לא מעובד ליד ביתך הקדוש﴾ [איברהים: 37].
- הקשר בין הנתונים המדעיים המודרניים לטקסט הקוראני מציע פרספקטיבה משולבת המפגישה בין מדע לאמונה, ומאשרת את המשמעות הגאולוגית והדתית הייחודית של מי זמזם כמשאב מים ייחודי שנוצר בתנאים טבעיים יוצאי דופן.



גרף הממחיש את הרצף הכרונולוגי של תנאי האקלים והשפעתם על היווצרות מי זמזם. הגרף מבוסס על מחקרים מדעיים שבחנו את התפתחות תנאי האקלים בתקופת ההולוקן ובתקופות הגשומות, ואת השפעתם על היווצרותו והתחדשותו של אקוויפר זמזם, תוך הסתמכות על נתוני מחקר גיאולוגיים ואקלימיים (Al-Amri, 2025; Khaled et al., 2014).

תפקידה של הבינה המלאכותית בפיתוח משאבי המים של זמזם

מבוא

בינה מלאכותית (AI) והאינטרנט של הדברים (IoT) הן מהטכנולוגיות המודרניות הבולטות ביותר שאנשי מקצוע צריכים להבין לעומק, לאור תפקידן המשמעותי בשיפור הביצועים ושיפור סביבות העבודה. האינטרנט של הדברים כרוך בחיבור מכשירים וכלים יומיומיים לאינטרנט, מה שמאפשר להם לאסוף, להחליף ולנתח נתונים באופן חכם ואוטומטי. כאשר שתי טכנולוגיות אלה משולבות, הן יוצרות מערכות חכמות המסוגלות לשפר את היעילות של ניצול משאבי המים. AI ו-IoT הוכיחו את יעילותן במיטוב השימוש במשאבי המים, מה שהניע מדענים ומומחים ברחבי העולם להתמקד יותר בפיתוח ויישום טכנולוגיות אלה בפרויקטים הקשורים למים.

ענף המים העולמי מתמודד עם אתגרים הולכים וגוברים על רקע שינויי האקלים המתעצמים והדלדול של משאבי הטבע שנחשבו בעבר לשופעים ובר-קיימא. תופעות מזג אוויר קיצוניות, כגון בצורות פתאומיות ושיטפונות פתאומיים קשים, הפכו למציאות חוזרת ונשנית המקשה על היכולת לחזות את זמינות המים ומחמירה את בעיות המחסור והזיהום. אתגרים אלה משפיעים לא רק על כמות המים הזמינה, אלא משפיעים גם על איכותם, על יעילות התשתית ועל הקיימות של מערכות הטיפול וההפצה.

על רקע משבר זה, הבינה המלאכותית בולטת כאחד הפתרונות הטכנולוגיים המתקדמים והיעילים ביותר. השימוש בה תורם להשגת יעדי הקיימות הקשורים לאספקת מים נקיים ובטוחים, בהתאם לחזון 2030 של ערב הסעודית. יישומי הבינה המלאכותית בתחום זה מגוונים, וכוללים בינה מבוססת כללים, למידת מכונה, רשתות נוירונים ובינה מלאכותית גנרטיבית כגון ChatGPT.

יתרה מכך, לבינה מלאכותית יש פוטנציאל לחולל שינוי איכותי באופן ניהול משאבי המים, לא רק על ידי שיפור היעילות התפעולית, אלא גם על ידי מתן כלים חיזויים חכמים המאפשרים קפיצת מדרגה משמעותית לקראת קיימות ארוכת טווח. הבינה המלאכותית מציעה מגוון יישומים מתקדמים המתמודדים עם אתגרים מרכזיים בענף, כולל:

- **ניטור חכם של איכות המים** באמצעות מערכות חיישנים המחוברות לאלגוריתמים אנליטיים העוקבים ברציפות אחר פרמטרים כימיים ופיזיקליים כגון pH, רמות עכירות, ריכוז כלור ונוכחות מזהמים מיקרוביאליים, ומבטיחים כי שינויים יזוהו מיד עם התרחשותם.

- **איתור מוקדם של דליפות** באמצעות טכניקות של למידת מכונה לניתוח זרימת נתונים מרשתות המים ולזיהוי דפוסים חריגים העשויים להצביע על דליפות במאגרים תת-קרקעיים או בצינורות הולכה, מה שמאפשר התערבות מהירה ומפחית את ההפסדים.

- **ניהול תחזוקת תשתיות חכם** באמצעות אלגוריתמים חיזויים הקובעים לוחות זמנים אופטימליים לתחזוקה ומזהים נקודות קריטיות ברשת הדורשות טיפול דחוף, מה שמפחית עלויות ומשפר את רציפות השירות.

- **חיזוי שיטפונות וניהול יזום** באמצעות שילוב של נתונים מטאורולוגיים, סקרים הידרולוגיים ומודלים של סימולציית גשמים ליצירת מערכות התרעה מוקדמת המסייעות להתכונן לתנאי מזג אוויר קיצוניים ולמזער נזקים פוטנציאליים.

- שיפור היעילות של משאבי המים באמצעות מערכות חכמות המנטרות ומנתחות דפוסי צריכה, מציעות שיפורים, מצמצמות בזבוז ומקדמות עקרונות של ניהול נבון ושל ממשל מים בר-קיימא.

תפקידה של הבינה המלאכותית אינו מוגבל לניהול משברים. הוא מתרחב והופך לשותפות אסטרטגית בבניית עתיד מים בטוח, שבו נתונים, ידע וטכנולוגיה מהווים את שלושת עמודי התווך של ביטחון המים בעולם המשתנה ללא הרף.

מערכות מים חכמות: שילוב בין טכנולוגיה לבינה מלאכותית

מערכות ניהול מים חכמות (SWMS) הן דוגמה מוחשית לאופן שבו בינה מלאכותית וניתוח נתונים יכולים לחולל שינוי מהפכני בתחום המים. מערכות אלה משלבות חיישנים מדויקים, שירותי מחשוב ענן וניתוח נתונים בזמן אמת כדי לפקח על איכות המים, לשפר את יעילות ההפצה ולמטב את השימוש על סמך מידע מדויק, שנאסף ומנותח ברציפות.

מערכות SWMS פועלות על ידי שילוב וניתוח נתונים בזמן אמת כדי לשפר את חלוקת המים ושימורם. עם הקצב המהיר של הטרנספורמציה הדיגיטלית, שילוב טכנולוגיות בינה מלאכותית עם פלטפורמות ניתוח מבוססות ענן הפך למודל מעשי המדגים את הפוטנציאל העצום של הטכנולוגיה החכמה לתמוך ברשויות בניטור פעולות המים באופן מיידי ובדיוק גבוה. שילוב זה מעניק למקבלי ההחלטות נתונים אמינים בזמן אמת, מחזק את יכולתם לנקוט בפעולות מהירות ומבוססות מידע ומשפר את היעילות של ניהול משאבי המים.

יישומים פוטנציאליים עיקריים של מודל זה כוללים:

- ניטור בזמן אמת של איכות מי זמזם באמצעות פריסת חיישנים חכמים המחוברים לפלטפורמות מחשוב ענן למדידת מליחות, רמות מינרלים ומזהמים, עם התראות אוטומטיות כאשר מתגלים חריגות מהתקנים.
- אופטימיזציה של חלוקת מי זמזם באמצעות ניתוח נתוני הביקוש של עולי הרגל והמ־בקרים, וקישורם לאלגוריתמי למידת מכונה כדי לקבוע את הכמויות האופטימליות בנקודות החלוקה, צמצום הבזבוז והבטחת תגובה מהירה לצרכים בפועל.
- חיזוי הביקוש העתידי למים באמצעות מודלים של בינה מלאכותית המבוססים על נתונים עונתיים, מספר עולי הרגל ותנאי האקלים, כדי לסייע בתכנון האחסון והאס־פקה.
- איתור דליפות או תקלות במערכות הובלה וחלוקה באמצעות אלגוריתמים מתקדמים העוקבים אחר דפוסי הזרימה ומזהים חריגות, ובכך מאיצים את התחזוקה המונעת.
- שילוב מערכות מידע גיאוגרפיות (GIS) עם בינה מלאכותית ליצירת מפות חום המא־תרות אזורים עם צריכה גבוהה, המנחות את ההשקעה לעבר המקומות הזקוקים לכך ביותר.

שיטות עבודה מומלצות למקסום היתרונות של בינה מלאכותית בניהול מים כוללות:

- איסוף וניתוח מקיפים של נתונים על דפוסי השימוש במים. ניהול מים חכם תלוי בנ־ תונים מדויקים על הצריכה היומית, העונתית והמגזרית (מגורים, חקלאות, תעשייה). בערים גדולות כמו סינגפור, נתוני הצריכה משמשים לזיהוי שכונות עם בזבוז גבוה ולניהול קמפיינים ממוקדים להעלאת מודעות או לשדרוג התשתית.

בסעודיה, ניתן לפקח על הצריכה החקלאית באזורים צחיחים באמצעות לווויינים וחיישנים כדי להעריך את ההפסדים ולספק תמיכה טכנית ממוקדת.

- יישום מודלים של למידת מכונה לחיזוי הביקוש העתידי למים. ה-AI מנצל טכניקות כגון **ניתוח חיזוי** כדי להעריך את הביקוש העתידי למים בהתבסס על גורמים כגון נתוני מזג אוויר, גידול אוכלוסייה ופעילות כלכלית. באוסטרליה, מודלים כאלה משמשים לחיזוי עונות בצורת ולמתן המלצות מוקדמות על קיצוב מים או הגדלת נפח האחסון. ניתן לאמן מודל דומה במכה כדי לחזות את הצריכה בעונת החג' בהתבסס על נתוני עלייה לרגל היסטוריים ועל מספר העולים לרגל הצפוי.

- פריסת מונים חכמים וחיישני ניטור בזמן אמת. מונים חכמים יכולים למדוד את צריכת המים בדיוק רב, מדי שעה או אפילו מדי דקה, ולהעביר את הנתונים ישירות למרכז בקרה. בקליפורניה, מונים חכמים אפשרו איתור נזילות בבתים תוך דקות ספורות מרגע התרחשותן. ניתן להתקין חיישנים במאגר זמזם כדי למדוד את מפלס המים, את איכותם ואת הזרימה לעבר נקודות ההפצה בתוך החראם.

- פיתוח תשתית חזקה לעיבוד נתוני מים. לנתונים אין ערך אלא אם ניתן לאחסן ולנתח אותם במהירות. מרכזי נתונים ורשתות תקשורת חזקים הם חיוניים.

בדובאי, למשל, משתמשים ב"לוח מחוונים חכם" המציג למקבלי ההחלטות את מצב המים בזמן אמת. פלטפורמות ענן (כגון AWS או Azure) יכולות לאחסן נתונים מאלפי חיישני מים, ובכך לאפשר ניתוח המונע על ידי בינה מלאכותית.

- חיזוק אבטחת הסייבר להגנה על נתוני תשתיות המים: תשתית המים נחשבת ליעד קריטי, ולכן הגנה מפני פריצות ומתקפות סייבר היא חיונית. בארצות הברית הונהגו תקני אבטחה מחמירים לאחר ניסיון פריצה למערכת המים בפלורידה בשנת 2021. יש להצפין בקפדנות את נתוני האחסון וההפצה של מי זמזם כדי למנוע חבלה או דליפה של מידע רגיש על נפחי האחסון ודפוסי ההפצה.

- העלאת המודעות הציבורית לשימוש במים ולטכנולוגיה : מודעות בלבד אינה מספיקה. על האזרחים להבין את תפקידם ולהשתמש במים בתבונה, תוך הסתמכות על נתונים. אפליקציות כמו "Dropcountr" שולחות למשתמשים התראות על הצריכה החודשית ומשוות אותה לממוצעים בשכונה כדי לעודד התנהגות אחראית. אפליקציה ייעודית לחראם יכולה להציג לעולי הרגל את צריכת המים היומית מזמזם, ובכך לטפח הערכה למשאב יקר ערך זה.

- תכנון פתרונות גמישים המביאים בחשבון הבדלים גיאוגרפיים וחברתיים : אי אפשר ליישם מודל אחד בכל מקום; הפתרונות חייבים להיות מותאמים לתנאים המקומיים. באזורים הרריים, רחפנים יכולים לפקח על נתיבי מים ומקורות התחדשות טבעיים.

בכפרים מדבריים ניתן לפרוס מודלים להפצה קלים, כגון נקודות איסוף חכמות המופעלות באנרגיה סולארית, המחוברות לאפליקציה סלולרית פשוטה.

»מערכות ניהול מים חכמות (SWMS) מפקחות על איכות המים, משפרות את יעילות ההפצה ומקדמות את השימוש הרציונלי בהם.«

בינה מלאכותית: הזדמנויות ואתגרים בניהול מים

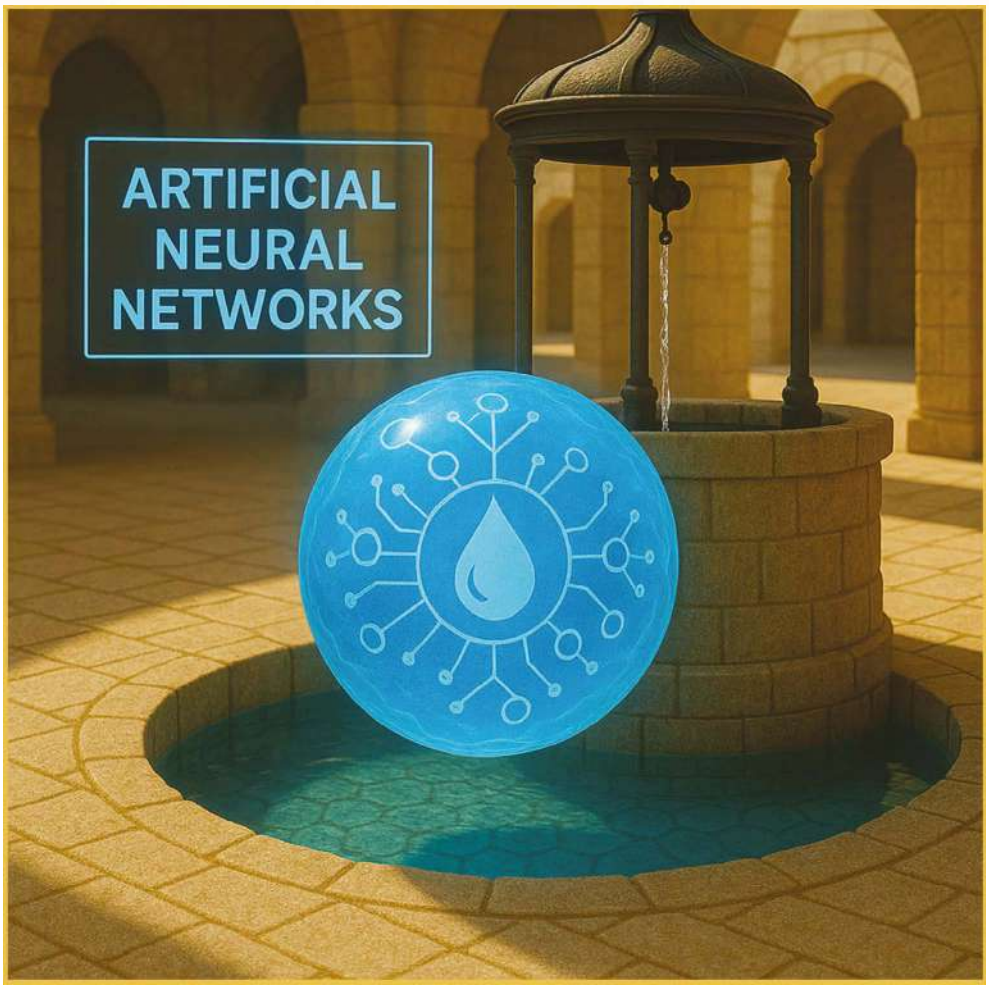
עם העלייה במורכבות האתגרים הקשורים לניהול מי תהום, החל ממחסור בנתונים ותנאי אקלים משתנים ועד לקושי בחיזוי שאיבה והטמעה, הבינה המלאכותית התגלתה כהזדמנות פז לעצב מחדש את האופן שבו אנו מבינים ומנהלים משאב חיוני זה. אך כיצד, בפועל, יכולה הבינה המלאכותית לחולל שינוי אמיתי?

כאן, רשתות עצביות מלאכותיות (ANN) מתגלות כמודל המדמה את אופן החשיבה של המוח האנושי, מה שהופך אותן למיומנות בזיהוי דפוסים מורכבים בנתונים הידרולוגיים, כגון תנודות במפלס המים או השפעות גשמים לטווח ארוך. דמיינו זאת: שימוש ב-ANN לניתוח נתוני מי זמזם לאורך השנים כדי לחזות תקופות שיא או שינויים עונתיים.

מצד שני, מערכת ה-ANFIS, שילוב של בינה מלאכותית ולוגיקה עמומה, נכנסת לתמונה כדי למלא את החוסרים שמהם סובלים מודלים מסורתיים רבים, במיוחד כאשר מדובר בנתונים חלקיים או בתנאים גיאולוגיים מורכבים. מערכת זו לא רק חוזה, אלא גם מספקת המלצות חכמות גם במצבי אי-ודאות, מה שהופך אותה לבחירה אידיאלית לניהול משאבי מי תהום באזורים כמו מכה, שבהם מצטלבים גורמים טבעיים, דתיים ותיירותיים.

אך לצד כל ההזדמנויות הללו, יש צורך לעצור לרגע ולשקול את האתגרים.

- האם יש לנו מספיק נתונים כדי לאמן את המודלים הללו?
- כיצד ניתן להתאים טכנולוגיות אלה למאפיינים הגיאולוגיים והתרבותיים הייחודיים של מקורות מים כגון באר זמזם?
- מהו העלות האמיתית בהשוואה לתועלת הצפויה?



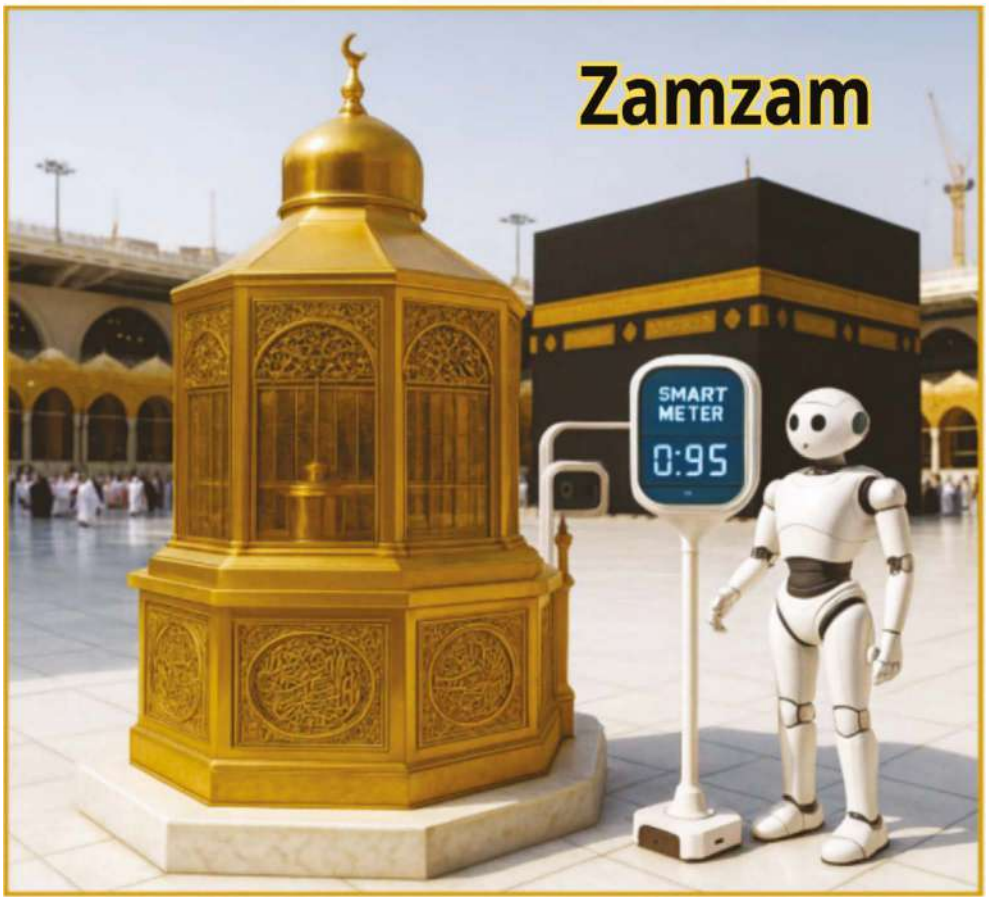
"התמונה מייצגת את הרעיון של רשתות עצביות מלאכותיות (ANN) בניתוח נתוני המים של זמזם. רשתות אלה מדמות את האופן שבו המוח האנושי מעבד כמויות עצומות של נתונים הקשורים למים, כגון רמות מינרלים, דפוסי זיהום עדינים, שינויים עונתיים באיכות ותחזיות צריכה. גישה זו נחשבת למהפכנית לניהול וניטור בר-קיימא של באר זמזם ללא התערבות אנושית ישירה."

ההצלחה בשימוש בבינה מלאכותית תלויה לא רק בדיוק המודל, אלא גם בהבנה מעמיקה של ההקשר ההידרולוגי ובשיתוף פעולה יעיל בין מהנדסים, גיאולוגים ומתכננים טכניים.

השימוש ב-AI בניהול מי תהום מייצג כיוון אסטרטגי מודרני, הפותח אופקים רחבים לפיתוח מודלים מדויקים המסוגלים לחזות את התנהגותם של משאבים חיוניים אלה, עם אפשרות לניטור בזמן אמת ולניתוח נתונים נכנסים ממקורות מרובים ומגוונים.

מדינות רבות, ובמיוחד ארצות הברית וחברות האיחוד האירופי, כבר החלו לאמץ טכנולוגיות בינה מלאכותית במערכות המים שלהן. בין הבולטות שבהן ניתן למנות smart meters, המשמשים לניטור מדויק של צריכת המים, ומערכות early contamination forecasting, המתבססות על אלגוריתמי למידת מכונה לניתוח איכות המים בזמן אמת. מערכות אלו מצמצמות את שיעורי אובדן המים ומשפרות את יכולתן של הרשויות הרלוונטיות להגיב במהירות לסיכונים סביבתיים ובריאותיים.

בנוסף, פתרונות טכנולוגיים המבוססים על Cloud AI הוכחו כיעילים ביותר בעיבוד וניתוח נתונים גדולים בזמן אמת. מערכות אלה מייצרות דוחות מדויקים ואינטראקטיביים התומכים בקובעי ההחלטות ומאפשרים ניהול מים יעיל ביותר.



התמונה ממחישה שימוש מתקדם בטכנולוגיות חכמות בתוך המסגד הגדול של מכה, באמצעות שילוב של רובוטים אינטראקטיביים ומדי מים חכמים לניטור וניתוח הסביבה סביב מקאם אבראהים והכעבה. מדי מים אלה יכולים לעקוב אחר איכות האוויר, הלחות, תנועת המבקרים, צפיפות הקהל, ואף למדוד ישירות מדדי מים או אנרגיה באתר צריכת המים זמזם הסמוך. שילוב זה של בינה מלאכותית ומערכות סביבתיות חכמות תורם לשיפור היעילות של השירותים הניתנים לעולי הרגל ולמבקרים, ומחזק את הרעיון של "מסגד חכם", שבו הטכנולוגיה משמשת לשמירה על האופי הקדוש ולא לפגיעה בו, ולהקלה על הטקסים ולא להקשתם."

בהקשר זה, ממלכת ערב הסעודית — ובמיוחד מכה והאתרים הקדושים — בולטת

כמועמדת מובילה ליישום הדרגתי של פתרונות חכמים אלה באמצעות האמצעים הבאים:

- התקנת מוני צריכה חכמים במתקנים ממשלתיים ובתשתיות חיוניות כדי להבטיח ניטור מדויק של השימוש.

- הקמת מערכת מרכזית המונעת על ידי בינה מלאכותית לניטור מפלסי המים ואיכותם בזמן אמת, בהתאם לאופי באר זמזם והאזורים הסובבים אותה.

- ניצול מודלים בקוד פתוח הנמצאים בשימוש ברחבי העולם והתאמתם לאימון מודלים מקומיים, המביאים בחשבון את המאפיינים הסביבתיים, הגיאוגרפיים והתרבותיים הייחודיים לאזור.

כמה פרויקטים לניהול מים מבוססי בינה מלאכותית בממלכה כבר זכו להצלחה מוחשית, כגון מערכות לחיזוי ביקוש המים בערים הגדולות. הדבר מחזק את היתכנות היישום של כלים דומים במקורות רגישים כמו באר זמזם, במיוחד לאור קיומם של נתונים רגישים ומשתנים הקשורים לעונות ולטקסים דתיים. עם זאת, למרות ההזדמנויות הרבות שהטכנולוגיות הללו מציעות, הן אינן נטולות אתגרים. חלק מהמודלים של בינה מלאכותית ידועים כמודלים מסוג " black box models", אשר קשה לפרש או להבין את אופן פעולתם הפנימי ותהליכי קבלת ההחלטות שלהם, דבר המפחית את השקיפות ואת האמון בתוצאותיהם. מסיבה זו, יישום טכנולוגיות כאלה דורש מומחיות אנושית מיוחדת לצד נתונים איכותיים ובכמות מספקת, דבר שעשוי להיות מוגבל בהקשרים מסוימים, מה שעלול להשפיע על דיוק החיזוי ואיכות המודל.

לפיכך, ההצלחה בתחום זה תלויה במספר גורמים קריטיים, ובפרט:

- הבטחת איכות הנתונים באמצעות אימוץ קריטריונים מדויקים וסטנדרטיים לאיסוף ותיעוד הנתונים.

- מתן הכשרה מתמשכת ובניית יכולות לאנשי מקצוע בתחום המים, כדי להבטיח הבנה מלאה של טכנולוגיות בינה מלאכותית ויכולת להפעיל ולתחזק אותן.

- פיתוח מדיניות רגולטורית וחקיקתית ברורה להסדרת השימוש בנתונים, להבטחת אבטחתם ולהגנה על פרטיותם.

ניצול בינה מלאכותית לניהול מי תהום הוא צעד הכרחי להשגת ניהול נבון ובר-קיימא של משאב חיוני זה, במיוחד בסביבות רגישות בעלות משמעות דתית ורוחנית מיוחדת, כגון באר זמזם במכה. הצלחתו של שינוי טכנולוגי זה מחייבת שילוב של יכולות טכניות, מחויבות מוסדית ומודעות קהילתית, כדי להבטיח את ביטחון המים לדורות הבאים.

תפקידה של הבינה המלאכותית בשלבי הפיתוח של מי זמזם

מי זמזם הם אחד ממקורות המים הנערצים ביותר, בעלי מעמד מיוחד באסלאם. הם אינם רק מקור למים לשתייה. למי זמזם יש משמעות רוחנית עצומה, המושרשת עמוק בהיסטוריה האסלאמית, והם זוכים להוקרה רבה בקרב המוסלמים. מדי שנה מגיעים אליו מיליוני עולי רגל ומבקרים, מה שהופך את ניהולו לחשוב ביותר. עם האתגרים הסביבתיים הגוברים והלחצים הנובעים ממספר המבקרים ההולך וגדל, קיים צורך דחוף לאמץ טכנולוגיות מודרניות ובר-קיימא שיוכלו להבטיח את שימורו של משאב ייחודי זה. בהקשר זה, הבינה המלאכותית מהווה כלי רב עוצמה, המציע הזדמנויות מבטיחות לניהול ולפיתוח משאבי מי זמזם באמצעות יכולות החיזוי, הניתוח וקבלת ההחלטות שלה.

ההסתמכות על בינה מלאכותית אינה עוד מותרות טכנולוגית או אופציה עתידית. היא הפכה לצורך דחוף להשגת קיימות מים, שיפור יעילות ניהול המשאבים ואיזון בין הביקוש הגובר לבין ההיצע הזמין. בזכות יכולתה ללמוד מנתונים, להסתגל לשינויים ולקבל החלטות חכמות, הפכה הבינה המלאכותית למרכיב מרכזי בעיצוב עתיד ניהול המים ברחבי העולם.

ראשית: מדוע עלינו לתת עדיפות לבינה מלאכותית בניהול מי זמזם?

בעולם שחווה התקדמות מהירה בטכנולוגיות חכמות, ניהול משאבי המים בשיטות מסורתיות כבר אינו מספיק. מי זמזם, המעיין המבורך והיוצא דופן הזה, ראויים לניהול באמצעות השיטות המדעיות המתקדמות ביותר כדי להבטיח את קיימותם, טוהרם ואיכותם, במיוחד לאור האתגרים הגוברים הקשורים לצריכה עונתית ולשינויי אקלים.

כדי להשיג זאת, טכנולוגיות AI מלאכותית ולמידת מכונה (ML) מתגלות ככלי עבודה חיוניים. הן מסוגלות להבין את המורכבות של מערכת המים של זמזם, לעבד כמויות אדירות של נתונים בדייקנות ובמהירות, ולקבל החלטות חכמות המשפרות את איכות הניהול ואת הביצועים. להלן הטכנולוגיות הבולטות ביותר מבין אלה והסיבות לחשיבותן:

- **רשתות עצביות מלאכותיות (ANN):** הרשתות הללו, הפועלות כמו מוח אלקטרוני, יכולות לחזות התנהגויות מורכבות של מי זמזם, כגון שינויים במפלס המים או באיכותם

עקב גורמים סביבתיים. לדוגמה, הן יכולות לחזות ירידה במפלס המים בעונות השיא או לזהות שינויים בהרכב המים הנגרמים על ידי תצורות גיאולוגיות.

- **מודלים חכמים של סדרות זמן (בגון LSTM):** מודלים אלה "מבינים" את הזמן, מנתחים נתוני צריכה יומיים ושנתיים כדי לחזות את שיעורי הביקוש בעונות החג' והעומרה, ומזהים שינויים עונתיים פתאומיים בהרכב המים.

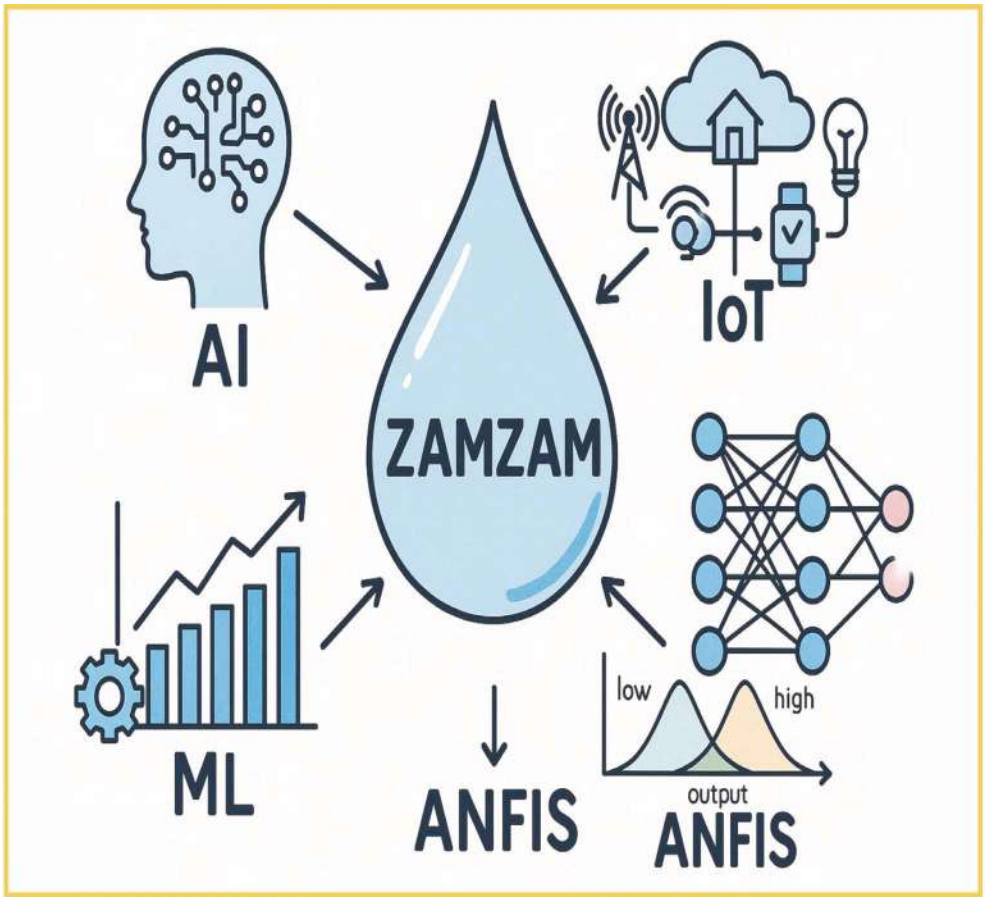
- **מערכת הסקה נוירו-עמומה אדפטיבית (ANFIS):** כאשר הנתונים אינם שלמים או סותרים, מערכת זו משלבת בינה מלאכותית עם לוגיקה עמומה כדי לספק החלטות מדויקות. היא אידיאלית להערכת איכות המים עם נתונים חלקיים או לניטור נזילות לא ברורות.

- **למידה חיזוקית:** גישה זו מאפשרת למערכות ללמוד ולהסתגל באופן עצמאי. לדוגמה, היא יכולה לפתח אסטרטגיות חכמות להפצת מי זמזם בהתבסס על צפיפות המבקרים, ולבצע אופטימיזציה של ביצועי תחנות הבקבוק והאחסון לאורך זמן.

- **אלגוריתמים לזיהוי חריגות:** אלגוריתמים מסוג זה פועלים כ"עין פקוחה". הם מזהים כל שינוי חריג באיכות או בכמות, כגון דליפות נסתרות או עלייה מפתיעה באחוז המינרלים. הם מתריעים על תקלות באופן מיידי.

- **Computer Vision + AI:** זה מוסיף ממד חכם לניטור זמזם, למשל, בדיקת בקבוקים, זיהוי חזותי של זיהומים ומעקב אוטומטי אחר קווי המילוי כדי להבטיח רמות גבוהות ביותר של ניקיון ואיכות.

- **Big Data + ML:** כאשר מדובר במיליוני מבקרים ובמיליארדי נקודות נתונים (זמן, מיקום, טמפרטורות, צריכה אישית, ...), חשיבות ניתוח הביג דאטה מתבררת: לחזות את הביקוש, לקבוע את השפעות מזג האוויר או רעידות האדמה על זרימת הבאר, ולתכנן את נפחי המים בצורה מדעית ומבוססת מחקר.



התמונה מגלמת חזון משולב ליישום בינה מלאכותית וטכנולוגיות חכמות בניתוח ובניהול מי זמזם. על ידי שילוב של האינטרנט של הדברים (IoT), למידת מכונה (ML), רשתות עצביות מלאכותיות (ANN) ומערכות הסקה נוירו-עמומות אדפטיביות (ANFIS), ניתן לפתח מערכת חכמה המסוגלת לפקח על איכות המים, לחזות שינויים עתידיים ולקבל החלטות מדויקות ויעילות כדי להבטיח את הקיימות ארוכת הטווח של באר זמזם."

שנית: תפקידו של האינטרנט של הדברים (IoT) בניהול מי זמזם ובהבטחת איכותם

האינטרנט של הדברים (IoT) ממלא תפקיד מרכזי ומתקדם בניהול ובקרת איכות מי זמזם באמצעות פריסת רשת של מכשירים וחיישנים חכמים המחוברים לאינטרנט לאיסוף וניתוח נתונים בזמן אמת. התפקידים העיקריים כוללים:

- **ניטור מפלס המים בזמן אמת**

חיישנים מותקנים במיכלי האחסון של זמזם ולאורך קו הבאר כדי לפקח על מפלסי המים באופן מיידי, להבטיח אספקה רציפה ולמנוע ירידות פתאומיות במאגרים.

- **מדידה רציפה של איכות המים**

חיישנים חכמים מוצבים במקורות ובמתקני האחסון של זמזם כדי למדוד מדדים כגון רמת ה-pH, מליחות, טמפרטורה, תכולת מינרלים וטוהר המים. קריאות אלה מועברות בזמן אמת למערכות ניתוח מרכזיות, מה שמאפשר זיהוי מיידי של כל שינוי באיכות.

- **ניהול צריכת המים ושיפור היעילות**

מדי מים חכמים עוקבים אחר הכמויות הנצרכות בנקודות ההפצה בתוך החראם ובמתקנים הקשורים אליו, ומאפשרים הקצאה טובה יותר וצמצום הבזבוז. יחידות קירור ומיכלי אחסון מחוברים למערכות בקרה מבוססות IoT, המתאימות את הטמפרטורה והלחות בהתאם לתנאי הסביבה ולצרכי הצרכנים.

- **איתור מוקדם של תקלות ודליפות**

באמצעות חיישני לחץ וזרימה, ניתן לזהות ולטפל בכל בעיה ברשת ההובלה או הבקבוק של זמזם – כגון נזילות או סתימות בצינורות – לפני שהן מחמירות.

- **שילוב עם טכנולוגיות בינה מלאכותית**

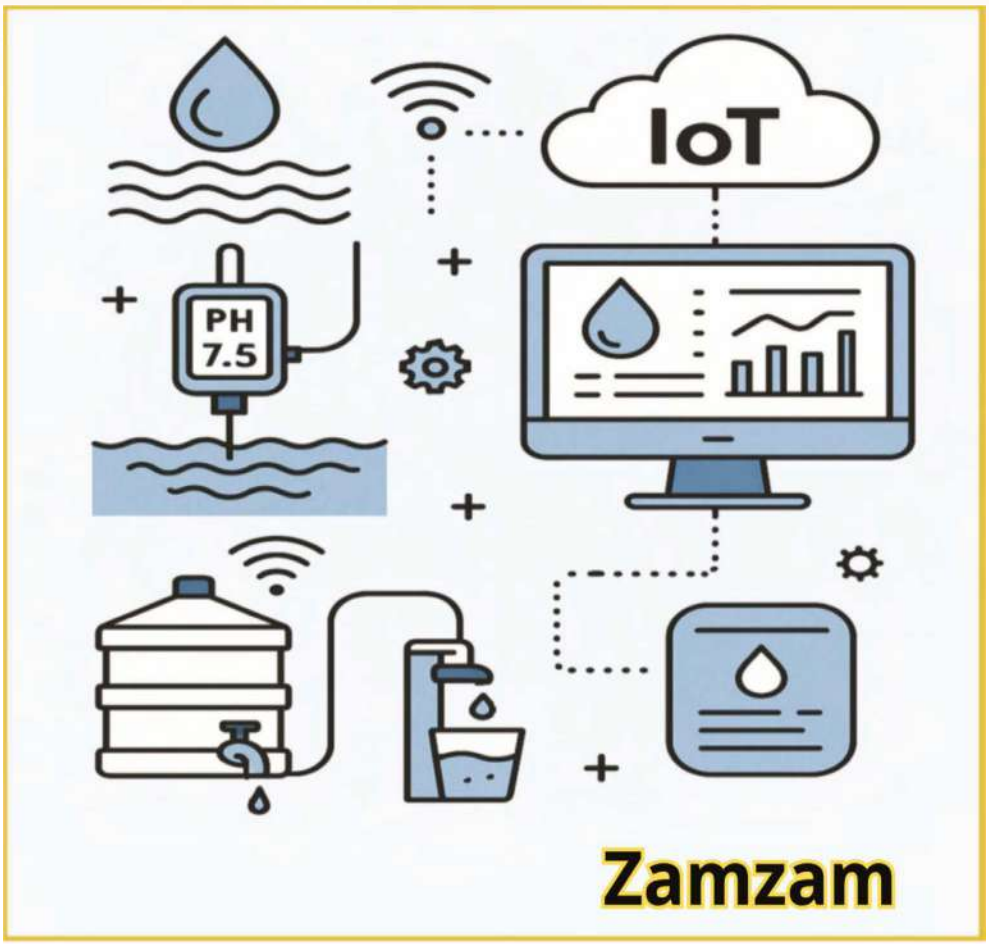
על ידי שילוב נתוני IoT עם אלגוריתמי למידת מכונה, ניתן לחזות את הביקוש העתידי למים בעונות החג' והעומרה, מה שמאפשר תכנון הפצה בהתאם.

- **מעקב אחר מחזור המים מהמקור ועד להפצה**

מכשירים למעקב מותקנים לאורך שרשרת האספקה (מהבאר ועד לנקודות ההפצה) כדי להבטיח שקיפות מלאה בניהול Zamzam, ובכך להבטיח הפצה הוגנת ובטוחה. ניתן ליצור דוחות תקופתיים אוטומטיים על איכות המים וביצועי המערכת, מה שמשפר את הפיקוח ומבטיח עמידה בתקנים בריאותיים ודתיים.

- **לוחות מחוונים מרכזיים**

כל הנתונים שנאספו מוצגים בלוחות מחוונים דיגיטליים, המאפשרים לפקידים לפקח על מצב הרשת ולקבל החלטות מושכלות בזמן אמת.



"התמונה מציגה חזון מעשי ליישום האינטרנט של הדברים (IoT) במעקב ובניהול חלוקת מי זמזם. המערכת כוללת שימוש בחיישנים דיגיטליים למדידת מדדי איכות בגון רמת החומציות (pH), כאשר הנתונים מועברים אוטומטית לפלטפורמות ענן לצורך ניתוח והצגה בלוחות מחוונים חכמים. באמצעות טכנולוגיות אלה ניתן לקבל החלטות מיידיות בנוגע להפצת המים, או להוציא התראות במקרה של חריגות. מערכות אלה מאפשרות גם יצירת דוחות תקופתיים מבוססי נתונים כדי להבטיח שקיפות וקיימות בניהול מי זמזם."

שלישית: שימוש בבינה מלאכותית לניטור וניתוח נתונים הידרולוגיים ניהול חכם של באר זמזם הוא תהליך מורכב הדורש הבנה מדויקת של התנהגות מי התהום באזור אל-חראם. בינה מלאכותית מספקת כלים עוצמתיים לניתוח כמויות גדולות של נתונים הידרולוגיים מורכבים, כגון:

- מפלסי מי התהום בבאר ובאזורים הסובבים אותה.
- קצב התחדשות טבעי וקצב שאיבה יומי בעונות שונות.
- נתונים אקלימיים, כגון כמויות גשם, טמפרטורה ולחות, והשפעתם על האקוויפר. אלגוריתמי למידת מכונה, כגון Artificial Neural Networks, ורגרסיה ליניארית ולא ליניארית, משמשים לבניית מודלים חיזויים מדויקים המסוגלים לצפות שינויים במפלסי המים ובהרכב הכימי, במיוחד בתקופות שיא כגון עונת החג' ורמדאן. הדבר מסייע לייעל את פעולות השאיבה ואת חלוקת המים כדי להשיג יעילות ולהפחית אובדן. אחד היישומים המבטיחים ביותר הוא שילוב טכניקות בינה מלאכותית עם נתוני קהל עונתיים כדי לחזות את הלחץ על משאבי זמזם בעונות העומרה והחג', גישה שהפכה אפשרית הודות לכלי למידת מכונה שכבר משמשים לניהול רשתות מים עירוניות מסוימות בממלכה.

רביעית: שיפור מערכות השאיבה וההפצה באמצעות טכנולוגיות ניטור ובקרה חכמות

בינה מלאכותית תורמת לפיתוח מערכת חכמה לניהול פעולות שאיבת וחלוקת מי זמזם, בהתבסס על נתונים בזמן אמת המסופקים על ידי חיישנים חכמים המותקנים בתחנות שאיבה וברשתות חלוקה. ניתן להשיג זאת באמצעות:

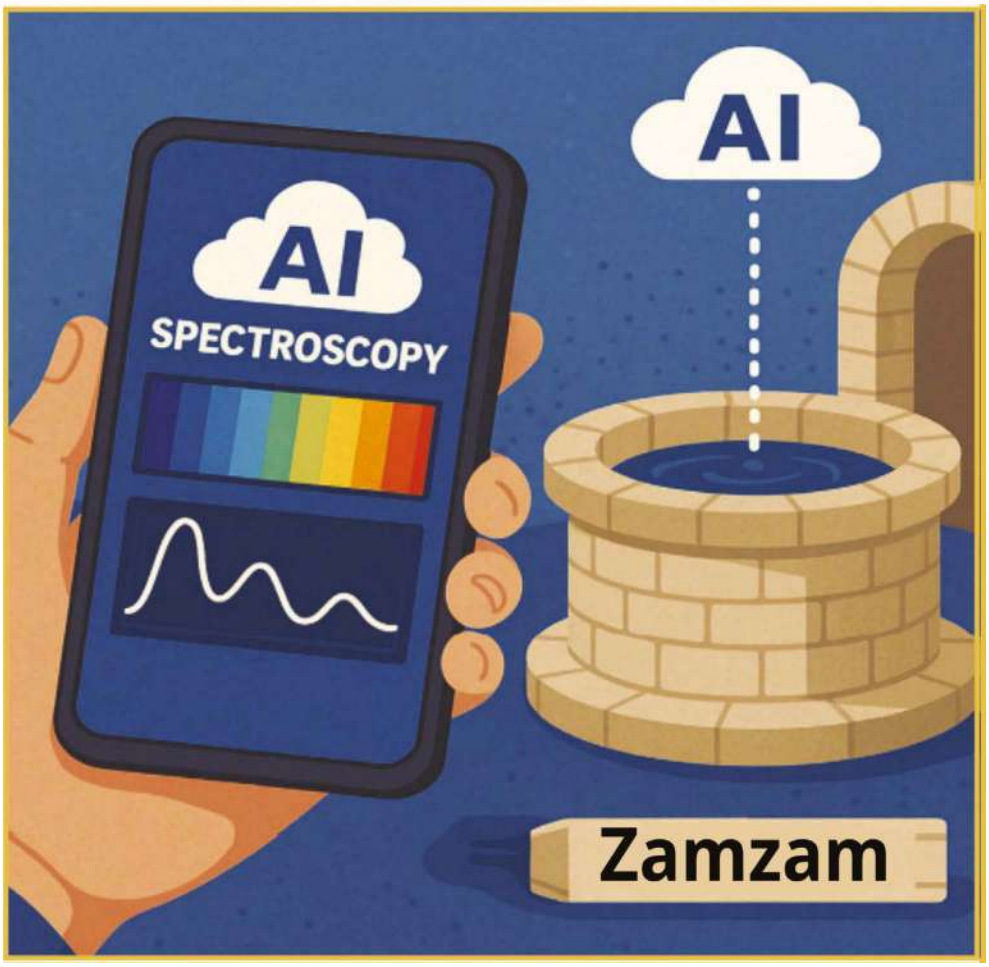
- ניתוח נתוני הצריכה כדי לזהות שעות שיא ולבחור לוחות זמנים אופטימליים לשאיבה, צמצום בזבוז ושיפור יעילות האספקה.
- שיפור ביצועי תחנות השאיבה ומכלי המים באמצעות ניטור היעילות התפעולית שלהם והמלצה על אמצעי שיפור מתמשכים.

- יישום תחזוקה חזויה על ידי צפיית תקלות פוטנציאליות במכשירים ובמערכות מכניות לפני התרחשותן, איתור מדויק של מיקום התקלות, ובכך צמצום זמן ההשבתה ושיפור היעילות התפעולית.
- ניתן לנצל פתרונות מוכחים מפרויקטים אחרים בתחום המים בממלכה, כגון חיישנים חכמים בבירה ומערכות ניטור משולבות בינה מלאכותית. אלה מאפשרים אופטימיזציה של הביצועים ובקרת איכות בזמן אמת, שניהם חיוניים בניהול מקור מים קדוש וחיוני כמו באר זמזם.

חמישית: ניטור איכות המים וחיזוי זיהום

ניטור איכות מי זמזם הוא אחד מאבני היסוד של הניהול החכם של משאב מבורך זה. הבינה המלאכותית מציעה כלים מתקדמים המשפרים את היעילות של תהליך זה, כולל:

- שימוש בטכניקות זיהוי אוטומטיות ועיבוד תמונות לניתוח דגימות כימיות ומעבדתיות, כדי להבטיח הערכה מדויקת ביותר של תוכנן ומרכיביהן.
- ניטור תקופתי של התכונות הפיזיקליות והכימיות של המים, כגון רמת ה-pH, העכירות וריכוזי המלח והמינרלים, מתבצע באופן מיידי ורציף.
- מחקרים אחרונים הראו את היעילות של טכניקות spectroscopy המונעות על ידי בינה מלאכותית בניתוח ספיגת הספקטרום של המים, מה שמאפשר זיהוי של מזהמים זעירים שאולי לא ניתן לזהות בשיטות מסורתיות.
- חיזוי זיהום פוטנציאלי, בין אם מיקרוביאלי או כימי, באמצעות אלגוריתמים מתקדמים המנתחים דפוסים היסטוריים, מוציאים אזהרות מוקדמות ומציעים פעולות מתקנות מיידיות כדי להפחית סיכונים.



ספקטרוסקופיה ובינה מלאכותית (AI) מיושמות במחקר התכונות הכימיות והפיזיקליות של מי זמזם. מערכת זו מסתמכת על ניתוח ספקטרומי האור המוחזרים מהמים כדי לזהות ריכוזי מינרלים, זיהומים ומאפיינים אופטיים עדינים, ולאחר מכן משתמשת ב-AI כדי לפרש את התוצאות, להשוות דפוסים וליצור דוחות מדויקים בזמן אמת. טכניקה זו מייצגת צעד מתקדם באימות לא פולשני של איכות מי זמזם, ומשפרת את האמינות ומהירות הניטור.

שישי: מודלים חיזויים של שינויי אקלים והשפעתם על באר זמזם

הבינה המלאכותית תורמת לבניית מודלים סימולטיביים עתידיים המסייעים בהבנת השפעות שינויי האקלים על משאבי המים של זמזם, כדלקמן:

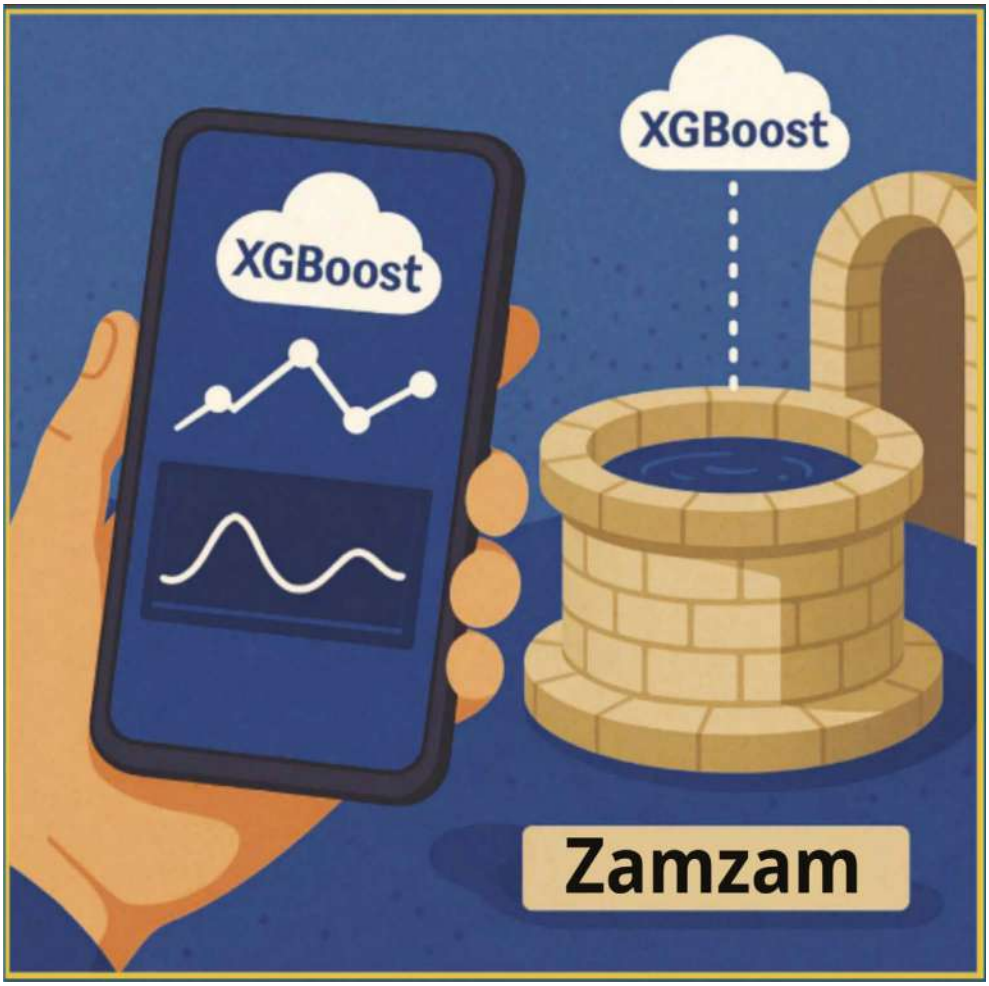
- ניתוח סדרות זמן של נתונים מטאורולוגיים היסטוריים ועבשוויים.
- חיזוי הסבירות להתרחשות שיטפונות או תקופות בצורת והשפעתן על התחדשות האקוויפר המזין את הבאר.
- שילוב נתונים סביבתיים עם דפוסי הצריכה של המבקרים כדי ליצור תרחישי תחזית התומכים בתכנון ובקבלת החלטות בתנאי אקלים משתנים.

כלי למידת מכונה מתקדמים כגון **XGBoost** ורגרסיה לא ליניארית הראו דיוק גבוה בחיזוי תנודות במי התהום. מחקר אחד יישם כלים אלה על אקוויפרים חצי-צחיחים בהודו, והתוצאות פורסמו ב-Nature Scientific Reports בשנת 2022, מה שפתח את הדלת ליישומים דומים בבאר זמזם.

שביעי: תמיכה בקבלת החלטות ובגיבוש מדיניות מים

לבינה מלאכותית יש יכולת חזקה לתמוך בקובעי מדיניות בניהול מי זמזם, כדלקמן:

- שילוב ביג דאטה עם אלגוריתמים של ניתוח חיזוי כדי לספק תובנות מדויקות ועדכניות.
- פיתוח מדיניות מים יעילה המבוססת על נתונים וניתוח נתונים, תוך שיפור היעילות בניהול הביקוש וההיצע.
- שיפור התיאום בין הגופים התפעוליים והרלוונטיים האחראים על חלוקת המים ותחזוקתם.
- הכנת דוחות תקופתיים אינטראקטיביים המאפשרים תגובה מהירה למקרי חירום ולסיכונים פוטנציאליים.



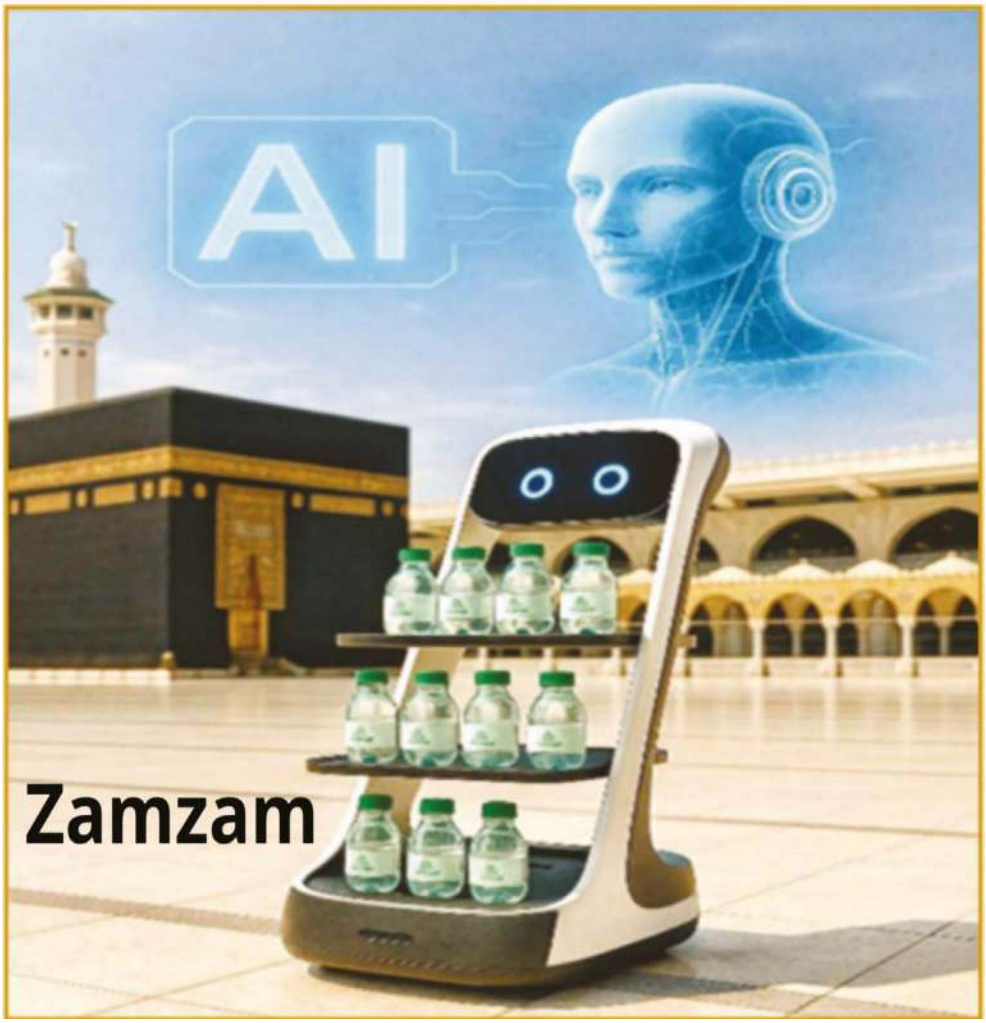
התמונה ממחישה את השימוש באלגוריתם XGBoost, אחת מטכניקות הלמידה המכונה החזקות ביותר לניתוח ביג דאטה, כדי להעריך במדויק את תכונות מי זמזם. ניתן להשתמש ב-XGBoost כדי לחזות שינויים באיכות לאורך זמן או לסווג דגימות על סמך מדדים פיזיקליים וכימיים מדויקים. כאשר משלבים ניתוחים אלה באפליקציות לסמארטפונים, הם הופכים לזמינים בזמן אמת, ותורמים לניטור מיידי, התרעה מוקדמת ותכנון יזום לניהול חכם ויעיל של מי זמזם.

שמיני: יישום מעשי של בינה מלאכותית בפרויקט זמזם

בניסוי שטח מתקדם, הוצבו לאחרונה רובוטים חכמים להפצת מי זמזם בתוך המסגד הקדוש במכה ומסגד הנביא במדינה. רובוטים אלה מצוידים במספר יכולות מתקדמות, כולל:

- היכולת לחלק 30 בקבוקי מים בכל מחזור פעולה.
- שימוש בטכנולוגיית SLAM (מיקום ומיפוי סימולטניים) כדי לקבוע במדויק את מיקומם ולמפות את הסביבה.
- יחידת ערפל חכמה המצוידת במערכות התראה קוליות וויזואליות.
- יכולת לפעול באופן אוטונומי במשך 5 עד 8 שעות רצופות ללא התערבות אנושית.
- טעינת סוללה מהירה ויעילות אנרגטית גבוהה.
- מצויד במצלמות ובחיישני לייזר המאפשרים תנועה גמישה והימנעות ממכשולים.
- הרשויות מתכננות להמשיך לפתח את המערכת הזו באופן הבא:
- התקנת תחנות מילוי מים אוטומטיות מסוג זמזם במסגד הקדוש.
- שימוש במכשירים חכמים למדידת מפלס המים והטמפרטורה בבאר.
- בחינת שיטות מתקדמות לשיפור היעילות והחלקות של חלוקת המים באמצעות רובוטים ובינה מלאכותית.

שילוב הבינה המלאכותית בניהול ובפיתוח משאבי מי זמזם הוא צעד אסטרטגי להבטחת הקיימות של משאב מבורך זה. באמצעות שימוש בניתוחים חכמים, ניטור מתקדם, מודלים חיזויים ותמיכה בקבלת החלטות, ניתן לשמר את איכותם ויעילותם של מי זמזם, ולהבטיח שהם ימשיכו לענות על צורכי העולים לרגל והמבקרים, תוך שמירה על ערכיהם הדתיים וההיסטוריים. בדרך זו נוצר שיתוף פעולה מבורך בין אמונה למדע, כאשר הטכנולוגיה המודרנית מנוצלת לשירות האנושות והקודש. https://arab.news/jr8e7



התמונה מייצגת יישום אמיתי של בינה מלאכותית בהפצת מי זמזם בתוך המסגד הגדול של מכה, שם נעשה שימוש ברובוטים חכמים אינטראקטיביים המצוידים במערכות ניווט אוטונומיות ובראייה ממוחשבת כדי לספק בקבוקי זמזם לעולי הרגל ולמבקרים בצורה בטוחה, יעילה ובת-קיימא. טכנולוגיה זו היא חלק מיוזמת הטרנספורמציה הדיגיטלית בשני המסגדים הקדושים, שמטרתה להשיג את הסטנדרטים הגבוהים ביותר של איכות בריאותית, להפחית את התלות בעבודה אנושית ולהבטיח חלוקה הוגנת ומהירה.

מי זמזם הם משאב מים נדיר, המתאפיין בהרכב ייחודי בעל חשיבות דתית ומדעית כאחד. עם ההתקדמות הטכנולוגית, התאפשר להשתמש בטכניקות של בינה מלאכותית, ובפרט באלגוריתמים של למידה עמוקה, כדי לנתח שינויים עדינים בהרכב הכימי של המים. הדבר תורם לזיהוי מוקדם של כל שינוי לא רצוי ותומך ביישום אמצעי מניעה לשמירה על המאפיינים הטבעיים והרוחניים של המים המבורכים הללו. מודלים של בינה מלאכותית יכולים גם להציע אסטרטגיות חכמות לשאיבת מים מהבאר באופן ששומר על האיזון ההידרולוגי שלה מבלי לפגוע בהיבטים הדתיים או הסמליים שלה.

מודלים של התנהגות מי תהום באמצעות למידת מכונה

טכניקות למידת מכונה כגון:

- רשתות עצביות מלאכותיות (ANN)
- רגרסיה מרובה
- אלגוריתמי סיווג וקיבוץ

משמשות כדי לדמות את התנהגות האקוויפר בתנאי אקלים שונים, כגון בצורת או גשמים עזים. כלים אלה מסייעים לחשוף דפוסים נסתרים בנתונים העשויים להצביע על מקורות הטענה חדשים לבאר או לסמן שינויים הדרגתיים באקוויפר. בשילוב עם מערכות מידע גיאוגרפיות (GIS), ניתוחים אלה יכולים לייצר מפות מדויקות המדגישות אזורי הטענה ואזורי סיכון סביבתי פוטנציאליים, ומאפשרות ניהול פרואקטיבי המבוסס על ניתוח מרחבי וזמני משולב.

הצעות מעשיות לשימוש בבינה מלאכותית בבאר זמזם

תוך התחשבות מלאה בקדושתו הדתית והתרבותית של האתר, מוצעות מספר יישו־מים מעשיים מתאימים, כולל:

- מערכת לחיזוי מפלס המים בזמן אמת: מבוססת על מערכי חיישנים המעבירים נתו־נים חיים לאלגוריתמים חיזויים, ומשפרת את יעילות הניטור והבקרה.
- לוח בקרה אינטראקטיבי: מציג שינויים זמניים בריכוזי היסודות הכימיים כדי לעקוב אחר האיכות ולהבטיח עמידה בתקנים.
- מערכת בקרה חכמה על השאיבה: שומרת על איזון דינמי בין נפחי הצריכה לקצב ההטענה הטבעי.
- מאגר נתונים דינמי מבוסס ענן: מנצל טכנולוגיות מחשוב ענן כדי לאפשר עדכונים רציפים ולתמוך בקבלת החלטות המבוססות על נתונים עדכניים בזמן אמת.

אתגרים הקשורים לשימוש בבינה מלאכותית בניהול מי זמזם

למרות היכולות הטכניות המתקדמות, נותרו מספר אתגרים, ביניהם:

- היעדר נתונים היסטוריים מדויקים נובע מאופיו המיוחד של האתר ומהקושי בביצוע מחקרי שטח ארוכי טווח.
- ההרכב הייחודי של מי התהום בזמזם מחייב פיתוח אלגוריתמים מיוחדים, המתחש־בים במאפיינים הגיאולוגיים וההידרולוגיים הייחודיים שלו.
- שיקולים דתיים ותרבותיים: כל התערבות טכנית חייבת לכבד את הסמליות הקדושה של הבאר ולהבטיח שיישומים מודרניים לא יסתרו את האמונות הדתיות.
- מחסור במומחיות טכנית מיוחדת: הפרויקט דורש כישורים המשלבים בינה מלא־כותית, הנדסה סביבתית והידרולוגיה, מומחיות שאולי אינה זמינה כרגע לכל בעלי העניין.

דוגמאות ליישום בינה מלאכותית ואינטרנט הדברים

השימוש ב-AI וב-IoT בניהול המים בממלכה הפך למציאות מתקדמת, המשקפת את מחויבות המדינה לשימור משאב אסטרטגי זה ולהבטחת הקיימות והאיכות שלו באמצעות הטכנולוגיות החכמות העדכניות ביותר.

כלים דיגיטליים מתקדמים

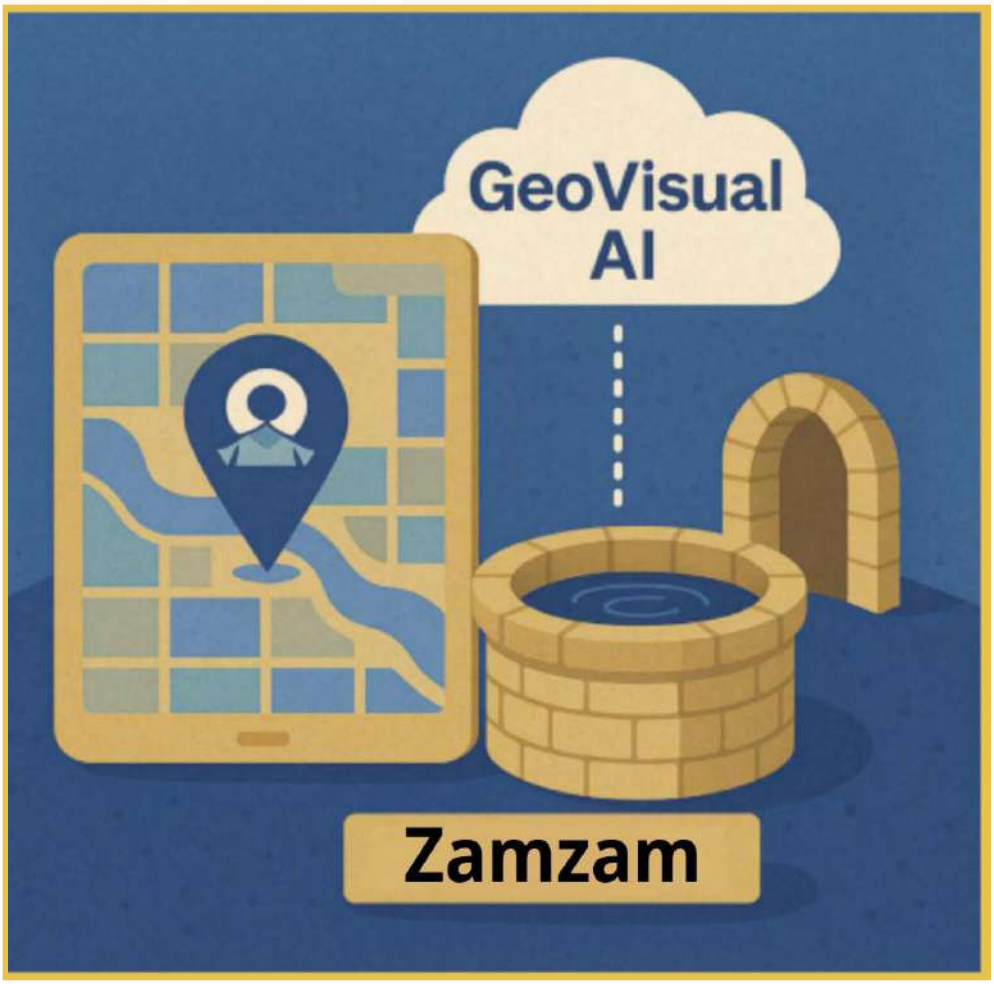
עם התקדמות טכנולוגיות הסימולציה הדיגיטלית, ניתן כעת לתמוך במודלים של התנהגות מי זמזם באמצעות שיטות מתוחכמות. מגוון כלים דיגיטליים מתקדמים יכול לתרום למודלים מדויקים של התפלגות מי זמזם מתחת לקרקע ושינויים בהרכבם לאורך זמן. דוגמאות כוללות:

- Microsoft Azure Digital Twins: משמש לבניית מודל דיגיטלי משולב של הבאר המשלב נתונים היסטוריים ונתונים עדכניים.
- לוחות מחוונים חכמים עם מערכות התרעה מוקדמת: מסוגלים לנתח נתונים ולספק התראות חיזוי.
- מערכות Edge AI: מאפשרות ניטור בזמן אמת במקור המים, כפי שמיושם בתחנות מסוימות באירופה לניטור זיהום.
- Geovisual AI: מעבד תמונות מחיישנים תת-קרקעיים כדי לנתח באופן חזותי מבנים גיאולוגיים ואת אקוויפר.

כלים אלה משמשים לניטור האינטראקציות בין מי זמזם לגורמים סביבתיים או אקלימיים, ומספקים תחזיות מדויקות לטווח ארוך לגבי תכונותיהם הכימיות.

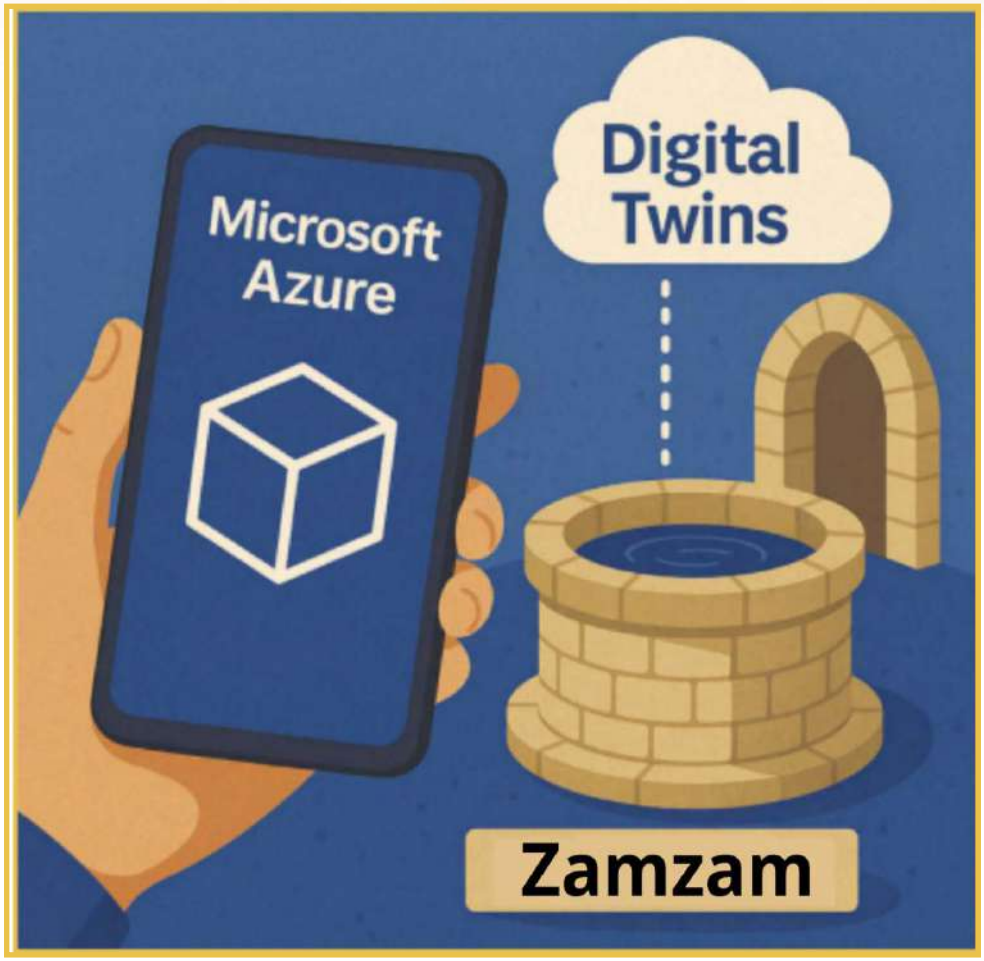
טבלה המציגה את טכניקות הבינה המלאכותית הבולטות ביותר, היתרונות שלהן והיישומים שלהן בזמן

טכניקה	יישום בזמן	יתרון
למידת מכונה	חיזוי הביקוש והצריכה בכל עונות החג' והעומרה.	תכנון מראש של ההפצה, למניעת מחסור או בזבוז.
ניתוח נתונים גדולים	ניתוח נתוני צרכנים, טיסות, חות־מות זמן ומיקום בזמן אמת.	שיפור הניהול התפעולי ודיוק קבלת ההחלטות.
רשתות עצביות מלאכותיות (ANN)	זיהוי שינויים קלים או לא טבעיים בתכונות המים לאורך זמן.	איתור מוקדם וטיפול מהיר.
ראייה ממוחשבת	מכשירים לבדיקה וזיהוי של עצמים לא רצויים וחריגות באמצעות מצלמות.	שיפור הניטור והבטיחות.
רובוטיקה	שימוש ברובוטים נקיים ובטוחים להגשת מי זמזם במסגד הגדול ובסביבתו, ולצמצום הפסולת.	מתן חוויה ייחודית לעולי הרגל ולמבצעי העומרה והפ־חתת הפסולת.
האינטרנט של הדברים (IoT)	חיבור מונים ומאגרים חכמים ומדידת הצריכה באמצעות רשת מאוחדת.	מעקב אחר רשת חלוקת המים והגבלת הצריכה.
תכנות בשפה טבעית (NLP)	מתן שירות לקוחות חכם המשפר את חוויית המבקר ומספק גישה מהירה למידע שהוא מחפש.	שיפור חוויית המשתמש ומתן גישה מהירה למידע עבור חברות.
בינה מלאכותית גנרטיבית	סימולציה של תרחישים לתכנון מאג־רים חדשים למים, או לתכנון ופיתוח דגמי משאבות חדשים.	מידול וסימולציה לתכנון מא־גרים חדשים ושיפור מערכת השאיבה.
מערכות תמיכה בקבלת החלטות	מתן (לדוגמה) לוח זמנים לקבלת החלטות או רגולציה אנושית המבו־ססת על ניתוח נתונים מתקדם.	קבלת החלטות מונעת נתונים.
תאום דיגיטלי	יצירת מודל דיגיטלי מפורט ביותר של הבאר והמתקנים שלה, עם יכולות ניטור וסימולציה בזמן אמת.	סימולציה של תרחישים אפשריים וניטור המערכת בזמן אמת.
חיישנים ולמידה	שימוש בחיישנים בעלי דיוק גבוה למדידת איכות המים, צפיפותם וקצב הזרימה, ולעיבוד כל שינוי.	ניטור איכות המים ותגובה מהירה לכל שינוי.
ניתוח חיזוי	חיזוי הפסקות התחזוקה החשובות ביותר לצורך תכנון הצריכה, וכן הסתברויות להפסקות ולזיהום.	תכנון הצריכה, תקלות פוטנציאליות וזיהום.
בינה מלאכותית (AI) ואינט־רנט של הדברים (IoT)	מדידת רמות + איכות המים	ניטור רמות ואיכות המים לצורך תכנון טוב יותר.
מודלים הידרולוגיים מבוססי בינה מלאכותית	התאמה לדינמיקה	מודלים של הדינמיקה בבארות וחיזוי שינויים.



"התמונה ממחישה ביצד ניתן להשתמש בטכנולוגיות ה-GeoVisual AI כדי לעקוב אחר תנועת מי התהום סביב באר זמזם ולנתח את השפעת התשתית המודרנית על קיימותה. טכנולוגיה זו משלבת בינה מלאכותית עם נתונים גיאוגרפיים, כגון תמונות לוויין ומפות דיגיטליות, כדי להבין את דפוסי השינוי הסביבתיים והגיאוגרפיים סביב הבאר. ה-GeoVisual AI תורמת גם לבניית מודלים חיזויים להשפעות העתידיות של שינויים אקלימיים או סיסמיים על הבאר, ובכך משפרת את יכולתן של הרשויות הרלוונטיות לקבל החלטות אסטרטגיות מושכלות."

"התמונה משקפת את הפוטנציאל המתקדם של בינה מלאכותית בקצה הרשת (Edge AI) לתמיכה בקיימות של באר זמזם באמצעות ניתוח באתר של נתונים המתקבלים מחיישנים חכמים המחוברים לבאר. בניגוד לבינה מלאכותית מבוססת ענן, Edge AI מאפשרת עיבוד ישירות במקור, ומספקת אינטראקציה ותגובה מהירות יותר, צריכת רוחב פס מופחתת, הגנה טובה יותר על נתונים רגישים, ואוטונומיה תפעולית רבה יותר בתוך המסגד הגדול. טכנולוגיה זו יכולה לפקח על פרמטרים חיוניים לאיכות כגון pH, מוליכות ורמות מים, ולהפעיל התראות מיידיות ללא צורך בחיבור רציף לרשתות חיצוניות, מה שהופך אותה לאידיאלית ליישומים רגישים באתרים קדושים."



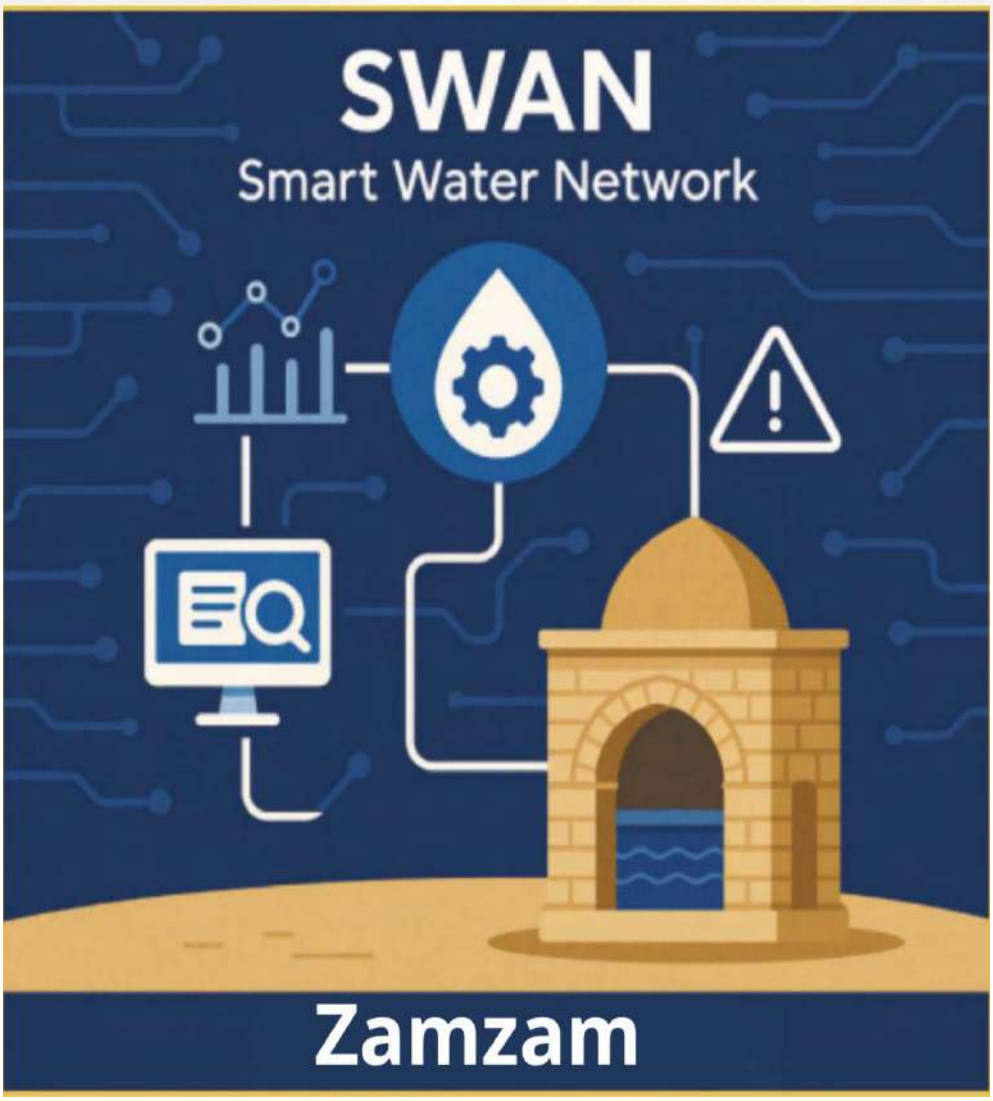
התמונה מציגה את יישום קונספט התאום הדיגיטלי (Digital Twin) לבאר זמזם באמצעות פלטפורמת Microsoft Azure. תאום דיגיטלי הוא מודל וירטואלי חי המשקף את הפעילות האמיתית המתרחשת בבאר ומתעדכן בזמן אמת על סמך נתונים מחיישנים חכמים. קונספט זה מספק הדמיה דינמית של שינויים בעומק, בזרימה ובאיכות המים; מדמה תרחישים עתידיים כגון מחסור במים או זיהום; ומשפר אסטרטגיות תפעול ותחזוקה באמצעות ניתוח חיזוי. השימוש בתאומים דיגיטליים בניהול באר זמזם מייצג צעד מהפכני בשימור משאב קדוש זה באמצעות הכלים של המהפכה התעשייתית הרביעית, ומבטיח את בטיחותו וקיימותו לדורות הבאים."

מקרים מהעולם האמיתי

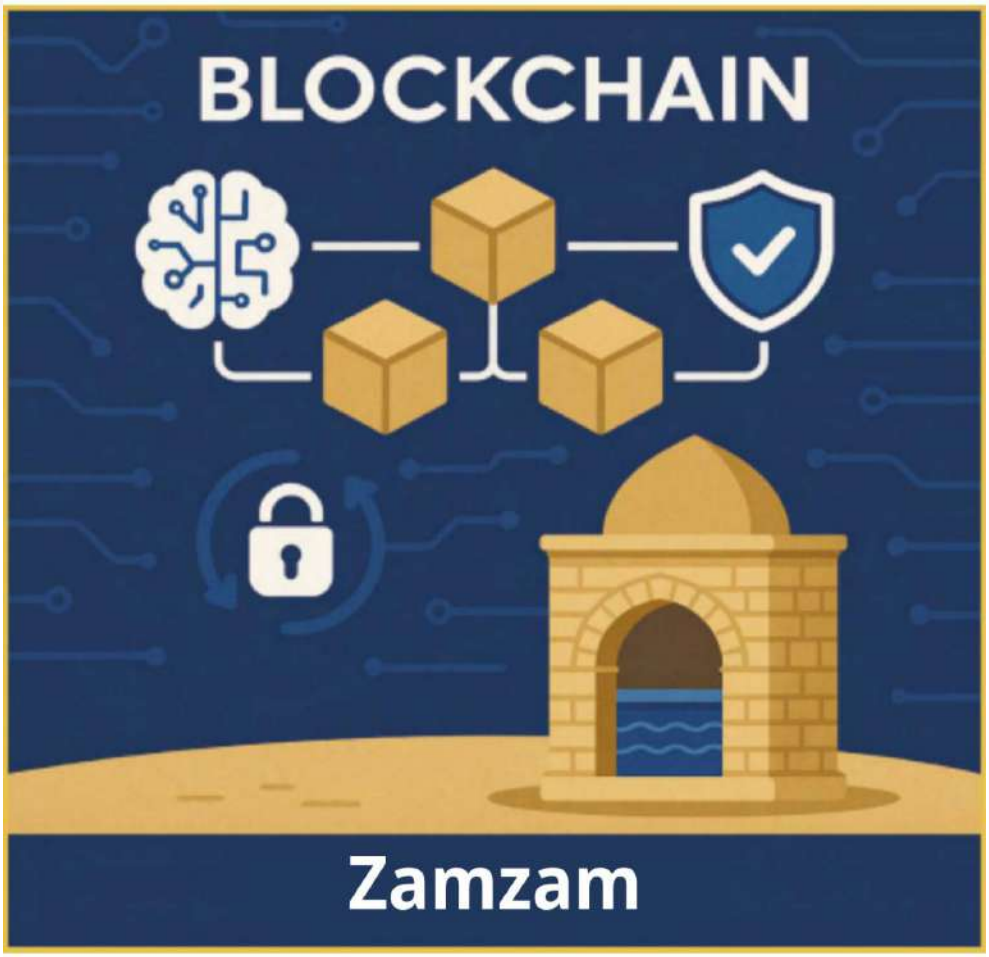
- פלטפורמות מבוססות ענן משמשות לניטור איכות המים בזמן אמת. מחקרים שפורסמו בכתבי עת מדעיים מובילים הוכיחו את יעילותם של אלגוריתמי בינה מלאכותית בחיזוי זיהום או שינויים בתכונות המים בסביבות דומות.

- אחד מסיפורי ההצלחה הבולטים בעולם הוא מערכת SWAN בבריטניה, פלטפורמה חכמה המשתמשת באלגוריתמי בינה מלאכותית לחיזוי הביקוש למים ולזיהוי דליפות ברשתות התשתית. מערכת זו סייעה בשיפור ניהול המים ובהפחתת האובדן. הצלחות אלו מבטיחות עתיד מזהיר להרחבת השימוש ב-AI וב-IoT בתחום המים — במיוחד באמצעות מערכות חישה חכמות כמו SCADA, המאפשרות לגורמים הרשמיים לפקח ולנתח נתונים בזמן אמת, ובכך להקל על קבלת החלטות מדויקות ובזמן הנכון. יישומים אלו לא רק משפרים את ניהול כמות המים, אלא גם משפרים את בקרת האיכות, שכן ה-AI יכול למדוד את איכות המים בדיוק ובמהירות גבוהים, ובכך להגביר את היעילות של מערכות הניטור והבטיחות.

- בנוסף ל-AI, טכנולוגיית Blockchain התפתחה כפתרון מתקדם לאחסון ושיתוף כמויות גדולות של נתונים אלקטרוניים בצורה מאובטחת ושקופה. עם הצמיחה המהירה בשימוש בביג דאטה, השימוש בבלוקצ'יין הפך חיוני לחיזוק שיתוף הפעולה הגלובלי. שילוב הבלוקצ'יין עם ה-IoT מהווה אבן פינה לבניית מערכות חכמות מודרניות המבוססות על שקיפות ודיוק באיסוף וניתוח נתונים. שותפות זו מסייעת להתגבר על המגבלות של מערכות מסורתיות, שלעתים קרובות סובלות מריכוזיות ומיכולת מוגבלת לעבד ביג דאטה ביעילות ובמהירות.



התמונה מציגה את שילוב באר זמזם במערכת **SWAN (Smart Water Network)** — רשת חכמה האוספת ומנתחת נתוני מים בזמן אמת באמצעות חיישנים וטכנולוגיית ניתוח מתקדמת. מערכת זו כוללת ניטור אוטומטי של איכות המים, זיהוי מוקדם של שינויים או תקלות, חיזוי צריכה והערכת יעילות ההפצה. שילוב באר זמזם במסגרת חכמה זו הוא צעד יזום להשגת הרמות הגבוהות ביותר של קיימות ובטיחות עבור מי זמזם, המאפשר לרשויות לבצע ניתוח חיזוי ותחזוקה חכמה כדי להבטיח זרימה רציפה ולשמור על איכותם."

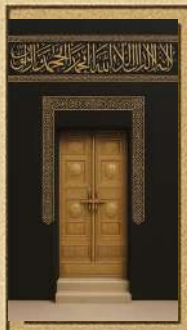


התמונה ממחישה את הפוטנציאל הטמון בשימוש בטכנולוגיית **Blockchain** בניהול פעילות מי זמזם במסגרת מערכת מאובטחת ושקופה. באמצעות תיעוד כל הנתונים הקשורים לאיכות המים, הבקבוק, האחסון, ההובלה וההפצה בפלטפורמת בלוקצ'יין, הרשויות הרלוונטיות יכולות להבטיח שהנתונים הרגישים מוגנים מפני חבלה או אובדן. ניתן לעקוב אחר כל בקבוק זמזם ממקורו (הבאר) ועד לנקודת ההפצה, ובכך לחזק את אמון המשתמשים באמצעות שקיפות מלאה ולהקל על ביצוע ביקורות דתיות ומדעיות אוטומטיות ומתועדות. כאשר משלבים Blockchain עם בינה מלאכותית, המערכת זוכה ביכולת להפוך לחכמה, ולקבל החלטות מאובטחות בזמן אמת — כגון הנפקת התראות מיידיות במקרה של שינויים פתאומיים באיכות המים או בנתיבי האספקה.

אחת החידושים הבולטים ביותר בתחום ניהול המים היא ה"Smart Ball ", מערכת מתקדמת שנועדה לאתר נזילות תת-קרקעיות בלתי נראות. טכנולוגיה זו מהווה חלופה יעילה למכשירים מסורתיים, ומסייעת להפחית בזבוז, עלויות ומאמץ, תוך שיפור היעילות בשימוש במשאב חיוני זה. הטכנולוגיה מבוססת על כדור קטן המצויד בחיישן אקוסטי בעל דיוק גבוה, המנטרת את מהירות זרימת המים בתוך הצינורות ומאתרת כל צליל חריג שעשוי להעיד על נזילה. ה-Smart Ball יכול לנוע במהירות של עד 3 קילומטרים לשעה ולכסות מרחק של עד 35 קילומטרים ביום. טכנולוגיה זו יושמה לראשונה בדובאי בשנת 2021, והשיגה תוצאות מרשימות על ידי הפחתת אובדן המים לפחות מ-4.5%, אחד השי־ עורים הנמוכים ביותר שנרשמו בעולם. היא גם סייעה לצמצם את עלויות התפעול על ידי זיהוי וטיפול מוקדם בסדקים קטנים.

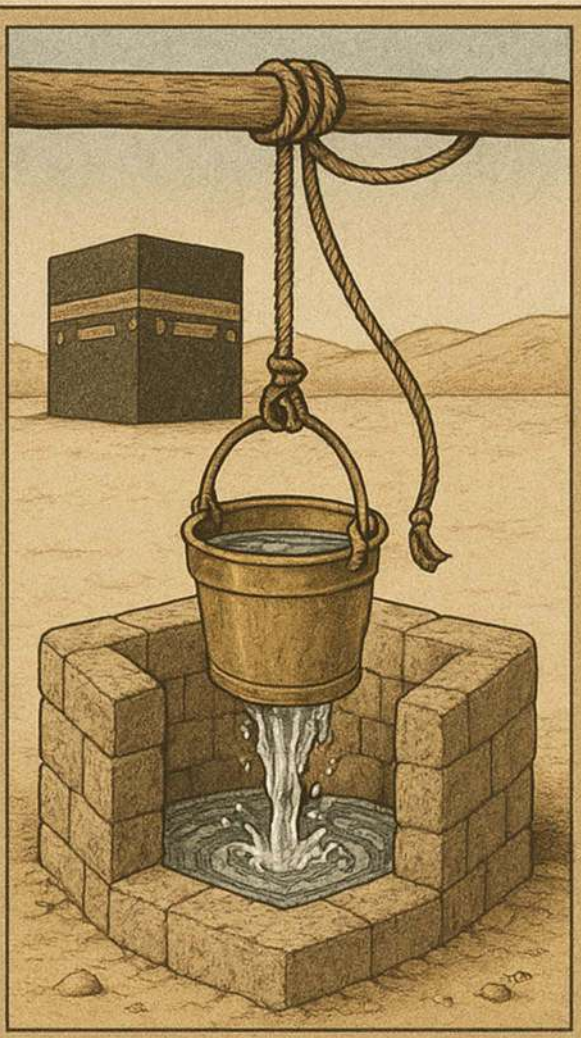
התמונה מדגישה את טכנולוגיית Smart Ball, אחת השיטות המודרניות המשמשות לניטור איכות המים בתוך מקורות סגורים כגון בארות. בהקשר המוצע לבאר זמזם, טכנולוגיה זו משמשת לזיהוי שינויים באיכות המים בזמן אמת, ללא צורך בציוד גדול או בהתערבות אנושית ישירה. יכולות ה-Smart Ball כוללות מדידת לחץ, טמפרטורה, מוליכות חשמלית ומגנטיות; איתור דליפות מיקרוסקופיות וקורוזיה פנימית; ותיעוד נתונים ברציפות תוך כדי תנועתה בבאר. שילוב טכנולוגיה זו במערכת זמזם מהווה צעד לקראת מהפכה חכמה בניטור פנימי של הבאר ובשמירה על איכותה הגבוהה באמצעות כלים יזומים ומדויקים."

AI
AI



פרק שבע

זמזם במדד הרפואי:
מים עם סגולות שעלו אפילו על גבולות המדע



ראיות מדעיות ליתרונותיו של זמזם

ריפוי באמצעות זמזם בעבר

היתרונות הרפואיים המודרניים של זמזם

טיפול במחלות הפה והשיניים בזמזם

השפעת זמזם על סרטן וגידולים

זמזם בטיפול במחלות כליה וכבד

טיפול במחלות אחרות באמצעות זמזם

הפעילות של מי זמזם נגד פטריות וחיידקים

מבוא

מי זמזם הם אחד מאוצרות המים הגדולים ביותר שאללה העניק למוסלמים, לא רק בשל המשמעות הרוחנית העמוקה שלהם, המושרשת עמוק בלבבות המוסלמים, אלא גם בשל הסמליות ההיסטורית, הבריאותית והמדעית שלהם. מאז ראשיתו של האסלאם, מים מבורכים אלה נקשרו למושגים של ריפוי, ברכה וטוהר, ונשארו לאורך הדורות מקור השראה ואמונה, הנתמכים על ידי החדית'ים הנבואיים האצילים וניסיונות אנושיים חוזרים ונשנים ברחבי העולם. עם זאת, עם ההתקדמות המדעית המודרנית, עלו שאלות קריטיות: האם למים מזמזם באמת יש סגולות ריפוי שניתן לאמת? והאם יש ראיות מתוצאות מעבדה או ממחקרים קליניים המאששות אמונה היסטורית זו?

נכון להיום, רשויות רפואיות ברחבי העולם אינן מכירות באופן רשמי במי זמזם כתרופה מוחלטת למחלה כלשהי, ותכונותיהם לא שולבו בפרוטוקולים המקובלים בפרקטיקה הקלינית המודרנית. עם זאת, ההרכב הכימי הייחודי שלה, התכונות הפיזיקליות הייחודיות והפרופיל המיקרוביולוגי המדהים שלה הניעו מספר גדל והולך של חוקרים לערוך מחקרים ניסויים ומעבדתיים, אשר חשפו תפקיד פוטנציאלי למים אלה בתמיכה בבריאות הציבור, במיוחד במקרים של מחלות כרוניות, דלקות וסוגים מסוימים של סרטן, כמו גם מחלות כליה וכבד, בין היתר. מחקרים אלה מצביעים על כך שמי זמזם מכילים ריכוזים מאוזנים של יסודות ביו-אקטיביים כגון סידן, מגנזיום, פלואוריד, סלניום, אבץ וליתיום, יחד עם רמת בסיסיות מתונה התורמת לתמיכה בסביבה הפנימית של הגוף. תוצאות מעבדה הדגימו גם את יכולתם לעכב את צמיחתם של תאים סרטניים מסוימים, להפחית סמנים דלקתיים, לשפר מדדי תפקוד כלייתי ולהפגין פעילות אנטיבקטריאלית.

למרות חשיבותן של ממצאים אלה, חשוב להביר בכך שרוב המחקרים הזמינים נמצאים עדיין בשלביהם המוקדמים, וחלקם נערכו על בעלי חיים או בסביבות מעבדה מבוקרות (in vitro), ולכן אינם מספיקים כדי להסיק המלצות טיפוליות מוחלטות לבני אדם. עם זאת, אינדיקטורים ראשוניים אלה פותחים אופקים מבטיחים למחקר מדעי עתידי וקוראים לניסויים קליניים נרחבים כדי להעריך את השפעות מי זמזם בדיוק מדעי קפדני.

לפיכך, שתיית מי זמזם יכולה להיחשב בגורם תומך לבריאות הכללית כחלק מאורח חיים מאוזן, מבלי להחליף טיפול רפואי מודרני או התייעצויות עם מומחים. ההבחנה בין אמונה לחקירה מדעית אינה מרמזת על סתירה; אלא, היא סוללת את הדרך להבנה משלי־מה בין אמונה למחקר, המובילה לשימוש מודע יותר במתנה אלוהית ייחודית זו.

מהרגע שבו המלאך גבריאל ((עליו השלום)) גרם למים מזמזם לפרוץ מתחת לרגליו של ישמעאל, מקור זה לא היה רק אמצעי השקיה במדבר צחיח, אלא הבטחה אלוהית לטיפול ורחמים, מגדלור תקווה מחודש בלבו של כל מי ששותה ממנו בביטחון. במהלך הדורות, מי זמזם חרגו ממשמעותם הקדושה והפכו לסמל לריפוי, למפלט לחולים, למג־דלור של תקווה למתייסרים, ולכמיהה עמוקה לכל עולי הרגל והמבקרים במסגד הקדוש.

בספרי ההיסטוריה והרפואה הנבואית, מופיעות שוב ושוב התייחסויות ליתרונותיו הבריאותיים. אבן אל-קאיים אל-ג'וזייה, המתאר את חוויותיו האישיות, ציין כי שתה מי זמזם פעמים רבות וחיפש בהם ריפוי, ומצא בהם "דבר נפלא" של ריפוי ברשות אללה. גם האימאם אל-נאווי אישר כי חיפוש הריפוי כבר "נוסה" בעבר. דבר זה מעיד כי המוד־עות לבריאות באסלאם לא הייתה נפרדת ממעיין מבורך זה; אלא שהאמונות הללו חרגו מהאמונה התיאורטית והפכו למציאות חיה, שכן אנשים המליצו באופן קבוע על שתייתו בעת מחלה. חלק מ"אל-סאליחון" (הצדיקים) אף המליצו עליו לריפוי הנפש לפני הגוף. עם הזמן, אמונה זו לא נעלמה; במקום זאת, מעבדות מודרניות סיפקו כלים חדשים לאימותה או לפחות להבנתה בשפה מודרנית. מחקרים רפואיים שנערכו לאחרונה החלו לשפוך אור על תכונותיו של מי זמזם מנקודת מבט מדעית, ומשלימים את ההבנה המסורתית בראיות אמפיריות. בשנת 2023 נערך מחקר שהדגים את יכולתו של מי זמזם לעבב את צמיחתם של חיידקים פתוגניים, כגון סטפילוקוקוס אוראוס, תוך שהוא עולה בביצועיו על שלושה סוגים של מים מינרליים זמינים מסחרית מבחינת טוהר (Ahmed, 2023). בנוסף, מחקר קליני באוניברסיטת המלך סעוד (2021) מצא כי שתיית מי זמזם שיפרה מדדים חיוניים מסוימים בקרב חולי כליות ללא תופעות לוואי על תפקוד הכליות; נהפוך הוא, היא תרמה לאיזון נוזלי וגירוי של פונקציות תאיות מסוימות.

בתחום הפסיכולוגיה, תשומת לב הופנתה לליטיום המופיע באופן טבעי במי זמזם, יסוד המשמש לטיפול בדיכאון ובהפרעות מצב רוח. הדבר הוביל להצעות לשילוב מי זמזם בתוכניות גמילה מהתמכרויות ותמיכה פסיכולוגית, לא רק בשל הרכבם הכימי אלא גם בשל השפעתם הרוחנית.

במחקר קליני שנערך בשנת 2014 על ידי Al-Hanri et al.,, התוצאות חשפו שיפור משמעותי במדדי הבריאות של חולים בסוכרת מסוג 2 לאחר שתיית מי זמזם, כולל ירידה ברמות הלחץ החמצוני ושיפור ברמת הסוכר המצטברת HbA1c, בהשוואה למי שתייה רגילים. תוצאות אלו יוחסו להרכב העשיר של מי זמזם באלמנטים נוגדי חמצון.

מחקרים אחרים הצביעו על כך שהריכוזים הגבוהים יחסית של ליתיום, סידן, מגנזיום ואבץ עשויים לתמוך במערכת העצבים המרכזית ולשפר את מצב הרוח, מה שמחזק את ההשערה לגבי השימוש בזמזם כגורם תומך בעלות נמוכה בתוכניות שיקום פסיכולוגיות (Almad, 2023).

מבחינה אופטית, מחקרים ספקטרוסקופיים הראו כי מי זמזם מתאפיינים בקליטה אופטית ובהחזרה גבוהות יותר בהשוואה למים אחרים, כמו גם במקדם שבירה גבוה יותר, המעידים על מבנה מולקולרי ייחודי (El-Zaiat & Elshamy, 2015). מבחינה כימית, ניתוחים הראו כי מי זמזם מכילים רמות אידיאליות של סידן, מגנזיום, נתרן ופלואוריד – יסודות התורמים לבריאות העצמות והמערכת החיסונית ומווסתים את תפקוד השרירים והלב.

עם זאת, לא ניתן להתייחס למים מזמזם כתרופה במובן המודרני של המילה, אך הם נותרים מעיין ייחודי המשלב בין "כוונת הריפוי" ל"יעילות מרכיביו", ומאחד בין הרוחני למדע. בפרק זה, נצא עם הקורא למסע מרתק המשלב סיפורי ריפוי עתיקים עם ממצאי מעבדה מודרניים, ונחשוף כיצד מים מזמזם נותרו, לאורך הדורות, שונים מכל מים אחרים.

ראיות מדעיות ליתרונות מי זמזם

מי זמזם מהווים זה מכבר סמל לאמונה ולריפוי בתרבות האסלאמית, כאשר היתרונות שלהם קשורים קשר הדוק לאמונות דתיות עמוקות ששורשיהן נטועים לאורך מאות שנים. עם זאת, ההתקדמות המדעית המודרנית מובילה אותנו לחקור יתרונות אלה במסגרת השיטה הניסויית, ומציבה את המים המבורכים הללו בנקודת מפגש ייחודית בין וודאות דתית לבין ראיות מדעיות.

המימד הדתי והדוקטרינרי

החדית' האציל של הנביא עליו השלום: "מי זמזם מיועדים לכל מטרה שלשמה הם נשתים", המסופר על ידי אבן מאג'ה ואל-ביחאקי ואומת על ידי חוקרי חדית' כגון אל-סויוטי ואל-נאוואוי, משקף את ההיקף המקיף של יתרונות מי זמזם, הכולל את כוונת השותה, בין אם לריפוי, להקלה או לרווחה רוחנית. בספרי הסירה והחדית' תועדו עדויות רבות של חבריו של הנביא ושל חכמים ששתו מי זמזם מתוך כוונה להחלים, לחפש ידע או לפרנסה, וראו תוצאות מוחשיות. חדית' אחר אומר: "החום הוא מחום הגיהינום, לכן צננו אותו במי זמזם", מה שמפתח את הדלת לאפשרות של הורדת טמפרטורת הגוף באמצעות שתיית מים בעלי תכונות ייחודיות מיוחדות, ותומך ברעיון של השפעות ביולוגיות מוחשיות.

תכונות כימיות ייחודיות

ניתוחים כימיים מודרניים מצביעים על כך שמי זמזם מכילים הרכב מאוזן של קטיונים ואניונים:

קטיונים: סידן, נתרן, אשלגן ומגנזיום

אניונים: ביקרבונט, סולפט, חנקתי וכלוריד

הרכב זה דומה לזה של מינרלים שולחניים מבחינת האיזון היוני, ונחשב מועיל לת־מיכה בתפקוד השרירים והעצבים, לוויסות לחץ הדם, לחיזוק העצמות והשיניים, ולשיפור האיזון החומצי-בסיסי בגוף (Aini et al., 2022).

השפעות אנטיבקטריאליות ונוגדות חמצון

מחקרים ראשוניים הראו כי מי זמזם מפגינים פעילות אנטיבקטריאלית כנגד חיידקים פתוגניים מסוימים, כגון Staphylococcus aureus ו-Escherichia coli (E. coli). ההנחה היא כי השפעה זו קשורה לריכוז המינרלים הגבוה ול-pH האלקלי יחסית (7.9–8.0), היוצרים סביבה עוינת להתפתחותם של חיידקים מסוימים (Damayanti et al., 2023; Al-Zuhair & Khounganian, 2006).

ניסויים מעבדתיים הוכיחו גם כי למים מזמזם יש יכולת נוגדת חמצון, מה שמאפשר להם, בתיאוריה, להילחם ברדיקלים חופשיים מזיקים בתאים, מנגנון חשוב במניעת דל־קות כרוניות וסרטן.

השפעה פסיכולוגית ואפקט פלצבו

בסביבות דתיות, הסמליות של מי זמזם עצמם עשויה לתרום לריפוי משופר באמצ־עות אפקט הפלצבו, שבו האמונה והכוונה ממלאות תפקיד משמעותי בחיזוק המערכת החיסונית ובשיפור המדדים הפסיכולוגיים והפיזיולוגיים של המטופל. תופעה זו אינה מפ־חיתה מערכו של מי זמזם; נהפוך הוא, היא מאשרת כי יתרונותיו הם הוליסטיים, ומקיפים הן את הממד הרוחני והן את הממד הפיזי, המהווים מרכיבים בלתי נפרדים של הרווחה הכללית (Murfat et al., 2023).

קריאה לעריכת מחקר קליני קפדני

למרות ההבטחות המדעיות, מרבית המחקרים הנוכחיים נותרים מוגבלים לסביבות מעבדה או לניסויים קליניים מצומצמים, מה שמדגיש את הצורך במחקר קליני קפדני כדי למדוד את השפעות מי זמזם על פרמטרים בריאותיים מרכזיים, כגון:

- לחץ דם ורמות סוכר בדם;
- סמנים לדלקת כרונית;
- בריאות מערכת העיכול;
- תפקוד הכליות והכבד.

חוקרים קראו להקמת "פרוטוקולים אתיים" כדי להבטיח כבוד לממד הדתי של מי זמזם, תוך מתן כלים מחקריים קפדניים שיכולים להוביל לתוצאות מדויקות ומוכרות באופן אוניברסלי (Nurhapsari & Kamila, 2023; Abdillah & Kusyowo, 2021). בסך הכל, המחקר המדעי על היתרונות של מי זמזם נמצא עדיין בשלביה הראשוניים, כאשר הממצאים הראשוניים מעודדים וקוראים למחקרים נוספים, לא רק כדי לאמת את השפעותיו הפיזיולוגיות, אלא גם כדי להבין את הקשר בין מים, אמונה וריפוי. כיבוד קדושת המים הללו אינו סותר את המחקר עליהם; נהפוך הוא, הוא הופך אותם למודל ייחודי לגילוי נקודת המפגש בין דת למדע.

ריפוי במי זמזם בעבר

מי זמזם הם מהמשאבים הרוחניים והטבעיים הגדולים ביותר שאללה העניק למוסל־מים. מאז ראשית האסלאם, הם נקשרו למושג הריפוי, בין אם באמצעות שתייה ישירה ובין אם באמצעות רחצה, נתמכים במסורות נבואיות אותנטיות ובמנהגים החוזרים ונשנים של החברים, התלמידים, המלומדים והציבור המוסלמי הכללי לאורך הדורות.

שתייה עד שובע (תדאלו) ממי זמזם

בין החדית'ים הנבואיים שביססו את הרעיון של ריפוי באמצעות מי זמזם, נמצא הסיפור שסיפר אל-אזראקי, על פי שרשרת המסירה שלו מאיבן עבאס, כי הנביא, ((עליו השלום)), אמר: "שתייה עד שובע ממי זמזם היא הגנה מפני צביעות..." הוא גם אמר: "הסימן המבדיל בינינו לבין הצבועים הוא שהם שואבים דלי ממי זמזם ושותים ממנו עד שובע." (Al-Azraqi, 1969).

"תדאלו" מתייחס לשתיית מי זמזם עד שהקיבה מלאה. מומלץ לעשות זאת על קיבה ריקה, רצוי לשתות במספר אי-זוגי של מנות (3, 5, 7, 9,...) ולחזור על הפעולה במרווחי זמן בהתאם ליכולת האישית. יש אנשים שיבחינו בשינוי בצבע השתן או יחוו הקאות, הנחשבות כסימן לניקוי הגוף.

שיטת הריפוי של הנביא

מסופר מאעישה שהנביא, ((עליו השלום)), נהג לשאת מי זמזם בכלי קיבול קט־נים ובשקיות מים, והוא היה שופך אותם על החולים ונותן להם לשתות (מסופר על al-Bukhari in al-Tarikh al-Kabir, 21/173; Al-Bayhaqi, 5/202, 5/202; מאומת על Al-bani in al-Silsilah al-Sahihah, 883). חדית' זה קובע שיטה נבואית לשימוש במי זמזם בטיפול, בין אם על ידי שתייתם ובין אם על ידי שפיכתם על הגוף, בתנאי שיש כוונה כנה והסתמכות נבונה על אללה.

אבו ג'מרה אל-דובי אמר: "נהגתי לשבת עם אבן עבאס, ופתאום תקפה אותי חום. הוא אמר: 'קרר את עצמך במי זמזם, כי הנביא ((עליו השלום)) אמר: "החום הוא מחום הגיהינום, לכן קרר אותו במי זמזם."'" (מסופר על י al-Bukhari, no. 3261; Ahmad, 2517; al-Nasa'i, 6147; Ibn Hibban, 6068). ראוי לציין כי מי זמזם שימשו להורדת חום הגוף, דבר העולה בקנה אחד עם עקרונות טיפוליים מודרניים (Ahmad, 2023).

הנביא, ((עליו השלום)), אמר: "המים הטובים ביותר על פני האדמה הם מי זמזם; בהם יש מזון המשביע ותרופה למחלות." (al-Tabarani; al-Albani, Sahih al-Jami', 3322). הוא גם אמר: "זמזם הוא מזון המשביע ותרופה למחלות." (Al-Bazzar; Sahih al-Jami', 3572; Al-Matalib al-'Aliyah, 1357). חדית'ים אלה מצביעים על כך שמי זמזם מספקים ריפוי למחלות גופניות ורוחניות כאחד (Ibn Hajar al-Haytami, Tuhfat al-Muhtaj, 4/134).

בהדית אחרת: "מי זמזם משמשים לכל מטרה שלשמה הם נשתים; אם אתה שותה אותם במטרה להירפא, אללה ירפא אותך." (al-Daraqutni; al-Hakim, 1693; Fath al-Bari, 3/493; al-Targhib, 1164). מכאן, מי זמזם נקשרו לכוונת השותה: מי ששותה אותם במטרה להירפא, יירפא; מי ששותה אותם במטרה לרכוש ידע, יזכה בהבנה.

עדויות היסטוריות מתועדות על ריפוי

תיאורים היסטוריים ואמפיריים מצביעים על אמונה עמוקה בקרב חכמים קדומים ומאמינים אדוקים בערכיה הטיפוליים והרוחניים של מי זמזם. בין העדויות הבולטות ביותר בעניין זה היא זו שדיווח Ibn Hajar al-Asqalani, 1959, מפי אבן חות'יים, שאמר:

וואהב אבן מונביח בא אלינו פעם כשהיה חולה, ולכן ביקרנו אותו. מצאנו אותו שותה מי זמזם, ואמרנו לו: "מדוע אינך שותה מים מתוקים יותר, שכן למי זמזם יש כבדות מסוימת?" הוא השיב: "אינני רוצה לשתות דבר אחר עד שאעזוב את מכה. בשם זה אשר בידו נפשי, מוזכר בספר אללה הכל-יכול: 'זמזם, לעולם לא יאזל, לעולם לא יפחת', וגם בדבריו: 'טהור ומשקה לצדיקים'. הוא יקר, והוא מזון המזין ותרופה למחלות. בשם זה אשר בידו נשמת וואהב, אין איש שותה ממנו עד שובע, אלא וכל מחלה בתוכו תוסר וריפוי יוענק לו." (Ibn Hajar al-'Asqalani, 1959)

- קב אל-אהבר אמר: "זהו מזון המזין ותרופה למחלות, הניתן באופן בלעדי לעם זה ולא לאחרים." (Al-Azraqi, 1969)
- מואווייה אבן אבו סופיאן שתה ממי זמזם ושפך אותם על ראשו ועל פניו תוך שהוא אומר: "זמזם הוא מרפא. הוא מועיל לכל מטרה שלשמה שותים אותו." (Al-Fakihi, 1042; al-Ajluni, Kashf al-Khafa, 1421)
- אבן אל-קאיים אל-ג'וזייה אמר: "אני, יחד עם אחרים, חוויתי ריפוי באמצעות מי זמזם, והחלמתי ברשות אללה." (Zad al-Maad, 1994, 11/212)
- האמאם אחמד אבן חנבל נהג לשתות מי זמזם ולנגב את פניו וידיו בהם (סיאר אלם אל-נובלה).
- בסיפור אחר הממחיש את ההשפעות המוחשיות של הזנחת המים המבורכים הללו, אל-פקחי דיווח מפי אבן עבאס: "תושבי מכה מעולם לא סבלו מכאבי ברכיים, איש לא הצליח לעקוף אותם במרוצים, ואיש לא התגרה בהם בהיאבקות מבלי שהם הפילו אותו – עד שאיבדו עניין במי זמזם, ואללה שינה את מצבם." (Al-Fakihi, 1994)
- אחמד אבן עבד אללה אל-שריפי נרפא מעיוורון לאחר ששתה מזמזם עד שבע (Al-Fasi, 1996).
- החכם אל-שאניני נרפא מבצקת חמורה במכה לאחר ששתה מזמזם בכוונה כנה (Al-Fāsī).
- אל-ג'אהיז ציין כי מי שהתמיד בשתיית זמזם לאחר שהרפואה הקונבנציונלית נכשלה, זכה לריפוי בזכותו (Al-Bayan wa al-Tabyin, 1965).
- אבן חאג'ר אל-חיטמי אמר: "זמזם אינו מועיל אלא למי ששותה אותו מתוך אמונה, ולא כניסוי גרידא." (Al-Fatawa al-Fiqhiyyah al-Kubra, 9/443)
- באשר לאימאם אל-שיבאני, הוא הציג תצפיות מעשיות בשטח המתעדות שימושים מרובים במי זמזם בהקשרים טיפוליים ורוחניים. הוא ציין כי ראה את אביו כותב קמעות עבור אלה הסובלים מחום או שנשותיהם חוו לידה מאוחרת, ואז מקריא על המים, נותן אותם לחולה לשתות, ושוטף את ראשו של החולה בהם. כמו כן, הוא ראה את אביו מבקש

ריפוי באמצעות שערה של הנביא, ((עליו השלום)). לאחר שקיבל אותה, הוא שטף אותה בבור מים ואז שתה מאותו המים, מתוך אמונה בברכתם. בין מנהגיו האחרים היה שתיית מי זמזם וניגוב ידיו ופניו בהם, במטרה לרפא את עצמו (Al-Shaybani, 1981).

אל-שאוקאני אמר ב"נאל אל-אוטאר": "מי זמזם מיועדים לכל מטרה שלשמה הם נשתים", דבר המעיד על כלליות, כלומר שמה שאדם מתכוון לעשות עם זמזם, בין אם זה בעולם הזה ובין אם בעולם הבא, יש תקווה שיתגשם (Al-Shawkani, 1993).

חכמים אישרו שמי זמזם מועילים רק למי ששותה אותם מתוך אמונה, ולא כניסוי.

קאב ווהב, שניהם אנשי הספר שהתאסלמו, ציינו כי זמזם מוזכר בתורה כ: "מזון המשביע, תרופה למחלות, ומים מבורכים שאינם פוחתים ואינם נפסלים". האמאם זכריה אל-קזוויני אמר: "מי זמזם מתאימים לכל המחלות, ואם היינו אוספים את כל מי שהרופאים ריפאו, הם לא היו מגיעים למחצית מאלה שאלוהים ריפא באמצעותם."

מכלל הדיווחים וההצהרות עולה בבירור כי מי זמזם אינם סתם מים רגילים, אלא חוויה דתית שלמה, התלויה בכוונה, בהסתמכות על אלוהים ובכנות. הם משלבים ברכה נבואית עם מסורת בלתי פוסקת של פרקטיקה לאורך מאות שנות האסלאם, מה שהופך אותם למרכיב מרכזי בריפוי הרוחני האסלאמי עד היום.

היתרונות הרפואיים המודרניים של מי זמזם

עם ההתקדמות במדעי הרפואה הביולוגית ובטכנולוגיות ניתוח המים, התגברו המאמצים המחקריים להערכה מדעית של התכונות הפיזיקליות והתפקודיות של מי זמזם. הממצאים חשפו הרכב ייחודי, שהפך את המים הללו למוקד של מחקרים רבים המאשרים את ייחודם בהשוואה למקורות מים אחרים.

הרכב כימי ייחודי

ניתוחים כימיים מורכבים מצביעים על כך שמי זמזם עשירים במינרלים חיוניים לבריאות הכללית, ובפרט:

- **נתרן, אשלגן, סידן ומגנזיום**
- **כלוריד, ביקרבונט, סולפט וניטראט**

מחקרים (בגון Harahap 2018 ו-Jannah 2003) הראו כי יסודות אלה מפוזרים במי זמזם בפרופורציות מאוזנות, שאינן מצריכות טיפול תעשייתי לפני הצריכה. מי זמזם שומרים באופן טבעי על רמת חומציות בסיסית (pH 7.9–8.0), תכונה המסייעת להילחם ברדיקלים חופשיים ומשפרת את תפקוד התאים, מה שמעניק למי זמזם תכונות נוגדות חמצון ברמה התאית.

טוהר ביולוגי והשפעות על המערכת החיסונית

מחקרים מעבדתיים אישרו את היעדר הפעילות המיקרוביאלית במי זמזם, אפילו תחת בדיקה מיקרוסקופית מורכבת (Nuaman, 2013), מה שמעיד על תכונות אנטי-מיקרוביאליות הנובעות מהטבע הכימי שלהם.

מחקר איכותני מצא בנוסף כי צריכה קבועה של מי זמזם מגרה את הביטוי של חלבוני אקווופורין (AQP), תעלות חלבוניות המווסתות את הובלת המים בתוך התאים ומשחקות תפקיד קריטי בתפקודי הכליות, המוח והעיניים, כמו גם בבריאות הרבייה (Are, 2009; Ali et al., 2006). מנגנון זה נחשב לאבן יסוד ברפואה המולקולרית המודרנית להבנת היעילות של ויסות המים בגוף האדם.

- השפעות אנטי-סרטניות

מחקרים רבים מצביעים על כך שמי זמזם בעלי פעילות ביולוגית המעבבת את צמיחת תאי הסרטן, הודות לשלושה גורמים עיקריים:

- עושרו בנוגדי חמצון טבעיים
- שפע הסידן והמגנזיום בפרופורציות פיזיולוגיות
- יכולתו לווסת את הביטוי הגנטי של תאים ספציפיים

בניסוי קליני שנערך על ידי Ali et al. (2009), 100 נשים חולקו לשתי קבוצות, שאחת מהן צרכה מי זמזם (500–750 מ"ל ליום) במשך 30 יום. התוצאות הראו שיפור ניכר ברמות החלבונים המדכאים גידולים, כגון:

- מעכב בומן-בירק
- לונסין
- פקטין

מחקרים שנערכו על ידי Pitcher & Van Oers (2003) ו-Ansari et al. (2018) בבעלי חיים הראו כי מי זמזם יכולים להפחית את ההשפעות של חומרים מסרטנים כגון AOM ולהקטין את גודל הגידולים במעי הגס. ממצאים אלה מצביעים על פוטנציאל השימוש בהם כתוספת לטיפולי כימותרפיה או לפרוטוקולים של טיפול מונע.

הגנה מפני קרינה וסרטן

ניסויים מעבדתיים הוכיחו כי שתיית מי זמזם מקלה על נזק למח העצם הנגרם מחשיפה לקרינת גמא, מפחיתה נזק גנטי הנגרם מלחץ חמצוני, מפעילה גנים מגנים ומדכאת אונקוגנים (Oktaviani & Fakhruddin, 2021). ממצאים אלה מצביעים על האפשרות להשתמש במי זמזם בתוכניות להגנה ביולוגית עבור אנשים החשופים לקרינה או בסוכן מאזן בטיפול בהקרנות.

שימוש בזמזם ברפואה צמחית

מחקר שנערך לאחרונה גילה כי מי זמזם יכולים לשפר את היעילות של תמצית זרעי תמר (Phoenix dactylifera) כנגד שבעה קווי תאים סרטניים שונים, כולל Hep-2, MCF-7 ו-A549, בין היתר. מי זמזם סייעו לספיגה מוגברת של תרכובות פעילות ושיפרו את הביו-פעילות התאית שלהן, מה שמדגיש את תפקידם כמגביר ביולוגי טבעי להעברת תרופות.

באופן דומה, תמצית כורכום לבן (Curcuma zedoaria) המומסת במי זמזם הראתה פעילות אנטי-סרטנית מוגברת והגדילה את היעילות של תרכובות פנוליות ופלבנואידיות. התוצאות הצביעו גם על ירידה בקצב התרבות תאי הסרטן, מה שתומך בהשערה שמי זמזם משפר את הפעילות הביולוגית של תרכובות פעילות.

למרות שמחקרים קליניים בבני אדם נותרים מוגבלים, הנתונים הניסויים והמעבד־תיים הזמינים תומכים בהרחבת המחקר בתחומים הבאים:

- **רפואה אינטגרטיבית**
- **טיפולים תומכים בסרטן**
- **תוכניות מניעה קהילתיות בסביבות בעלות קרינה גבוהה**
- **חקר האינטראקציות הביולוגיות בין מי זמזם לתרכובות פעילות פרמקולוגית**

טבלה המסכמת את ההשפעות הפוטנציאליות של מי זמזם בטיפול במחלות מסוימות, בהתבסס על מחקרים שעברו ביקורת עמיתים. הפניה לכל מחקר מפורטת. יש לציין כי ממצאים אלה לקוחים ממחקרים מדעיים מבוקרים שפורסמו בכתבי עת שעברו ביקורת עמיתים. חלק מההשפעות נלקחו ממחקרים לא-קליניים ויש לאמתן במחקר קליני מקיף. אנו ממליצים שלא להשתמש במי זמזם כטיפול חלופי, אלא כטיפול משלים, כחלק מתוכנית טיפול אינטגרטיבית לאחר התייעצות רפואית.

הפניה	סוג המחקר	השפעת מי זמזם	מצב בריאותי או מחלה
Albar et al., 2016	מעבדה ניסויית (in vitro)	מפחית את התפתחותם של חיידקים מזיקים כגון Streptococcus mutans	דלקת בפה ובשיניים
Khan et al., 2013	תאי (in vitro)	מפחית את התרבותם של תאים סרטניים מסוימים (כגון HeLa)	סרטן (בהקשר מדעי ורפואי)
Halim et al., 2016	תצפיתי וניסויי	משפר את עמידות הגוף בפני חיידקים מזיקים	מחלות במערכת העיכול
Al Meheithif et al., 2012	ניסוי בבעלי חיים (in vivo)	מפחית את רמות הסוכר בדם בעכברים	סוכרת
Rizwan et al., 2019	ניסוי בבעלי חיים	מפחית את היווצרות אבנים בכליות ומשפר את תפקוד הכליות	מחלות כליה ודרכי השתן
Donia & Morta-da, 2021	ניסוי מעבדה	מפחית את ההשפעות הרעילות של מתכות כבדות מסוימות	הרעלה כללית של תאים ורעילות
תיאורים וחוויות מסורתיות מתועדות	ניסוי מסורתי	מרגיע דלקת/נפיחות בעיניים באשר משתמשים בו בקומפרס	עיניים (דלקת/נפיחות)
Bhardwaj, 2023	ניתוח פיזיקו-כימי	תורם לאיזון חשמלי ואלקלי	בריאות הלב ולחץ הדם
Al-Barakah, 2017	ניסוי בבעלי חיים	מאיץ ריפוי פצעים ומונע זיהום	מחלות עור ופצעים
ניתוחים כימיים וב־קטריולוגיים מרובים	הסקת מסקנות מהרכב המים	משפר את העמידות לדלקות ולזיהומים חיידקיים	דלקת במערכת הנשימה

טיפול במחלות הפה והשיניים במי זמזם

בשנים האחרונות גבר העניין המדעי בחקר השפעות מי זמזם על בריאות הפה והשיניים, בזכות הרכבם הביוכימי הייחודי, תכונותיהם המחזקות את המערכת החיסונית ואלקליניותם, אשר הופכות אותם לסוכן מניעתי וטיפולי מבטיח ברפואת השיניים המודרנית. מחקרים הוכיחו כי מי זמזם מסייעים בחיזוק זגוגית השן, בהפחתת שכיחות העששת, בוויסות חומציות הפה ובהגבלת צמיחת חיידקים מזיקים, מבלי לפגוע בפלורת הפה הטבעית.

תפקידו של מי זמזם בטיפול בעששת

עששת היא אחת ממחלות הפה הנפוצות ביותר, הנגרמת בעיקר מפעילות חיידקית בסביבה חומצית בפה, המחלישה את זגוגית השן ומובילה לדלדול מינרלים. מחקרים אחרונים הראו כי למי זמזם תכונות רבות ההופכות אותו ליעיל במניעת עששת ואף מסייעות בהחזרת המינרלים לזגוגית השן הפגועה, המהווה צעד חשוב בטיפול לא פולשני בעששת בשלביה המוקדמים.

ניתוחים כימיים מצביעים על כך שמי זמזם מכילים רמות גבוהות של מינרלים חיוניים לבריאות השיניים, כגון:

- **פלואוריד:** 0.75 חלקים למיליון (ppm) ישירות מהבאר, ו-0.68 ppm מהברז, שניהם בתוך הגבול הבטוח המומלץ על ידי ארגון הבריאות העולמי (1.5 ppm).
- **סידן, זרחן ומגנזיום:** מינרלים חיוניים המעורבים בתהליך השיקום וחיזוק קשיות האמייל.

מחקר קליני שבוצע באמצעות **מבחן קשיות האמייל של ויקרס (Vickers)** גילה כי מי זמזם היו יעילים יותר מכמה פתרונות רפואיים קונבנציונליים בחיזוק האמייל, מה שמדגיש את תפקידם הפוטנציאלי ביישומים של רפואת שיניים מונעת (Al-Khalifah et al., 2022).

השפעה אנטיבקטריאלית ותפקיד באיזון המיקרוביאלי

מחקרים מעבדתיים אישרו את יכולתה של מי זמזם לעכב את התפתחותם של חיידקים הגורמים לעששת, ובפרט:

- Streptococcus mutans
- Lactobacillus sp

בניסוי שערך Muhlisin et al. (2019) נצפתה ירידה של 100% בצמיחת חיידקים אלה בעת שימוש במי זמזם בריכוז של 0.68 ppm. יתר על כן, ניתוח ישיר מראה כי מי זמזם נקיים ממיקרואורגניזמים פתוגניים ובעלי טוהר ביולוגי יוצא דופן. בניגוד לשטיפות פה כימיות, העלולות לחסל גם חיידקים מועילים, מי זמזם מסייעים בשמירה על איזון מיקרוביאלי בריא בפה, ובכך מפחיתים את הסיכון לזיהומים פטרייתיים חוזרים או לכיבים.

ויסות החומציות בפה

שמירה על רמת pH ניטרלית בפה חיונית למניעת עששת ושחיקת אמייל. הודות לתכולת **הביקרבונט** העשירה שלו, מחקר שנערך על ידי Alawiyah et al. (2021) מצא כי שטיפה במי זמזם לאחר צריכת סוכרוז העלתה באופן משמעותי את רמת ה-pH ברוק בה־שוואה למים מזוקקים. אפקט בסיסי זה מנטרל את החומציות בפה, מונע סביבה אידיאלית להתפתחות חיידקים חומציים, ובכך מגן על האמייל מפני שחיקה.

תמיכה בבריאות החניכיים והאצת ריפוי כיבים בפה

ניסויים קליניים הראו כי שימוש במי זמזם לשטיפת הפה מסייע:

- להפחית דלקת ודימום בחניכיים.
- להאיץ את הריפוי של כיבים בפה, במיוחד בקרב חולים עם מערכת חיסונית מוחלשת.

השפעה זו מיוחסת לרכיבים כגון **אבץ ומגנזיום**, המסייעים בהתחדשות הרקמות ומ־חזקים את התגובה החיסונית המקומית.

אינטראקציה חיובית עם תרופות ומוצרים דנטליים

מחקר שנערך לאחרונה (Al-Taee & Qasim, 2023) הצביע על כך שמי זמזם מפחיתים את ההשפעה החומצית של תרופות מסוימות הניתנות דרך הפה, כגון סירופ ברזל המשמש לילדים, אשר עלולות לתרום לשחיקת זגוגית השן. המחקר גם הוכיח כי מי זמזם משפרים את היעילות של לכה המכילה נתרן פלואוריד (ProShield®) ומגבירים את קצב הרימינרליזציה, מה שהופך אותם לתוספת חשובה במניעת שחיקה הנגרמת מחומצה.

יישומים עתידיים ברפואת שיניים

מחקר שנערך לאחרונה במלזיה ובאינדונזיה (2024) מצביע על פוטנציאל השימוש במי זמזם כמרכיב טבעי בפיתוח מגוון מוצרים טיפוליים, כולל:

- משחות שיניים מועשרות בפלואוריד טבעי.
- שטיפות פה ללא אלכוהול וללא כימיקלים.
- תמיסות שטיפה אוראלית לאחר ניתוח.
- שטיפות לטיפול במחלות חניכיים כרוניות.

מוצרים אלה מצטיינים בזכות השילוב בין יעילות ביולוגית ובטיחות, מה שהופך אותם למתאימים לשימוש ארוך טווח, במיוחד בקהילות המחפשות פתרונות אורגניים נטולי תרכובות כימיות חזקות.

הטבלה מציגה את השפעת מי זמזם על בריאות הפה והשיניים, כולל ההרכב הכימי שלהם הקשור למניעה וטיפול.

יסוד/תכונה	ריכוז במי זמזם	תפקיד בבריאות הפה והשיניים
פלואוריד	0.68 - 0.75 ppm	מונע עששת ומקדם רימינרליזציה של זגוגית השן, בהתאם לתקני ארגון הבריאות העולמי.
סידן	רמה גבוהה יחסית	חיוני לשיניים ועצמות חזקות, ומקדם את יציבות המבנה הגרמי של השיניים.
מגנזיום	בינוני	תורם להגנה על זגוגית השן ומשפר את ספיגת הסידן בשיניים ובעצמות.
חומציות מימן (pH)	בסיסי (pH ≈ 7.9 – 8.0)	מספק סביבה בלתי מתאימה להתפתחות חיידקים בחלל הפה הגורמים לעששת ומפחית את שחיקת הזגוגית.
טוהר מיקרוביאלי	גבוה	מחקרים הראו כי הוא נקי מחיידקים מזיקים, מה שמפחית את הסיכון לדלקת חניכיים ועששת.
תכונות אנטיבקטריאליות	הוכח במחקרים	יעיל בהפחתת הפעילות של חיידקים מורכבים כמו Streptococcus mutans, הגורמים לעששת.
רוקיה אסלאמית עם זמזם	נתמך בניסויים מדעיים	אחד המחקרים הראה כי למי זמזם המבורכים יש יעילות אנטיבקטריאלית מוגברת.
שימוש כמי פה	נפוץ ברפואה המסורתית	מסייע בחיטוי הפה ובמניעת דלקות חניכיים.

השפעת מי זמזם על סרטן וגידולים

סרטן נותר אתגר בריאותי עולמי מרכזי בשל אופיו המורכב, המאופיין בצמיחה תאית בלתי מבוקרת ובלתי תקינה, ההופכת לאגרסיבית ופולשת לרקמות הסובבות. עם התקדמות המחקר, גבר העניין בפתרונות טבעיים שיכולים להוות השלמה לטיפולים קונבנציונליים. מי זמזם, מקור ייחודי ועשיר במינרלים, התגלו כמועמדים פוטנציאליים, המפגינים תכונות ביולוגיות העשויות להשפיע על צמיחת תאי סרטן והתנהגות גנטית. ראיות מצטברות מצביעות על כך שמי זמזם בעלי תכונות אנטי-סרטניות, החל מעיכוב צמיחת תאי הגידול והגנה על ה-DNA ועד לעידוד המערכת החיסונית והפחתת הרעילות הנלווית לכימותרפיה. הודות להרכב המינרלים הייחודי שלהם ולבסיסיות הטבעית, הם נראים כאלמנט משלים מבטיח בטיפול בסרטן ובתמיכה תזונתית לחולי סרטן. עם זאת, כדי לחזק את מעמדם המדעי נדרשים ניסויים קליניים מבוקרים היטב, שיאשרו את בטיחותם ויעילותם בקנה מידה רחב יותר.

עיכוב סלקטיבי של צמיחת תאי סרטן

- מחקר שנערך על ידי Shomar (2012) מצא כי מי זמזם מפגינים פעילות אנטי-פרוליפרטיבית כנגד תאי סרטן בהשוואה למקורות מים אחרים. הם בעלי תכונות אלקליות ועשירים במינרלים כגון סלניום ואבץ, אשר שניהם מעורבים בהגנה התאית והוכחו בניסויים מעבדתיים כמעכבים את צמיחתם של תאי סרטן המעי הגס, הקיבה והשד.
- במחקר על תאי סרטן השד האנושי (MCF-7), מי זמזם הפחיתו באופן משמעותי את קצב חלוקת התאים תוך 48 שעות, עם סימנים ברורים של מוות תאי מתוכנן (אפופטוזיס), כגון התכווצות ואובדן שלמות הממברנה (Abeer et al., 2012).
- חשוב לציין כי לא נרשמו השפעות רעילות על תאי רקמה תקינים, כגון פיברובלסטים, מה שמעיד על רמת סלקטיביות טיפולית מבטיחה.
- מחקר מאוחר יותר שנערך על ידי Al Meheithif et al. (2021) על תאי HCT-116 (סרטן המעי הגס) אישר כי מי זמזם מאטים את צמיחת הגידול ומגבירים את תגובתיות התאים לאפופטוזיס.

מנגנונים אפשריים של פעילות אנטי-סרטנית

הוצעו מספר הסברים מדעיים ליכולתו של מי זמזם להשפיע על תאי סרטן, כולל:

מנגנון	הסבר
סביבה בסיסית	מי זמזם מתאפיינים ב-pH גבוה (7.9<), היוצר סביבה מנוגדת לתאי סרטן המשגשגים בסביבות חומציות (Hanahan & Weinberg, 2011).
הרכב מינרלים פעילים	מי זמזם מכילים מינרלים חיוניים כמו אבץ, סלניום וליתיום, הנחוצים לגירוי אנזימי הגנה תאיים כמו SOD ו-GPx, ובכך מפחיתים את הלחץ החמצוני הקשור לסרטן.
שינוי במסלול הגנטי	מחקרים ראשוניים מצביעים על כך שמי זמזם עשויים להשפיע על הביטוי של גנים כגון P53 ו-Bcl-2, הקשורים לוויסות מחזור התא ולתגו־בה ללחץ תאי (Al-Sulami et al., 2018).

השפעה על סוגים שונים של גידולים

בנוסף לסרטן השד, ניסויים מעבדתיים תיעדו את ההשפעות של מי זמזם על סוגי סרטן אחרים:

- סרטן המעי הגס (HT-29 ו-HCT-116): מי זמזם הפגינו השפעות מעכבות צמיחה והפ־חיתו את צפיפות חלוקת התאים (Al Meheithif et al., 2021).
- סרטן הערמונית (PC-3): דווח על ירידה בביטוי הגנטי של גורמי גדילה של הגידול, כגון VEGF.
- לוקמיה: ניסויים הראו כי מי זמזם משפיעים על חיוניותם של תאי לימפוציטים ממאירים.

הגנה מפני קרינה וגירוי חיסוני

מחקרים מסוימים הצביעו על כך שמי זמזם עשויים לספק הגנה חיונית לתאים מפני קרינה ותרופות רעילות באמצעות:

- הפחתת נזק ל-DNA הנגרם על ידי חומרים מחמצנים או קרינה (Rafi et al., 2023).
- גירוי אינטרפרון (γ-IFN), המגביר את התגובה החיסונית הטבעית נגד תאי סרטן.
- הגברת הפעילות של תאי ה-Natural Killer) NK), קו ההגנה הראשון של מערכת החיסון נגד גידולים (Othman et al., 2016).

תפקידו של מי זמזם כתוסף תזונתי תומך במהלך כימותרפיה

מחקר שנערך על עכברים שטופלו בתרופת הכימותרפיה Doxorubicin הראה כי עכברים שקיבלו מי זמזם הפגינו:

- רמות נמוכות יותר של פרמטרים המעידים על רעילות בכבד ובכליות;
- ירידה בלחץ חמצוני ושמירה על תפקוד אנזימטי תקין (ALT, AST) (Zuhair et al., 2022).
- בנוסף, עכברים אלה הפגינו קצב גדילה איטי יותר של הגידול ומשקל נמוך יותר של הגידול בהשוואה לקבוצת הביקורת.

השפעת מי זמזם על גידולים במעי הגס

- במחקר מעבדה שבחן את ההשפעות הביולוגיות של מי זמזם על גידולים, נעשה שי־מוש במודל חייתי שבו גידולים במעי הגס הושגו באמצעות הזרקת אזוקסימתאן (AOM), חומר כימי הנפוץ ליצירת גידולים במעי הגס במחקרים (Hakkak et al., 2001). רקמות המעי הגס שאינן גידוליות נלקחו לדגימה לצורך ניתוח ביטוי גנים דיפרנציאלי באמצ־עות טכנולוגיית מיקרו-אר, המאתרת שינויים בדפוסי ביטוי הגנים הקשורים להתפתחות הגידול. הקבוצה שטופלה קיבלה מינון יומי של 500 מ"ל מי זמזם במשך חודש. לאחר תקופת הטיפול, נלקחו ביופסיות חדשות מהמעי הגס כדי לנתח את השינויים בעקבות ההתערבות.

- התוצאות הראו ירידה מובהקת סטטיסטית ($p < 0.05$) בגודל הגידול בקבוצה שטופ־לה במי זמזם בהשוואה לקבוצת הביקורת שלא טופלה. ירידה זו נמשכה בהדרגה עד להתכווצות כמעט מוחלטת של הגידול בסוף תקופת המחקר. החוקרים מייחסים את האפקט האנטי-סרטני הזה לתכונות הביוכימיות הייחודיות של מי זמזם, הכוללות:

- ריכוז גבוה של נוגדי חמצון טבעיים (כגון סלניום ואבץ).

- עשירות באלמנטים מינרליים ביו-אקטיביים העשויים לסייע בוויסות סביבת תאי הגידול ולהפחתת חלוקת תאים לא תקינה.

- אלקליניות קלה עשויה להשפיע על איזון החומצה-בסיס בתוך התאים ולעכב את צמי־חת תאי הסרטן.

תוצאות מבטיחות אלו מצביעות על השפעות טיפוליות פוטנציאליות של מי זמזם על גידולים במעי הגס, המצדיקות מחקרים נוספים בבני אדם וניתוח מפורט של מסלולים מולקולריים המעורבים בחלוקת תאי הגידול, כגון p53 ו-Bcl, כפי שמסוכם בטבלה שלהלן.

	לפני צריכת מי זמזם	לאחר צריכת מי זמזם	ערך p
גודל הגידול	3.1	1.5	0.05>
מספר תאי הלימפה	101	688	0.05>
סומטוסטטין בדם	3.3	18.2	0.05>

נפח הגידול, ספירת לימפוציטים ורמות סומטוסטטין לפני ואחרי צריכת מי זמזם (Ali et al., 2009)

למרות תוצאות ראשוניות מעודדות אלה, התחום עדיין דורש מחקרים קליניים נרחבים. מחקרים אחרונים ממליצים על הדברים הבאים:

- לבחון את האפשרות לשלב מי זמזם בפרוטוקולים של כימותרפיה או אימונותרפיה.
- להעריך את השפעותיו על גידולים נדירים או עמידים לטיפול.
- לבחון את השפעתו לטווח הארוך על הגנום האנושי ותגובות אוטואימוניות.

תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות כליה

הכליות הן מהאיברים הרגישים ביותר בגוף האדם בשל תפקידן החיוני בסינון רעלים מהדם, שמירה על איזון המים והאלקטרוליטים, ויסות לחץ הדם ומטבוליזם של תרופות וחלבונים. הן עלולות להיות מושפעות מגורמים כגון רעלים מטבוליים, תרופות, תזונה ומתח חמצוני, מה שמוביל לחיפוש אחר אפשרויות בטוחות וטבעיות לתמיכה בתפקודן החיוני. הכליות רגישות מאוד להצטברות רעלים, מלחים והפרעות באיזון המים, מה שמוביל למחקרים רבים הבוחנים את השפעות מי זמזם על בריאות הכליות. מחקרים מצביעים על כך שמי זמזם אינם פוגעים בכליות בשימוש ארוך טווח. למעשה, יש לו השפעה מגנה מפני מצבים מסוימים בכליות, כולל אי ספיקת כליות, היווצרות אבנים ורעילות לתרופות. ראיות ניסוייות וקליניות כאחד מאשרות כי מי זמזם אינם רעילים לכליות. יש להם תכונות משתנות, הם מסייעים במניעת אבנים בכליות ומקדמים את חילוף החומרים של החלבונים. מומלץ לערוך ניסויים קליניים נרחבים יותר ומחקרים מכניים ברמת אבוביות הכליות ומערכת השתן כולה כדי לאמת ממצאים אלה.

תכונות כימיות הקשורות לתפקודי הכליות

ניתוח כימי של מי זמזם מראה כי הם מכילים כמויות משמעותיות של המינרלים הבאים:

יסוד	ריכוז (mg/L)	השפעה על הכליות
ביקרבונט ($HCO3^-$)	366	מעלה את רמת ה-pH בשתן ומפחית את הסיכוי להיווצרות אבנים.
מגנזיום (Mg^{2+})	25 – 15	יוצר תרכובות מסיסות עם אוקסלטים של סידן.
סידן (Ca^{2+})	300 – 200	ממלא תפקיד כפול במניעת אבנים ובקידום הידרציה.
פלואוריד (F^-)	0.75 – 0.68	תורם לעיכוב צמיחת גבישי כלוריד בכליות.
נתרן (Na^+)	180 – 130	מעלה את הלחץ האוסמוטי של השתן ומקדם הידרציה.

הבטיחות הביולוגית של מי זמזם על תפקודי הכליות

נערך מחקר מעבדה ניסיוני על חולדות ששתו 500 מ"ל מים מזמזם מדי יום במשך חמישה שבועות, בהשוואה לקבוצת ביקורת שקיבלה מים מבקבוקים. התוצאות הראו:

- אין שינויים בבדיקות תפקודי הכליות (אוריאה, קריאטינין).
- בטיחות מוחלטת במבנה רקמת הכליה.
- עלייה קלה ולא פתולוגית במשקל הגוף מיוחסת לשיפור בחילוף החומרים ללא כל אינדיקטורים למחלה.

המחקר הגיע למסקנה כי מי זמזם בטוחים לחלוטין לצריכה אנושית לטווח ארוך ואינם גורמים לרעילות כלייתית כלשהי (Al-Doghaither et al., 2020).

השפעה מגנה מפני היווצרות אבנים בכליות

במחקר מתקדם שבוצע בעכברים תוך שימוש במודל של אבני סידן אוקסלט, ניתנה לבעלי החיים תמיסת אתילן גליקול בריכוז של 0.75% כדי לגרום להיווצרות אבנים, ולאחר מכן טופלו במי זמזם או במי ברז מטופלים. התוצאות הצביעו על כך:

- בקבוצת מי זמזם נצפתה עיכוב משמעותי בהיווצרות אבנים בהשוואה לקבוצת הבי־קורת.
- סמני בדיקת השתן השתפרו, כגון ירידה ברמות הסידן והגבישים.
- לא נרשמו סימנים לרעילות בכבד או בכליות בקבוצת מי הזמזם.

ההשפעה החיובית מיוחסת ככל הנראה לתכולת הפלואוריד, הביקרבונט והמגנזיום במי זמזם, התורמים למניעת התגבשות מלחים (Abdel-Khalek et al., 2013).

מחקרים עולמיים מצביעים על כך שרמות גבוהות יותר של ביקרבונט ומגנזיום בשתן מעכבות היווצרות אבנים מסוג אוקסלט על ידי הגברת המסיסות והפחתת ההת־גבשות, דבר התומך במנגנון הפוטנציאלי של השפעת מי זמזם (Grases et al., 2001; Robertson, 1985).

הפחתת הצמא בקרב חולי אי ספיקת כליות

מחקר קליני שנערך באינדונזיה הדגים את יעילותם של קוביות קרח ממי זמזם בה־פחתת הצמא בקרב חולי אי ספיקת כליות כרונית במהלך טיפולי דיאליזה. המחקר כלל 15 חולים ומדד את עוצמת הצמא לפני ואחרי ההתערבות באמצעות סולם אנלוגי חזותי. התוצאות הראו:

- עוצמת הצמא הממוצעת פחתה מ-5.60 ל-2.07 לאחר מציצת קוביות קרח מזמזם.

ההשפעה נחשבת מובהקת סטטיסטית וחשובה ($p \leq 0.05$). המחקר ממליץ לאמץ שיטה פשוטה ויעילה זו כדי לשפר את נוחותם של חולי הדיאליזה (Novela et al., 2023).

שיפור חילוף החומרים של חלבונים והשתנה

במחקר קשור, נמצא כי מי זמזם:

- מגביר את תפוקת השתן (diuresis), ומסייע בסילוק פסולת חנקנית.
- משפר את יעילות סינתזת החלבון בכבד ובכליות, ותומך בהתחדשות התאים.
- אינו גורם לנמק או לשינויים פתולוגיים בתאי הכליה, כפי שהוכח בבדיקות היסטולוגיות של כליות חולדות (Mahmoud et al., 2020).

בהתבסס על אינדיקטורים אלה, ניתן להציע את ההמלצות הבאות:

- יש להשתמש במי זמזם כאופציה תומכת טבעית בתזונה של חולים הנמצאים בסיכון להיווצרות אבנים בכליות.
- לפתח פרוטוקולים המשתמשים במי זמזם כמקור להידרציה עבור חולי כליות בעונות החג' והעומרה.
- לערוך ניסויים קליניים נרחבים בחולים עם מחלת כליות כרונית (CKD) כדי להעריך את השפעות מי זמזם על סמנים ביוכימיים ופיזיולוגיים.

מנגנונים ביולוגיים אפשריים להשפעות מי זמזם

מנגנון הפעולה	הסבר מדעי
איזון חומצה-בסיס	ביקרבונטים מעלים את רמת ה-pH בשתן, מה שמפחית את הסיכוי להתגבשות.
אפקט משתן	נתרן ומגנזיום מגבירים את ההשתנה ומפחיתים את ריכוז השתן.
מניעת לחץ חמצוני	מחקרים מסוימים הראו פעילות נוגדת חמצון של מי זמזם (Damayanti et al., 2023).
תמיכה בחלבונים	משפר את חילוף החומרים של חומרים מזינים בכבד ובכליות, מה שמסייע בפיצוי על נזק לרקמות.
השפעה ישירה של מינרלים	מינרלים מסוימים, כגון מגנזיום ואבץ, מסייעים במניעת היווצ־רות אבנים ומשפרים את תפקוד האנזימים.

הפניות עתידיות

- ביצוע ניסויים קליניים כפולי סמיות בחולים עם מחלת כליות כרונית (CKD), להערכת סמנים ביוכימיים ופיזיולוגיים לטווח ארוך.
- לפתח מוצרי בריאות המבוססים על מי זמזם, כגון קוביות קרח או אבקות לתכשירים אוראליים, עבור חולים עם הגבלות על צריכת נוזלים.
- הרחבת הניסויים לבעלי חיים גדולים יותר, כגון כלבים או כבשים, כדי לקבל ייצוג פי־זיולוגי הקרוב יותר לבני אדם.
- לבחון את ההשפעות על מנגנוני ההובלה הצינוריים בכליות באמצעות טכניקות הדמיה או ריצוף RNA.

שיפור תפקוד הכליות ואיזון האלקטרוליטים

מי זמזם מכילים תערובת טבעית ומאוזנת של:

- סידן, מגנזיום ואשלגן בפרופורציות מאוזנות.
- רמת נתרן נמוכה יחסית, מה שהופך אותו למתאים לחולים הסובלים מאגירת נוזלים או מיתר לחץ דם הקשורים למחלות כליה.
- ריכוז ביקרבונט מתון, המסייע בתיקון חמצת מטבולית הנפוצה במקרים של אי ספיקת כליות.

חמצת מטבולית כרונית מאיצה את הידרדרות תפקוד הכליות ומחלישה את העצ־מות. האלקליניות הקלה של מי זמזם (pH 8.0 - 8.29) עשויה לסייע בהפחתת השפעות שליליות אלו.

היתרונות של מי זמזם לחולי כליות ולחולי דיאליזה

הכליות ממלאות תפקיד חיוני בוויסות מאזן הנוזלים והאלקטרוליטים ובסילוק פסולת ורעלים. מחלות כליה כרוניות, במיוחד אלה המחייבות דיאליזה, מהוות אתגר בריאותי משמעותי בשל הפרעות רבות בסביבה הפנימית של הגוף. מחקרים מדעיים וניסויים גילו כי מי זמזם, הודות להרכב המינרלים המאוזן ולתכונות הביולוגיות שלהם, עשויים לתרום לשיפור בריאות הכליות ולהקלה על תסמיני אי-ספיקת כליות.

במחקר שנערך על חולי דיאליזה קבועים:

- נצפה כי שתיית כמויות מדודות של מי זמזם סייעה ב:
- **שיפור בהרגשה הכללית לאחר הטיפולים**
- הפחתת בחילות ותסמיני עייפות כרונית.
- איזון טוב יותר של אלקטרוליטים של אשלגן וסידן לאחר תקופות דיאליזה.
- אין עלייה מזיקה ברמות הזרחן או האוריאה בהשוואה למים רגילים, מה שמעיד על בטיחותו היחסית בקטגוריה זו.

יש לעקוב אחר המינון המותר בהתאם להמלצת הרופא, במיוחד בקרב חולים הסוב־לים מאי ספיקת כליות סופנית או כאלה עם הגבלות על צריכת נוזלים יומית.

השפעה בהגנה מפני נזק לכליות הנגרם מרעלנים

במחקר שנערך בבעלי חיים, נחשפו חולדות למינונים רעילים של פרצטמול, שהשפיעו על הכבד והכליות. נצפה כי חולדות שצרכו מי זמזם:

- רמות נמוכות יותר של קריאטינין ואוריאה בדם.
- הכליות הראו שיפור היסטולוגי בבדיקה מיקרוסקופית.
- שיעור הלחץ החמצוני היה נמוך יותר הודות לפעילות נוגדת חמצון.

לאור ההשפעות החיוביות הראשוניות, הספרות המחקרית ממליצה על הדברים הבאים:

- לחקור את תפקידו של מי זמזם בשלבים המוקדמים של מחלת כליות כרונית.
- להעריך את השפעתו על תפקוד הכליות לאחר השתלה או בחולים עם מחלות אוטואימוניות.
- לבחון את יעילותו במסגרת תוכניות נוזלים מבוקרות לדיאליזה פריטונאלית או המודיאליזה.

באופן כללי, הודות לתכונותיו האלקליות ולאיזון המינרלי, למים מזמזם יש פוטנציאל מבטיח בתמיכה בבריאות הכליות ובשיפור הסביבה הפנימית של חולים הסובלים מאי ספיקת כליות. הם יכולים להוות מרכיב משלים בטוח בתוכניות תזונה ונוזלים מבוקרים, בתנאי שהכמות נשלטת בקפדנות, במיוחד בחולי דיאליזה.

טיפול במחלות כבד באמצעות מי זמזם

הכבד הוא אחד האיברים החיוניים ביותר בגוף, והוא רגיש מאוד לנזקים הנגרמים מרעלנים סביבתיים ותרופות, בשל תפקידו המרכזי במטבוליזם ובסילוק פסולת. עובדה זו הובילה מדענים לחקור את השפעת מי זמזם על הכבד, במיוחד לאור תכונותיו האנטי־חמצוניות והרכב המינרלים הייחודי שלו. ראיות ניסוייות מאשרות כי למי זמזם יש תכונות מגנות מפני נזק לכבד הנגרם על ידי רעלים כימיים, הודות למנגנונים נוגדי החמצון והאנ־טי-דלקתיים שלו. התוצאות מצביעות גם על בטיחותו המוחלטת בשימוש לטווח ארוך, מה שתומך בשילובו בהתערבויות התומכות בבריאות הכבד, אם כי נדרש מחקר קליני מתקדם נוסף.

השפעה מגנה מפני רעילות בכבד

נערך מחקר ביולוגי כדי לבחון את ההשפעה המגנה של מי זמזם מפני נזק לכבד הנ־גרם מחשיפה לטטרכלוריד פחמן (CCl_4), תרכובת רעילה הנמצאת בשימוש נפוץ בניסויים כדי לגרום לרעילות בכבד.

השוו בין שלוש קבוצות של חולדות:

- קבוצה שקיבלה מי זמזם.
- קבוצה שקיבלה מים רגילים.
- קבוצה שנחשפה לפחמן טטרכלורידי ללא כל התערבות טיפולית.

התוצאות הראו כי חולדות ששתו מי זמזם הפגינו שיפור משמעותי בסמנים לתפקוד הכבד כגון ALT ו-AST, וכן שיפור בהיסטולוגיה של הכבד בהשוואה לקבוצת הביקורת הפ־גועה שלא טופלה (**Elnour et al., 2033**). ממצאים אלה מצביעים על יכולתו של מי זמזם להפחית נזק הנגרם על ידי רדיקלים חופשיים (ROS) ולהגביל את התגובה הדלקתית.

מנגנון אפשרי של ההשפעה הטיפולית של מי זמזם

קיימים מספר מנגנונים אשר נחשבים כבסיס להשפעות המגנות והטיפוליות של מי זמזם על הכבד:

- **שפע של רכיבים נוגדי חמצון**

מי זמזם מכילים יסודות כגון אבץ (Zn) וסלניום (Se), הממלאים תפקיד מרכזי בהפחתת הלחץ החמצוני בתאי הכבד.

- **גירוי של גלוטתיון בכבד (GSH)**

גלוטתיון הוא אחד הנוגדי חמצון האנדוגניים החזקים ביותר המיוצרים על ידי תאי הכבד, והוא אחראי על פירוק רעלים ועיכוב חמצון השומנים.

מניעת הפעלת אנזימים המובילים לאפופטוזיס, כגון:

- Caspase-3
- Caspase-9

זה תורם למניעת הנזק לתאי הכבד הנגרם על ידי רעלים כימיים.

עיכוב גורמים דלקתיים כגון:

- NF-κB
- TNF-α

זה מפחית דלקת תאית הקשורה לנזק לכבד.

בטיחות מי זמזם לשימוש ארוך טווח בכבד

במחקר בן חמישה שבועות שנערך על קבוצת חולדות ששתו מים מזמזם באופן קבוע, לא נרשמו סימנים לרעילות בכבד או לשינויים פתולוגיים ברקמות, מה שמאשר כי:

- מי זמזם בטוחים לחלוטין לצריכה לטווח ארוך.
- ריכוז המינרלים בו אינו גורם להצטברות רעילה כפי שנצפה במים מינרליים מסוימים (Al-Doghaither et al., 2020).

חתכים היסטולוגיים של קליפת הכבד הראו בטיחות מוחלטת במבנה תאי הכבד, הגלומרולי הכבדיים ודרכי המרה.

ההמלצות המחקריות הנוכחיות כוללות:

- הערכת תפקידו של מי זמזם במחלות כבד נגיפיות כגון הפטיטיס B ו-C.
- ניתוח השפעתו על מחלת כבד שומני, ובפרט על מחלת כבד שומני לא אלכוהולי (NAFLD).
- בחינת האפשרות לשלב את מי זמזם בפרוטוקולי הטיפול בחולי כבד החשופים ללחץ חמצוני כרוני.

בניגוד למי מינרליים מסוימים העלולים לגרום להצטברות של מתכות כבדות כגון עו־פרת או קדמיום, מי זמזם מתאפיינים בריכוז מינרלים מאוזן ולא רעיל, מה שהופך אותם לבטוחים לצריכה לטווח ארוך תוך שמירה על תכונותיהם הטיפוליות.

המלצות מדעיות לעתיד

למרות תוצאות חיוביות אלה, התחום נותר פתוח למחקרים קליניים נרחבים יותר כדי לאשש השפעות אלה בבני אדם. המלצות המחקר כוללות את הדברים הבאים:

תחום המחקר המוצע	תיאור
הפטיטיס נגיפית	בחינת השפעת מי זמזם על הפטיטיס B ו-C, והיקף השפעתם על העומס הנגיפי ועל מדדי הדלקת.
מחלת כבד שומני לא אלכוהולי (NAFLD)	מחקר על יכולתה להפחית הצטברות שומן בכבד ולשפר את הרגישות לאינסולין.
פרוטוקולים טיפוליים	האפשרות לשלב את מי זמזם כתמיכה טיפולית משלי־מה במקרים של דלקת כבד כרונית ומתח חמצוני גבוה.

הראיות הקיימות, במיוחד ממחקרים בבעלי חיים, מצביעות על כך שלמי זמזם יש תכונות מגנות מפני נזק לכבד הנגרם על ידי רעלים, והם בטוחים לצריכה לטווח ארוך. תכונות אלה נובעות בחלקן מתכולה גבוהה של נוגדי חמצון ומינרלים ביו-אקטיביים, כמו גם מיכולתם לשפר את ההגנה התאית של הגוף.

עם זאת, חיוני להרחיב את היקף המחקרים כך שיכלול ניסויים מבוקרים בבני אדם, תוך שימוש בטכניקות הדמיה מתקדמות כגון FibroScan וניתוח סמנים ביולוגיים, כדי לקבוע את יעילותו של מי זמזם כחלק מאסטרטגיות מניעה וטיפול במחלות כבד כרוניות.

טיפול בסוכרת באמצעות מי זמזם

סוכרת מסוג 2 היא אחד האתגרים הבריאותיים הכרוניים המשמעותיים ביותר בעולם, הקשורה למגוון הפרעות מטבוליות, כולל רמת סוכר גבוהה בדם, עמידות לאינסולין, חוסר איזון בשומנים בדם ומתח חמצוני. התכונות הביוכימיות הייחודיות של מי זמזם, כגון העושר במינרלים ביו-אקטיביים ובנוגדי חמצון, עודדו חוקרים לחקור את ההשפעות המגנות והטיפוליות הפוטנציאליות שלהם בבעלי חיים הסובלים מסוכרת או הנמצאים בדיאטות מיוחדות כמו הדיאטה הקטוגנית.

מחקר שנערך לאחרונה בחן את ההשפעה של הוספת מי זמזם לדיאטה קטוגנית (KD), שהיא דיאטה דלת פחמימות ועשירה בשומנים, הידועה כמשפרת את הרגישות לאינסולין, מפחיתה משקל ומצמצמת דלקות. עם זאת, שימוש ארוך טווח בדיאטה זו עשוי להיות קשור לכמה תופעות מטבוליות שליליות.

תכנון המחקר: 36 חולדות וויסטר בוגרות חולקו לשלוש קבוצות של 12 חולדות בכל אחת:

- **קבוצת הביקורת:** הוזנו בדיאטת צ'או עם מים רגילים.
- **קבוצת KD:** הוזנו בתזונה קטוגנית עם מים רגילים.
- **קבוצת KD + זמזם:** הוזנו בדיאטה קטוגנית עם מי זמזם כמקור הנוזלים היחיד.

משך: 10 שבועות

מדדים שנמדדו:

- רמת סוכר בדם בצום (FBG)
- רמות אינסולין בסרום
- מדד עמידות לאינסולין (HOMA-IR)
- כולסטרול LDL ו-HDL

תוצאות:

בקבוצת KD + זמזם נצפתה ירידה מובהקת סטטיסטית ברמת הגלוקוז בדם בצום ($p = 0.001$) בהשוואה לקבוצות המזון הרגיל ו-KD עם מים רגילים.

בנוסף, רמות ה-LDL והכולסטרול הכללי ירדו, ועמידות לאינסולין השתפרה באופן משמעותי ($p = 0.006$ ו-$p = 0.004$, בהתאמה).

השפעה זו מיוחסת לאלקליניות של מי זמזם ולתכולתם הגבוהה של סלניום ואבץ, המשפרים את הרגישות לאינסולין ומפחיתים את הלחץ החמצוני (Al-Juwaie et al., 2023).

מחקר עצמאי על חולדות בריאות

מחקר נוסף נועד להעריך את השפעת מי זמזם על חילוף החומרים אצל חולדות בריאות, ללא תלות בהשפעות של דיאטה קטוגנית או במצבי מחלה. 24 חולדות בוגרות חולקו לשתי קבוצות:

- **קבוצה 1:** קיבלה מי ברז.
- **קבוצה 2:** קיבלה מי זמזם בלבד במשך 10 שבועות.

הסמנים הביולוגיים שנמדדו כללו:

- רמת גלוקוז בדם בצום
- רמות אינסולין בדם
- מדד HOMA-IR
- כולסטרול LDL ו-HDL
- אנזים סופראוקסיד דיסמוטאז (SOD)
- חמצון שומנים (LPO)
- משקל כולל, משקל רקמת השומן ומסת הגוף

תוצאות:

- ירידה משמעותית ברמת הגלוקוז בדם בצום (96.5 לעומת 147.1 mg/dL)
- ירידה ברמות האינסולין (0.44 לעומת 1.31 µIU/mL)
- ירידה משמעותית בעמידות לאינסולין (8.40 לעומת 18.9)

לא נמצאו הבדלים משמעותיים ברמות הכולסטרול LDL/HDL, בסמנים החמצוניים או במסת הגוף (Al-Juwaie et al., 2020).

במחקר היסטולוגי נערכה השוואה בין ההשפעות של מי זמזם ופקטור גדילה אפידרמלי (EGF) על רקמות הלשון של חולדות סוכרתיות. התוצאות הראו:

- בקבוצת מי הזמזם נצפה שיקום כמעט מלא של המבנה התקין של אפיתל הלשון ושל הלמינה פרופריה, כולל שכבת הקרטין וכלי הדם.
- בקבוצת ה-EGF נצפה שיפור חלקי ומוגבל בלבד.

מחקר זה מצביע על כך שמי זמזם הם אופציה בטוחה וטבעית להתחדשות רקמות הפה שנפגעו מסוכרת (Ghareeb et al., 2019).

ניתוח מנגנוני פעולת מי זמזם בחולי סוכרת

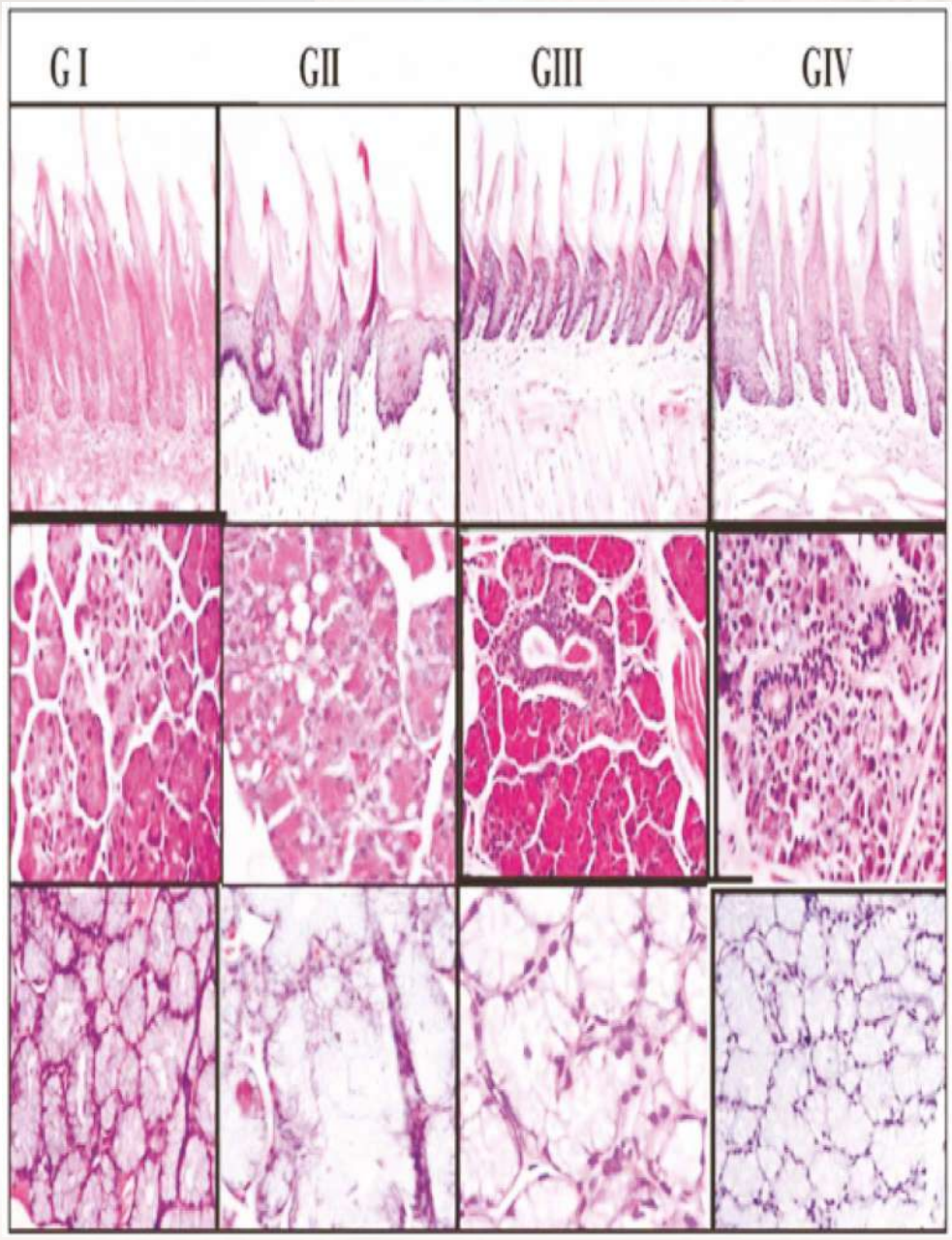
הספרות המדעית הקיימת מצביעה על כך שמי זמזם עשויים לפעול באמצעות מספר מנגנונים ביולוגיים כדי לווסת את רמות הסוכר בדם ולהפחית את עמידות לאינסולין, כולל:

מנגנון	השפעה
ריכוז מוגבר של סלניום ואבץ.	משפר את הרגישות לאינסולין ומעכב את הלחץ החמ־צוני.
ויסות ה-pH הפנימי.	משנה את מאזן החומצה-בסיס בתאים ובעל השפעות אנטי-דלקתיות.
תומך בפעילות הגלוטתיון והק־טלאז.	מחזק את ההגנה התאית ומפחית חמצון שומנים.
משפר את האותות העצביים הקשורים לוויסות הגלוקוז.	בעל השפעות מינרליות על הובלת העצבים הקשורה לאינסולין.

בסך הכל, מחקרים קיימים בבעלי חיים מאשרים כי למי זמזם יש השפעות משמעו־תיות בהורדת רמת הגלוקוז בדם ובהפחתת עמידות לאינסולין, מבלי לגרום לשינויים מזי־קים בסמני השומנים או במסת הגוף. כמו כן, הם מראים יעילות בולטת בקידום התחדשות הרקמות שנפגעו מסוכרת.

עם זאת, עדיין קיים צורך דחוף:

- ביצוע **ניסויים קליניים נרחבים** למדידת ההשפעות לטווח הארוך.
- שימוש **בטכניקות הדמיה מתקדמות** כגון DEXA ו-MRI לניתוח הרכב הגוף.
- מחקר על ההשפעה המשולבת של מי זמזם בשילוב עם תרופות לסוכרת או דיאטות טיפוליות.



תמונה מיקרוסקופית המציגה את הפפילות הלשוניות ואת בלוטת הרוק הלשונית ברקמות הלשון של קבוצת הביקורת (GI), קבוצת הסוכרתיים (GIII) (Ghareeb et al., 2019) וקבוצת זמזם (GII).

טיפול במחלות מוח באמצעות מי זמזם

המוח האנושי הוא אחד האיברים הרגישים והמורכבים ביותר, הדורש סביבה כימית יציבה כדי לבצע באופן מיטבי את תפקודיו הקוגניטיביים, החושיים והמוטוריים. עם העניין הגובר ברפואה מונעת ובחלופות טבעיות לתמיכה בבריאות מערכת העצבים, מים מזמזם התגלו כאופציה מבטיחה בשל תכונותיהם הביוכימיות הייחודיות — כגון רמת החומציות הגבוהה שלהם (pH 7.9–8.0) ועושרם באלמנטים נוגדי חמצון כמו סלניום, אבץ ומגנזיום.

ראיות מדעיות ראשוניות מצביעות על כך שמי זמזם עשויים להיות בעלי תכונות מב־טיחות לתמיכה בבריאות המוח ולהקלה על תסמינים נוירולוגיים מסוימים הקשורים להפ־רעות מוחיות, כגון מיגרנות, מחלת פרקינסון ומחלת אלצהיימר. לדוגמה, **Ahmed (2023)** דיווח כי מי זמזם עשויים לסייע בהקלה על תסמיני מיגרנה בקרב חלק מהחולים, ככל הנראה בשל הרכבם המינרלי האלקלי והשפעתם המרגיעה על מערכת העצבים.

השפעות נוירולוגיות בבעלי חיים עם מחלת פרקינסון

מחלת פרקינסון היא הפרעה נוירודגנרטיבית כרונית הפוגעת במערכת העצבים המ־רכזית, המאופיינת ברמות דופמין מופחתות במסלול הניגרו-סטריאטלי, מה שמוביל לרעי־דות, להאטת התנועה ולירידה קוגניטיבית. מחקרים מצביעים על כך שסטרס חמצוני הוא מנגנון מרכזי התורם להתקדמות המחלה על ידי גרימת אפופטוזיס עצבי.

במחקר שנערך על ידי Riaz et al. (2018), נעשה שימוש בבלורפרומאזין כדי לעורר תסמיני פרקינסון בעכברי מעבדה, וקבוצה אחת טופלה במי זמזם במשך 30 יום. התו־צאות הראו:

- לא חלה שיפור משמעותי במהלך 21 הימים הראשונים.
- לאחר 30 יום, חלה ירידה מובהקת ביותר ($P < 0.001$) בסמני הגירוי העצבי בהשוואה לקבוצת הביקורת השלילית.
- יעילות מי זמזם התקרבה לזו של התרופה לבודופה/קרבידופה, אף שהטיפול התרופ־תי נותר יעיל יותר מבחינה סטטיסטית.

- ניתוחים היסטולוגיים חשפו שינויים חיוביים ברקמת המוח בקבוצה שטופלה במי זמזם, מה שמשקף את הפוטנציאל של המים לתמוך בהתחדשות של נוירונים פגו־עים.

במחקר נוסף שנערך על ידי Mahmoud et al. (2020), נצפה כי מי זמזם תורמים ל:

- עלייה ביצירת נוירונים חדשים (נוירוגנזה).
- לגירוי של יצירת קשרים סינפטיים (סינפטוגנזה), במיוחד בהיפוקמפוס, החלק במוח הקשור ללמידה ולזיכרון.

החולדות בקבוצת הניסוי ששתו מי זמזם הראו:

- עלייה במספר הנוירונים הפעילים;
- עלייה ברמת הביטוי הגנטי של **BDNF** (גורם נוירוטרופי שמקורו במוח), חלבון מרכזי המעורב בצמיחה ובהתמיינות של נוירונים. מחסור ב-BDNF קשור לפגיעה בזיכרון ולדיכאון.

מחקר שנערך על חולדות שנחשפו לחומרים כימיים רעילים מצא כי שתיית מי זמזם תרמה ל:

- הפחתת שינויים היסטולוגיים מזיקים בקליפת המוח ובמוח הקטן.
- הפחתת רמות הרדיקלים החופשיים הגורמים נזק לקרומי התאים העצביים.
- לגירוי אנזימי הגנה תאיים כגון **סופראוקסיד דיסמוטאז (SOD) וקטלאז (CAT)**.

השפעות אלו מיוחסות לשפע של רכיבים נוגדי חמצון במי זמזם, התורמים ליציבות **הסבי־בה העצבית** ומגנים על המוח מפני לחץ חמצוני (Mahmoud et al., 2020).

השפעות התנהגותיות ואיזון עצבי

במחקר חצי-קליני, חולדות שצרכו מי זמזם הראו שיפור ב:

- התנהגות חקרנית ואינטראקטיבית.
- מדדי חרדה והתנהגות הימנעותית.
- ביצועי הזיכרון המרחבי במבחני מבוך.

שיפור זה מיוחס ליכולתו של מי זמזם לייצב את העברת האותות העצביים בין הסי־ נפסות, הודות לאיזון היוני שלו, במיוחד ברמות הסידן והאשלגן, שני יסודות חיוניים בוויסות האותות העצביים.

ראיות ראשוניות מצביעות על כך שמי זמזם עשויים למלא תפקיד פוטנציאלי במניעה או בתמיכה בטיפול במחלות ניווניות, באמצעות המנגנונים הבאים:

מצב נוירולוגי	תפקידו הפוטנציאלי של מי זמזם
מחלת אלצהיימר	עיכוב הצטברות משקעי בטא-עמילואיד ושיפור בתפקו־דים הקוגניטיביים.
מחלת פרקינסון	הפחתת לחץ חמצוני בגרעינים הבזליים.
שבץ	קידום צמיחה נוירווסקולרית ותמיכה בנוירוגנזה.
הפרעות חרדה וזיכרון	שיפור האיזון העצבי ויציבות הסינפסות.

הספרות המדעית מציעה להרחיב את היקף המחקרים כך שיכלול **ניסויים קליניים**, ניתוח **האינטראקציה בין מי זמזם לטיפולים תרופתיים**, ובחינת האפשרות לשלב אותם **כתוסף טבעי** בתוכניות התערבות נוירולוגית מוקדמת. ראיות מחקריות מצטברות מראות כי למי זמזם תכונות ביוכימיות ייחודיות המאפשרות להם לתמוך בבריאות המוח בדרכים הבאות:

- קידום היווצרותם של נוירונים חדשים וקשרים עצביים.
- הפחתת לחץ חמצוני והגנה על קרום התאים העצביים מפני נזק.
- שיפור מדדי התנהגות ותפקודים קוגניטיביים.
- שיפור התגובות הנוירולוגיות במצבים פתולוגיים כגון מחלת פרקינסון.

למרות שממצאים אלה מבטיחים, אישור מדעי סופי מחייב מחקרים קליניים שיטתיים וניתוח מפורט של המנגנונים המולקולריים לטווח הארוך.

תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות לב וכלי דם

מחלות לב וכלי דם (sCVD) הן בין הגורמים המובילים למוות ברחבי העולם, ונובעות משילוב של גורמים כגון לחץ דם גבוה, הפרעות בשומני הדם, לחץ חמצוני וטרשת עורקים. לאור הצורך המתמשך בהתערבויות תומכות ולא תרופתיות, מי זמזם משכו תשומת לב בשל תכונותיהם הפיזיקליות והכימיות הייחודיות, ובפרט תכולת המינרלים הביו-אקטיביים והנוגדי חמצון הטבעיים שבהם. מחקרים ניסויים ראשוניים מצביעים על כך שמי זמזם עשויים לתרום לשיפור תפקוד הלב, לוויסות לחץ הדם ולחיזוק עמידות הלב בפני לחץ תאי.

ויסות לחץ הדם ואיזון אלקטרוליטי

ויסות לחץ הדם תלוי באיזון העדין בין רמות הנתרן, האשלגן והמגנזיום בגוף, המשפיעות על התכווצות והרפיה של כלי הדם, כמו גם על חלוקת המים ברקמות. נמצא כי מי זמזם מכילים:

- **אשלגן (K^+):** מסייע להרפיית השרירים החלקים של כלי הדם, ותורם להורדת לחץ הדם הסיסטולי.
- **מגנזיום (Mg^{2+}):** ממלא תפקיד בוויסות התכווצויות הלב והעברת אותות עצביים.
- **ביקרבונטים (HCO_3^-):** מסייעים לנטרול חומציות ולהגנה על האנדותל העורקי מפני דלקת ונזק חמצוני.

• תוצאות הניסוי

בבעלי חיים עם לחץ דם גבוה, שתיית מי זמזם במשך שבועיים עד ארבעה שבועות הובילה ל: **(Mahmoud et al., 2020)**

- **ירידה מתונה בלחץ הדם הסיסטולי והדיאסטולי.**
- **שיפור באיזון האלקטרוליטים בתאי שריר הלב.**
- **עלייה בתפוקת השתן** מפחיתה עומס נפח במחזור הדם ומקלה על גודש במערכת הלב וכלי הדם.

הגנה מפני לחץ חמצוני בלב

מתח חמצוני הנגרם על ידי רדיקלים חופשיים הוא גורם מרכזי בהתפתחות מחלות לב כגון קרדיומיופתיה, פיברוזיס כלי דם ומוות של תאי לב. במחקר ניסויי שנערך על חולדות שסבלו מרעילות לבבית כתוצאה משימוש בתרופת הכימותרפיה Doxorubicin, הושוו ההשפעות של מי זמזם לאלה של קבוצת ביקורת. (Mahmoud et al., 2020)

- **תוצאות מעבדה**

- שיפור ברמות האנזימים הלבביים, כגון CK-MB ו-LDH, מעיד על ירידה בנזק לתאי שריר הלב.
- ירידה ברמות המלונדיאלדהיד (MDA), סמן ביולוגי מרכזי לחמצון שומנים.
- שיפור בהיסטולוגיה של שריר הלב, עם ירידה ברורה בניוון התאי.

ממצאים אלה מיוחסים ליכולתו של מי זמזם:

- לעורר את ייצור האנזימים נוגדי החמצון כגון גלוטתיון פרוקסידאז וקטלאז.
- לעכב דלקת תאית הנגרמת על ידי לחץ חמצוני כרוני.

השפעות על שומני הדם וטרשת עורקים

שומני הדם, ובמיוחד ליפופרוטאין בצפיפות נמוכה **(LDL)**, ממלאים תפקיד מרכזי בהתפתחות טרשת עורקים. ההשערה היא כי מרכיבים מסוימים במי זמזם, ובפרט:

- **מגנזיום**: המונע הצטברות כולסטרול ומסייע בייצוב דפנות כלי הדם.
- **ביקרבונטים**: המפחיתים את צמיגות הדם ומפחיתים את הסיכון להיווצרות מיקרו־תרומבוסים (קרישי דם זעירים).
- **פלואוריד**: המגרה את ייצור תחמוצת החנקן (NO), מולקולה המרחיבה את כלי הדם ומונעת התקשות כלי הדם.

אינדיקטורים להשפעה פוטנציאלית על מערכת הלב וכלי הדם

- ירידה משמעותית ברמות הכולסטרול LDL המזיק ועלייה ברמות הכולסטרול HDL המועיל בעקבות צריכת מי זמזם.
- שיפור בזרימת הדם הכלילית באמצעות הרחבת כלי הדם.
- ירידה בדלקת האנדותל, המהווה שלב מקדים להיווצרות פלאקים טרשת עורקים. (Alshahrani et al., 2021)

יישומים עתידיים ואופקים טיפוליים

בהתבסס על הראיות הקיימות, מחקרים עתידיים מציעים לחקור את תפקידו של מי זמזם (Latif et al., 2020) בתחומים הבאים:

יישום	המלצה למחקר
חולי אי ספיקת לב	לבחון את יעילות מי זמזם כתמיכה משלימה לתפקוד הלב הסיסטולי והמוגבר.
לחץ דם גבוה כרוני	ניתוח ההשפעות ארוכות הטווח על ההתנגדות הווסקו־לרית ועל נפח הדם הכולל.
עולי רגל לחאג' ולעומרה	שילובו בפרוטוקולי הידרציה לבבית עבור קבוצות החשו־פות למתח תרמי ופיזי.
ספורטאים	לחקור את השינויים ההמודינמיים בקצב הלב ובזרימת הדם ללב לאחר השתייה.

ראיות קליניות מצביעות על כך שמי זמזם תורמים לדברים הבאים:

תפקוד הלב	השפעה מדעית פוטנציאלית
ויסות לחץ הדם	הפחתת לחץ סיסטולי ודיאסטולי הודות לאשלגן ומגנזיום.
הגנה מפני לחץ חמצוני	הפחתת מדדי הנזק הלבבי באמצעות הפעלת נוגדי חמצון.
שיפור ברמות השומנים בדם	הורדת רמת ה-LDL, העלאת רמת ה-HDL והפחתת צמיגות הדם.
יציבות אלקטרוליטית	איזון נתרן ואשלגן להפחתת הפרעות בקצב הלב.

לפיכך, מי זמזם נחשבים לאופציה טבעית מבטיחה במסגרת אסטרטגיות למניעה ותמיכה לב וכלי דם, במיוחד במקרים הקשורים ללחץ דם, לחץ חמצוני וזרימת דם. עם זאת, קיים צורך דחוף במחקרים קליניים מדויקים כדי לקבוע את המינון, משך הטיפול והיעילות הקלינית.

תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות עיניים

העין רגישה מאוד לגורמים סביבתיים ולזיהומים מיקרוביאליים בשל מבנה הרקמה העדין שלה ורגישותה הגבוהה. החיפוש אחר טיפולים טבעיים ובטוחים ברפואת עיניים נותר אתגר רפואי מתמשך, במיוחד עם העלייה בעמידות לאנטיביוטיקה. בהקשר זה, מחקרים אחרונים הראו כי למי זמזם תכונות ייחודיות ההופכות אותו לסוכן אנטי-דלקתי מקומי פוטנציאלי לעין, עם יכולת לתמוך בהתחדשות רקמת הקרנית ולהפחית גירויים וכיבים שטחיים.

השפעות אנטיבקטריאליות בזיהומים בעין

במחקר מעבדה שנערך על ידי Aljuaid et al. (2019), נבדקה השפעת מי זמזם על זני חיידקים נפוצים הקשורים לזיהומים בעיניים, כולל:

- Staphylococcus aureus
- Pseudomonas aeruginosa
- Klebsiella pneumoniae
- Escherichia coli

- מי זמזם הראו יכולת מרשימה לעכב את הצמיחה של זנים אלה, הן בצורתם הטהורה והן בדילול.
- במקרים מסוימים, הוא היה יעיל יותר מאנטיביוטיקות קונבנציונליות כגון אמפיצילין וכלוראמפניקול.
- לא נצפתה רעילות לתאים בעת שימוש מקומי ברקמות העין.

מנגנון אפשרי:

- הפלואוריד והאבץ שבמי זמזם מסייעים לחדור לקרומי החיידקים ולשבש את חילוף החומרים שלהם.
- האלקליניות הגבוהה שלו (pH 7.9-8.0) מונעת התפתחות סביבה מיקרוביאלית ברקמות העין.

שיפור ריפוי הקרנית ושמירה על רקמות העין

השפעת מי זמזם על תיקון רקמת הקרנית נחקרה בבעלי חיים שסבלו משפשופים שטחיים או מיובש קיצוני **(Alshahtuni et al., 2020)**, במטרה לבחון את תכונותיהם הרגנרטיביות.

- מי זמזם לא גרמו לגירוי ברקמה או לתגובות דלקתיות בקרנית או בלחמית.
- נצפה ריפוי מואץ של פצעים שטחיים בקרנית בהשוואה למים רגילים.
- שלמותן של שלוש שכבות הקרנית (האפיתל, הסטרומה והאנדותל) נשמרה, דבר המעיד על בטיחותה הפיזיולוגית.

השפעה זו קשורה ליכולת הידועה של מינרלים כגון **אבץ ומגנזיום** לעורר את ייצור **גורמי הגדילה** המפעילים **את הפיברובלסטים ותאי האפיתל** בקרנית.

במחקר קליני ראשוני, טיפות עיניים המכילות מי זמזם נוסחו בתנאי סטריליזציה במעבדה והושוו לתמיסת מלח סטנדרטית המשמשת לשטיפת עיניים (Hamed et al., 2021).

- החולים הראו שיפור מהיר יותר בתסמינים כגון אדמומיות, גרד ודמעות מוגברות לאחר השימוש בטיפות עיניים המכילות מי זמזם.
- לא דווח על תופעות לוואי או תגובות אלרגיות מקומיות.
- העין שמרה על איזון ה-pH הטבעי שלה ועל הפרשת הדמעות.

סיכויים מעשיים עתידיים ברפואת עיניים

בהתבסס על התוצאות החיוביות הקודמות, מומלץ להרחיב את תחומי המחקר והפיתוח כדי לבחון את השימושים של מי זמזם ב:

תחום השימוש	יישום מוצע
זיהומים חיידקיים בעין	פיתוח טיפות עיניים טיפוליות טבעיות המכילות מי זמזם בסוכן אנטיבקטריאלי מקומי.
זיהומים נגיפיים ופטרייתיים	בדיקת יעילותו במקרים כגון קרטיטיס, אובאיטיס נגיפית או דלקת עפעפיים פטרייתית.
תסמונת העין היבשה	שימוש בו כקרם לחות טבעי המשקם את האיזון של הריריות.
כירורגיה משחזרת של העין	שימוש בו כשטיפה תומכת לאחר ניתוחים כדי לקדם את הריפוי.

ממצאים מדעיים מראים כי למי זמזם תכונות טיפוליות מבטיחות בתחום רפואת העי־ניים, כולל:

תכונה	השפעה טיפולית
אנטיבקטריאלי	מעכב את התפתחותם של זנים נפוצים הגור־מים לזיהומים בעיניים.
מסייע בהתחדשות הרקמות	מאיץ את הריפוי של פצעים בקרנית ומשפר את איזון הרקמות.
בטוח לשימוש מקומי	אינו גורם לגירוי או לרעילות בקרנית או בלחמית.
מתאים ליישום קליני	מועמד לייצור טיפות עיניים טבעיות נטולות חומרים כימיים.

הדבר מדגיש את החשיבות של המשך מחקרים קליניים נרחבים כדי להעריך את היעילות של מי זמזם במקרים מורכבים יותר של מחלות עיניים, דבר שעשוי לפתוח הזדמ־נויות רבות לאימוץ שלהם בפרוטוקולים של טיפול תומך או משלים.

תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות עור, פצעים וכוויות

העור הוא קו ההגנה הראשון של הגוף מפני חיידקים וגורמים סביבתיים, וחשיבותו טמונה בהיותו המחסום המכני והחיסוני העיקרי. לאור הגורמים השונים לנזקי עור, כגון פצעים, כוויות או זיהומים, המחקר המדעי מתמקד יותר ויותר בטיפולים מקומיים טבעיים המעדיפים בטיחות ויעילות. מספר מחקרים הוכיחו כי מי זמזם, עם הרכב המינרלים הייחודי שלהם והיעדר מזהמים, בעלי תכונות ביולוגיות מבטיחות בתמיכה בתיקון העור, האצת ריפוי פצעים ומניעת זיהומים.

האצת ריפוי פצעים בעור

במחקר ניסויי שנערך על ידי Aljuaid et al. (2020), נעשה שימוש במודל של פצע פתוח בעכברים כדי להעריך את יעילות מי זמזם בהאצת הריפוי. תוצאותיו הושוו למי ברז ולתמיסת מלח רגילה. המחקר כלל מדידות מדויקות של שטח הפצע, היווצרות רקמה חדשה וצמיחת מיקרו-כלי דם.

- בקבוצת מי זמזם נרשמה ירידה של 45% בשטח הפצע תוך 7 ימים בלבד, בהשוואה לקצב איטי יותר בקבוצות האחרות.
- נצפתה עלייה בצפיפות המיקרו-וסקולרית (ניאו-וסקולריזציה), מה ששיפר את זרימת החמצן והחומרים המזינים לאזור הפצע.
- נצפה ויסות טוב יותר של הצטברות הקולגן, המהווה גורם בסיסי בתמיכה בחוזק ובשלמות המבנית של הרקמה החדשה.

תכונות אנטיבקטריאליות

ניסויים הראו כי למים מזמזם יש פעילות אנטיבקטריאלית רחבת טווח נגד זני חיידקים הקשורים בדרך כלל לזיהומים בפצעים, כולל:

- Staphylococcus aureus
- Pseudomonas aeruginosa
- Bacillus subtilis

יעילות העיכוב נבדקה באמצעות מבחן דיפוזיה באגר, והתוצאות הצביעו על כך:

- מי זמזם יוצרים אזור עיכוב ברור, במיוחד כאשר משתמשים בהם בריכוזים גבוהים או ללא דילול.

- הוא מפגין פעילות נגד חיידקים אירוביים ואנאירוביים כאחד, מה שהופך אותו למתאים לשימוש בפצעים פתוחים ובכיבים. השפעה אנטיבקטריאלית זו מיוחסת לתכולת האבץ, המגנזיום והפלואוריד שבו, כמו גם לאלקליניות הגבוהה שלו, המפחיתה את החומציות של הסביבה המיקרוביאלית, ובכך מעכבת את צמיחת החיידקים (Mahmoud et al., 2020).

יעילות מי זמזם בטיפול בכוויות בעור

במודל ניסויי של כוויות מדרגה שנייה בעכברי מעבדה, נערך מחקר שבמסגרתו רוססו מי זמזם על האזור הפגוע פעמיים ביום במשך עשרה ימים (Alshahrani et al., 2021).

תוצאות קליניות:

- אזור הכוויה הצטמצם ב-50% עד היום העשירי בקבוצה שטופלה במי זמזם.
- דגימות העור שטופלו הראו צפיפות מוגברת של סיבי קולגן מאורגנים היטב והיווצרות של שכבת אפידרמיס תקינה ללא סימני פיברוזיס.
- רמות הציטוקינים הדלקתיים, כגון IL-6 ו-TNF-α, פחתו בהשוואה לקבוצות שלא טופלו.

תוצאות אלו מצביעות על כך שמי זמזם לא רק מאיצים את הריפוי הנראה לעין, אלא גם מווסתים את התגובה הדלקתית ברמה המולקולרית, ובכך מפחיתים את הסיכון לצלקות קבועות או לזיהום משני.

בבדיקות הבטיחות, דגימות העור עברו מריחה מקומית חוזרת ונשנית של מי זמזם כדי לעקוב אחר סימנים כלשהם לרגישות או לגירוי (Hamed et al., 2019).

- לא נרשמו סימנים נראים לעין של אדמומיות, גרד או נפיחות.
- בבדיקות מיקרוסקופיות נצפה כי שכבת הקרנית, האפידרמיס והרקמות התת-עוריות נותרו שלמות.
- לא נמצאו אינדיקטורים לרעילות בעור, לא בשימוש קצר טווח ולא בשימוש ארוך טווח.

בהתבסס על הממצאים הנ"ל, מי זמזם הם מועמד מבטיח לפיתוח מוצרים רפואיים למרחה המיועדים לטיפול במצבים דרמטולוגיים חריפים וכרוניים. ההמלצות המדעיות כוללות:

תחום השימוש	המלצות מחקר
מוצרים לטיפול בפצעים	פיתוח קרמים או משחות המכילים מי זמזם בריכוז טיפולי פעיל.
כוויות	שימוש במי זמזם כחלק מפרוטוקולי הטיפול הראשוני בכוויות מדרגה שנייה ושלישית.
מחלות עור כרוניות	בחינת תפקידו במחלות כגון פסוריאזיס, אקזמה ודלקת עור אטופית.
שימוש עם אנטיביוטיקה	מחקר על האפקט הסינרגטי של תרופות מקומיות נגד חיידקים עמידים.

ראיות מדעיות מראות כי למי זמזם יש תכונות מועילות רבות לתיקון העור, כולל:

תכונה	השפעה טיפולית
ריפוי מואץ	הגברת היווצרות כלי דם וקולגן.
עמידות חיידקית	עיכוב צמיחת חיידקים נפוצים בעור.
הפחתת דלקת	הפחתת ציטוקינים דלקתיים ושיפור האיזון החיסוני.
בטיחות מקומית	ללא רעילות או גירוי לעור, גם בשימוש חוזר.

לפיכך, מי זמזם נחשבים לתרופה טבעית בטוחה ויעילה לשימוש מקומי, המתאימה במיוחד למסגרות רפואיות ראשוניות, ובמיוחד בתנאי אקלים קשים ובעונות החג' והעומ־רה, שבהן לעתים קרובות נצפה שיעור גבוה יותר של פציעות עור וכוויות.

תפקידו של מי זמזם בטיפול במחלות עצמות ומפרקים

בריאות העצמות והמפרקים מושפעת מגורמים רבים, בהם תזונה, צפיפות מינרלים, דלקת כרונית ומתח חמצוני. מחקרים ראשוניים הראו כי מי זמזם עשויים לתמוך בבריאות העצמות והמפרקים בזכות הרכב המינרלים המאוזן שלהם ותכונותיהם האנטי-דלקתיות, מה שמציב אותם כתוסף טבעי פוטנציאלי למניעה וטיפול.

תמיכה וחיזוק מבנה העצם

לסידן תפקיד מכריע בבניית השלד ובשמירה על צפיפות העצם והשיניים. מחקרים הראו כי שמירה על רמות סידן נאותות מסייעת במניעת אוסטאופורוזיס, במיוחד בקרב נשים לאחר גיל המעבר ובקרב קשישים. מכיוון שמי זמזם מכילים ריכוזים בולטים של סידן, ניתן לראות בהם תוסף טבעי התומך במניעת מחלות ניווניות של העצם (Adrinta et al., 2023).

בנוסף, מגנזיום, הנמצא גם הוא בכמויות משמעותיות במי זמזם, תורם לבריאות העצמות באמצעות תפקידו ב:

- גירוי הסינתזה של חלבוני מבנה העצם.
- ויסות חילוף החומרים של ויטמין D
- עיכוב ספיגת הסידן בעצמות

פלואוריד: משפר את עמידות העצמות לאוסטאופורוזיס ומשחק תפקיד ביצירת קולגן.

ביקרבונטים מסייעים בהפחתת החומציות, מה שמגביל את ספיגת הסידן מהעצמות עקב חוסר איזון ב-pH בדם.

מחקרים מצביעים על כך שחומציות כרונית בגוף (אפילו ברמות קלות) עלולה להפחית את צפיפות העצם על ידי הגברת הפרשת הסידן. מי זמזם מונעים זאת בזכות תכונותיהם האלקליות (pH 7.9–8.0), ומסייעים בשמירה על מינרליזציה של העצם.

תפקיד פוטנציאלי במניעת אוסטאופורוזיס

מחקרים שנערכו על בעלי חיים הסובלים ממחסור בסידן או מאוסטאופורוזיס (עקב הזדקנות או כריתת שחלות כמודל לאוסטאופורוזיס לאחר גיל המעבר) הראו את התוצאות הבאות:

- צפיפות המינרלים בעצמות (BMD) השתפרה באופן משמעותי עם צריכת מי זמזם.
- נצפתה עלייה ניכרת בתכולת המינרלים בעצמות הירך והמותן בהשוואה למים רגילים.
- נצפה ויסות טוב יותר של רמות הורמון הפאתירואיד (PTH), המסייע בוויסות מאזן הסידן.

תכונות אנטי-דלקתיות והשפעתן על המפרקים

מחלות מפרקים, כגון דלקת מפרקים שגרונית ודלקת מפרקים ניוונית, קשורות לדל־קת תאית מוגברת המובילה לניוון המפרקים. מחקרים הוכיחו כי למים מזמזם יש השפעה אנטי-דלקתית משמעותית, מה שהופך אותם לטיפול טבעי פוטנציאלי לדלקת מפרקים. באופן ספציפי, הוכח כי מים מזמזם:

- מפחית סמנים דלקתיים כגון TNF-α ו-IL-1β.
- מפחית נפיחות במפרקים אצל חולדות הסובלות מדלקת מפרקים חריפה.
- משפר את תנועתיות המפרקים ומפחית כאב כאשר נעשה בו שימוש כתוסף מים לטווח ארוך.

ההערכה היא כי השפעה אנטי-דלקתית זו קשורה להרכבו המינרלי, ובפרט למגנזיום, אשר ידוע כי רמתו נמוכה בקרב אנשים רבים הסובלים מדלקת מפרקים. מכאן עולה כי מי זמזם, בהיותם מקור טבעי למגנזיום, עשויים לסייע במניעת דלקת מפרקים.

הספרות המדעית מצביעה על כך שמי זמזם עשויים להיות מועילים במיוחד עבור:

- נשים לאחר גיל המעבר, הנמצאות בסיכון לחסרים בסידן ובמגנזיום.
- חולים שאינם סובלים תוספי סידן דרך הפה.
- קשישים הנמצאים בסיכון לאוסטאופורוזיס, שעבורם מי זמזם עשויים להוות חלופה טבעית ובטוחה לתמיכה בעצמות.

איזון מינרלי ותפקודי גוף חיוניים

מי זמזם מכילים ארבעה יונים עיקריים בכמויות גדולות: נתרן, אשלגן, מגנזיום וסידן, יחד עם שבעה יסודות קורט: ונדיום, מנגן, ברזל, קובלט, נחושת, מוליבדן ואבץ. מינרלים אלה חיוניים לאיזון מטבולי, לתמיכה באנזימים, להעברת אותות עצביים וליצירת המוגלובין.

לדוגמה, לברזל תפקיד מכריע בייצור המוגלובין ובהובלת חמצן לתאי הגוף. צריכת ברזל מספקת באמצעות מי זמזם עשויה לסייע במניעת אנמיה מחוסר ברזל, מה שמביא בתורו לשיפור ברמות הפעילות הכלליות ובסיבולת הגופנית, במיוחד בקרב קבוצות פגיעות כגון ילדים ונשים הרות (Damayanti et al., 2023).

בטיחות ביולוגית וטוהר טבעי

במחקר ניסויי בן 90 יום שנערך על חולדות, אלה שצרכו מי זמזם כמקור הנוזלים היחיד שלהן לא הראו סימנים פתולוגיים או שינויים שליליים ברקמות, בהשוואה לחולדות ששתו מים ממקורות אחרים. המחקר הגיע למסקנה שמי זמזם הם:

- בטוחה לחלוטין מבחינה ביולוגית.
- אינו גורם לתגובות אלרגיות או להשפעות רעילות על הרקמות.
- נקי ממזהמים כימיים ובקטריאליים, ואינו דורש עיבוד תעשייתי (Mahmoud et al., 2020).

טוהר זה מעניק למי זמזם יתרון בריאותי משמעותי. צריכת מי שתייה נקיים ונטולי מזהמים תומכת בתפקודי איברים חיוניים ומגנה מפני מחלות המועברות במים.

תפקידם של מינרלים בתפקודים מטבוליים ופיזיולוגיים

מגנזיום וסידן הם שניהם קו-פקטורים לאנזימים המעורבים במטבוליזם של השומנים וב־ וויסות רמת הסוכר בדם. מי זמזם מסייעים:

- לעורר הפרשת חומצת שתן, ובכך למנוע היווצרות אבני חומצת שתן.
- להפעיל תהליכים אנזימטיים המעורבים במטבוליזם של כולסטרול וגליצרול.
- לתרום להפחתת רמות הטריגליצרידים בדם, המהוות אינדיקטור חשוב לבריאות הלב (Nurhapsan & Kamila, 2023).

מי זמזם כתמיכה יומית לאיזון מינרלי

בעוד שמקורות המזון העיקריים נותרים חיוניים לעמידה בצרכים היומיומיים של מינרלים, **מי זמזם** יכולים לשמש כתוסף טבעי יעיל לתמיכה ב:

- בריאות העצמות
- איזון נוזלים ואלקטרוליטים
- תפקוד השרירים והעצבים
- ייצור דם וסינתזת המוגלובין

לפיכך, מי זמזם מתגלים כאופציה בטוחה וטבעית לשיפור הבריאות הגופנית, במיוחד כאשר הם משולבים בתזונה מאוזנת ובאורח חיים פעיל (Oktaviani & Fakhruddin, 2021).

למי זמזם תכונות ביו-אקטיביות משמעותיות המשפרות את בריאות העצמות ואת תפקוד הגוף הכללי, הודות לתמיסה העשירה והמאוזנת של מינרלים חיוניים ומינרלים קורט. אלה כוללים:

מינרל	תפקיד ביולוגי
סידן	בניית עצמות ומניעת אוסטאופורוזיס.
מגנזיום	תמיכה בתגובות אנזימטיות וייצוב סידן.
ברזל	ייצור המוגלובין ומניעת אנמיה.
אבץ ונחושת	תמיכה במערכת החיסון ובצמיחת התאים.
ונדיום ומנגן	ויסות רמת הגלוקוז ובקרת תהליכים מטבוליים.

בזכות תכונותיו הפיזיקליות והכימיות הייחודיות, ניתן לראות במי זמזם משאב מינרלי טבעי וטהור התומך בתפקודים חיוניים ומסייע במניעת מחלות הנגרמות מחסרים ביסודות קורט, במיוחד בקרב קבוצות סיכון. עם זאת, חשוב לציין כי מי זמזם אמורים להוות תוספת לתזונה מאוזנת או להרגלים בריאים, ולא להחליף אותם, ולשמש כגורם תומך במסגרת גישה הוליסטית לרווחה כללית.

תפקידה של מי זמזם בטיפול בהפרעות במערכת העיכול

מערכת העיכול היא מרכיב חיוני בבריאות האדם, ותפקודה מושפע מגורמים שונים, כולל תזונה, איזון מינרלים, סביבת המיקרוביומה במעיים ומתח חמצוני. בהקשר זה, **מי זמזם** מתגלים כמקור טבעי עשיר במינרלים ובעל תכונות פיזיקליות ייחודיות המסייעות בשיפור תפקודי העיכול, בהפחתת דלקות במעיים ובאופטימיזציה של איזון יוני ונוזלי.

תכונות כימיות ותפקידן בשיפור העיכול

מי זמזם מכילים מגוון מינרלים חיוניים כגון נתרן, סידן, מגנזיום, אשלגן, אבץ וסלניום, הממלאים תפקידים חיוניים ב:

- ויסות הפרשת הקיבה ואנזימי העיכול.
- גירוי תנועת המעי הדק והמעי הגס.
- תמיכה ברירית המגנה על הקיבה והתריסריון.

מחקרים כימיים הראו כי **למי זמזם** יש pH בסיסי יחסית (7.9), מה שעוזר לנטרל חומציות יתר בקיבה, מה שהופך אותם למועילים במצבים כגון מחלת ריפלוקס גסטרו-וופגאגי (GERD), כיבים בתריסריון ועיכול לא תקין (Ahmad, 2023).

מחקר אנליטי תיאורי שנערך בתוניסיה (Altounsi et al., 2020) בקרב חולים עם מחלת מעי דלקתית כרונית (IBD) ניתח את השימוש שלהם ברפואה משלימה ואלטרנטיבית (CAM). התוצאות העלו כי 54% מהחולים השתמשו **במי זמזם** כחלק מהפרוטוקול המשלים שלהם, לצד דבש (62%) ופעילות גופנית (23%).

- החולים העדיפו להשתמש בטיפולים אלה בעת התפרצות תסמינים, במיוחד במקרים של כאב חמור או דימום במעיים.
- החולים דיווחו על שיפור משמעותי בתסמינים כלליים כגון נפיחות, התכווציות ושלשולים, מה שמשקף את תפקידה המרגיע הטבעי של **מי זמזם** במערכת העיכול.

ממצאים מצביעים על כך שמי זמזם תורמים לבריאות מערכת העיכול באמצעות מספר מנגנונים ביולוגיים (Mansur et al., 2022).

מנגנון	השפעה אפשרית על מערכת העיכול
אלקליניות גבוהה	משנה את חומציות הקיבה ומקל על צרבת וריפלוקס.
יסודות מינרליים	תומך בהפרשת אנזימי עיכול ומעורר פעילות מעיים.
השפעה נוגדת חמצון	מפחית דלקת במעיים ומגן על תאי האפיתל.
שיפור מאזן האלקטרוליטים	מניעת התייבשות ושמירה על ספיגת חומרים מזינים.
חיזוק החיסון הרירי	מפחית את הסיכוי לזיהומים חיידקיים ונגיפיים במ־עיים.

השפעה על חיידקים מועילים וחיידקי המעיים

השערות אחרונות מצביעות על כך שתכונות המינרלים של מי זמזם עשויות לתרום לגירוי הצמיחה של חיידקי מעי מועילים, כגון חיידקי ביפידובקטריה ולקטובצילוס. ניתן לייחס זאת ל:

- יצירת סביבה בסיסית מתונה המעכבת את צמיחתם של חיידקים מזיקים.
- תמיכה בספיגת מגנזיום וסידן, החיוניים לשמירה על מיקרוביומה בריאה.
- תרומה לחיזוק מחסום המעיים כנגד דלקת כרונית.

התייבשות פנימית ותמיכה בעמידות בפני התייבשות

הודות לריכוז המלח המאוזן שלה, מי זמזם מהווים גורם יעיל במניעת התייבשות הנ־גרמת על ידי שלשולים כרוניים או הקאות, במיוחד במקרים של הרעלת מזון או דלקת במערכת העיכול (Mansur et al., 2022). הם מכילים:

- **נתרן ואשלגן**, המסייעים לספיגת מים במעיים.
- **מגנזיום וסידן**, התומכים בתפקוד ובאיזון העצבי-שרירי.
- **מינרלים נדירים** המפעילים אנזימים המעורבים בספיגת סוכר וחומצות אמינו.

מניעת השמנת יתר וטיפול בהפרעות עיכול הקשורות למשקל

Ahmed (2023) מציין כי שתייה קבועה של מי זמזם עשויה לסייע ב:

- שיפור תחושת השובע והפחתת התקפי רעב מוגברים.
- לעורר את חילוף החומרים של השומן ולהפחית את הצטברות השומן הקרבי.
- תמיכה בספיגת חומרים מזינים חיוניים מבלי להעמיס על מערכת העיכול.

תכונות אלה הופכות את מי זמזם לתוסף טבעי בתוכניות לניהול משקל, במיוחד עבור

אנשים הסובלים מהפרעות עיכול הקשורות לעלייה במשקל, כגון תסמונת המעי הרגיז (IBS) או ריקון קיבה מאוחר.

מי זמזם מפגינים חיוניות יוצאת דופן בתמיכה בבריאות מערכת העיכול באמצעות:

- שינוי חומציות הקיבה.
- הקלה על תסמיני כיבים וריפלוקס.
- תרומה לאיזון יוני והפחתת התייבשות.
- תמיכה במיקרוביומה של המעיים ובמערכת החיסון של מערכת העיכול.
- שיפור איכות החיים בקרב חולים הסובלים ממחלות מעי דלקתיות.

הנתונים מדגישים את חשיבותו של מי זמזם כתוסף טבעי בטוח ויעיל. המים מעוקרים ונקיים ממזהמים, מה שהופך אותם לאופציה מבטיחה באסטרטגיות מניעה ומשלימות לטיפול במחלות מערכת העיכול.

תפקידו של מי זמזם בטיפול בהפרעות במערכת העצבים

מערכת העצבים היא המרכז לשליטה על התפקודים החושיים, המוטוריים והרגשיים של הגוף. היא מסתמכת על איזון עדין של תזונה, אינטראקציות אלקטרוכימיות ומערכת הגנה מפני לחץ חמצוני. בהקשר זה, מי זמזם מתגלים כאלמנט טבעי בעל תכונות ייחודיות – רמת החומציות הגבוהה שלהם, העושר במינרלים חיוניים והפעילות האנטי-חמצונית – מה שהופך אותם למועמדים בעלי ערך לתמיכה בביצועים העצביים, בתפקודים הקוגניטיביים ולמניעת הפרעות פסיכולוגיות ונוירולוגיות.

מי זמזם מכילים הרכב מאוזן של מינרלים חיוניים לתפקוד תקין של מערכת העצבים:

- **מגנזיום (Mg^{+2})**: מרכיב חיוני בייצוב קרום התאים העצביים, הממלא תפקיד רגיש בוויסות העברת האותות העצביים ובדיכוי מערכת העצבים המרכזית. מחסור במגנזיום נקשר לעלייה בשיעורי חרדה, דיכאון והפרעות שינה.
- **אשלגן (K^{+})**: אחראי על הולכה חשמלית על פני קרום העצב ויצירת פוטנציאל פעולה.
- **סידן (Ca^{+2})**: חיוני לשחרור נוירוטרנסמיטורים כמו סרוטונין ודופמין, השולטים במצב הרוח, בריכוז ובמוטיבציה.

מחקרים נוירו-מדעיים מצביעים על כך ששמירה על איזון מינרלי זה עשויה להפחית את הסיכוי להתקפים (Al-Brahim et al., 2022), עוויתות והפרעות במצב הרוח.

הפחתת חרדה ומתח עצבי

במחקר ניסויי שנערך על בעלי חיים, שתיית מי זמזם הראתה השפעה משמעותית על:

- הפחתת התנהגות חרדתית בעכברים שנבדקו במבוך מוגבה, בהשוואה לקבוצות ששתו מים רגילים.
- שיפור באיכות השינה והארכת משך המנוחה, ללא השפעה שלילית על הפעילות הגופנית הכללית.

השפעה זו יוחסה לעיכוב ציר ההיפותלמוס-היפופיזה-אדרנל (HPA), האחראי על ויסות

תגובת הגוף למתח נפשי, באמצעות הפחתת הפרשת הקורטיזול והורמונים הקשורים למתח (Riaz et al., 2018).

מחקרים ביוכימיים הראו כי מי זמזם משפרים את הפעילות האנטי-חמצונית ברקמות המוח על ידי העלאת רמות האנזימים המגנים, כגון:

- **גלוטתיון פרוקסידאז (GPx)**
- **סופראוקסיד דיסמוטאז (SOD)**
- הפחתת ריכוז מלונדיאלדהיד (MDA), שהוא תוצר מזיק של לחץ חמצוני, הקשור לנזק לתאי עצב.

מנגנונים אלה חיוניים למניעת מחלות ניווניות של מערכת העצבים, כגון אלצהיימר ופרקינסון, שבהן לחץ חמצוני הוא אחד הגורמים העיקריים (Ahmed, 2023; Mahmoud et al., 2020).

שיפור הביצועים הקוגניטיביים והזיכרון

בניסויים שנערכו על עכברים, תוך שימוש במבחני למידה וזיכרון (כגון מבוך ה-Y ומבוך המים של מוריס),

- העכברים שצרכו מי זמזם הראו שיפור במהירות הלמידה וביצירת הזיכרון המרחבי.
- בנוסף, צפיפות הנוירונים בהיפוקמפוס, האזור במוח הקשור ללמידה ולאחסון זיכרון לטווח ארוך, נשמרה.
- הביטוי הגנטי, כגון גורם נוירוטרופי שמקורו במוח (BDNF), עלה, וזהו חומר ממריץ מרכזי לצמיחה והתמיינות של נוירונים (Elhadary & Raj, 2017; Al-Juwaie et al., 2023).

ניסויים ראשוניים בבני אדם ודיווחים מהשטח

למרות שמחקרים קליניים ישירים הם מוגבלים, מספר עולי רגל ומבצעי אומרה שית־פו דוחות שטח ותצפיות איכותיות המצביעות על:

- שיפור במצב הרוח הכללי ותחושת רוגע לאחר שתיית מי זמזם.
- ירידה בעייפות נפשית ושיפור בביצועים הקוגניטיביים, במיוחד במצבים פיזיים ונפ־שיים צפופים ומלחיצים.

ממצאים ראשוניים אלה תומכים בהשערה כי מי זמזם קשורים קשר הדוק לוויסות מצב הרוח העצבי באמצעות מסלולים ביוכימיים, כולל איזון אלקטרוליטים וגירוי של נוירוטרנסמיטורים. קשר זה עשוי לחזק את הרווחה **הפסיכולוגית והרוחנית** של הפרט (Ahmad, 2023; Mansur et al., 2022).

הנתונים המדעיים הזמינים מצביעים על כך שמי זמזם תורמים באופן משמעותי ל:

תפקוד נוירולוגי	השפעות מי זמזם
העברה עצבית	ויסות ההולכה החשמלית והנוירוטרנסמיטורים הודות לסידן ומגנזיום.
נוגדי חמצון עצביים	הגנה על המוח מפני לחץ חמצוני הודות לאנזימים הגנתיים.
הפחתת חרדה ומתח	עיכוב ציר HPA והפחתת הורמוני הלחץ.
שיפור הזיכרון והלמידה	תמיכה באזור ההיפוקמפוס והגברת רמת ה-BDNF.
שיפור השינה והמצב הרוח	איזון אלקטרוליטים בדם והשפעה פסיכולוגית מרגיעה.

למרות שיש צורך במחקרים קליניים נרחבים יותר, הראיות הניסיוניות מצביעות על כך שהתכונות הייחודיות של מי זמזם הופכות אותם למועמד טבעי ומבטיח לשילוב באסטרטגיות שמטרתן לשפר את בריאות מערכת העצבים ולמנוע הפרעות פסיכולוגיות ונוירולוגיות.

תפקידו של מי זמזם בטיפול בהפרעות לחץ דם

הדם הוא מרכיב חיוני בגוף, האחראי על תפקודים קריטיים כגון הובלת חמצן וחומרים מזינים, ויסות המערכת החיסונית ושמירה על האיזון הפנימי. ויסות לחץ הדם במערכת הלב וכלי הדם הוא מנגנון פיזיולוגי עדין הקשור קשר הדוק לאיזון המינרלים ולתקינות מע־רכת העצבים האוטונומית. מחקרים אחרונים הראו כי למי זמזם תכונות ייחודיות התומכות בבריאות הדם, מעלות את רמות ההמוגלובין ומווסתות את לחץ הדם ללא תופעות לוואי רעילות או חמצוניות.

תמיכה ביצירת דם ושלמות ההמוגלובין

ממצאים מעבדתיים מצביעים על כך שלמי זמזם יש השפעה חיובית על מרכיבי הדם, במיוחד בכל הקשור לריכוז ההמוגלובין ולהגנה על ההם מפני חמצון. במחקר ניסויי שנ־ערך על ידי Badar et al. (2019) על 52 חולדות Wistar, חולקו החיות לארבע קבוצות, כאשר כל אחת מהן צרכה סוג שונה של מים: מים רגילים, מים מינרליים, מי זמזם חדשים ומי זמזם שאוחסנו מאז 2008.

תוצאות עיקריות:

- לא נצפו סימנים לרעילות או למטהמוגלובינמיה באף אחת מהקבוצות.
- לא היה הבדל משמעותי ברמות **המטמוגלובין** (MetHb), סמן לחמצון המוגלובין על ידי חנקות.
- בשתי הקבוצות שצרכו מי זמזם נצפתה עלייה משמעותית בריכוז ההמוגלובין הכולל:

❖ עלייה של 22% בקבוצת מי הזמזם הטריים.

❖ עלייה של 9% בקבוצת המים הרגילים.

❖ עלייה של 5% בקבוצת מינרלים.

תוצאות אלו מחזקות את ההשערה כי מי זמזם בטוחים לתאי הדם ויכולים לשפר את ייצור ההמוגלובין מבלי לגרום לחמצון תאי.

תמיכה באיזון הברזל ומניעת אנמיה

מי זמזם עשירים ביסודות קורט, כולל ריכוז בולט של ברזל, החיוני לבניית המוגלובין ותאי דם אדומים. על פי Okraviani & Fakhruddin (2021), צריכה קבועה של מי זמזם עשויה לתרום ל:

- מניעת **אנמיה הנובעת ממחסור בברזל**, במיוחד בקרב ילדים ונשים בהריון;
- שיפור ייצור תאי הדם האדומים;
- שיפור חלוקת החמצן בגוף ושיפור הסיבולת.

ויסות לחץ הדם באמצעות השפעות מינרליות ופיזיולוגיות

יתר לחץ דם הוא אחת המחלות הכרוניות הנפוצות ביותר, והוא קשור לסיבוכים חמורים הפוגעים בלב, במוח ובכליות. מחקרים הדגישו כי ההרכב המינרלי העשיר של מי זמזם משפיע באופן ישיר על דינמיקת זרימת הדם ועל ויסות לחץ הדם.

במחקר קליני שנערך על ידי Latif et al. (2020) נמצא כי שתיית מי זמזם הובילה ל:

- עלייה קלה בלחץ הדם הסיסטולי והדיאסטולי ועלייה בקצב הלב.
- הפעלה ברורה של **מערכת העצבים הסימפתטית**, הממלאת תפקיד בוויסות לחץ הדם במצבי לחץ.
- תגובה פיזיולוגית זו הייתה מתונה בהשוואה למים מוגזים ולא הובילה לגירוי יתר של מערכת הלב וכלי הדם.

מי זמזם מכילים ריכוזים מאוזנים של מינרלים חיוניים המשפיעים על ויסות לחץ הדם (Tama & Sagiran, 2019), כולל:

מינרל	תפקיד פיזיולוגי בוויסות לחץ הדם
סידן	תורם להתכווצות השרירים החלקים של כלי הדם ומפחית את ההתנגדות הווסקולרית.
מגנזיום	מסייע בוויסות התרחבות כלי הדם ומפחית את הגירוי של מערכת העצבים הסימפתטית.
נתרן	האיזון בין סידן למגנזיום במי זמזם מפחית את הסיכון של נתרן למרות הקשר שלו ללחץ דם גבוה.

במחקר עוקב שנערך על ידי Munir et al. (2015) על 20 חולים עם יתר לחץ דם, המשתתפים חולקו לשתי קבוצות, שאחת מהן צרכה רק מי זמזם במשך חודש. קבוצה זו הראתה ירידה ממוצעת בערכי לחץ הדם, מה שתומך בהשערה שמי זמזם עשויים לסייע בקידום איזון דינמי של לחץ הדם.

מחקרים במדעי התזונה מצביעים על כך שספיגת המינרלים ממים טבעיים גבוהה יותר מאשר ממזון, בשל:

- **התמוססות יונית מלאה** של מינרלים במים.
- **היעדר מעכבי ספיגה תזונתיים** כגון פיטאטים או סיבים המפריעים לספיגה.
- **ספיגה ישירה דרך מערכת העיכול** ללא פירוק כימי.

מי זמזם הם דוגמה מצוינת למה שמכונה " Functional Waters ", כלומר מים המ־ספקים יתרונות בריאותיים מעבר להידרציה, על ידי תמיכה באיזון החשמלי והפיזיולוגי של הגוף.

ראיות מדעיות מצביעות על כך שמי זמזם פועלים בתחומים הבאים:

תפקוד	השפעה הנתמכת מדעית
תמיכה ביצירת דם	עלייה בריכוז ההמוגלובין בדם ללא חמצון או רעילות.
ויסות לחץ הדם	השפעה מאוזנת על מערכת העצבים האוטונומית ושי־פור בתגובת כלי הדם.
חיזוק חסינות הדם	הפחתת לחץ חמצוני וקידום שלמות תאי הדם.
יעילות ספיגת מינרלים	הקלה על ספיגת ברזל, מגנזיום וסידן לתמיכה בבריאות הלב ומערכת הדם.

לפיכך, מי זמזם נחשבים לתוסף טבעי בטוח ויעיל לקידום בריאות הדם ואיזון לחץ הדם, במיוחד בקרב קבוצות המועדות יותר להפרעות הקשורות ללחץ דם, כגון נשים בה־ריון, חולים כרוניים וקשישים.

תפקידו של מי זמזם בהפחתת כולסטרול

הפרעות בשומני הדם הן בין הגורמים המובילים התורמים למחלות לב כליליות ולשבץ מוחי, אשר נותרו הגורם העיקרי לתמותה ברחבי העולם. ארגון הבריאות העולמי מעריך כי יותר מ-5 מיליון אנשים מאבדים את חייהם מדי שנה עקב מחלות לב וכלי דם הקשורות לכולסטרול גבוה (WHO, 2023).

בעוד העולם פונה לעבר חלופות טבעיות ופונקציונליות לטיפול במצבים אלה, מי זמזם מתגלים כחומר ביו-אקטיבי מבטיח הראוי למחקר וניתוח. נתונים ראשוניים מצביעים על כך שמי זמזם עשויים לסייע בהפחתת הכולסטרול והטריגליצרידים הודות להרכב הייחודי של המרכיבים הביו-אקטיביים שבהם. דבר זה מציב אותם כאופציה טיפולית בטוחה ויעילה בפוטנציה, במיוחד עבור אוכלוסיות המחפשות חלופות טבעיות נטולות תופעות לוואי. עם זאת, יש צורך באימות מדעי קפדני נוסף באמצעות ניסויים קליניים מבוקרים כדי לאשש ממצאים ראשוניים אלה.

הבסיס הכימי של מי זמזם ותפקידם בוויסות השומנים

מי זמזם מכילים תערובת ייחודית של מינרלים חיוניים, כולל **מגנזיום, אבץ, ביקרבונט, פלואוריד וסידן,** שכולם הוכחו כבעלי השפעות פיזיולוגיות על חילוף החומרים של השומנים. מחקרים קודמים הראו כי מגנזיום משפר את הרגישות לאינסולין ומפחית את ספיגת הכולסטרול במעי הדק (Huby et al., 2012), בעוד שאבץ ממלא תפקיד מרכזי בעיכוב האנזים HMG-CoA reductase, האחראי על סינתזת הכולסטרול בכבד (Prasad, 2014). ביקרבונט מסייע בניטרול ה-pH, ובכך משפר את הסביבה התאית לתהליכים מטבוליים.

מחקר ניסויי על השפעת מי זמזם על הכולסטרול

בניסוי מעבדה שנערך על ידי **Mahmoud et al. (2023),** נבדקה השפעת מי זמזם על פרופיל השומנים בבעלי חיים הסובלים מהיפרכולסטרולמיה. התוצאות הראו:

- ירידה משמעותית ברמות הכולסטרול הכולל בהשוואה לקבוצת הביקורת השלילית ($p < 0.05$).

- שיפור ניכר ברמות הטריגליצרידים.

- עלייה ברמות ה-HDL ביחס ל-LDL, אחד המדדים החשובים ביותר להגנה על הלב.

השפעות פוטנציאליות אלו מיוחסות לאינטראקציה של המינרלים במי זמזם עם מס־לולי חמצון השומנים, הממריצים אנזימים האחראים לפירוק השומן ומפחיתים את חמצון הליפופרוטאינים בעלי צפיפות נמוכה, התהליך הבסיסי בהתפתחות טרשת עורקים.

המחקר אישר גם כי מי זמזם היו יעילים יותר ממים מינרליים וממים מסוננים ביתיים בהשפעתם על הורדת רמות השומנים, שכן מים מבוקבקים מסחריים לא הראו שינויים משמעותיים ברמות השומנים. דבר זה מדגיש עוד יותר את ייחודיותם של מי זמזם כמשאב טיפולי פונקציונלי.

מנגנונים ביוכימיים מוצעים

- **מגנזיום** משפר את האיזון בין סידן לאשלגן בתוך התאים, משפר את תפקוד הלב ומפחית הצטברות שומן **(Hruby et al., 2014)**.
- **אבץ** מחזק את דפנות כלי הדם על ידי עיכוב תהליכים חמצוניים ומקדם את היווצרות חלבוני HDL, המובילים כולסטרול טוב לגוף. **(Prasad, 2014)**;
- **ביקרבונטים** מסייעים להפחתת הלחץ החמצוני בתוך התאים, ובכך מקלים על חמצון ה-LDL, הגורם העיקרי לטרשת עורקים.

יישומים קליניים מוצעים

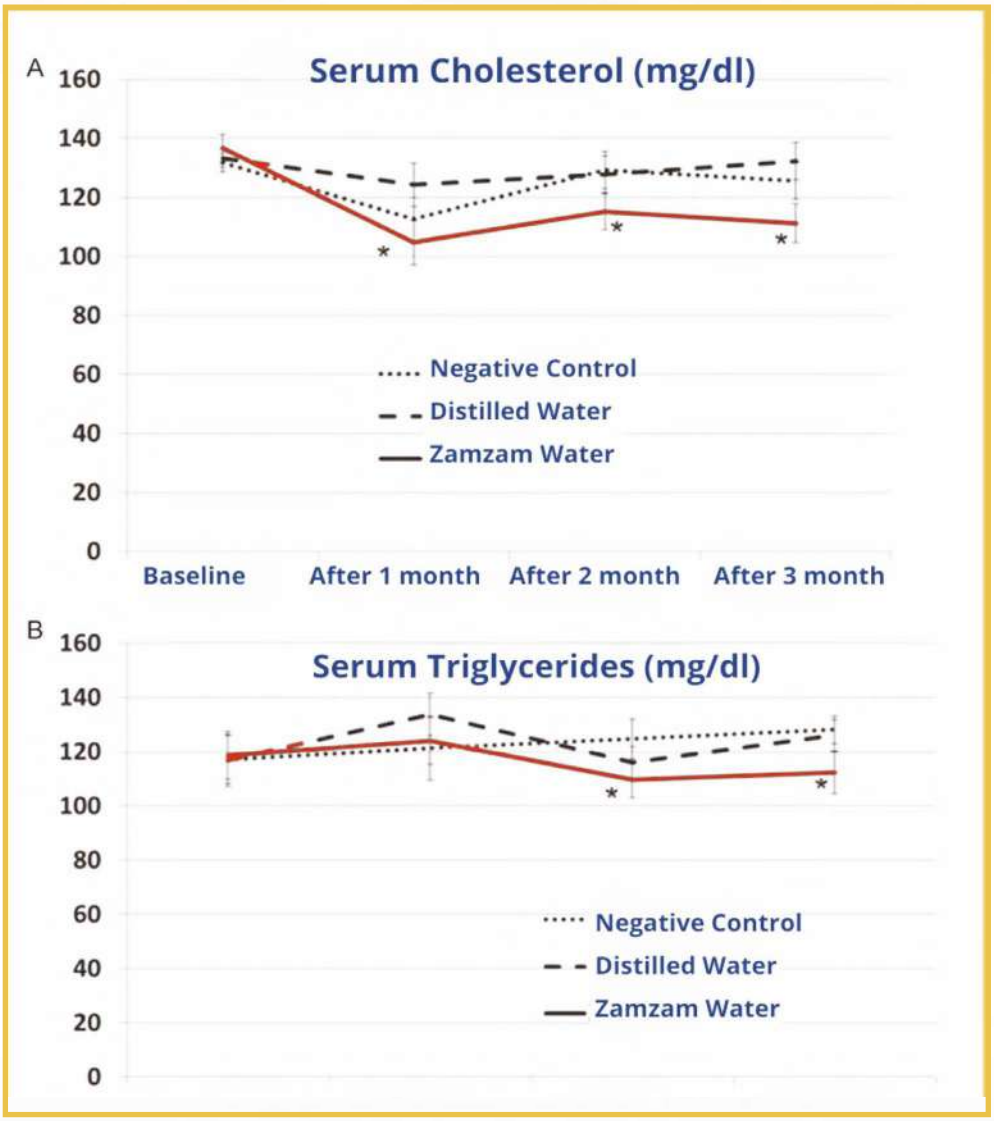
ממצאים אלה מצביעים על שילוב פוטנציאלי של מי זמזם בתוכניות תזונתיות מונעות וטיפוליות עבור חולים הנמצאים בסיכון ליתר שומנים בדם, במיוחד בקבוצות הבאות:

- חולים בסוכרת מסוג 2.
- חולים שאינם סובלים סטטינים או תרופות אחרות להורדת שומנים בדם.
- עולי רגל ומבצעי אומרה הסובלים מהפרעות לב כרוניות.

המלצות לעתיד

למרות שהנתונים המעבדתיים והניסויים נראים מבטיחים, נדרש מחקר נוסף:

- יש לערוך **ניסויים קליניים בקנה מידה גדול בבני אדם** כדי להעריך את יעילות מי זמזם בהורדת כולסטרול.
- השוואת השפעותיו למים טיפוליים אחרים.
- לבחון את ההבדלים בזמינות הביולוגית של המינרלים בצריכת מי זמזם לעומת תוספי תזונה נפרדים.



למי זמזם יש השפעות להורדת שומנים בדם. באופן ספציפי, נצפתה (A) ירידה משמעותית ברמות הכולסטרול ו-(B) ירידה ברמות הטריגליצרידים בדם. *$p < 0.05$ מצביע על הבדל מובהק סטטיסטית בהשוואה לקבוצת הביקורת השלילית (Mahmoud et al., 2020).

מי זמזם ורוקיאה אל-שריעה

השילוב של מי זמזם ורוקיאה, הכולל קריאת פסוקים מהקוראן במטרה לרפא את עצמך או אחרים, נושא משמעות רוחנית עמוקה בתרבות האסלאמית. שילוב זה משך חוקרים לחקור אותו מנקודת מבט מדעית, במיוחד בנוגע להשפעותיו האנטי-מיקרוביאליות הפוטנציאליות. בהקשר זה, נערך לאחרונה מחקר אנליטי כדי להעריך את התכונות האנטיבקטריאליות של שלושה סוגי מים:

- מי זמזם בלבד;
- מי זמזם שעליהם הוקראו רוקיה (פסוקים מהקוראן);
- שלושה סוגים שונים של מים מינרליים מסחריים.

מים אלה נבדקו כנגד חמישה זנים מיקרוביאליים פתוגניים נפוצים:

- **Escherichia coli**
- **סטפילוקוקוס אוראוס**
- **פסאודומונס אירוגינוזה**
- **Bacillus spp.**
- **קנדידה אלביקנס**

תוצאות המחקר (El-Desoukey et al., 2000)

- כל סוגי המים, כולל מי זמזם ומי זמזם עם רוקיה, היו נקיים מזיהום מיקרוביאלי בבדיקה באמצעות ג'ל אגאר מזין.
- לאחר חשיפה לאוויר, הופיעו דרגות שונות של צמיחה מיקרוביאלית:

❖ הצמיחה הגבוהה ביותר נצפתה במי מינרלים מסחריים.

❖ במי זמזם נצפתה צמיחה פחותה מזו שבמים מינרליים.

❖ במי זמזם עם רוקיה נצפתה הצמיחה המיקרוביאלית הנמוכה ביותר, מה שמעיד על העמידות הגבוהה ביותר לחומרים אנטי-מיקרוביאליים.

מבחינת היעילות האנטי-מיקרוביאלית:

❖ מי זמזם עם רוקיה היו יעילים יותר מכל הסוגים האחרים.

❖ אחריו הגיע מי זמזם רגילים.

❖ מינרלים מסחריים לא הראו כל פעילות אנטי-מיקרוביאלית.

משמעות התוצאות

- הממצאים תומכים בהשערה כי שילוב של רוקיה עם מי זמזם משפר את יעילותם נגד חיידקים ופטריות.
- תכונות אלו הופכות את מי הזמזם למועמד מבטיח לשימושים בריאותיים ומניעתיים בסביבות הדורשות חיטוי טבעי ופעילות אנטי-מיקרוביאלית, כגון אזורים צפופים במה־לך החג'.
- ניתן לייחס השפעה זו לתדרי התנודה של פסוקי הקוראן, המשפיעים על המבנה המו־לקולרי של המים, כפי שהציע Emoto (2005). תדרים אלה מסייעים בוויסות קשרי המימן בתוך המים, ובכך משפיעים על תכונותיהם הביולוגיות.
- בנוסף, המינרלים הנמצאים במי זמזם, כגון סידן, מגנזיום ואבץ, תורמים להשפעתם האנטי-מיקרוביאלית (Al-Juaid et al., 2019; Elhadary & Raj, 2017).

תפקידו של מי זמזם בקידום הטיפול בהתמכרות

התמכרות לסמים מהווה אתגר רפואי ופסיכולוגי מורכב, הקשור לשינויים מורכבים בכימיה של המוח, לתפקוד לקוי של נוירוטרנסמיטרים ולהפרעות באיזון הפסיכולוגי, בנוסף לגורמים סביבתיים וחברתיים. בחיפוש אחר תוספים טבעיים לטיפולים פרמקולוגיים ופסיכולוגיים קונבנציונליים, עלה הרעיון לשלב את מי זמזם במודלים של טיפול תומך, בהתבסס על הרכב המינרלים המאוזן שלהם ועל תכונותיהם הביולוגיות הפעילות.

הספרות המדעית מצביעה על כך שלמינרלים הנמצאים במי זמזם, כגון ליתיום, סידן, מגנזיום ואבץ, יש השפעות מוכחות על תפקודים נוירולוגיים וויסות מצב הרוח **(Ahmad, 2023)**. מחקרים אחרים הדגישו את תפקידם של מינרלים אלה בהקלה על תסמיני גמילה, שיפור היציבות הפסיכולוגית והפחתת שיעורי הנסיגה.

ליתיום (Li): ייצוב מצב הרוח והפחתת הישנות

ליתיום הוא טיפול קלאסי המשמש להפרעות במצב הרוח, והוכח כי הוא מייצב את מצב הרוח ומפחית את התקפי הדיכאון והמאניה בקרב חולים הסובלים מהפרעה דו-קוטבית. ליתיום מווסת את העברת האותות של הנוירוטרנסמיטרים, ובפרט סרוטונין ודופמין, המהווים מתווכים מרכזיים במעגלי ההתמכרות והאימפולסיביות (Malhi et al., 2017).

מחקרים רבים הוכיחו כי נטילת ליתיום במינונים מדויקים יכולה להפחית את התשוקה העזה לסמים ולהוריד את שיעורי הנסיגה לאחר הפסקת השימוש (Young, 2013).

סידן (Ca): ויסות האיתות העצבי ותנודות רגשיות

סידן הוא מרכיב מרכזי בהעברת אותות חשמליים בין נוירונים ובוויסות שחרור הנוירוטרנסמיטרים בסינפסות. הפרעות באיזון הסידן נקשרו לחרדה מוגברת, להפרעות שינה ולרגישות עצבית מוגברת, כולם תסמינים נפוצים במהלך גמילה מסמים **(Haghighi et al., 2015)**. מנקודת מבט זו, צריכת מי זמזם במקור עשיר בסידן עשויה לסייע בהקלה על תסמינים אלה.

מגנזיום (Mg): הפחתת לחץ עצבי ועצבנות

מגנזיום ממלא תפקיד מרכזי בלמעלה מ-300 תגובות אנזימטיות והוא חיוני להרגעת מערכת העצבים המרכזית. מחקרים מצביעים על כך שמחסור במגנזיום עלול להחמיר מתח, חרדה ודיכאון (**Serefko et al., 2016**). בנוסף, מגנזיום מסייע בוויסות קולטני NMDA, המעורבים בהתמכרות לאלכוהול ולממריצים.

אבץ (Zn): תמיכה ביציבות עצבית ובהחלמה

אבץ חיוני למטבוליזם העצבי וממלא תפקיד משמעותי בוויסות קולטני הדופמין, הנוירוטרנסמיטור הקשור להתנהגויות התמכרותיות. אבץ גם מקדם את התאוששות הרקמה העצבית ומפחית דלקת עצבית הנגרמת מחשיפה כרונית לרעלנים כימיים **(Grabrucker, 2014)**. מחקרים הראו כי מחסור באבץ עשוי להיות קשור לחומרת התמכרות מוגברת ולקושי בהפסקת ההתמכרות.

מי זמזם כתוסף טבעי בתוכניות לטיפול בהתמכרות

מי זמזם הם מקור טבעי ובטוח למינרלים שהוזכרו לעיל, ללא תופעות לוואי ידועות, מה שמגביר את קבילותם בהקשרים טיפוליים. האיזון האלקטרוכימי שלהם מקל על הספיגה ברמה העצבית, מה שהופך אותם לתוסף יעיל בתוכניות שיקום פסיכולוגיות.

בהשוואה לתוספים סינתטיים, השימוש במי זמזם מציע:

- בטיחות ביולוגית גבוהה ללא הצטברות רעילה.
- עלות נמוכה, במיוחד באזורים שבהם הוא זמין בקלות.
- קבלת פנים דתית ופסיכולוגית רחבה, מה שמגביר את האמון בקרב מטופלים מוסלמים.

המלצות לעתיד

- ביצוע ניסויים קליניים מבוקרים על חולים הסובלים מהתמכרות, כדי לחקור את השפעות מי זמזם על הכימיה במוח ותסמיני הגמילה.
- הערכת יעילותו בשילוב עם תרופות פסיכוטרופיות בתוכניות טיפול מקיפות.
- לבחון את תפקידו בייצוב מצב הרוח, בשיפור השינה ובהפחתת הרגישות העצ־בית אצל אנשים בתהליך החלמה.

פעילות אנטי-פטרייתית ואנטי-בקטריאלית של מי זמזם

מיקרואורגניזמים, כגון נגיפים, חיידקים וטפילים, הם בין האתגרים המשמעותיים ביותר לבריאות הציבור, במיוחד בסביבות צפופות ופתוחות, כפי שקורה בעונות החג' והעומרה, שבהן הסבירות להדבקה במחלות עולה עקב מגע פיזי קרוב ולחץ על משאבי הבריאות. מחקרים רבים חשפו את התכונות הביו-אקטיביות הייחודיות של מי זמזם במאבק נגד מגוון רחב של מיקרואורגניזמים אלה, תכונה המיוחסת להרכב היוני האלקליני שלהם ולעושר במינרלים ביו-אקטיביים.

בהשוואת מי זמזם למי שתייה בבקבוקים או למי ברז מבחינת פעילות אנטיבקטריאלית, התוצאות הראו:

- **ספקטרום רחב יותר של עיכוב צמיחת מיקרואורגניזמים:** מי זמזם היו יעילים יותר מסוגים אחרים של מים במניעת צמיחת חיידקים ופטריות פתוגניים.
- **יציבות לטווח ארוך:** המים שמרו על יעילותם האנטיבקטריאלית גם לאחר אחסון של יותר משישה חודשים, ללא צורך בקירור.
- **היעדר זיהום:** לא נרשמו סימנים לצמיחת חיידקים או פטריות בדגימות מי זמזם במהלך האחסון, מה שמעיד על יציבותו הביולוגית.

ממצאים אלה תומכים בעובדה שמי זמזם בעלי תכונות אנטיבקטריאליות ואנטי-פטרייתיות, במיוחד בשילוב עם חומרים טבעיים כגון זרעי כמון שחור, דבש וצמחי מרפא מסוימים. זאת הודות למספר גורמים מרכזיים:

- **היעדר מוחלט של מיקרואורגניזמים** גם לאחר חשיפה לסביבה.
- **תכולה גבוהה של מינרלים ביו-אקטיביים** כגון סידן, מגנזיום ופלואוריד, בעלי השפעות אנטיבקטריאליות ואנטי-פטרייתיות ישירות.
- **תפקידו כממס צמחי יעיל:** מחקרים הראו כי שימוש במי זמזם להפקת תרכובות צמחיות פעילות משפר את הפעילות הביולוגית שלהן בהשוואה לממסים קונבנציונליים, מה שהופך אותם לבחירה אידיאלית לפיתוח תכשירים תרופתיים טבעיים ובטוחים.

אמנם ההשפעה האנטי-מיקרוביאלית של מי זמזם כשלעצמם עשויה להיות מוגבלת יחסית, אך שילובם במערכת טיפולית מקיפה לצד תרכובות טבעיות טומן בחובו הבטחה בתחום הרפואה המשלימה והמניעתית. גישה סינרגטית זו עשויה להיות מועילה במיוחד לפיתוח תכשירים טבעיים, למריחה או לבליעה.

למרות המחקרים המוגבלים שפורסמו בנוגע להשפעות מי זמזם על נגיפים, מספר מחקרים ראשוניים וניסויים קליניים שלא פורסמו סיפקו אינדיקציות מעודדות, המצביעות על:

- שיפור בתסמיני זיהום בדרכי הנשימה העליונות בקרב חלק מהחולים שצרכו מים מז־מזם באופן קבוע.
- דיווחים עקיפים המקשרים בין מי זמזם לתמיכה במערכת החיסון, מה שעשוי להפחית את חומרת התסמינים.
- זיהומים נגיפיים כגון נגיף הקורונה החדש (SARS-CoV-2)
- מחקרים ביולוגיים מסוימים תומכים בהשערה כי מים אלקליין, כגון מי זמזם, עשויים לסייע ביצירת סביבה פנימית שאינה נוחה לשכפול נגיפי, במיוחד עבור נגיפים המש־גשגים בתנאים חומציים.
- היא עשויה גם לעורר את התגובה החיסונית המולדת על ידי שיפור תפקודם של תאי פאגוציטים ותאי T עוזרים (תאי T-helper), המשמשים כקו ההגנה הראשון נגד זיהומים נגיפיים.
- בסך הכל, למים מזמזם יש פוטנציאל מבטיח כסוכן אנטי-מיקרוביאלי טבעי נגד מיק־רואורגניזמים, כולל חיידקים, פטריות, ואולי גם נגיפים. פוטנציאל זה מתחזק בזכות:
- יציבות ביולוגית גם בתנאי אחסון לטווח ארוך.
- היעדר מוחלט של מיקרואורגניזמים ומיקוטוקסינים.
- פעילות מיקרוביולוגית משופרת בשילוב עם מרכיבים טבעיים.

תכונות אלה הופכות את מי זמזם לאופציה טבעית ייחודית לאסטרטגיות מניעה וטי־פול — במיוחד בסביבות צפופות ובמצבים הדורשים חלופות בטוחות ובר-קיימא לבקרת זיהומים.

ראשית: פעילות אנטי-פטרייתית

פטריות פתוגניות, ובמיוחד Candida albicans, הן מהגורמים השכיחים ביותר לזיהומים פטרייתיים בנרתיק, בעור ובמערכת החיסון. בשנים האחרונות, אורגניזמים אלה הפגינו יכולת גוברת להתנגד לחומרים אנטי-פטרייתיים סינתטיים. לכן, החיפוש אחר חלופות טבעיות בטוחות ויעילות יותר הפך לדחוף בקרב הקהילה הרפואית.

בהקשר זה, נערך מחקר באוניברסיטת אומרו מוסא יראדואה במדינת קאצ'ינה, ניגריה, כדי להעריך את הפעילות הסינרגטית של תמצית זרעי שחור אתנולית (ISE), דבש (TIN) ומי זמזם כנגד תרבויות מבודדות של C. albicans באמצעות שיטת דיפוזיה באגר, יחד עם קביעת הריכוז המעכב המינימלי (MIC) והריכוז הקוטל פטריות המינימלי (MFC). התוצאות הראו שתמצית הזרעים השחורים רשמה את אזור העיכוב הגבוה ביותר, 14 mm, ואחריה הדבש עם 12 מ"מ, בעוד שלמי זמזם לבדם הייתה השפעה מוגבלת יחסית, כ-6 מ"מ. ערכי ה-MIC וה-MFC הטובים ביותר היו 30 מ"ג/מ"ל ו-60 מ"ג/מ"ל, בהתאמה, מה שמעיד על הפוטנציאל לשימוש במי זמזם כגורם עזר בתכשירים אנטי-פטרייתיים סינרגטיים (Saulawa & Hamisu, 2019).

שנית: פעילות אנטיבקטריאלית

זיהומים חיידקיים מהווים אתגר בריאותי עולמי בשל העמידות הגוברת לאנטיביוטיקה. זנים פתוגניים נפוצים כוללים את Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Salmonella spp. ו-Staphylococcus aureus, בנוסף לזיהומים פטרייתיים חוזרים הנגרמים על ידי Candida albicans . בניסוי אנליטי השוואתי, נמצא כי מי זמזם מעכבים את צמיחתם של זנים אלה כאשר נעשה בהם שימוש במצב טהור או בריכוזים מדוללים. במקרים מסוימים, הם אף עלו ביעילותם על זו של אנטיביוטיקות קונבנציונליות כגון אמפיצילין וכלוראמפניקול (Aljuaid et al., 2019). מחקרים אחרים הראו גם כי מי זמזם נשארים נקיים לחלוטין מזיהום חיידקי גם לאחר מספר חודשים של אחסון ללא קירור (El-Desoukey et al., 2020). יציבות מיקרוביאלית זו מיוחסת להרכבו הייחודי,

המכיל ריכוזים גבוהים של סידן, מגנזיום ופלואוריד, יסודות הידועים ביכולתם לעכב צמיחת חיידקים ולמנוע היווצרות אצות. בנוסף, האלקליניות (pH = כ-7.9-8.0) של מי זמזם (Khalid, 2010; Viklur, 2017, 2019) יוצרת סביבה עוינת להתרבות חיידקים ומיקרואורגניזמים, מה שמחזק עוד יותר את תכונותיה כנוגד חמצון טבעי וכחומר אנטי־מיקרוביאלי.

שלישית: מי זמזם כממס יעיל להפקת תרכובות צמחיות

בניסוי מדעי נוסף שימש מי זמזם כממס כימי להפקת תרכובות ביו-אקטיביות מעלי המורינגה (Moringa oleifera) במסגרת מחקר השוואתי שכלל שישה ממסים שונים, ביניהם מי זמזם ותערובותיו עם אתנול או אצטון. הפעילות האנטיבקטריאלית והאנטי־פטרייתית של תמציות אלה נבדקה מול קבוצה של זנים פתוגניים, כולל S. aureus, B. cereus, B. subtilis, P. aeruginosa, E. coli, P. mirabilis ו-C. albicans. ערך ה-MIC הנמוך ביותר (6.25 mg/mL) נרשם עבור תמציות שהופקו באמצעות תערובת של מי זמזם ואצטון, במיוחד נגד Bacillus subtilis. תמציות אצטון, במיוחד בשילוב עם מי זמזם, הראו את הרמות הגבוהות ביותר של פעילות ביולוגית נגד רוב הזנים שנבדקו. ממצאים אלה מצביעים על כך שמי זמזם אינם רק מי שתייה טהורים, אלא גם ממלאים תפקיד פעיל בשיפור היעילות הביולוגית של צמחי מרפא כאשר הם משמשים בתהליכי מיצוי (Puchooa & Jahally, 2017).

סיכום כללי של היתרונות הבריאותיים העיקריים של מי זמזם

לאור הנתונים המדעיים, הניתוחים המעבדתיים, הניסויים הקליניים והתצפיות הר־פואיות שהוצגו, ניתן להסיק כי מי זמזם הם מים טבעיים יוצאי דופן, המתאפיינים בהרכב מינרלי ייחודי, בתכונות פיזיקליות וננומטריות ייחודיות, ובשלל השפעות בריאותיות המבו־ססות על ראיות. בנוסף, המשמעות הדתית העמוקה שלהם בתודעה האסלאמית מוסיפה לחשיבותם.

ראשית: תכונות פיזיקליות ומבניות

- בעל פרופיל מינרלי מאוזן, הכולל סידן, מגנזיום, פלואוריד וביקרבונטים בגבולות בריאים.
- בעל pH בסיסי מתון (7.9–8.0), המעניק לו תכונות נוגדות חומצה ותורם לאיזון ביולוגי.
- מפגין יציבות מרשימה בהרכבו הכימי גם לאחר שנים של אחסון, מה שמעיד על יצי־בותו הטבעית הייחודית.

שנית: יתרונות ביולוגיים ותפקודיים

- הוכח כבטוח לתאים חיים, ללא סימני רעילות אפילו בריכוזים גבוהים.
- תורם לחיזוק מערכת החיסון, להגברת נוגדי החמצון הטבעיים ולהפחתת סמני דלקת.
- תומך בתפקוד הכליות והכבד, ומסייע בהפחתת הצטברות רעלים ומתכות כבדות.
- מגלה פעילות אנטיבקטריאלית, אנטי-ויראלית ואנטי-פרזיטית מבלי לפגוע בחיידקי המעיים המועילים.
- משפר את האיזון המטבולי ואת רמות הסוכר בדם, פרופיל השומנים בדם ומדדי לחץ הדם.

שלישי: יתרונות ספציפיים לאיברים

- **מערכת העיכול:** משפר את העיכול, מקל על כיבים בקיבה ועצירות, ומשפר את ספיגת החומרים המזינים.
- **מערכת השתן:** מפחית היווצרות אבנים בכליות ומשפר את תפקוד הכליות בחולי דיאליזה.
- **מערכת העצבים:** מרגיע את הפעילות העצבית, משפר את מצב הרוח ואת איכות השינה, ומפחית את מדדי החרדה.
- **בריאות הפה:** מפחית חיידקים הגורמים לעששת, תורם לבריאות החניכיים ומסייע בהחזרת המינרלים לאמייל.
- **ריפוי העור ופצעים:** מאיץ את ריפוי הפצעים, מפחית דלקות בעור ומקדם התחדשות תאים.

ארבע: יישומים רפואיים וננו-טכנולוגיים

- משמש בייצור חלקיקים ננו-ביו-אקטיביים (כגון חלקיקי כסף, אבץ וזהב).
- מציג תכונות מבניות וקישוריות מולקולריות ייחודיות בקנה מידה ננומטרי, מה שמביא חוקרים מסוימים לתארו כ"מים בעלי מבנה ננומטרי טבעי".
- תורם לטכנולוגיות מתן תרופות מדויקות ומוצע לשימוש בתכשירים רפואיים וקוסמטיים.

חמישי: תכונות אופטיות ודינמיות

- יוצר גבישי מים משושים סימטריים בעת הקפאה, בניגוד למים רגילים.
- מציג יציבות במדדי השבירה הספקטרליים וטוהר אופטי בטכניקות הדמיה בלייזר.
- ניתן להשתמש בו כ"טביעת אצבע" אופטית דיגיטלית לאימות האותנטיות שלו.

ZemZem
ZamZam
ZamZam
زمزم
موسوعة زمزم العالمية
Global ZamZam Encyclopedia

מסקנה ומחשבות סיכום

ספר זה הראה כי חקר הזמזם חורג הרבה מעבר לניתוח מדעי של מים. זהו, בעת ובעונה אחת, נושא של היסטוריה, אמונה, תרבות ומדע. הזמזם אינו באר רגילה, אלא תופעה בעלת חשיבות יוצאת דופן – דתית, היסטורית ומדעית. הזורם ברציפות מזה אלפי שנים, הוא מגלם את זיכרון ההתגלות ואת עדות ההשגחה האלוהית, ונשאר קישור חי בין העבר הקדוש להווה המתפתח ללא הרף.

מטרתנו הייתה להציג את הממדים הרבים של זמזם במסגרת קוהרנטית ומשולבת:

- **משמעות דתית** – המושרשת היטב בפסוקי הקוראן ובמסורות הנבואיות, המאשרת את זמזם כמקור לברכה והדרכה.

- **נוכחות היסטורית** – תפקידה המרכזי בהתפתחות הציוויליזציה האסלאמית, המעשיר את חייהם של דורות של עולי רגל, מלומדים ושליטים.

- **ייחודיות מדעית** – מאושרת על ידי מחקרים גיאולוגיים, הידרולוגיים, כימיים ורפואיים המדגישים את תכונותיו הייחודיות והמתמשכות.

- **רלוונטיות עכשווית** – הגנה, ניטור וניהול בר-קיימא באמצעות כלים מדעיים מודרניים, כולל בינה מלאכותית וטכנולוגיות מים דיגיטליות.

על ידי שילוב הממדים השזורים זה בזה, עבודה זו מראה כי התגלות וחקירה מדעית אינן כוחות מנוגדים, אלא נקודות מבט משלימות. יחד, הן מספקות הבנה הוליסטית של זמזם הן כנכס קדוש והן כתופעה מדעית ייחודית.

הממצאים מדגישים כי זמזם אינו יכול להיות מוגבל לתחום מחקר אחד בלבד. הוא דורש גישה רב-תחומית המאחדת גיאולוגים, הידרולוגים, חוקרים רפואיים, היסטוריונים, חוקרי דת ומומחים בטכנולוגיות דיגיטליות ובינה מלאכותית.

מחקר זמזם אינו עוסק רק בשימור נס מהעבר — הוא נועד להבטיח שהמורשת הזו תמשיך להועיל להווה ולעתיד. לפיכך, מסקנה זו אינה סוף, אלא הזמנה פתוחה: להקים מרכזי מחקר בינתחומיים המוקדשים לזמזם, לחזק את מחקרי ההידרולוגיה והסביבה, להרחיב את הניתוחים הרפואיים והדיגיטליים, ולשמור על הבאר הזו הן כמורשת קדושה והן כמשאב מדעי.

מקור מים שמעולם לא התייבש טומן בחובו תעלומות המחייבות מחקר מתמשך. יהי מחקר זה מגיע לא רק למעמקי קרקעית האדמה, אלא גם לאופקים המתרחבים של הידע האנושי. בדרך זו, זמזם יישאר – בדיוק כפי שהיה מאז מקורו המופלא – עדות נצחית לכך שמה שיורד משמים לעולם אינו מאבד מערכו עלי אדמות.

מילון מונחים רב-לשוני

Arabic	Urdu	Persian	Malay	English	French	Spanish	Turkish	Bengali	Hindi	Russian	Chinese	Japanese	Swahili	Hebrew
مكة المكرمة	مکہ مکرمہ	مکه مکرمه	Mekah al-Mukarra-mah	Makkah	La Mec-que	La Meca	Mekke	মক্কা	मक्का	Мекка	麦加	メッカ	Makka	מכה
الحرم المكي	حرم مکی	حرم مکی	Tanah Ha-ram Mekah	Sacred Precinct	Sanc-tuaire de La Mecque	Santuario de La Meca	Mekke Harem	মক্কার পবিত্র মসজিদ এলাকা	मक्का का पवित्र हरम क्षेत्र	Священная территория Мекки	麦加禁寺圣区	メッカの聖域	Eneo Takatifu la Msikiti wa Mak-ka	מתחם המ־סגד הקדוש במכה
المسجد الحرام	مسجد الحرام	مسجد الحرام	Masjid al-Haram	Grand Mosque	Grande Mosquée	Gran Mezquita	Mescid-i Haram	মসজিদুল হারাম	मस्जिद अल-हरम	Аль-Масджид аль-Харам	禁寺（麦加大清真寺）	マスジド・ハラーム	Msikiti Mkuu wa Makka	מסגד אל־חראם
الكعبة المشرفة	خانہ کعبہ	کعبه مشرفه	Kaabah	Holy Kaaba	Kaaba sacrée	Kaaba sagrada	Kâbe	পবিত্র কাবা	पवित्र काबा	Священная Кааба	神圣的天房	神聖なカアバ	Kaaba Tukufu	הכעבה הקדושה
أركان الكعبة	ارکان کعبہ	ارکان کعبه	Rukun Kaabah	Corners of the Kaaba	Coins de la Kaaba	Esquinas de la Kaaba	Kâbe köşeleri	কাবার কোণসমূহ	काबा के कोने	Углы Каабы	克尔白的角	カアバの四隅	Pembe za Kaaba	פינות הכעבה
الركن اليماني	رکن یمانی	رکن یمانی	Rukun Yamani	Yemeni Corner	Coin yéménite	Rincón yemení	Yemeni Köşesi	ইয়েমেনি কোণ	यमनी कोना	Йеменский угол	也门角	イエメンの角	Pembe ya Ye-meni	הפינה התימנית
الحجر الأسود	حجر اسود	حجر الاسود	Hajar Aswad	Black Stone	Pierre Noire	Piedra Negra	Hacerü'l-Es-ved	হাজরে আসওয়াদ	हजरे अस्वद	Чёрный камень	黑石	黒石	Jiwe Jeusi	האבן הש־חורה
مقام إبراهيم	مقام ابراہیم	مقام ابراهیم	Maqam Ibrahim	Station of Abraham	Station d'Abra-ham	Estación de Abra-ham	Makam-ı İbrahim	মাকামে ইব-রাহিম	मकाम-ए-इब्राहीम	Макам Ибрахима	易卜拉欣立足	イブラーヒームの	Maqam Ibrahim	מקאם אברהם

מילון מונחים רב-לשוני

Arabic	Urdu	Persian	Malay	English	French	Spanish	Turkish	Bengali	Hindi	Russian	Chinese	Japanese	Swahili	Hebrew
جمرة العقبة	جمرہ عقب	جمره عقبه	Jamrah Aqabah	Jamrat al-Aqabah	Jamra d'Aqa-bah	Jamra de Aqaba	Akabe Cemresi	জামরাতুল আকাবা	जमरतुल अक़बा	Джамрат аль-Акаба	阿卡巴石柱	ジャムラト・アル・アカバ	Jamrat al-Aqaba	ג'מרת אל-עקבה
مسجد نمرة	مسجد نمرہ	مسجد نمره	Masjid Namirah	Namirah Mosque	Mosquée Namirah	Mezquita Namira	Nemire Mescidi	মসজিদে নামিরা	मस्जिद नमिरा	Мечеть Намира	米拉清真寺	ナミラモスク	Msiki-ti wa Namira	מסגד נמירה
بئر زمزم	کنواں زمزم	چاه زمزم	Telaga Zamzam	Zamzam Well	Puits de Zamzam	Pozo de Zamzam	Zemzem Kuyusu	জমজম কূপ	ज़मज़म कुआँ	Колодец Замзам	泉	ザムザムの井戸	Kisima cha Zam-zam	באר זמזם
ماء زمزم	آب زمزم	آب زمزم	Air Zamzam	Zamzam Water	Eau de Zamzam	Agua de Zamzam	Zemzem Suyu	জমজমের পানি	ज़मज़म का पानी	Вода Замзам	水	ザムザムの水	Maji ya Zamzam	מי זמזם
سقيا زمزم	سقیا زمزم	سقای زمزم	Pemberian air Zamzam	Zamzam Distribu-tion	Distri-bution de Zam-zam	Distribu-ción de Zamzam	Zemzem dağıtımı	জমজম পানি পান করানো	ज़मज़म पिलाना	Посние Замзамом	提供水	ザムザムの給水	Kuwapa maji ya Zamzam	השקיית זמזם
بصمة زمزم	بصمت زمزم	اثر زمزم	Jejak Zam-zam	Zamzam Signature	Empre-inte de Zamzam	Huella de Zamzam	Zemzem izi	জমজমের বৈশিষ্ট্য	ज़मज़म की विशेषता	Особенность Замзама	水特性	ザムザムの特性	Sifa ya Zamzam	מאפיין זמזם
عمر ماء زمزم	عمر آب زمزم	عمر آب زمزم	Usia air Zamzam	Age of Zamzam Water	Âge de l'eau de Zamzam	Edad del agua de Zamzam	Zemzem suyunun yaşı	জমজম পানির বয়স	ज़मज़म के पानी की आयु	Возраст воды Замзам	水的年代	ザムザムの水の年代	Umri wa maji ya Zamzam	גיל מי זמזם
التضلع من زمزم	زمزم سے سیر ہوکر پینا	سیراب شدن از زمزم	Minum Zam-zam hingga kenyang	Drinking Zamzam abundantly	Boire Zamzam abondam-ment	Beber Zamzam abundan-temente	Zemzemle doyasıya içmek	পেট ভরে জমজম পান করা	ज़मज़म से तृप्त होना	Полное насыщение Замзамом	用至足	ザムザムで満たされること	Kushi-ba kwa Zamzam	רוויה מזמזם

מילון מונחים רב-לשוני

Arabic	Urdu	Persian	Malay	English	French	Spanish	Turkish	Bengali	Hindi	Russian	Chinese	Japanese	Swahili	Hebrew
حجر إسماعيل (الحطيم)	حجر اسماعیل	حجر اسماعیل	Hijr Ismail	Hijr Ismail	Hijr d'Ismaël	Hijr de Ismael	Hicr-i İsmail	হাজরে ইসমাইল (হাতিম)	हि-जु-ए-इस्मा-ईल (हतीम)	Хиджр Исмаила (Хатим)	伊斯梅尔 حجر (哈提姆)	イスマーイールの	Hijr Ismail (Hateem)	חג'ר ישמעאל
الملتزم	ملتزم	ملتزم	Multazam	Multazam	Multa-zam	Multa-zam	Mül-tezem	মুলতাজিম	मुल्तज़िम	Мультазам	ملتزم	ムルタザム	Multa-zam	מולתזם
المطاف	مطاف	مطاف	Mataf	Tawaf Area	Aire du Tawaf	Área del Tawaf	Metaf	তাওয়াফের স্থান	तवाफ का क्षेत्र	Зона тавафа	区域	タワーフ区域	Eneo la Tawaf	אזור הטוואף
المسعى	مسعیٰ	مسعی	Mas'a	Sa'i corri-dor	Couloir du Sa'i	Pasillo del Sa'i	Mes'a	সাঈ পথ	सई का मार्ग	Са'й коридор	伊通道	サイの通路	Njia ya Sa'i	מסלול הסעי
الصفا	صفا	صفا	Safa	Safa	Safa	Safa	Safa	সাফা	सफा	Сафа	法	サファー	Safa	ספא
المروة	مروہ	مروه	Marwah	Marwah	Marwah	Marwa	Merve	মারওয়া	मरवा	Марва	尔瓦	マルワ	Marwa	מרווה
المشاعر المقدسة	مشاعر مقدسہ	مشاعر مقدسه	Tanah Suci Haji	Holy Sites	Lieux saints	Lugares sagrados	Kutsal Mekânlar	পবিত্র স্থান-সমূহ	पवित्र स्थल	Священные места	地	聖なる巡礼地	Maeneo Matakat-ifu	האתרים הקדושים
منى	منیٰ	منا	Mina	Mina	Mina	Mina	Mina	মিনা	मिना	Мина	米	ミナー	Mina	מינא
عرفات	عرفات	عرفات	Arafah	Arafat	Arafat	Arafat	Arafat	আরাফাত	अराफात	Арафат	阿拉法特	アラファト	Arafat	ערפאת
جبل عرفات	جبل عرفات	کوه عرفات	Jabal Arafah	Mount Arafat	Mont Arafat	Monte Arafat	Arafat Dağı	আরাফাত পর্বত	अराफात पर्वत	Гора Арафат	阿拉法特山	アラファト山	Mlima Arafat	הר ערפאת
مزدلفة	مزدلفہ	مزدلفه	Muzdalifah	Muzdalifah	Mou-zdalifa	Muzdal-ifa	Müzdelife	মুজদালিফা	मुज़दलिफ़ा	Муздалифа	穆兹里法	ムズダリファ	Muzdal-ifa	מוזדליפה
الجمرات	جمرات	جمرات	Jamrah	Jamarat	Jamarat	Jamarat	Cemarat	জামারাত	जमारात	Джамарат	石柱（投石）	ジャマラート	Jamarat	ג'מראט

מילון מונחים רב-לשוני

Arabic	Urdu	Persian	Malay	English	French	Spanish	Turkish	Bengali	Hindi	Russian	Chinese	Japanese	Swahili	Hebrew
الزمزمة	زمزم	زمزمه	Zamzamah	Zamzamah	Zam-zamah	Zamza-ma	Zemzeme	জমজম শব্দ	ज़मज़म की ध्वनि	Журчание Замзама	水声	ザムザムの音	Sauti ya Zamzam	קול זמזם
الزمازمة	زمزم والے	زمزمه کنندگان	Zamazimah	Zamazimah	Zamaz-imah	Zamaz-imah	Zemzem görevli-leri	জমজম পরিবেশন-কারীরা	ज़मज़म पिलाने वाले	Раздатчики Замзама	水供者	ザムザム配布者	Wahudu-mu wa Zamzam	מחלקי זמזם
الاستشفاء بزمزم	زمزم سے شفا لینا	شفا با زمزم	Penyembu-han Zamzam	Healing with Zam-zam	Guérison avec Zamzam	Curación con Zam-zam	Zemzemle şifa	জমজম দ্বারা আরোগ্য লাভ	ज़मज़म से उपचार	Исцеление Замзамом	用水治愈	ザムザムによる治癒	Upony-aji kwa Zamzam	ריפוי בזמזם
التبرك بزمزم	زمزم سے برکت لینا	تبرک با زمزم	Berkat Zamzam	Blessing with Zam-zam	Béné-diction avec Zamzam	Bendi-ción con Zamzam	Zemzem-le bere-ket	জমজম দ্বারা বরকত লাভ	ज़मज़म से बरकत लेना	Благословение Замзамом	以水求福	ザムザムによる祝福	Baraka kwa Zamzam	ברכה מזמזם
هاجر	ہاجرہ	هاجر	Hajar	Hagar	Agar	Agar	Hacer	হাজেরা	हाजरा	Хаджар	夏甲	ハージャル	Hajar	הגר
إسماعيل عليه السلام	حضرت اسماعیل	اسماعیل پیامبر	Nabi Ismail	Prophet Ishmael	Prophète Ismaël	Profeta Ismael	Peyg-amber İsmail	ইসমাইল (আ.)	इस्माईल (अ.स.)	Исмаил (мир ему)	以利(愿他平安)	イスマーイール（彼に平安あれ）	Ismail (A.S)	ישמעאל עליו השלום
عبد المطلب	عبدالمطلب	عبدالمطلب	Abdul Mut-talib	Abdul Muttalib	Abd al-Mut-talib	Abdul Muttalib	Ab-dülmut-talib	আব্দুল মুত্তালিব	अब्दुल मुत्तलिब	Абд аль-Муттали́б	阿卜杜勒·穆塔利布	アブドゥル・ムッタリブ	Abdul Muttalib	עבד אל-מוטליב
غار حراء	غار حرا	غار حرا	Gua Hira	Cave of Hira	Grotte de Hira	Cueva de Hira	Hira Mağarası	হেরা গুহা	ग़ार-ए-हिरा	Пещера Хира	希拉山洞	ヒラー洞窟	Pango la Hira	מערת חירא

מילון מונחים רב-לשוני

Arabic	Urdu	Persian	Malay	English	French	Spanish	Turkish	Bengali	Hindi	Russian	Chinese	Japanese	Swahili	Hebrew
غار ثور	غار ثور	غار ثور	Gua Thawr	Cave of Thawr	Grotte de Thawr	Cueva de Thawr	Sevr Mağarası	সওর গুহা	ग़ार-ए-सौर	Пещера Саур	索尔山洞	サウル洞窟	Pango la Thawr	מערת ת'ור
وادي إبراهيم	وادی ابراہیم	دره ابراهیم	Lembah Ibrahim	Valley of Ibrahim	Vallée d'Ibra-him	Valle de Ibrahim	İbrahim Vadisi	ইবরাহিম উপত্যকা	वादी इब्राहीम	Долина Ибрахима	易卜拉欣山谷	イブラーヒームの谷	Bonde la Ibrahim	עמק אברהם
مسجد البيعة	مسجد بیعت	مسجد بیعت	Masjid Bai'ah	Mosque of Allegiance	Mosquée de l'Allégeance	Mezquita del Jura-mento	Biat Mescidi	মসজিদে বাইআত	मस्जिद अल-बैअत	Мечеть Бай'а	拜阿特清真寺	バイアトモスク	Msiki-ti wa Bai'ah	מסגד ביעה
مسجد عائشة	مسجد عائشہ	مسجد عایشه	Masjid Aisyah	Aisha Mosque	Mosquée Aïcha	Mezquita Aisha	Aişe Mescidi	মসজিদে আয়েশা	मस्जिद आयशा	Мечеть Айши	阿伊莎清真寺	アイシャモスク	Msikiti wa Aisha	מסגד עאישה
شعب أبي طالب	شعب ابی طالب	دره ابوطالب	Syi'b Abi Talib	Valley of Abu Talib	Vallée d'Abou Talib	Valle de Abu Talib	Ebu Talib Vadisi	শিয়াবে আবি তালিব	शिब-ए-अबी तालिब	Шиб Аби Талиб	阿比塔利卜山谷	アビータ ーリブの谷	Shib Abi Talib	עמק אבי טאלב
بئر طوى	کنواں طوی	چاه طوی	Telaga Tuwa	Well of Tuwa	Puits de Tuwa	Pozo de Tuwa	Tuva Kuyusu	তুওয়া কূপ	तुवा कुआँ	Колодец Тува	瓦井	トゥワの井戸	Kisima cha Tuwa	באר תווא
عين زبيدة	عین زبیدہ	چشمه زبیده	Mata air Zubaidah	Zubaidah Spring	Source Zubaida	Manan-tial Zubaida	Zübeyde Kaynağı	আইন জুবাইদা	ऐन ज़ुबैदा	Источник Зубайда	祖拜 水渠	ズバイダの泉	Chem-chemi ya Zubaida	עין זובידה
الحج	حج	حج	Haji	Hajj	Hajj	Hach	Hac	হজ	हज	Хадж	朝	ハッジ	Hajj	חג'
العمرة	عمرہ	عمره	Umrah	Umrah	Omra	Umrah	Umre	উমরা	उमरा	Умра	副朝	ウムラ	Umra	עומרה
الميقات	میقات	میقات	Miqat	Miqat	Miqat	Miqat	Mikât	মীকাত	मीक़ात	Микат	受戒界	ミーカート	Miqat	מיקאת
الإحرام	احرام	احرام	Ihram	Ihram	Ihram	Ihram	İhram	ইহরাম	इहराम	Ихрам	受戒状	イフラーム	Ihram	איהראם
المحرم	محرم	محرم	Muhrim	Muhrim	Muhrim	Muhrim	Muhrim	মাহরাম	महरम	Махрам	直系属(禁婚)	マフラム	Mahram	מחרם

ज़मज़म
ZemZem
ЗамЗам
ZamZam
زمزم
موسوعة زمزم العالمية
Global ZamZam Encyclopedia

הגדרת מונחים עם תעתיק

מונח	תעתיק	הגדרה
עבד אל-מוטליב	עבד אל-מוטליב	סבו של הנביא מוחמד (עליו השלום), שגילה מחדש וחפר את באר זמזם לאחר שנעלמה עם הזמן.
גיל מי זמזם	ʿUmr Māʾ Zamzam	הגיל המשוער של מי זמזם, שנקבע לכ-6,175 שנים באמצעות תיארוך פחמן רדיואקטיבי.
ערפאת	עראפת	מישור עצום ממזרח למכה, שבו עומדים עולי הרגל ביום התשיעי של חודש ד'ו אל-חיג'ה; העמידה בערפאת היא עמוד התווך המרכזי של החג'.
עין זובייידה	ʿAyn Zubaydah	תעלת מים היסטורית שנבנתה על ידי זובייידה, אשתו של הח'ליף הארון אל-רשיד, כדי לספק מים למכה ולעולי הרגל.
האבן השחורה	אל-חג'ר אל-אסוואד	האבן הקדושה המוצבת בפינה המזרחית של הכעבה, שם מתחיל ומסתיים הטוואף.
סימני הגבול של אל-חראם	אנסאב אל-חראם	אבני גבול המגדירות את גבולות המתחם הקדוש של מכה.
מערת חירה	ג'אר ח'ירא	מערה בהר אל-נור, שבה קיבל הנביא (עליו השלום) את ההתגלות הראשונה.
מערת ת'אור	Ghār Thawr	מערה בהר ת'אור, שבה שהו הנביא (עליו השלום) ואבו בכר במהלך ההגירה למדינה.
מאפייני מי זמזם	Khaṣāʾiṣ Māʾ Zamzam	התכונות הכימיות והפיזיקליות המבדילות את מי זמזם מסוגים אחרים של מים.

מונח	תעתיק	הגדרה
פינות הכעבה	ארקאן אל-כעבה	ארבע פינות הכעבה: הפינה השחורה, הפינה העיראקית, הפינה הלבנטינית והפינה התימנית.
דלת הכעבה	באב אל-כעבה	הדלת הממוקמת בצד המזרחי של הכעבה ומשמשת לכניסה לתוכה.
שתיית זמזם בשפע	אל-תדאלו' מ-זמזם	שתיית מי זמזם עד להשבעה מלאה ולהרוויה.
המסגד הגדול	אל-מסג'יד אל-חראם	המסגד הגדול והקדוש ביותר באסלאם, הממוקם במכה ומקיף את הכעבה.
חאג'ר	הג'אר	אשתו של הנביא אברהם ואמו של ישמעאל, שרכבה בין ספא למרווה בחיפוש אחר מים.
חאג'	אל-חאג'	אחד מחמשת עמודי התווך של האסלאם, המתבצע באמצעות ביקור במכה וקיום טקסים ספציפיים במועד שנקבע.
חאג' אל-אפראד	חאג' אל-אפראד	ביצוע החג' לבדו, ללא ביצוע העומרה.
חאג' אל-קיראן	Ḥajj al-Qirān	ביצוע החג' והעומרה יחד במצב איחראם אחד.
חאג' אל-תמאתו	חאג' אל-תמאתו	ביצוע אומרה תחילה ולאחר מכן חאג' באותה שנה, עם הפסקה בין שני הטקסים.
הרם של מכה	אל-חראם אל-מקי	האזור הקדוש המקיף את המסגד הגדול, שהוקם עוד בימי הנביא אברהם.
ריפוי באמצעות זמזם	אל-איסטישפא' בי-זמזם	שתיית מי זמזם במטרה לחפש ריפוי.

מונח	תעתיק	הגדרה
חג'ר איסמעיל (אל-חאטים)	Ḥijr Ismāʿīl	אזור חצי-עגול הסמוך לכעבה, אשר על פי האמונה היה במקור חלק ממבנה הכעבה.
הכעבה הקדושה	אל-כעבה אל-מושארפה	מבנה בצורת קוביה הממוקם במרכז המסגד הגדול, והכיוון אליו מתפללים המוסלמים.
הודייביה	אל-חודייביה	אזור ממערב למכה שבו נחתם הסכם חודיבייה.
איחראם	אל-איחראם	מצב של קדושה טקסית לקראת החג' או העומרה, הכולל איסורים ספציפיים.
איסמעיל (שלום עליו)	איסמעיל	בנו של הנביא אברהם, שילדותו קשורה להופעת מי זמזם.
ג'מראט	אל-ג'מראט	שלוש עמודים במינה, אליהם משליכים עולי הרגל אבנים במהלך החג'.
ג'מראט אל-עקבה	ג'מראט אל-עקבה	הג'מרה הגדולה ביותר והקרובה ביותר למכה, שבה עולי הרגל משליכים אבנים ביום הקורבן.
ג'בל אבו קובאיס	ג'בל אבו קובייס	הר המשקיף על המסגד הגדול מהצד המזרחי.
ג'בל אל-נור	ג'בל אל-נור	הר הנמצא צפונית-מזרחית למכה, ובו נמצאת מערת חירה.
ג'בל ערפאת (הר הרחמים)	ג'בל ערפאת	הר קטן הממוקם במישור ערפאת.
ג'בל קאיקאן	ג'בל קאיקאן	הר הממוקם ממערב למסגד הגדול, אשר בעבר הקיף את מכה.
ג'בל ת'אור	ג'בל ת'אור	הר מדרום למכה שבו נמצאת מערת ת'אור.

מונח	תעתיק	הגדרה
כיסוי הכעבה (קיסוואה)	קיסוואת אל-כעבה	בד שחור רקום בפסוקים מהקוראן המכסה את הכעבה.
מרזב הכעבה	מיזאב אל-כעבה	צינור זהב המנקז מי גשם מגג הכעבה.
מקאם אבראהים	מקאם אבראהים	האבן שעליה עמד הנביא אברהם בעת בניית הכעבה.
מכה אל-מכרמה	מכה אל-מכרמה	העיר הקדושה במערב ערב הסעודית, שבה נמצאים המסגד הגדול והכעבה.
מרווה	אל-מרווה	הגבעה שבה מסתיים טקס הסעי.
מסע (מסדרון הסעי)	אל-מסע	השביל בין ספא למרווה שבו עולי הרגל מבצעים את הסעי.
משעאר אל-חראם	אל-משעאר אל-חראם	מקום קדוש במוזדליפה שבו עולי הרגל מזכירים את אללה לאחר עזיבת ערפאת.
מסגד עאישה (מסגד אל-טנעים)	מסגד עאישה	מסגד מצפון למכה המשמש כמיקאט לעומרה.
מסגד אל-חייף	מסגד אל-חייף	מסגד היסטורי במינה שבו התפלל הנביא (עליו השלום).
מסגד נמירה	מסגד נמירה	מסגד בארפת שבו נשא את דרשת יום ארפת.
מאתף	אל-מאתף	השטח הפתוח סביב הכעבה, שבו עולי הרגל מבצעים את הטוואף.
הרכב מינרלי של מי זמזם	אל-טרקיב אל-מאע'דאני לי-מא' זמזם	הפצת המינרלים והיסודות הכימיים במי זמזם.
מינה	מינה	אזור ממזרח למכה שבו שוהים עולי הרגל בימי תשריק.

מונח	תעתיק	הגדרה
מוחרים	אל-מוחרים	אדם שנכנס למצב של איחראם לצורך חאג' או עומר.
מולטזאם	אל-מולטזאם	האזור שבין האבן השחורה לדלת הכעבה, שבו מומלץ להתפלל.
מוזדליפה	מוזדליפה	אזור בין ערפאת למינה שבו עולי הרגל מבלים את הלילה במהלך החג'.
קיבלה של המוסלמים	קיבלה אל-מסלימין	הכיוון שאליו פונים המוסלמים בתפילה, לכיוון הכעבה.
חפירה מחודשת של זמזם	l'ādat Ḥafr Zam-zam	גילוי מחדש של באר זמזם בתקופת עבד אל-מוטליב.
שחרור מהאיחראם	אל-תחאלול מן אל-איחראם	השלב שבו מוסרות חלק מההגבלות של האיחראם לאחר ביצוע טקסי חאג' מסוימים.
ספא	אל-ספא	אחת משתי הגבעות שביניהן מבצעים העולים לרגל את הסעי.
אתרים קדושים	אל-משעיר אל-מוקדס	האתרים הקדושים של החג': מינה, ערפאת ומוזדליפה.
חיפוש ברכות באמצעות זמזם	אל-טברוק בי-זמזם	חיפוש ברכות במי זמזם בשל משמעותם הדתית.
שיב אבי טאלב	שיב אבי טאלב	עמק במכה שבו הנביא (עליו השלום) ובני האשים הוחרמו במשך שלוש שנים.
מקור מי זמזם	"מסדר מי זמזם"	המערכת הגיאולוגית המספקת מי תהום לבאר זמזם.
סיפור זמזם	קיסאת זמזם	הסיפור ההיסטורי הקשור להופעת מי זמזם מתחת לרגליו של ישמעאל.

מונח	תעתיק	הגדרה
תנעים	אל-טאנים	מקום מצפון למכה המשמש כמיקאט לתושבים העולים לרגל לעומרה.
באר טוואה	بئر تووا	באר היסטורית ליד מכה, שבה התרחץ הנביא (עליו השלום) לפני כניסתו לעיר.
עומרה	אל-עומרה	עלייה לרגל הכוללת טוואף וסעי, וניתן לבצעה בכל עת של השנה.
ואדי אברהם	ואדי אברהם	העמק שבו שוכנת העיר מכה.
ואדי מינה	ואדי מינה	העמק שבו שוכנת מינה.
ואדי מוחאסיר	ואדי מוהאסיר	עמק בין מוזדליפה למינה שבו עולים לרגל עוברים במהירות.
פינת תימן	אל-רוקן אל-ימני	הפינה של הכעבה שלפני האבן השחורה.
זמאזמה	זמזמה	האנשים האחראים על חלוקת מי זמזם לעולי הרגל.
טביעת אצבע זמזם	בסמת זמזם	המאפיינים הפיזיקליים והכימיים הייחודיים המבדילים את מי זמזם ממקורות מים אחרים.
זמזמה	זמזמה	צליל לחישה רך הדומה למים זורמים.
מי זמזם	מא' זמזם	המים המבורכים הנשאבים מבאר זמזם.
שירות מי זמזם	סיקיא זמזם	השירות המספק מי זמזם לעולי הרגל במסגד הגדול.

מקורות

Abdel-Khalek, L. G., Taha, M. S., Hassanin, W. F., Eldeghdye, S. M., Keshta, A. T., & Mostafa, H. Y. (2013). Effects of **ZamZam** water and mineral salts of treated tap water on some biochemical parameters in male albino rats. Biochemistry Letters, 8(3), 12–22. Scientific Research & Studies Center, Faculty of Science, Zagazig University, Egypt.

Abdelkareem, M., Abdalla, F., Alshehri, F., & Pande, C. B. (2023). Mapping groundwater prospective zones using remote sensing and geographical information system techniques in Wadi Fatima, Western Saudi Arabia. Sustainability, 15, 15629.

Abdelrahman, K., Alamri, A. M., Al-Otaibi, N., & Fnais, M. (2020). Geotechnical assessment for the ground conditions in Makkah al-Mukarramah city, Saudi Arabia. Journal of King Saud University – Science, 32, 2112–2121.

Abdillah, & Kuswoyo, N. A. (2021). Air dalam al-Qurʾan (Perspektif tafsir ilmi Kementerian Agama RI). Jurnal Mafhum, 6(2), 1–12.

Abeer, A., Al-Jameel, A., & Abdulaziz, R. (2012). The effect of **ZamZam** water on human breast cancer cells (MCF-7). Journal of Cancer Therapy, 3 (5), 478–482.

Abū Samn, ʿAbdullāh. (1982). Dirāsa kīmiyāʾiyya muqārana li-biʾr **ZamZam** wa-ābār Makka al-ukhra [Comparative chemical study of the **ZamZam** well and other wells in Makkah]. Riyadh: Ministry of Environment, Water and Agriculture.

Adzinta, W. U., Amelia, S. N., Kurniasih, N., Nur, S., & Widarda, D. (2023). Takhrij and syarah hadith of chemistry: The nutrient content of **ZamZam** water. Gunung Djati Conference Series, 5(1), 1–9.

Agre, P. (2006). The aquaporin water channels. Proceedings of the American Thoracic Society, 3(1), 5–13.

Aḥmad ibn Ḥanbal. (2001). Musnad al-Imām Aḥmad ibn Ḥanbal [The Musnad of Imam Aḥmad ibn Ḥanbal] (Shuʿayb al-Arnaʾūṭ et al., Eds., 1st ed.). Beirut: Muʾassasat al-Risāla.

Aḥmad, ʿAlāʾ al-Dīn Maysar. (2023). **ZamZam** water in the balance of scientific research. Journal of Basic Education College Researches, 19(2), University of Mosul, Mosul.

Aini, F. Z., Vera, S., & Truna, D. S. (2022). Air **ZamZam** sebagai penangkal virus Covid-19: Studi takhrij dan syarah hadis. Gunung Djati Conference Series, 8(1), 677–687.

Āl Saʿūd, M. (2001). Al-malāmiḥ al-ṭabīʿiyya li-manāṭiq al-zalāzil bi-al-Mamlaka al-ʿArabiyya al-Saʿūdiyya [The natural features of earthquake-prone areas in the Kingdom of Saudi Arabia]. The Egyptian Geographical Society, 37, Cairo.

Al-Albānī, Muḥammad Nāṣir al-Dīn. (1998). Ṣaḥīḥ al-jāmiʿ al-ṣaghīr wa-ziyādatuhu [Authentic Collection of the Small Compendium and its Additions]. Beirut: Al-Maktab al-Islāmī.

Al-Amri, Abdullāh Muḥammed. (2024). Mawsūʿat al-ʿAmari fī al-makhāṭir al-ṭabīʿiyya [Al-ʿUmari's Encyclopedia of Natural Hazards]. Riyadh: ʿUbaykān Library.

Al-Amri, Abdullāh Muḥammed. (2022). Taqyīm makhāṭir al-zalāzil [Earthquake Risk Assessment]. Riyadh: Dār Aḍwāʾ al-Maʿrifa.

Al-Amri, Abdullāh Muḥammed. (2025). Biʾr **ZamZam**: Al-buʿd al-tārīkhī wa-al-ʿilmī [The **ZamZam** Well: Historical and Scientific Dimensions] (1st ed.). Riyadh: ʿUbaykān Publishing.

Al-Amri, A., Abdelrahman, K., & Fnais, M. (2022). Geotechnical investigations and shear wave velocity estimation in Makkah al-Mukarramah metropolitan area, Saudi Arabia. Arabian Journal of Geosciences, 15, 1214.

Al-Amri, Athmār. (2023). The interactive map of archaeological and historical sites in Makkah. Journal of Humanities and Social Sciences (JHSS), 7(1), 69–98.

Al-Amri, Saʿd Rāfiʿ. (2006). Seismic hazard level assessment in the Makkah region (Master's thesis). King Saud University, Riyadh.

Al-Azdī, Muqātil ibn Sulaymān. (2002). Tafsīr Muqātil ibn Sulaymān [Exegesis of Muqātil ibn Sulaymān] (ʿAbd Allāh Maḥmūd Shaḥāta, Ed., 1st ed.). Beirut: Muʾassasat al-Tārīkh al-ʿArabī.

Al-Azharī, Aḥmad ibn ʿAlī. (2001). Al-Aʿlām al-multazam bi-faḍīlat **ZamZam** [The Banner Committed to the Virtue of **ZamZam**] (R. Saʿd al-Dīn Dimashqiyya, Ed., 1st ed.). Beirut: Dār al-Bashāʾir al-Islāmiyya.

Al-Azraqī, Muḥammad ibn ʿAbd Allāh. (1969). Akhbār Makka wa-mā jāʾa fīhā min al-āthār [The Reports on Makkah and its Traditions] (R. al-Ṣāliḥ Malḥas, Ed.). Beirut: Dār al-Andalus.

Al-Blādī, ʿĀtiq ibn Ghayth. (1985). Awdiya Makka al-Mukarrama [The Valleys of Makkah] (1st ed.). Makkah: Dār Makka.

Al-Bakrī, Abū ʿUbayd ʿAbd Allāh ibn ʿAbd al-ʿAzīz. (1992). Al-Masālik wa-al-mamālik [Routes and Realms]. Beirut: Dār al-Gharb al-Islāmī.

Al-Barakah, F. N., Al-Jassas, A. M., & Aly, A. A. (2017). Water quality assessment and hydrochemical characterization of **ZamZam** groundwater, Saudi Arabia. Applied Water Science, 7, 3985–3996. https://doi.org/10.1007/s13201-017-0549-x

Al-Baṣrī, al-Ḥasan. (1980). Faḍāʾil Makka wa-al-sukn fīhā [The Virtues of Makkah and Residing There] (S. M. al-ʿĀnī, Ed.). Kuwait: Maktabat al-Falāḥ.

Al-Bayhaqī, Abū Bakr Aḥmad ibn al-Ḥusayn. (2003). Al-Sunan al-kubrā [The Major Collection of Hadith]. Beirut: Dār al-Kutub al-ʿIlmiyya.

Al-Brahim, N., et al. (2022). Trace elements in **ZamZam** water and their role in neurotransmission and brain function. Arabian Neuroscience Journal, 11(3), 112–120.

Al-Bukhārī, Muḥammad ibn Ismāʿīl. (1980). Al-Jāmiʿ al-ṣaḥīḥ al-musnad min ḥadīth Rasūl Allāh ﷺ wa-sunanihi wa-ayyāmihi [The Authentic Compendium of the Prophetic Traditions]. Cairo: Al-Dār al-Salafiyya, 1st ed.

Al-Dāraquṭnī, ʿAlī ibn ʿUmar. (2017). Sunan al-Dāraquṭnī [The Hadith Collection of al-Dāraquṭnī]. Beirut: Dār al-Kutub al-ʿIlmiyya.

Al-Doghaither, H. A., Al-Sohaibani, R. M., Omar, U. M., & Alharbi, H. A. (2020). Biochemical and histological effects of five weeks ingestion of **ZamZam** water on the liver and kidneys of Wistar rats. Saudi Pharmaceutical Journal, 29, 91–95. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Al-Fadul, M., & Khan, M. A. (2011). Physicochemical and microbiological analysis of **ZamZam** water during Ramadan 2010. Journal of Taibah University for Science, 5(1), 27–34. https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2010.10.002

Al-Fākihī, Muḥammad ibn Isḥāq. (1994). Akhbār Makka fī qadīm al-dahr wa-ḥadīthih [Reports on Makkah in Ancient and Modern Times] (ʿAbd al-Malik ibn Dahīsh, Ed., 2nd ed.). Beirut: Dār Khuḍr.

Al-Fāsī, Taqī al-Dīn. (1996). Shifāʾ al-gharām bi-akhbār al-balad al-ḥarām [Healing of Passion with the Reports of the Sacred City] (ʿĀ. ʿA. al-ʿAdawī et al., Eds., 1st ed.). Makkah: Maktabat Nizār Muṣṭafā al-Bāz.

Al-Ghamdi, A. S., & Al-Dabbagh, T. H. (2020). Analysis of heavy metals in **ZamZam** water. Arabian Journal of Chemistry, 11(6), 842–849.

Al-Ḥamawī, Yāqūt. (1995). Muʿjam al-buldān [Dictionary of Lands] (Vol. 3). Beirut: Dār Ṣādir.

Al-Harawī, Abū Manṣūr al-Azharī. (1964–1976). Tahdhīb al-lugha [The Refinement of the Language] (ʿAbd al-Salām Hārūn et al., Eds.). Cairo: Maṭābiʿ Sijill al-ʿArab; Dār al-Kitāb al-ʿArabī; Maktabat al-Khānjī.

Al-Hariri, M. T., et al. (2014). **ZamZam** water ameliorates oxidative stress and improves glycemic control in type 2 diabetic patients: A pilot clinical trial. International Journal of Diabetes Research, 3(3), 24–29.

Al-Ḥaṭṭāb al-Raʿīnī, Shams al-Dīn Muḥammad ibn Muḥammad ibn ʿAbd al-Raḥmān al-Mālikī. (1992). Mawāhib al-jalīl fī sharḥ mukhtaṣar Khalīl [The Gifts of the Sublime in Explaining Khalīl's Abridgment] (3rd ed.). Damascus: Dār al-Fikr.

Al-Ḥillī, Hibat Allāh Abū al-Baqāʾ. (1984). Akhbār al-mulūk al-asadiyya fī al-manāqib al-asadiyya [The Reports of the Asad Kings in Their Virtues] (M. ʿA. Khuraysāt & Ṣ. M. Darādka, Eds., 1st ed.). Amman: Maktabat al-Risāla al-Ḥadītha.

Al-Jāḥedh, ʿAmr ibn Baḥr. (1965–1969). Kitāb al-ḥayawān [The Book of Animals] (ʿAbd al-Salām Hārūn, Ed., 2nd ed.). Cairo: Muṣṭafā al-Bābī al-Ḥalabī.

Al-Juaid, A. A., Al-Malki, A. L., & Qari, M. Y. (2019). Antibacterial and antifungal potential of **ZamZam** water against selected microorganisms. Saudi Journal of Biological Sciences, 26(6), 1195–1200. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.05.011

Al-Jurjānī, Ibn ʿAdī. (n.d.). Al-Kāmil fī ḍuʿafāʾ al-rijāl [The Complete Book on Weak Narrators] (M. al-Sarsāwī, Ed.). Riyadh: Maktabat al-Rushd.

Al-Juwaie, G. F., Latif, R., AlSheikh, M. H., Al-Sunni, A., & Chathoth, S. (2020). Effects of **ZamZam** water on glycemic status, lipid profile, redox homeostasis, and body composition in rats. Journal of Taibah University Medical Sciences, 15, 14–18.

Al-Juwaie, G. F., Latif, R., AlSheikh, M. H., Al-Sunni, A., & Chathoth, S. (2023). Additive effects of **ZamZam** water in reducing fasting blood glucose and LDL-cholesterol in rats fed on a ketogenic diet. Arab Gulf Journal of Scientific Research, 41(2), 134–140.

Al-Khalifah, T. S., Almuhaish, L. A., & Syed Mahin, P. M. (2022). Remineralization effect of **ZamZam** water on initial artificial carious lesion of permanent teeth. Cureus, 14(12), e32823. https://doi.org/10.7759/cureus.32823

Al-Masʿūdī, ʿAlī ibn al-Ḥusayn. (1973). Murūj al-dhahab wa-maʿādin al-jawhar [Meadows of Gold and Mines of Gems] (5th ed.). Beirut: Dār al-Fikr.

Al-Mawwāq, Muḥammad ibn Yūsuf ibn Abī al-Qāsim. (1994). Al-Tāj wa-al-iklīl li-mukhtaṣar Khalīl [The Crown and the Garland on Khalīl's Abridgment]. Beirut: Dār al-Kutub al-ʿIlmiyya.

Al-Meheithif, A., Al-Ahmadi, R., & Khan, M. (2021). **ZamZam** water and cancer cell lines: Comparative study on colon and breast carcinoma. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(4), 2452–2460.

Al-Munāwī, ʿAbd al-Raʾūf ibn Tāj al-ʿĀrifīn. (1938). Fayḍ al-qadīr sharḥ al-jāmiʿ al-ṣaghīr [The Abundant Flow: Commentary on al-Suyūṭī's Small Compendium] (1st ed.). Cairo: Al-Maktaba al-Tijāriyya al-Kubrā.

Al-Muqaddasī, Muḥammad ibn Aḥmad. (1991). Aḥsan al-taqāsīm fī maʿrifat al-aqālīm [The Best Divisions for Knowledge of the Regions] (3rd ed.). Cairo: Maktabat Madbūlī.

Al-Nawawī, Yaḥyā ibn Sharaf. (1925–1929). Al-Majmūʿ sharḥ al-muhadhdhab [The Complete Commentary on al-Muhadhdhab]. Cairo: Idārat al-Ṭibāʿa al-Munīriyya, Maṭbaʿat al-Taḍāmun al-Ukhuwwī.

Al-Nīsābūrī, Muḥammad ibn ʿAbd Allāh. (1990). Al-Mustadrak ʿalā al-ṣaḥīḥayn [The Supplement to the Two Authentic Hadith Collections] (ʿ. ʿAṭā, Ed.). Beirut: Dār al-Kutub al-ʿIlmiyya.

Al-Nīsābūrī, Muslim ibn al-Ḥajjāj. (2006). Ṣaḥīḥ Muslim [The Authentic Collection of Muslim] (Naẓar ibn Muḥammad al-Fāriyābī, Ed., 1st ed.). Riyadh: Dār Ṭayba.

Al-Qādirī, Muḥammad ibn Idrīs. (1993). Izālat al-dahash wa-al-walah ʿan al-mutaḥayyir fī ṣiḥḥat ḥadīth Māʾ **ZamZam** li-mā shuriba lahu [Removal of Confusion Regarding the Authenticity of the Hadith: "**ZamZam** Water is for What It is Drunk"] (Z. al-Shāwīsh, Ed.; M. Nāṣir al-Dīn al-Albānī, Reviewer, 1st ed.). Beirut: Al-Maktab al-Islāmī.

Al-Qāʾidī, ʿUmar al-Lāfūzā Muḥammad, Al-Dawsarī, ʿAlī, Mullā, Walīd, & Al-Ḥumayzī, ʿAbd Allāh. (2012). Hydrological modeling for mitigating rainfall and flood hazards in Saudi Arabia: Final technical report (Research No. 320–30). Riyadh: King Abdulaziz City for Science and Technology.

Al-Qāʾidī, ʿUmar al-Lāfūzā Muḥammad. (2024). Ḥawḍ Wādī Ibrāhīm [The Basin of Wadi Ibrahim] (Report No. GASMWR-2024). Saudi Ministry of Environment, Water and Agriculture.

Al-Qurṭubī, Muḥammad ibn Aḥmad al-Anṣārī. (1964). Al-Jāmiʿ li-aḥkām al-Qurʾān [The Compendium of Qurʾānic Rulings] (A. al-Bardūnī & I. Aṭfīsh, Eds., 2nd ed.). Cairo: Dār al-Kutub al-Miṣriyya.

Al-Sakhāwī, Shams al-Dīn Muḥammad. (1985). Al-Maqāṣid al-ḥasana fī bayān kathīr min al-aḥādīth al-mushtahira ʿalā al-alsina [The Good Purposes in Explaining Many Famous Hadiths on the Tongues] (M. ʿU. al-Khusht, Ed., 1st ed.). Beirut: Dār al-Kutub al-ʿArabiyya.

Al-Shāfiʿī, Aḥmad ibn ʿAlī al-Azharī. (2001). Al-Aʿlām al-multazam bi-faḍīlat **ZamZam** [The Banner Committed to the Virtue of **ZamZam**] (R. Saʿd al-Dīn Dimashqiyya, Ed., 1st ed.). Beirut: Dār al-Bashāʾir al-Islāmiyya.

Al-Sharīf, Muḥammad ibn Manṣūr ibn Hāshim ibn ʿAwn. (2020). ʿUyūn Āl al-Bayt bi-Makka al-Mukarrama [The Lineage of the Prophet's Household in Makkah]. Publisher not identified.

Al-Shawkānī, Muḥammad ibn ʿAlī. (1993). Nayl al-awṭār min asrār Muntaqā al-akhbār [Attaining the Desired from the Secrets of Muntaqā al-Akhbār] (ʿI. al-Ṣabbāṭī, Ed., 1st ed.). Cairo: Dār al-Ḥadīth.

Al-Shaybānī, ʿAbd Allāh ibn Aḥmad ibn Ḥanbal. (1981). Masāʾil al-Imām Aḥmad ibn Ḥanbal [The Legal Issues of Imam Aḥmad ibn Ḥanbal] (Z. al-Shāwīsh, Ed., 1st ed.). Beirut-Damascus: Al-Maktab al-Islāmī.

Al-Sohaylī, ʿAbd al-Raḥmān ibn ʿAbd Allāh. (2000). Al-Rawḍ al-unuf fī sharḥ al-sīra al-nabawiyya li-Ibn Hishām [The Pleasant Garden: Commentary on Ibn Hishām's Prophetic Biography] (ʿU. ʿA. al-Tadmurī, Ed., 1st ed.). Beirut: Dār Iḥyāʾ al-Turāth al-ʿArabī.

Al-Suyūṭī, Jalāl al-Dīn. (1995). Al-Jāmiʿ al-ṣaghīr fī aḥādīth al-bashīr al-nadhīr [The Small Compendium of the Hadiths of the Bringer of Glad Tidings and the Warner]. Beirut: Dār al-Fikr.

Al-Ṭabarī, Muḥammad ibn Jarīr. (1967). Tārīkh al-Ṭabarī (Tārīkh al-rusul wa-al-mulūk wa-ṣilat tārīkh al-Ṭabarī) [The History of al-Ṭabarī: The History of Prophets and Kings, with Supplement] (2nd ed.). Beirut: Dār al-Turāth.

Al-Taee, I., & Qasim, A. A. (2023). The effect of **ZamZam** water and ProShieldR varnish on microhardness of eroded primary enamel teeth induced by Ironplus syrup: An in vitro study. Pharmacognosy Journal, 15(6), 1091–1097.

Al-Tirmidhī, Muḥammad ibn ʿĪsā. (1962–1978). Al-Jāmiʿ al-ṣaḥīḥ wa-huwa Sunan al-Tirmidhī [The Authentic Compendium, Known as Sunan al-Tirmidhī] (A. M. Shākir et al., Eds., 2nd ed.). Cairo: Muṣṭafā al-Bābī al-Ḥalabī.

Al-Zobīdī, Muḥammad Murtaḍā al-Ḥusaynī. (2001). Tāj al-ʿarūs min jawāhir al-qāmūs [The Crown of the Bride from the Jewels of the Qāmūs]. Kuwait: Ministry of Information and Guidance.

Al-Zuhair, S., & Al-Khounganian, R. (2022). Protective effects of **ZamZam** water in doxorubicin-induced hepatotoxicity in rats. Journal of Integrative Medicine, 20(1), 33–40.

Al-Zuhair, S., & Khounganian, R. (2006). Fluoride content and antibacterial effect of **ZamZam** water compared with local bottled water. Saudi Dental Journal, 18(3), 128–132.

Al-ʿAbdalī, Muḥammad Fankhūr. (2012). Al-māʾ al-mubārak: Māʾ **ZamZam** li-mā shuriba lahu [The Blessed Water: **ZamZam** Water for That Which It Is Drunk]. Al-Qurayyāt: Al-Maʿhad al-ʿIlmī bi-al-Qurayyāt.

Al-ʿAsqalānī, Aḥmad ibn ʿAlī. (1959). Fatḥ al-bārī sharḥ Ṣaḥīḥ al-Bukhārī [Victory of the Creator: Commentary on Ṣaḥīḥ al-Bukhārī] (M. F. ʿAbd al-Bāqī, Ed.). Beirut: Dār al-Maʿrifa.

Alawiyah, F., Chairani, S., & Anastasia, D. (2021). Gargling effect of **ZamZam** water on salivary pH. Insisiva Dental Journal: Majalah Kedokteran Gigi Insisiva, 10(1), 7–11. https://doi.org/10.18196/di.v10i1.10178

Ali, A. F. M., Cosemi, E., Kamel, S., Mohammed, S., Elhefnawy, M., Farid, L., et al. (2009). Miracle of **ZamZam** water: The effect on human endometrial aquaporin. In 13th International Water Technology Conference (pp. 1515–1520). Hurghada, Egypt.

Ali, A. F. M., Cosemi, E., Kamel, S., Mohammed, S., Elhefnawy, M., Farid, L., et al. (2009). Oncolytic action of **ZamZam** water on azoxymethane-induced colon tumors in rats. In 13th International Water Technology Conference (pp. 1521–1526). Hurghada, Egypt.

Ali, A. F. M., Cosemi, E., Kamel, S., Mohammed, S., Elhefnawy, M., Farid, L., et al. (2009). **ZamZam** water gene down-regulation in uterine fibrochondrosarcoma cell line. In 13th International Water Technology Conference (pp. 1543–1547). Hurghada, Egypt.

Ali, A., Hassain, M., & El Hosani, A. (2009). **ZamZam** water: A new modality for failed repeated intra-cytoplasmic sperm injection. In 13th International Water Technology Conference (pp. 1557–1560). Hurghada, Egypt.

Alshahrani, S., et al. (2021). Effects of **ZamZam** water on lipid profile and endothelial function. Middle East Journal of Cardiology, 17(1), 33–41.

Alshahrani, S., et al. (2021). Topical application of **ZamZam** water accelerates healing in burn injury: Experimental evaluation in rat model. Burns & Trauma, 9(1), tkab023.

Altounsi, A., et al. (2020). Complementary and alternative medicine use among patients with inflammatory bowel disease in Tunisia. Arab Journal of Gastroenterology, 21(4), 195–202.

Ansari, V. D. A., Ali, S. A., Sheikh, T., Choas, S., & Bagwan, R. (2018). A review: **ZamZam**, a miracle water. Journal of Investigational Biology and Pharmaceutical Sciences, 3(4), 1–5.

Badar, A., Bamosa, A. O., Salahuddin, M., & Al-Meheithif, A. (2019). Effect of **ZamZam** water on blood methemoglobin level in young rats. Journal of Family & Community Medicine, 26(1), 30–35. https://doi.org/10.4103/jfcm.JFCM_21_18

Bhardwaj, V. (2023). Sacred **ZamZam** water: Metallic profile and health benefits. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research, 53(1), 8333.

Craig, H. (1961). Isotopic variations in meteoric waters. Science, 133(3465), 1702–1703.

Damayanti, E. N., Taufiq, M., & Azwarini, R. N. (2023). Kandungan air **ZamZam** untuk kesehatan tubuh dalam perspektif kimia. Islamic Education, 1(2), 145–156.

Donia, A. F., & Mortada, W. I. (2021). Chemical composition of **ZamZam** water: A comparative study with international standards of drinking water. Heliyon, 7(1), e06038. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06038

El-Desoukey, R. M. A., Elhwimal, D. A. E., Elqahtani, K. S. M., Elsahli, A. K. A., & Elotaibi, R. H. F. (2020). Comparative microbiological study on **ZamZam** water, **ZamZam** with Ruqyah, and mineral water. African Journal of Food Science and Technology, 11(3), 8–12.

El-Hadary, T., & Raj, R. (2017). Consumption of **ZamZam** water as a natural health medicine for visitors attending pilgrimage in Makkah. Retrieved from https://www.academia.edu/94309586/Consumption_of_**ZamZam**_Water_as_a_Natural_Health_Medicine_for_Visitors_Attending_Pilgrimage_in_Makkah

El-Nour, A., Bamosa, A., Al-Meheithif, A., & Aleissa, K. (2013). Amelioration of severe carbon tetrachloride toxicity by **ZamZam** water in rats. Journal of Nutrition & Food Sciences. https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000197

El-Zaiat, S. (2007). Inherent optical properties of **ZamZam** water in the visible spectrum: Dispersion analysis. Arabian Journal for Science and Engineering, 32, 171–180.

El-Zaiat, S. Y., & Elshamy, H. (2015). Optical characterization of **ZamZam** water compared to other types of water. Optik – International Journal for Light and Electron Optics, 126(24), 5498–5502.

Emoto, M. (2005). The hidden messages in water. Atria Books.

Gettings, M. E., & Anderson, G. E. (1983). An interpretation of gravity and aeromagnetic surveys of the greater Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia. Saudi Arabian Deputy Ministry for Mineral Resources Open-File Report USGS-OF-03-31, 37.

Ghareeb, N., Farid, M., & Adawy, H. (2019). The anticipated effect of both **ZamZam** water and epidermal growth factor (EGF) separately on tongue tissues and lingual salivary glands of diabetic albino rats. Al-Azhar Dental Journal for Girls, 6, 329–335. https://doi.org/10.21608/adjg.2019.6428.1062

Ghubāshī, ʿĀdil Muḥammad Nūr ʿAbd Allāh. (1990). Al-munshaʾāt al-māʾiyya li-khidmat Makka al-Mukarrama wa-al-mashāʿir al-muqaddasa fī al-ʿaṣr al-ʿUthmānī [Water Facilities for Serving Makkah and the Holy Sites in the Ottoman Era] (Doctoral dissertation). Umm al-Qurā University, Makkah.

Grabrucker, A. M. (2014). Zinc as a modulator of synaptic transmission and plasticity. Progress in Neurobiology, 116, 1–23.

Grases, F., et al. (2001). Effect of magnesium on calcium oxalate crystal development. BJU International, 87(8), 813–818.

Haghighi, M., et al. (2015). Calcium signaling and psychiatric disorders. Neuroscience Letters, 588, 44–51.

Hakkak, R., Korourian, S., Ronis, M. J., Johnston, J. M., & Badger, T. M. (2001). Soy protein isolate consumption protects against azoxymethane-induced colon tumors in male rats. Cancer Letters, 166, 27–32.

Halim, S., Mohamad, N., Toriman, M. E., Abu Bakar, N. H., & Latif, A. Z. A. (2016). **ZamZam** water: Influence of containers on ionic concentration and in-vitro cytotoxic effects on U87 cell line. Malaysian Journal of Applied Sciences, 1(1), 68–72.

Hamed, R., et al. (2021). Comparative evaluation of **ZamZam**-based ophthalmic drops in mild bacterial conjunctivitis. Middle East Journal of Eye Research, 9(2), 55–61.

Hamimī, Zakaryā. (2010). Asrār ʿilmiyya wa-jiyūlūjiyya: al-ḥaram al-makkī al-sharīf, ḥudūdahu wa-ṣukhūruhu wa-tārīkhuhu [Scientific and Geological Secrets: The Sacred Sanctuary of Makkah, its Boundaries, Rocks, and History]. Cairo: Dār al-Kitāb al-Ḥadīth.

Ḥammū, Maḥmūd Muḥammad, & Shaʿbān, Aḥmad Muḥammad. (2011). **ZamZam**: Tārīkh wa-faḍāʾil [**ZamZam**: History and Virtues]. Riyadh: Dār al-Riyāḍ.

Harahap, F. S. (2003). Analisa kadar besi (Fe) dalam air **ZamZam** secara spektrofotometri serapan atom (SSA). Jurnal Kimia, 20, 62–67.

Hruby, A., Meigs, J. B., O'Donnell, C. J., Jacques, P. F., & McKeown, N. M. (2014). Higher magnesium intake reduces risk of impaired glucose and insulin metabolism and progression from prediabetes to diabetes. Diabetes Care, 37(2), 419–427.

Ḥusain, Ḥusain ʿAlī. (1997). **ZamZam** sharāb al-abrār [**ZamZam**: The Drink of the Righteous]. Riyadh: Dār Ibn Sīnā.

Ibn Abī Shayba, Abū Bakr ʿAbd Allāh ibn Muḥammad. (2015). Al-Muṣannaf fī al-aḥādīth wa-al-āthār [The Compendium of Hadith and Traditions]. Riyadh: Dār Kunūz Ishbīliyā.

Ibn Bābawayh al-Qummī (al-Shaykh al-Ṣadūq). (1986). Man lā yaḥḍuruhu al-faqīh [For Him Who Has No Jurist Present] (1st ed., supervised and annotated by Ḥasan al-Aʿlamī). Beirut: Muʾassasat al-Aʿlamī lil-Maṭbūʿāt.

Ibn Baṭṭūṭa, Muḥammad ibn ʿAbd Allāh al-Ṭanji, Abū ʿAbd Allāh. (1996). Riḥlat Ibn Baṭṭūṭa (Tuhfat al-nuẓẓār fī gharāʾib al-amṣār wa-ʿajāʾib al-asfār) [The Travels of Ibn Battuta]. Rabat: Moroccan Academy.

Ibn Ḥajr al-ʿAsqalānī, Aḥmad ibn ʿAlī al-Shāfiʿī. (1959). Fatḥ al-bārī sharḥ Ṣaḥīḥ al-Bukhārī [Victory of the Creator: Commentary on Ṣaḥīḥ al-Bukhārī]. Beirut: Dār al-Maʿrifa.

Ibn Jubair, Muḥammad ibn Aḥmad. (1955). Riḥlat Ibn Jubayr [The Travels of Ibn Jubayr]. Beirut: Dār Ṣādir.

Ibn Kathīr, Abū al-Fidāʾ Ismāʿīl ibn ʿUmar. (1998). Tafsīr al-Qurʾān al-ʿAẓīm [The Great Exegesis of the Qurʾān] (1st ed., edited by Muḥammad Ḥasan Shams al-Dīn). Beirut: Dār al-Kutub al-ʿIlmiyya.

Ibn Mājah, Muḥammad ibn Yazīd al-Qazwīnī. (n.d.). Sunan Ibn Mājah [The Hadith Collection of Ibn Mājah] (edited by Muḥammad Fuʾād ʿAbd al-Bāqī). Cairo: Dār Iḥyāʾ al-Kutub al-ʿArabiyya.

Ibn Manẓūr, Muḥammad ibn Mukarram. (1993). Lisān al-ʿArab [The Tongue of the Arabs] (3rd ed., Vol. 1). Beirut: Dār Ṣādir.

Ibn Qayyim al-Jawziyya, Muḥammad ibn Abī Bakr ibn Ayyūb ibn Saʿd Shams al-Dīn. (1994). Zād al-maʿād fī hady khayr al-ʿibād [Provision of the Hereafter: Guidance of the Best of Worshippers] (27th ed.). Beirut: Muʾassasat al-Risāla.

Ibn ʿĀbidīn, Muḥammad Amīn. (1966). Ḥāshiyat Radd al-muḥtār ʿalā al-Durr al-mukhtār: Sharḥ Tanwīr al-abṣār [Annotations of Ibn ʿĀbidīn on the Explanation of Tanwīr al-Abṣār] (2nd ed.). Cairo: Muṣṭafā al-Bābī al-Ḥalabī.

Jahally, F. H., & Puchooa, D. (2017). Assessing the antimicrobial and antioxidant properties of Moringa oleifera: A comparative study between deionised water and **ZamZam** water as solvent. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(4), 1848–1856.

Jannah, D. S. N. (2018). Air **ZamZam** dalam hadis Ibn Mājah no. indeks 3053. UIN Sunan Ampel Surabaya.

Khalid, N., Ahmad, A., Khalid, S., Ahmed, A., & Irfan, M. (2014). Mineral composition and health functionality of **ZamZam** water: A review. International Journal of Food Properties, 17, 661–677.

Koshak, N. G., Al-Amoudi, M., & Al-Ghamdi, A. (2015). Assessment of the microbiological and chemical quality of **ZamZam** water in Makkah region. Journal of Environmental Sciences, 27(2), 45–52.

Koshak, Yaḥyā Ḥamza. (1983). **ZamZam**: Ṭaʿām ṭuʿm wa-shifāʾ suqm [**ZamZam**: Nourishment and Cure] (1st ed.). Jeddah: Author.

Latif, R., Majeed, F., Sunni, A. Al, Alamrie, R. M. K. & Alnaimi, S. N. (2020). Acute effects of **ZamZam** water on blood pressure and heart rate variability. Pakistan Journal of Medical Sciences 36, 755–760.

Mahmoud HS, Eltahlawi RA, Jan AA, Alhadramy O, Soliman TM, El Sayed SM, Abdallah HI, El-Shazley M, Shafik NM, Mariah RA, El-Dabie N, Abdel-Haleem M, Hassan SMA, Nabo MMH, El-Alaf H, Baghdadi H, Yousef RS, Mahmoud AA, El Sayed SM, Amer SM. **ZamZam** water is pathogenfree, uricosuric, hypolipidemic and exerts tissue-protective effects: relieving BBC concerns. (2020), Am J Blood Res. Dec 15;10(6):386-396. PMID: 33489448; PMCID: PMC7811908.

Mahmoud, M., & Arafah, R. N. (2020). Air **ZamZam** dalam Perspektif Hadis dan Sains (Upaya Mendamaikan Agama dan Sains). Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains, 2, 219–223.

Malhi, G. S. et al. (2017). Lithium therapy: Mechanism of action and clinical implications. Australian & New Zealand Journal of Psychiatry, 51(6), 514–526.

Mansur, H., et al. (2022). **ZamZam** Water and Stress Reduction: An Interdisciplinary Perspective. Holistic Health Journal, 18(1), 77–86.

Mansur, H., et al. (2022). **ZamZam** Water as an Immune and Digestive Supportive Agent: A Functional Approach. Integrative Medicine Insights, 19, 1–9.

Mirzā, Miʿrāj Nawwāb Aḥmad, & Shāwūsh, ʿAbd Allāh Ṣāliḥ. (2006). Al-aṭlas al-muṣawwar li-Makka al-Mukarrama wa-al-mashāʿir al-muqaddasa [The Illustrated Atlas of Makkah and the Sacred Sites] (2nd ed.). Riyadh: King ʿAbd al-ʿAzīz Foundation.

Mirzā, Miʿrāj Nawwāb, & al-Bārūdī, Muḥammad Saʿīd. (2005). Morphological and morphometric-hydrological characteristics of Makkah valleys. Journal of Umm al-Qurā University for Applied Sciences, Makkah.

Mohammadifard, N. et al. (2019), Trace minerals intake: Risks and benefits for cardiovascular health Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 59 (8), pp. 1334-1346.

Moore, T., and Al-Rehaili, M.H. , (1989), Geologic map of the Makka quadrangle, sheet 21 D, Kingdom of Saudi Arabia : Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Directorate General of Mineral Resources . Map Cm - 107C, Scale 1 : 250,000 .

Muhlisin, Ahmad; Muslim, Muhammad; Rakhmina, Dinna, The Effectiveness of Flouride on Zam Zam Water on Inhibition of Bacterial Growth Causes of Dental Plaques. Indian Journal of Public Health Research5& Development, 2019, Vol 10, Issue 8, p1945, ISSN: 0976-0245, DOI:

Munir, Nayab & Muhammad Shoaib, Muhammad Javaid Asad, A.Y. Tanooli,Nadia Munir and Sikandar Khan Sherwani, (2015), Physio-Chemical Differences Between Aab-E-ZamZam and Mineral Water Effect of Water Intake on Blood Pressure, American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences 7 (2): 83-87, ISSN 2079-2050, DOI: 10.5829/ idosi. aejts.2015.7.2.93262.

Murfat, Z., Gayatri, S. W., & Yuniar, I. (2023). Analisis Kandungan Mineral Dalam Air Zam Zam Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa). Journals Of Ners Community, 13(2), 445-451.

Muslim ibn al-Ḥajjāj. (1991). Ṣaḥīḥ Muslim [The Authentic Collection of Muslim] (M. F. ʿAbd al-Bāqī, Ed., 1st ed.). Cairo: Dār Iḥyāʾ al-Kutub al-ʿArabiyya–Dār al-Ḥadīth.

Muslim ibn al-Ḥajjāj. (2006). Ṣaḥīḥ Muslim [The Authentic Collection of Muslim] (Naẓar ibn Muḥammad al-Fāriyābī, Ed., 1st ed.). Riyadh: Dār Ṭayba.

Novela, N. ., Mohtar, M. S. ., Asmadiannor, A., & Gaghauna, E. E. M. . (2023). Efektivitas Sucking Ice Cubes Zam-Zam Water terhadap Tingkat Rasa Haus Pasien Gagal Ginjal Kronis. Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal, 14 (3), 989–966. . v14i3.1971

Nuaman. (2013). Health and Functionality of Zam Zam water.

Nurhapsari, Ervina & Reyvina Tantya Kamila, (2023), Manfaat Air Zam-Zam untuk Kesehatan Tubuh, Jurnal Religion: Jurnal Agama, Sosial, Volume 1, Nomor 6, dan Budaya Religion/index

Oktaviani, Dwi Putri, & Fakhruddin, Agus, (2021), Manfaat Mengonsumsi Air Zam-Zam dalam Persfektif Islam dan Sains, DOI:10.23971/ tf.v5i1.2485, 5 (1):65-74.

Othman, H., Al-Taher, M., & Kareem, A. (2016). Immune-enhancing potential of **ZamZam** water on NK cell activity. Immunology Letters, 174, 56–62.

Pitcher, L.A.; Van Oers, N.S. T (2003). Cell receptor signal transmission: Who gives an ITAM. Trends in Immunology, 24, 554–560.

Prasad, A. S. (2014). Zinc is an Antioxidant and Anti-Inflammatory Agent: Role of Zinc in Degenerative Disorders of Aging. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 28 (4), 364–371.

Rafi, K., Abdullah, M., & Nasir, A. (2023). Antioxidant and DNA-protective properties of **ZamZam** water in irradiated human cells. Radiation Biology Journal, 18(2), 101–109.

Riaz B, Ikram R, Sikandar B. (2018), Anticataleptic activity of **ZamZam** water in chlorpromazine induced animal model of Parkinson disease. Pak J Pharm Sci. Mar;31 (2):393-397. PMID: 29618426.

Robertson, W. G. (1985). Urolithiasis: Clinical and Experimental. Springer.

RSMC (Regional Specialized Meteorological Center). (1986). Climatological summary of Makkah and western Saudi Arabia. Riyadh: Presidency of Meteorology and Environment, Kingdom of Saudi Arabia.

Sahl, M (1987) Geology of The Makkah AlMukarramah

Salam, O. (2015). Groundwater modeling to evaluate impact of deep foundations on flow in shallow aquifers (case study: the Holy Mosque area, Makkah City, KSA. Arabian J. of Geosciences, Volume 8, 5189– 5202.

Saudi Geological Survey. (2024). Markaz dirāsāt wa-abḥāth **ZamZam** [**ZamZam** Studies and Research Center]. Jeddah: Saudi Arabia.

Saulawa, Ummasalma Aliyu & Sani Liti Hamisu, (2019), Evaluation of Synergistic Activity of Black Seed Extract (Nigella sativa), Honey and **ZamZam** Water on Candida albicans, UJMR, Volume 3 Number 2, December, 2018 ISSN: 2616 - 0668,

Şen, Zekai, (2008), ZamZam - Scientific and Religious Aspects of The **ZamZam** Well, Express Grafik, Istanbul.

Serefko, A. et al. (2016). Magnesium in depression. Pharmacological Reports, 68 (4), 748–756.

Shomar, B., (2012), **ZamZam** water: Concentration of trace elements and other characteristics. Chemosphere 86, 600–605.

Tama, Y. L., & Sagiran, S. (2019). The effect of **ZamZam** water on the lipid profile (HDL & LDL) of white mice (Rattus norvegicus). Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan, 19, 64–67.

Turkish Religious Affairs Directorate. Holy Quran. Accessed June 15, 2026. https://kuran.diyanet.gov.tr/mushaf.

Vikhar, A., et al. (2019). A review: **ZamZam**, a miracle water. Journal of Investigational Biology and Pharmaceutical Sciences, 3 (4), 1–5.

World Health Organization. (2017). Guidelines for drinking-water quality (4th ed.). Geneva: **WHO**.

Young, L. T. (2013). Lithium: Still a major option in the management of bipolar disorder. CNS Neuroscience & Therapeutics, 19 (7), 499–502.

Zergui, A., Aledeh, M., & Hamad, S. (2022). Metallic profile of **ZamZam** water: Determination of minerals, metals and metalloids by ICP-MS. Journal of Trace Elements and Minerals, 2, 100031. https://doi.org/10.1016/j.jtemin.2022.100031

סוף הספר

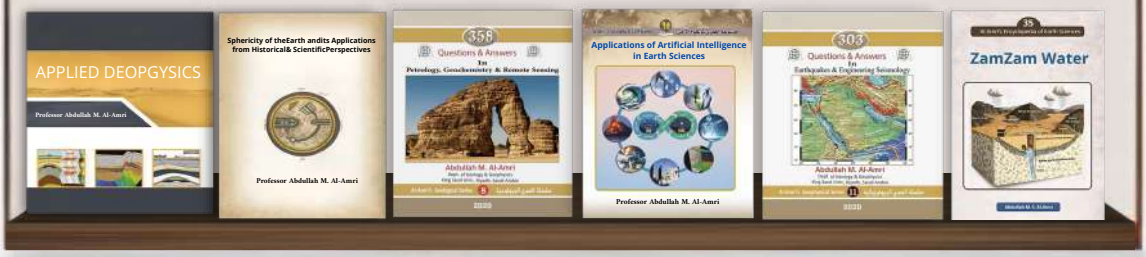
ज़मज़म
ZemZem
ЗамЗам
ZamZam
زمزم
موسوعة زمزم العالمية
Global ZamZam Encyclopedia

ज़मज़म
ZemZem
ЗамЗам
ZamZam
زمزم
موسوعة زمزم العالمية
Global ZamZam Encyclopedia

פרופסור
עבדאללה מ׳ אל־עמרי

הפרופסור עבדאללה אל־עמרי בעל קריירה מדעית מוערכת הנמשכת מעל **45** שנים. הוא שימש כפרופסור לסייסמולוגיה וויו״ר המחלקה לגאולוגיה וגיאופיזיקה באוניברסיטת המלך סעוד בריאד. בנוסף, כיהן כמנהל מרכז המחקרים הסייסמיים, נשיא האגודה הסעודית למדעי כדור הארץ, וחוקר ראשי ב־**15** שיתופי פעולה מחקריים בין ארצות הברית לגרמניה. כמו כן שימש כיועץ לאומי ובינלאומי עבור מוסדות וארגונים מדעיים רבים בתוך הממלכה ומחוצה לה. הוא ייסד ושימש כעורך הראשי של כתב העת הערבי הראשון למדעי כדור הארץ (**AJGS**) בשיתוף עם **Springer** . מחקריו מתמקדים בדיגום וסימולציה של מכניקת רעידות אדמה, הפחתת סיכונים סייסמיים, חקר מי תהום עמוקים וזיהוי מאגרי אנרגיה גיאותרמית. מעבר למחקר, אל־עמרי תרם תרומה משמעותית להפצת הידע המדעי באמצעות כתיבת אנציקלופדיות, ספרי לימוד אקדמיים ופרסומים מקצועיים המעשירים את הספרות המדעית הערבית. בין הישגיו הבולטים נמנית הקמת האנציקלופדיה הגאולוגית הדיגיטלית הראשונה בממלכה. הוא פרסם מעל **250** מאמרים שעברו ביקורת עמיתים, השלים מעל **65** פרויקטי מחקר ו־**80** דוחות מדעיים, וכתב אנציקלופדיה חינוכית בת **36** כרכים, **5** אנציקלופדיות מדעיות ייעודיות, את האנציקלופדיה הגלובלית של זמזם ב־**15** שפות ו־**3** ספרי לימוד אקדמיים. על תרומתו המדעית יוצאת הדופן זכה בפרסים ובהוקרות לאומיות ובינלאומיות רבות.

פרסומים נבחרים



- גאולוגיה כללית
- גיאופיזיקה יישומית
- האנציקלופדיה הגלובלית של זמזם ב־15 שפות
- אנציקלופדיה חינוכית ותרבותית – 36 כרכים (6,000 עמודים)
- 2,020 שאלות ותשובות בתחומי מדעי כדור הארץ
- אנציקלופדיה מקיפה של סיכונים טבעיים
- אנציקלופדיה מקיפה של סביבה ומים
- אנציקלופדיה מקיפה של כרייה ואנרגיה
- אנציקלופדיה מקיפה של תולדות המדע
- אנציקלופדיה מקיפה של כדור הארץ והחלל
- אנציקלופדיה דיגיטלית אינטראקטיבית למדעי כדור הארץ

www.alamrigeo.com

מלב מכה... אל תודעת העולם

- זמזם זורם ללא הפסקה—מים מבורכים ונס נצחי
- זהו עדות חיה להבטחה אלוהית שמעולם אינה דועכת. מעיין הנובע ללא הפסקה במשך אלפי שנים.
- משמעותו אינה מוגבלת רק לתחום האמונה. כיום המדע מתקדם לחקור את סודותיו—באמצעות אלגוריתמים, מידול ובינה מלאכותית.
- זַמְזָם מופיע כגשר בין התגלות לגילוי, בין השפעת המלאכי שהרווה את צמאם של עולי הרגל לבין ניתוחי המעבדה המודרניים המבקשים לחשוף את סודותיו
- הוא יותר ממים—זהו מסר חי, הנושא מקרב האמונה קריאה המתרחבת אל אופקי האנושות.

العبيكان للنشر
Obeikan Publishing

www.alamrigeo.com