

המערה הסודית

טיול למערת אבשלום מבטיח נוף יפה לאורך הדרך, מערת נטיפים מרשימה ביופייה, וסודות מרתקים האצורים בשלל הצורות המרהיבות של סלעיה. עמוק מתחת לאדמה

כתבו וצילמו: ד"ר אבנר אילון וד"ר מרים בר־מטיוס, המכון הגיאולוגי, ירושלים



עמודי יזילונות, הממחישים את יופייה של המערה

מווסת באמצעות מכשור מתקדם, כך שהמערה לא תיפגע. בהשוואה למערות מפורסמות בעולם היא נחשבת קטנה אבל מרהיבה ביופייה. אורכה כ־80 מטר, רוחבה כ־60 מטר וגובהה המרבי כ־12 מטר. עובי כיסוי הסלע שמעליה נע בין 12 ל־40 מטר. מעל תקרתה מצויים כיסי קרקע ובהם צמחייה ים תיכונית. המערה נוצרה כנראה לפני כ־2-4 מיליון שנה, לפני התרוממות הרי יהודה, כאשר גובה האזור היה קרוב לגובה מפלס מי הים. המערה התפתחה בתוך סלעי דולומיט וגיר שגילם כ־95 מיליון שנה. מאז היווצרות המערה האזור התרומם, וכיום היא נמצאת כ־400 מטר

בית שמש. המערה הוכרזה כשמורת טבע (שמורת אבשלום) כדי להגן עליה מפני הפיצוצים במהלך עבודות החציבה. עד לגילויה הייתה המערה סגורה, וגם לאחר פתיחתה למבקרים זואגת רשות שמורות הטבע והגנים לשמרה כמערה סגורה, כדי שהתנאים שבה יישארו קרובים במידת האפשר לתנאים ששררו בה בטרם נפרצה. הלחות היחסית במערה קרובה ל־100%, הטמפרטורה היא הטמפרטורה הרב שנתית הממוצעת שעל פני השטח, כ־20 מעלות צלזיוס. בעת גילוי המערה היה ריכוז הפחמן הדו־חמצני בה כפליים מריכוזו באטמוספירה. כיום, בגלל ריבוי המבקרים עלה הריכוז שלו, אבל הוא

מערות נטיפים נחשבות בין תופעות הטבע החביבות על מטיילים בכל העולם. לצד המערות הגדולות והמפורסמות בעולם, נמצאת בישראל הקטנה מערה, שנוסף על יופייה המרהיב, טומנים בתוכם הנטיפים והזקיפים שבה מפתח לסודות האקלים ולאירועי רעידות אדמה שהתרחשו באזורנו באלפי השנים האחרונות. מערה מרשימה זו היא מערת אבשלום (מערת שורק).

קטנה אבל מרשימה

מערת אבשלום נמצאת במורדות המערביים של הרי יהודה ונתגלתה בשנת 1968 בעקבות פיצוץ במחצבת הרטוב ליד



לטיול יצאנו

שמורת טבע מערת אבשלום

לכבוד שבוע אהבה לטבע, למים ולסביבה, הוכשר החלק הראשון של המערה לביקורי נכים, ועוצבו מחדש מערך הכניסה ומרכז השירות למטיילים במערה.

איך מגיעים: מכביש מספר 1 במחלק שער הגיא מכיוון ירושלים - תל אביב פונים לכביש 38 לכיוון בית שמש, לאזור התעשייה, וממשיכים עד ליישוב מחסייה. פונים שמאלה לכביש 3866 וממשיכים במעלה ההר כ־5 ק"מ עד לצומת צ'לנגר, פונים שמאלה וממשיכים לאורך הכביש כ־2 ק"מ עד לחניה.

דרגת קושי: קל, מתאים למשפחות.

שעות פתיחה: חורף: א'-ה' 8:00-16:00, ו' 8:00-15:00, שבת 8:00-16:00; בקיץ:

א'-ה' 8:00-17:00, ו' 8:00-16:00, שבת

8:00-17:00

מחיר כניסה: מבוגר 25 ש"ח, ילד 13 ש"ח. פריטים נוספים: 02-9911117

gl.netifim@npa.org.il

באתר האינטרנט של רשות הטבע

והגנים www.parks.org.il ובמוקד כוכבית

בטבע - 3639*

בהשוואה למערות מפורסמות בעולם היא נחשבת קטנה אבל מרהיבה ביופייה. אורכה כ־80 מטר, רוחבה כ־60 מטר וגובהה המרבי כ־12 מטר. עובי כיסוי הסלע שמעליה נע בין 12 ל־40 מטר. מעל תקרתה מצויים כיסי קרקע ובהם צמחייה ים תיכונית

ונע בין ימים בודדים עד לכ־35 שנה. בדרכם למערה ממיסים מי הגשמים מלחים המרחפים באטמוספירה ומלחים שהצטברו בקרקע ובסדקים שבסלעי הסביבה. את הרכב מי הגשמים ומי המערה ניתן לבדוק באמצעות אנליזות כימיות. ריכוז המלחים במי המערה אינו אחיד, הוא גבוה יותר לעומת ריכוזם במי הגשמים בגלל המסת מלחים, ותגובות כימיות עם הקרקע וסלעי הסביבה.

כיצד נוצרים חללי המערות, הנטיפים והזקיפים?

מערות קרסטיות הן חללים בגדלים שונים (עד כמה קילומטרים) הנוצרים לרוב בסלעי גיר ודולומיט. מי הגשמים מחלחלים דרך הקרקע, ממיסים את הפחמן הדו-חמצני שמקורו ברקבובית וריכוזו בקרקע עשוי להיות גבוה עד כדי 100 פעמים מאשר באוויר, והופכים לחומצה פחמתית בריאקציה כימית.

כך הופכים מי גשמים למים חומציים הממיסים את סלעי הגיר והדולומיט.

השנה - בעיקר בטפטוף איטי מקצוות הנטיפים. בעונות הגשמות קצב הטפטוף עולה והמים מטפטפים במהירות בעיקר מהסדקים בתקרה. הזמן, הקצב, התחלת וסיום הטפטוף תלויים בעובי המסלע מעל המערה וברוחב הסדקים. המים המטפטפים מתנקזים לבריכות כשחלק מהמים מוצאים את דרכם לחללים עמוקים יותר מתחת למערה.

משך הזמן הלוקח למי גשמים לחלחל בתת הקרקע ולהגיע למערה נבדק באמצעות מעקב אחר טריטיום, שהוא איזוטופ רדיואקטיבי של מימן. הטריטיום הצטבר בכמויות גדולות באטמוספירה עקב ניסויים גרעיניים בראשית שנות השישים של המאה הקודמת ומאז ריכוזו יורד. כתוצאה מניסויים אלה, מי הגשמים שירדו באזור לפני יותר מ־30 שנה הכילו יותר טריטיום בהשוואה למי הגשמים היורדים כיום. בדיקת ריכוז הטריטיום במים המגיעים כיום למערה מראה כי תכולתו אינה אחידה מכיוון שזמן הנדידה של המים מפני השטח למערה משתנה

מעל מפלס פני הים. באזור ידועות מערות נוספות באותו גובה טופוגרפי כמו מערת שמשון ומערת התאומים.

מאז גילויה של מערת אבשלום ופתיחתה לקהל הרחב בשנות השבעים של המאה שעברה, מבצע המכון הגיאולוגי מחקרים וניטור של הרכב המים המגיעים למערה, הרכב הנטיפים והזקיפים, הטמפרטורה והאטמוספירה של המערה. המחקרים והניטור נערכים במטרה לשמר את המערה בצורתה הטבעית למרות היותה מוקד תיירותי, ולמצות את המידע האצור בשלל הצורות המרהיבות של סלעיה.

סוד המים הנוודים

לצד יופייה של המערה, היא מהווה חלון הצצה למתרחש בתת הקרקע, ולמעקב אחרי המים הנוודים מפני השטח אל מי התהום. מקור המים במערה הוא מי גשמים העוברים דרך חתך של סלעים וקרקעות. המים מחלחלים ועוברים את מערכות הסידוק והנקבוביות של סלעי הסביבה, מגיעים למערה ומטפטפים כל

תהליך ההמסה איטי מאוד אבל כתוצאה מנדידת מים במשך זמן רב לאורך סדקים בסלע, נוצרת מערכת מסועפת של חללים ההופכים למערות.

החומצה ממיסה את סלעי הדולומיט והגיר, ובמערה מתרחשים גם תהליכי השקעה. לאחר שהמים עברו בקרקע ובסלע וחדרו לחלל המערה, נפלט פחמן דו-חמצני מטיפת המים, כתוצאה מהפרשי לחצים בין ריכוזו בטיפה לריכוזו בחלל המערה, ומן הטיפה שוקעת פחמת הסידן (בעיקר המינרל קלציט) לאיטה, ובונה את משקעי המערה השונים ובהם את הזקיפים, הנטיפים, העמודים וה"ווילונות".

הנטיפים והזקיפים אינם מפוזרים אקראית במערה. הנטיפים גדלים לאורך סדקים מתקרת המערה כלפי מטה, והזקיפים גדלים מרצפת המערה כלפי מעלה. הזקיפים והנטיפים עומדים להם לתפארת בחלל המערה כל עוד אין הם נפגעים. לצערנו בדרך כלל הפגיעה מתרחשת בידי אדם.

נטיפים גדלים מתקרת המערה לאורך סדק בגג המערה



מפתח להבנת שינויי אקלים

לצד יופיים טומנים בתוכם הנטיפים והזקיפים מפתח לסודות האקלים ששרר באזורנו באלפי השנים האחרונות. שיחזור האקלים בטווח הארוך והקצר הוא מפתח להבנת שינויי אקלים העשויים להתרחש בעתיד.

היתרון הגדול בשחזור אקלים על פי משקעי מערות נובע מכך שכל עוד מתרחש טפטוף מים במערה ניתן לקבל תיעוד רציף על שינויי האקלים. קיימות עדויות טבע נוספות העוזרות גם הן בשחזור אקלימי כמו למשל מפלסי אגמים קדומים, קרקעות עתיקות, עדויות ארכיאולוגיות ועוד, אבל מטבען, עדויות אלה אינן רציפות.

במבט על משקע מערה שבור מתגלה המבנה הפנימי הבנוי טבעות גידול קונצנטריות המזכירות את טבעות הגידול של עצים. כל טבעת עשויה לייצג גידול של שנים בודדות עד עשרות ומאות שנים. תהליך הגידול יכול להימשך

מבט על משקע מערה שבור מגלה מבנה פנימי של טבעות גידול קונצנטריות





במערת אבשלום יש עדויות רבות לרעידות אדמה עתיקות שבעזרתן אפשר לדעת מתי התרחשו רעידות אדמה בעבר. נטיף נפול מייצג את הגיל המדוד העתיק ביותר לרעידת אדמה שהפילה אותו

הגיל המדוד העתיק ביותר לרעידת אדמה שהפילה אותו. זקוף שגדל על הנטיף הנפול מייצג את הגיל המדוד הצעיר ביותר לרעידת אדמה מכיוון שהוא נוצר אחרי ההתמוטטות.

יש עשרות רבות של התמוטטויות במערת אבשלום, חלקן התרחשו בו זמנית באותה הרעידה וחלקן ברעידות אחרות. אותרו כ־15 רעידות אדמה גדולות שהתרחשו במהלך 185 אלף השנה האחרונות ועוצמתן מעל 7 בסולם ריכטר (הסולם הוא מ־1 עבור הרעידה החלשה ביותר ועד הרעידה החזקה ביותר בעוצמה 10). לחלק מרעידות האדמה שזוהו במערה יש גם עדויות מאתרים ארכיאולוגיים וממשקעי אגמים. אחת מרעידות האדמה הגדולות שגרמה להתמוטטויות במערת אבשלום התרחשה לפני 5,500 שנה. גם לרעידת האדמה משנת 1927 יש ביטוי במערת אבשלום.

תודה למנהל מערת אבשלום, תומר סרגוסטי, לסגניתו שרונה שלומי, ולצוות המדריכים במערה על שיתוף הפעולה בביצוע המחקר ועל תרומתם לשימור המערה.

הממצאים על רעידות האדמה הם חלק מעבודת המחקר לתואר דוקטור של אליסה קייגן מהמכון הגיאולוגי והאוניברסיטה העברית.

גלים סיסמיים. ברעידות חזקות במיוחד מתרחשת קריעת פני השטח ואז הזעזועים הסיסמיים הרסניים במיוחד. רעידות אדמה מתרחשות באזורנו והן חלק מיצירת השבר הסורי-אפריקני, הנקרא גם העתק ים המלח. לאורך ההיסטוריה התרחשו רעידות אדמה באזור וגרמו לנזקים קשים. למשל, ברעידת אדמה שהתרחשה בישראל בשנת 1837 נהרסה העיר צפת כולה, וכ־5,000 איש נספו. בשנת 1927 רעידת האדמה גרמה להרס רב ברמלה, בירושלים, בשכם, בטבריה ובערים נוספות. גם כיום, לאורך העתק ים המלח קיימת פעילות סיסמית ונרשמות רעידות אדמה קטנות שכמעט ואינן מורגשות.

לרעידות אדמה יש השפעה גם בתת הקרקע והן גורמות לנזק גם במערות נטיפים. לרעידת אדמה גדולה תהינה עדויות במערות נטיפים הקרובות לאזור הרעידה. נטיפים, זקיפים ותקרות מערה יכולים להיסדק ו/או ליפול. לאור זאת, אחת הדרכים ללמוד על רעידות אדמה שהתרחשו בעבר הרחוק, עוד לפני שהיו מכשירי מדידה, היא לחפש עדויות במערות נטיפים. במערת אבשלום יש עדויות רבות לרעידות אדמה עתיקות שבעזרתן אפשר לדעת מתי התרחשו רעידות אדמה בעבר. נטיף נפול מייצג את

אלפי שנים ואף יותר, והוא ייפסק כאשר ייפסק הטפטוף.

בכל טבעת גידול, שאת גיל ההשקעה שלה ניתן לקבוע במדויק, מתועדים הרכב מי הגשמים וכמותם, טמפרטורת הסביבה וסוג הצמחייה. על ידי ניתוח יחסי האיזוטופים (אטומים שונים של אותו יסוד, שהם בעלי תכונות כימיות דומות אבל נבדלים זה מזה במשקלם) בשכבות השונות הבונות את הזקיפים והנטיפים, ניתן לשחזר את ההיסטוריה האקלימית של האזור במשך זמן קיומה של המערה. השילוב בין ההרכב האיזוטופי של החמצן, הפחמן והמימן, יחד עם קביעת גיל שכבות הגידול השונות של משקעי המערה איפשר לנו לשחזר את האקלים באזורנו במאות אלפי השנים האחרונות. בין העדויות על אקלים העבר, הנגלות למטייל במערת אבשלום, אפשר למצוא עדויות לתקופות גשומות הרבה יותר שהתרחשו באזור לפני 125 אלף ולפני 9,000 שנה. עדויות אלה באות לידי ביטוי בקווי מפלס קדומים של הבריכות במערה, הגבוהים מהמפלס הנוכחי. ערימת קרקע גדולה הנמצאת בסמוך לכניסה למערה, מאחורי רחבת המבקרים, מעידה על סחיפת קרקע כתוצאה משיטפונות אלה. במערה יש אזורים רבים שהיום יבשים יחסית, אבל הכמות הרבה של הנטיפים והזקיפים שבהם מצביעה כי בעבר כמות הטפטוף הייתה גדולה בהרבה.

עדויות לרעידות אדמה עתיקות

לוחות קשיחים המרכיבים את קרום כדור הארץ נעים באיטיות ובהתמדה האחד ביחס לשני. חלקם מתרחקים זה מזה, חלקם מתנגשים זה בזה וחלקם מחליקים זה לצד זה. רעידות אדמה נגרמות כתוצאה מתנועת הלוחות המתחככים זה בזה. במהלך רעידת אדמה מועברת תנועת גלים ממוקד שחרור פתאומי של אנרגיה, דרך שכבת פני השטח של כדור הארץ. תנועת הגלים המתפשטים ממוקד הרעידה לכל עבר גורמת לזעזועים. גלים אלה מכונים