

מערות הגיר הארוכות בישראל

בועז לנגפורד ועמוס פרומקין*

על אף קוטנה היחסי נתברכה ארץ ישראל בעולם מערות עשיר הכולל אלפי מערות פעורות כמעט בכל סוג מסלע הקיים בארץ ובפריסה בכל חלקיה – מהר החרמון בצפון ועד ראש מפרץ אילת בדרום. המערות הארוכות הנפוצות ביותר הן מערות טבעיות שנוצרו בתהליכי המסה קרסטיים בסלע גיר ובסלע מלח. המסת הסלע ויצירת המערה מתרחשות כאשר מים מגיעים למגע עם סלעים קרבונטיים ו/או אוופוריטיים וממיסים בהם חללים. התהליכים הקרסטיים יכולים להיווצר ממים שמקורם בפני השטח או ממי תהום שפעלו במערה בזמן שהיה קשר בין מי התהום לגוף הסלע שבו פעורה המערה.

רוב המערות הקרסטיות בישראל הן מערות שנוצרו בסלע גיר. מערות קרסטיות נוספות הן מערות הר סדום שנוצרו כערוצי נחלים תת־קרקעיים שהתחתרו בסלע מלח (פרומקין, 1992). במערות אלו מופיעות מערות ענק דוגמת מערת המלח"ם, שאורכה מגיע לשישה קילומטרים, המציבים אותה כמערה הארוכה בישראל וכמערת המלח הארוכה בעולם. מערות נוספות בהר סדום, דוגמת מערת סדום, מערת דורבן ומערת זכוכית, הן מערות ענק שאורכן עומד על כמה מאות מטרים.

במאמר זה יוצגו מערות הגיר הארוכות בישראל, בלי התייחסות למערות המלח הראויות להתייחסות נפרדת ואף זכו לה.

המערות הארוכות בישראל

מערות הארץ נחקרות מזה כמה עשורים על ידי המלח"ם – המרכז לחקר מערות (פרומקין, 2011), שהוקם במסגרת החברה להגנת הטבע וכיום פועל במסגרת המחלקה לגיאוגרפיה באוניברסיטה העברית בירושלים. למן היווסדו שם לו המלח"ם למטרה את החקר הרב־תחומי של מערות לגוניהן, ממערות טבעיות ועד חללים תת־קרקעיים שנוצרו או עוצבו בידי אדם בתקופות השונות. במסגרת המלח"ם פועלת קבוצה מגוונת של חוקרים ושוחרי מערות במסגרות ובהקשרים שונים, החל מגילוי מערות בסיוור שדה שיטתיים ותכופים, המבוצעים על ידי המרכז, וכלה בעבודות מחקר המטפלות באספקטים רחבים המתבססים על גילויים אלו. כבר מתחילת חקר המערות ניסו חוקרי המערות להגיע אל קצוות המערות שנתגלו במטרה להבין את גבולות השתרעותן. ניסיונות לגלות מערות גדולות יותר או עמוקות יותר היו מוטיבציה בסיסית בחיפוש אחר המערות ובבדיקתן. עם הצטברות המידע היה ניתן להבין לעומק תופעות קרסטיות שונות ולקטלג אזורים, שכבות סלע ותנאים שונים כקרסטיים יותר או פחות אלה ביחס לאלה. נוכחותן של מערות גדולות, המייצגות תופעה קרסטית משמעותית, מהווה בסיס חשוב למחקר ספלאוגנטי (ספלאוגנטי = היווצרות מערות). בשנת 1983 פורסם בכתב העת לחקר מערות, "נקרות צורים", מאמר קצר שסיכם את רשימת המערות הארוכות בישראל (פרומקין, 1983). בשנים שחלפו מאז כתיבת המאמר חלו שינויים רבים ברשימה. שינויים אלו נבעו בראש ובראשונה מגילוי של מערות חדשות, שאורכן הרב הציב אותן גבוה ברשימה המכובדת,

וכן מהפיתוח הרב ביכולות "המערנות" בארץ. דוגמה בסיסית להתקדמות ולשיפור יכולות אלו היא שיפור הטכנולוגיה בתחום התאורה, המאפשר שהות ארוכה ונוחה מתחת לקרקע ובחינה מעמיקה של אזורים נידחים וקשים להגעה. עוד התפתחה והשתפרה היכולת הטכנית להגיע למחוזות בלתי מוכרים במערות השונות. כך התגלה אגפה הדרומי של מערת עבוד – מערה מפותחת במערב השומרון (זיסו, לנגפורד, פורת, דוידוביץ' ופרומקין, 2009). אורך הקטע שהתגלה מגיע ל-150 מטר המורכבים ממחילות וחדרים שבהם התגלו ממצאים ארכאולוגיים משמעותיים מתקופת הברונזה והכלכולית. גם במערת צבוע שברכס כידוד (Vaks et al., 2006) התגלה אגף בלתי מוכר, שהגישה אליו הצריכה שלוש שעות של זחילה אטית בלי יכולת להניע את הראש ולהרחיקו מהעפר. אורך האגף שהתגלה מגיע ל-150 מטר המורכבים מסדרת חללים גדולים, ונמצאה בהם גולגולת אדם שככל הנראה הגיעה למקום עם פעילות הצבועים המשתכנים במערה מזה שנים רבות. שיפור נוסף בוצע בתחום מדידות המערות ומיפויין. מיפוי חלל תת-קרקעי מתבצע בעזרת מדידת נתונים בסיסיים המרכיבים את שלד מפת המערה הנקרא צלעון, ואליו מתווספים נתוני נפח הממוקמים סביב נקודות הצלעון (פרומקין, 1984). הנתונים הנמדדים להרכבת הצלעון הם מרחק, אזימוט ושיפוע. בעבר נעשתה מדידת המרחק על ידי רולטקה (סרט מדידה), מדידת השיפוע נעשתה על ידי קלינומטר אנלוגי, ומדידת האזימוט נעשתה על ידי מצפן שדה. כיום מדידת הנתונים מתבצעת באמצעות מכשור מתקדם: מד טווח לייזר – למדידת מרחק, קלינומטר דיגיטלי – למדידת שיפוע ומצפן פריזמטי – למדידת אזימוט. שיפור הטכנולוגיה בתחום זה מובילה לאיכות ולרמת דיוק גבוהות יותר במיפוי המערות. כך לדוגמה 'התארכו' מידותיה של מערת ערק א-נעסנה שבמזרח בנימין מ-310 מטר, על פי מדידות חוג הנוער של המלח"ם בשנת 1980 (פרומקין, 1981א), ל-1150 מטר במיפוי החדש שבוצע על ידי בועז לנגפורד ומיקה אולמן בשנת 2010. התפתחויות אלו הובילו להחלטה לבצע מיפוי מלא למערות הארוכות בישראל על מנת להבין את התמונה לאשורה. לאחר שנתיים של עבודה מאומצת¹ נראה כי ניתן להרכיב את הרשימה מחדש ולהבין את התמונה העדכנית (ראו טבלה 1). מעניין שתשע מתוך עשר מערות הגיר הארוכות בישראל נמצאות בהר המרכזי של ישראל, ורק אחת נמצאת בגליל (מערת יאנה). רוב מערות הגיר הגדולות הן מערות מבוך היפוגניות, כלומר נוצרו על ידי מים שעלו מלמטה ומילאו את המערה בעת היווצרותה (Klimchouk, 2007; Frumkin & Fischhendler, 2005). בהתאם לרשימה זו ניתן לערוך השוואה לרשימות מקבילות מאזורים אחרים בעולם ולהבין את סדרי הגודל של תופעות הקרסט הקיימות בישראל לעומת אלו שנתגלו באזורים אחרים. מתברר כי בישראל המערות ההיפוגניות שכיחות מאוד ביחס לאזורים לחים יותר.

1 תודה לולדמיר בוסלוב, מיקה אולמן, נבו פישבין, שמוליק אבידן, ישראל נעמן, אחיקם עמיחי, דן שטריך ולכל המתנדבים והמסייעים הרבים בסקירת המערות ומיפויין. תודה נוספת למיכל קדרון ומירי שמידע מהיחידה לגיאוגרפיה חישובית באוניברסיטה העברית בירושלים על ההשקעה הרבה בעיבוד המפות.

טבלה 1: מערות הגיר הארוכות בישראל – השוואת אורכן

מערות הגיר הארוכות בישראל 2012			מערות הגיר הארוכות בישראל 1983		
שם המערה	אורך כולל במטרים		שם המערה	אורך כולל במטרים	
1 חרטון	3450		1 *חרטון	4000	
2 אילון	2700		2 **ערק	500	
3 סלע	1200		א-נעסנה		
4 **ערק	1150		3 הגיא (אל ג'י)	500	
א-נעסנה			4 עלמה	400	
5 קנאים	846		5 אורנית	300	
6 מכוך	832		6 האגרות	270	
7 יאנה	808		7 ברניקי	250	
8 ***האומה	800		8 המרגלים	250	
9 יוגב	788		9 שרך	200	
10 צבוע	700		10 עטרות	200	

* נתון זה נכתב עקב מדידות סכמטיות בהסתמך על המפה הישנה של המערה.
 ** מספר זה ניתן על פי הערכה.

*** העבודה במערת האומה עדיין בעיצומה. המספר המצוין בטבלה הוא אורך המערה נכון לעריכת טבלה זו.

תיאור המערות

להלן פרטי המערות שלא פורסמו ברשימה משנת 1983 ואשר נאסף על אודותיהן מידע משמעותי בשנים האחרונות.

מערת חריטון

מערת חריטון הייתה ועודנה מערת הגיר הגדולה בישראל. חלק קטן של המערה תואר באופן מהימן על ידי ה־PEF (Conder & Kitchener, 1883) וסטרובל (Strobel, 1967), שאף שרטטו מפות חלקיות של המערה. מיפוי מקיף של המערה בעזרת מצפן וחוט מדידה שהניב צלעון שעבר דרך המחילות והאולמות, בוצע על ידי גדעון מן ומתנדבי החברה להגנת הטבע בשנים 1969–1971 (מן, 1976; עמית, 1978). המרכז לחקר מערות (מלח"ם) החל בחקירת מערות נחל תקוע בשנים 1983–1985 (פרומקין, 1986) ומיפה מחדש (בראשות אחיקם עמיחי ושמוליק אבידן) את מערת חריטון בשנים 2006–2008. המיפוי החדש התבסס על שלד המיפוי של מן. נוספו עליו תוואי הדפנות וכן חתכים אנכיים נבחרים.

מערת חריטון התפתחה בתצורת שבטה מגיל טורון, שהיא חלק מחבורת יהודה המהווה אקוויפר קרסטי (יחידה מוליכת מים). המבנה הכללי של המערה – מבוך דמוי רשת של

מחילות שתי וערב, המתרחבות לעתים לחדר או לאולם. הכיוון הראשי של רוב המחילות צפון־דרום (בקירוב), והכיוון המשני מזרח־מערב. המחילות התפתחו במפלס עיקרי אחד, אך במקומות מסוימים יש שניים עד ארבעה מפלסים. ניתן להציג את הממדים הכמותיים של המערה כדלקמן: אורכה המדוד 3450 מטר (סך כל אורך המחילות והאולמות), ושטחה 4600 מטר מרובע. המערה משתרעת בתוך מלבן מצומצם יחסית ששטחו 30,000 מטר מרובע. למערה שלושה פתחים סמוכים זה לזה במצוק המערבי של נחל תקוע, בגובה 530 מטר מעל פני הים התיכון. לא נמצא קשר מורפוגנטי בין הפתחים לקניון: נראה שהקניון חתך את המערה בנקודות אלה באופן מקרי. המורפולוגיה הפנימית של המערה (דפנות מוחלקות, כיפות המסה, חתך רוחב אליפטי של מחילות) מעידה שהמערה היתה מלאה במי תהום בעת היווצרותה.

מערת איילון



איור 1: האולם הגדול והאגם שבמערת איילון (צילום מתוך ארכיון המלח"ם)

מערת איילון הנה מערת ענק שהתפתחה בתהליכי המסה פראטים־היפוגניים בסלע גיר מגיל טורון (תצורת בע'נה). פתח המערה נוצר תוך כדי עבודות חציבת גיר במחצבת נשר – רמלה, ואותר במהלך סקר חללים קרסטיים שהתבצע בתחומי המחצבה על ידי המלח"ם בשנת 2006. אורך כלל חללי המערה המערה מגיע ל־2700 מטר המשתרעים על שטח של 140×100 מטר. חללי המערה התפתחו במבנה סבוך הנמשך בשני מפלסים

עיקריים שפירים אנכיים מחברים ביניהם. המפלס העליון מורכב מרשת מחילות סבוכה המאופיינת במחילות צרות בעלות פרופיל מעוגל או אליפטי. המפלס התחתון במערה מורכב בעיקרו ממחילות רחבות, ובולטים בו שלושה אולמות נרחבים. האולם הגדול (איור 1) ביותר נמצא בצדו הצפון־מערבי של המפלס התחתון, בנקודה הנמוכה ביותר במערה. אולם זה נושק למפלס מי התהום היוצר בו גוף מים שנפחו משתנה בהתאם לשינויי המפלס האזורי. בגוף המים, כמו גם בחלקי המערה היבשים, התגלו שבעה מיני בעלי חיים אנדמיים המקיימים מערכת אקולוגית עצמאית (נעמן, 2011).

מערת סלע

מערת סלע הנה מערת ענק (אורך כלל חלליה מגיע לכ־1200 מ') המורכבת בעיקרה ממחילות מאורכות ומכמה אולמות נרחבים וגבוהים שהתפתחו בתהליכי המסה פראטים־היפוגניים שפעלו בסלע גיר מגיל טורון – תצורת שבטה (פרומקין, 1999).



איור 2: בדרך לאולם ד "והאגף החדש" של מערת סלע

למערה שלושה פתחים סמוכים המובילים לחדרים אופקיים ומוארים למחצה. בחלקם הפנימי של חדרי הכניסה נמשכות מחילות צרות המתחברות זו לזו בחלל נרחב ונמוך (אולם א), הנמצא מעט מצפון-מזרח לפתחי המערה. מאולם א נמשכים לצפון-מזרח כמה מסדרונות צרים וגבוהים המתחברים לאולם בעל מבנה מעוגל שלו תקרה גבוהה (אולם ב). שישה מטרים מעל קרקעית האולם ישנו פתח בולט המוביל למחילה צרה, המובילה גם היא לצפון-מזרח ומתחברת לאחר כ-50 מטר לאולם נוסף (אולם ד, איור 2). מצדו הצפון-מזרחי של אולם זה נמשכות מחילות מאורכות המסתיימות לאחר כמה עשרות מטרים בפיצולים רבים המרכיבים מבנה דמוי רשת אופקית.

בצדה המערבי של אולם ב ישנו פתח נמוך המוביל דרום-מערבה אל אולם בעל

תקרה גבוהה – אולם ג. סמוך לפתח המחבר בין האולמות ישנן מחילות אנכיות הנמשכות מעלה, ובראשן הן מתחברות למחילות אופקיות הנמשכות מעל אולם ג. מערכת המחילות שמעל לאולם ג מתחברת לבסוף לרשת של מחילות רחבות הנמשכות מצפון-מזרח לאולם ג. רשת המחילות מתחברת אל אולם ג בפיר מדורג הפעור בצדו הצפון-מזרחי של האולם. המערה התגלתה בשנת 1991 ובוצעה בה חפירה ארכאולוגית מקיפה. התגלו בה, בין השאר, ממצאים מתקופת מרד בר-כוכבא ובהם מטבע מסוג סלע, שעל שמו נקראה המערה (עמית, 1992). עם גילויה מופתה המערה על ידי צוות המלח"ם אשר מדד בה אורך מצטבר של 600 מטר המורכבים מסדרת מחילות מפותלות שבהן בולטים שלושה אולמות נרחבים. במפת המערה הופיעה נקודה שאליה חוליית המיפוי לא הצליחה להגיע. נקודה זו נראית כחלון רחב 'התלוי' בגובה של שישה מטרים מעל קרקעית אחד מאולמות המערה. בביקור שנעשה במערה בשנים האחרונות הצליח צוות המלח"ם להגיע אל החלון בעזרת טכניקות טיפוס מלאכותי (Aid climbing) ולהתקדם ממנו לאגף חללים נוסף, שהכפיל את אורך המערה.

מערת ערק נעסנה

מערת ערק נעסנה הנה מערת ענק שהתפתחה בתהליכי המסה פראטים-היפוגנים בסלע גיר מגיל טורון (תצורת שבטה). למערה פתח גדול הפעור בגדתו הצפונית של נחל דליה, כחמישה מטרים מעל אפיק הנחל. בסביבתה הקרובה של המערה התגלו מערות גדולות נוספות דוגמת מערת יוגב, מערת אבו שנג'י ומערת אבו קטי (פרומקין, 1981). חלקי המערה השונים נפרשים כמחילות אופקיות מסועפות במבנה דמוי רשת או כחללים מעוגלים רחבים הנמשכים בצירי סידוק מקבילים שכיוונם הכללי הוא

צפון-מערב - דרום-מזרח. בשונה מטיפוס החללים הנ"ל, בחלקה המזרחי של המערה התפתח אולם אדיר מידות המהווה כשליש מאורכה הכולל של המערה. מעניין שבמחילות המערה ובחלקיה החיצוניים שוכנים עטלפי חרקים מהסוג יזנוב, ואילו באולם הענק ובחלקי המערה הפנימיים שוכנים עטלפי חרקים נדירים מהסוג פרספון (מייקין ופרומקין, 1981).

בסקרים ובחפירות ארכאולוגיות שנעשו במערה התגלו בה ממצאים המעידים על נוכחות אנושית בתקופת הברונזה התיכונה ובתקופה הרומית הקדומה. השימוש במערה בתקופה הרומית הקדומה משויך לפליטים יהודיים אשר נמלטו למקום במהלך ימי מרד ברי-כוכבא (אשל, 1998).

המערה התגלתה לראשונה על ידי בדווים משבט התעמרה שהגיעו למקום בשנת 1962. הבדווים התעניינו בעיקר במערת אבו שנג', הסמוכה למערת ערק א-נעסנה, בגלל הימצאותם של 300 שלדי אדם ותעודות שומרוניות מהתקופה הפרסית שנמצאו בסמיכות אליהם. בעקבות הגילוי ארגן בית הספר האמריקני לחקר המזרח שתי עונות חפירה, ובמהלכן נחפרה גם מערת ערק א-נעסנה. אנשי בית הספר האמריקני התרכזו בחפירתם בכמה אולמות הניצבים בחלקה החיצוני של המערה, סמוך לפתח (Lapp, P.W. & Lapp, N.L., 1974). עם הקמתו, בשנת 1980, הגיע המרכז לחקר מערות

לסיוור במערה, בעקבותיו בוצעה חפירה ארכאולוגית שבמהלכה מופו חלק מחללי המערה (איור 3). אורך חלקי המערה שמופו הגיעו ל-310 מטר. בחורף 2010 מופתה המערה מחדש על מנת ליצור תמונה מדויקת יותר של מבנה המערה. לאחר המיפוי נמצא כי אורכה הכולל של המערה מגיע ל-1150 מטר ועומקה המרבי מהפתח הוא 52 מטר.

מערת קנאים

מערת קנאים הנה מערת ענק שהתפתחה בתהליכי המסה פראטים-היפוגניים בסלע גיר מגיל טורון (תצורת שבטה). למערה פתח אנכי שנחשף בגדתו הצפונית של ערוץ מקומי היורד בצדו המערבי של רכס הר קנאים. מפתחה נמשכת המערה ברשת מסועפת של מחילות אופקיות הנמשכות במפלס יחיד. מחילות המערה נמשכות בעיקר לאורך



איור 3: מפת מערת ערק א-נעסנה כפי ששורטטה על ידי חוג נוער מלח"ם

קווי סידוק בכיוון כללי צפון-דרום, כשמחילות הניצבות לכיוון זה מחברות בין המחילות העיקריות. בחלליה הדרום-מערביים של המערה הושקעו ספלאוטמים, ובולטים בהם נטיפים שהתפתחו לתוך גוף מים. בחלקי המערה הפנימיים נראים גם פרחי מלח/גבס שהתפתחו בקירות ובתקרה של חללי המערה.

המערה התגלתה בשנת 1960 במהלך הסקר הארכאולוגי של מדבר יהודה (פרומקין, 1984). בעקבות דיווחו של גיורא אילני נבדקה המערה על ידי המרכז לחקר מערות שהגיע למקום בשנת 1984. לאחר בדיקת המערה היא נסקרה בכמה הזדמנויות עד להשלמת מיפוייה בשנת 2003. ממפת המערה עולה כי אורכה הכולל של המערה עומד על 846 מטר.

מערת מכון

מערת מכון הנה מערת ענק שהתפתחה בתהליכי המסה פראטים-היפוגניים בסלע גיר מגיל טורון (תצורת שבטה). המערה מורכבת מרשת מחילות מסועפת ומורכבת ביותר. למערה שני פתחים הפעורים במצוק גדתו הצפונית של נְדִי מכון. פתחה הדרומי של המערה מוביל אל עיקר חלליה. מהפתח נמשכת מחילה נמוכה המוביל מערבה ולאחר מטרים ספורים פונה דרומה אל סדרת חללים גדולים הנמשכים על ציר כללי צפון-דרום שמהם מתפצלת סדרת חללים נוספת הנמשכת מערבה. סדרת החללים העיקרית, הנמשכת צפונה, מתחברת לאחר כמה עשרות מטרים אל רשת מחילות מסועפות הנמשכות זו לצד זו וכן במקביל, בניצב, ומתחת זו לזו. בחלק הצפון-מערבי של רשת המחילות ישנו פתח אנכי, מעוגל ובלתי עביר, שדרכו נושבת רוח חזקה ביותר. בעברו האחר של פתח זה ישנם חללים קטנים המובילים אל פתחה הצפוני של המערה. בצדן המזרחי של רשת המחילות מגיעים לכמה מחילות גדולות הנמשכות מזרחה, ומקבילות זו לזו. בין המחילות מחברים מעברים נמוכים. המחילות הגדולות מוליכות בסופן למחילה רחבה וגבוהה הנמשכת במעגל גדול. בצדו הצפון-מזרחי של המעגל ישנו מסדרון רחב הנמשך לצפון-מזרח ומתחבר לאחר מטרים אחדים לאולם גדול ונמוך המהווה את חלקה הפנימי ביותר של המערה. בחלקי המערה השונים נתגלו ממצאים מתקופת הכלקוליתית, מתקופת הברונזה הביניימית ומתקופת מרד בר-כוכבא (אשל, 1999).

המערה התגלתה בשנת 1984 במהלך סקר מערות שנערך על ידי המלח"ם בקניון נְדִי מכון עליון (פרומקין, 1988). לאחר גילויה מופתה המערה על ידי ענן זיידנר ויהודה מירון, ונמצא כי אורכה מגיע ל-520 מטר. עבודת המיפוי במערה לא הייתה פשוטה והתנהלה בתנאי שהות קשים בעיקר בגלל נוכחות מסיבית ביותר של קרציית המערות. תנאי העבודה גרמו לצוות העבודה לזנוח את חלקי המערה הצדדיים ולהתמקד במחילות העיקריות של המערה. בשנת 2006 שבו למערה אחיקם עמיחי ז"ל ומתן אביטל. הם מדדו במערה 300 מטר נוספים ואף איתרו פתח נוסף המוביל לאגף צפוני שלא היה מוכר. מיפוי המערה הסתיים רק בשנת 2011, אז נערך סיור בחללי המערה והתגלה כי אוכלוסיית הקרציות התדלדלה ביותר. לאחר כמה השלמות מיפוי ובדיקות התגלה אורכה המלא של המערה – 832 מטר.

מערת האומה

מערת האומה הנה מערת ענק המורכבת בעיקרה מקניון ואדוסי (ערוץ זרימה תת־קרקעי המנקז מים בתחום המאוורר) שהתחתר בסלע גיר וקירטון מגיל קנומן (תצורת כפר שאול). בערוץ קיימת זרימת מים קבועה המשתנה בהתאם לעונות השנה (בין 4 קוב לשעה בקיץ ל־26 קוב לשעה בחורף).² כיוון הזרימה, שהוא גם כיוון מורד המחילה – מצפון־מערב לדרום־מזרח. לאורך הקניון הטבעי בולטת מורפולוגיית המסה ואדוסית שנוצרה על ידי מים אגרסיביים. בין השאר נצפו מיאנדרים (נפתולים), מדפים וצנירים וגלוני המסה (scallops).

המערה נחשפה במהלך חציבת פיר השירות של תחנת בנייני האומה של הרכבת בירושלים (הקו החדש AI ירושלים – תל אביב), בין בנייני האומה לתחנה המרכזית. המערה נקטעה על ידי הפיר החצוב לעומק כ־75 מטר מתחת פני השטח, וכחמישה מטרים מעל התחתית (המתוכננת) של הפיר.

במעלה הזרימה, מצפון־מערב לפיר הרכבת, נשמרה מחילה מקורית בעלת חתך רוחב עגול, שנוצרה אולי מתחת למפלס מי התהום, במפגש של מישור שיכוב וסדק. קטע זה מולא בהזרקה בטון כך שכיום הוא חסום למעבר. במורד הזרימה, בקטע הדרום־מזרחי של פיר הרכבת, נמשכת המחילה כשהיא הולכת ומתרחבת עד שהופכת לקניון שנעשה גבוה ורחב יותר בעקבות התחתרות הערוץ הואדוסי. במרחק של כ־200 מטר מן הפיר החצוב במורד הזרימה יורד הקניון בסדרת מפלים קטנים, שגובהם הכללי מגיע לכדי 20 מטר. מעבר לאזור המפלים המחילה נמשכת בפיתולים חריפים (מיאנדרים) כשבמהלכם היא הולכת ומצרה. קמינים אנכיים, שגובהם מגיע עד כ־20 מטר, מתחברים אל תקרת המחילה. מערת האומה היא הקניון הואדוסי הגדול והמרשים ביותר בארץ. היא מצרפת את ישראל לרשימת מקומות שבהם יש נחלים תת־קרקעיים, השכיחים בעיקר באזורים טרופיים וממוזגים. למערה יש חשיבות הידרולוגית מאחר שהיא מאפשרת ניטור של מי התהום ומי דליפות מצניורות באזור תחנת הרכבת העתידית ומתחת לאזורים נוספים בעיר ירושלים.

מערת יאנה

מערת יאנה הנה מערה קרסטית גדולה³ המורכבת מסדרת חללים מורכבים הנמצאים במפלסים שונים זה מעל זה ולצד זה. עומקה המקסימלי של המערה מגיע ל־63 מטר, ואילו אורך חלליה המצטבר מגיע ל־808 מטר.

המערה התפתחה בתהליכי המסה מתחת למפלס מי תהום, בסלע גיר מגיל קנומן עליון (תצורת סכנין), ונחשפה במרכז מדרון מתון, מעל ערוץ פתוח הנשפך בסופו לחלקו העליון של נחל בצת. למערה מבנה של אולם מבודד שנוצר מתחת למפלס מי תהום וסמוך אליו. עם התרוממות האזור וירידת מפלס מי התהום התרוקנה המערה ממים, והחלו תהליכים בתחום המאוורר, שהבולט בהם הוא השקעת ספלאותמים, דוגמת זקיפים ונטיפים (איור 4).

2 מידע שנמסר מהקבלן המבצע את העבודה באתר.
3 הוטת יאנה היא כיום המערה הגדולה ביותר בגליל.



איור 4: אולם נטיפים (אולם R) באגפה המערבי של הוטת יאנה

בתוך כדי היווצרות האולם ולאחר מכן התרחשו בתקרתו תהליכי התמוטטות ושקיעה גרביטציונית, שגרמו לנדידת האולם כלפי מעלה בחתך הסלע תוך יצירת מבנה דמוי כיפה ששוליו נמוכים ביחס למרכז האולם. שוליו הנמוכים של המבנה דמוי הכיפה מהווים כיום מערכת מסועפת של חדרים מאורכים ומחילות במפלסים תחתונים שהם נמוכים מן האולם הגדול המרכזי.

בכל חלקי המערה ישנו ריכוז נמוך של חמצן באוויר. הריכוז הנמוך ביותר הוא באולם הכניסה, ככל הנראה, בעקבות לשלשת היונים והתפרקות החומר האורגני הקיים באולם. המערה נבדקה לראשונה בשנות ה־70 (?) של המאה ה־20 על ידי צוות של החברה להגנת הטבע, שכלל את יגאל סלע, איתן עלומי, דן פרי, יואב שגיא ומרדכי אברהמי. משלחת זו סקרה את אולם הכניסה בלבד, ובדיווח שנמסר מתוארת המערה כ"מערת פעמון שקרקעיתה בנוייה גושים גדולים של מפולת". דיווח זה הוביל בסוף שנת 2006 את איש המלח"ם, ולדמיר בוסלוב, לבדוק מחדש את האתר, שהתגלה כמורכב ומסובך הרבה יותר מהמצופה. בוסלוב הוא שגילה וסקר באופן מפורט את מעמקי המערה, ואת מיפוייה ריכז בועז לנגפורד.

מערת יוגב

מערת יוגב הנה מערה גדולה שנחשפה בקניון ואדי דליה. המערה התגלתה בשנת 1994 על ידי יוגב קרסנטי. לאחר גילוייה מופתה המערה על ידי המלח"ם ונמצא שאורכה הכולל עומד על 788 מ'.

מערת יוגב התפתחה בתהליכי המסה פראטים־היפוגנים בסלע גיר מגיל טורון (תצורת שבטה). למערה פתח קטן ונסתר שנחשף בגובה אפיק ואדי דליה. המערה מורכבת ממחילות ומאולמות מאורכים, הנמשכים במבנה דמוי רשת דו־ממדית משופעת. חללי המערה התפתחו לאורך מישורי שיכוב וסדקים שכיוונם העיקרי הוא על ציר צפון־מערב – דרום־מזרח. בחלקי המערה השונים הושקעו ספלאוטמים, בעיקר אלמוגי מערות ומשטחי זרימה, המצפים את קירות חלל המערה.

מערת צבוע

מערת צבוע הנה מערה גדולה (אורך מצטבר מגיע לכ-700 מ') שהתפתחה בתהליכי המסה פראטים-היפוגנים שפעלו בסלע גיר מגיל טורון – תצורת שבטה. למערה שני פתחים שנחשפו בתחתית מצוק נמוך בגדתו הצפונית של ערוץ הירד מראש קמר זהר ומזרחה (איור 5). המערה מורכבת מסדרת חללים ומחילות אשר התפתחו במבנה מסועף דמוי רשת אופקית, הנמשך לאורך צירי סידוק מקבילים שכיוונם הכללי הוא צפון-מערב – דרום-מזרח.



איור 5: פתחה של מערת צבוע

בצדה הדרומי של המערה, באזור חלל D, ישנו ריכוז עשיר של ספלאוטמים, שבהם בולטים נטיפים, זקיפים, עמודים ומשטחי זרימה (flow-stone). בקרקעית החלל המערבי בסדרה זו ישנם משקעי בקכות המעידים על נוכחות מים עומדים באזור זה. המערה נחשפה לראשונה בשנת 1977 על ידי הזואולוג, גיורא אילני. הוא מצא בה ריכוז מרשים של עצמות בעלי חיים שהובאו למקום על ידי צבוע אשר קבע לו את המערה כמקום משכן (Kerbis-Peterhans & Kalska-Horwitz, 1992). נוכחות הצבוע במערה, כמו גם עצמת פעילותו בה, הם שנתנו למערה את שמה. פעילות הצבוע וכן פעילות דרבנים במערה הן הגורם לנוכחות אינטנסיבית של קרציית המערות בכל חללי המערה ואף באלו הקשים ביותר לגישה.

סיכום

שמונה מתוך עשר המערות שברשימה לא היו מוכרות לנו ב-1983. מערות אלה 'הדיחו' מן הרשימה מערות שכיום מוגדרות כבינוניות. ב-1983 הייתה מוכרת רק מערת גיר אחת באורך של יותר חצי ק"מ, ואילו כיום כל עשר המערות ארוכות מחצי ק"מ. מנייתו כללי של המערות ניתן להבחין כי מערות הגיר הארוכות בישראל נפוצות בעיקר בשכבות סלע מגיל טורון, וכי נפוץ בהן בעיקר דגם מערות המכונה "מערות רשת", דהיינו

מערות המורכבות ממחילות הנמשכות במבנה מסועף המזכיר בצורתו רשת. מדבר יהודה ושומרון (כולל ספר המדבר) נשאר האזור המוביל במספר המערות הגדולות. תופעה זו נדונה בעבר מבחינה הידרוגאולוגית (למשל פרומקין, 1991; Frumkin & Fischhendler, 2005), ואין זה המקום להרחיב. המאמר הנוכחי מציג את הרשימה ואת ההיטלים של תכניות המערות, שאינם מתאימים לשימוש בשטח (ראו נספח א איורים 6 ו-7). אנו עמלים כיום על הפקת אטלס מערות שיציג אותן באופן מפורט ונוח לשימוש.

רשימת מקורות

- אשל, ח' (1998). מערת עראק א־נעסנה שבוואדי דליה. בתוך: ח' אשל וד' עמית (עורכים). **מערות המפלט מתקופת מרד בר כוכבא** (עמ' 71–82). תל אביב: החוג לגיאוגרפיה, אוניברסיטת תל אביב.
- אשל, ח' (1999). הערה על מגורים בתקופת הברונזה הבניימית במדבר יהודה. **נקרות צורים**, 20, 17–22.
- זיסו, ב', לנגפורד, ב', פורת, ר', דודוביץ', א' ופרומקין, ע' (2009). ממצאים מתקופת מרד בר כוכבא ממערת עבוד שבמערב הרי בית-אל. בתוך: ח' אשל ור' פורת (עורכים). **מערות המפלט מתקופת מרד בר כוכבא, קובץ שני** (עמ' 478–509). ירושלים: החברה לחקירת ארץ ישראל ועתיקותיה ומרכז יסלזון לחקר תולדות ישראל לאור האפיגרפיה.
- לנגפורד, ב', פרומקין, ע' וזיסו, ב' (2011). על גילוי של מערת עבוד. בתוך: **במעבה ההר, קובץ מאמרים** (עמ' 69–75). אריאל: מו"פ אזורי השומרון ובקעת הירדן ומדרשת הרי גופנא.
- מייקין, ד' ופרומקין, ע' (1981). לאן נעלם הפרספון בחורף. **נקרות צורים**, 4, 51–53.
- מן, ג' (1976). כך מיפינו את מערת חריטון. **טבע וארץ, יח**, 5.
- נעמן, י' (2011). **מערכת הקרסט והאקולוגיה של מערת איילון**. עבודת מוסמך. אוניברסיטה העברית ירושלים.
- עמית, ד' (1978). **נחל תקוע, מערת חריטון**. כפר עציון: בית ספר שדה כפר עציון.
- עמית, ד' (1992). חידושים בחקר מרד בר כוכבא. בתוך: ז"ח ארליך וי' אשל (עורכים). **מחקרי יהודה ושומרון, דברי הכנס השני** (עמ' 215–227). קדומים-אריאל: מכון המחקר, מכללת יהודה ושומרון.
- פרומקין, ע' (1981). אל מערות נחל דליה בשומרון. **טבע וארץ, כג**, 6, 268–271.
- פרומקין, ע' (1981). מערות קרסטיות מסועפות במזרח שומרון. **נקרות צורים**, 4, 44–50.
- פרומקין, ע' (1983). רשימת המערות הטבעיות הגדולות בישראל. **נקרות צורים**, 7, 80.
- פרומקין, ע' (1984). מיפוי מערות. **נקרות צורים**, 10, 113–124.
- פרומקין, ע' (1984). מערת הקנאים – גילוייה מחדש של מערת ענק בדרום מדבר יהודה. בתוך: מ' מרקוס (עורך). **מדבר יהודה הדרומי סקר נוף ומסלולי טיול** (עמ' 296). תל אביב: רשות הטבע והגנים הלאומיים.
- פרומקין, ע' (1986). היווצרותן של מערות נחל תקוע. **נקרות צורים**, 13, 33–41.

- פרומקין, ע' (1988). סקר מערות בנחל מכוך עליון. **נקרות צורים**, 14, 68–88.
- פרומקין, ע' (1991). התפתחות מערות פראטיות במזרח השומרון. בתוך: ז"ח ארליך וי' אשל (עורכים). **מחקרי יהודה ושומרון, דברי הכנס הראשון** (עמ' 390–400). קדומים-אריאל: מכון המחקר, מכללת יהודה ושומרון.
- פרומקין, ע' (1992). **מערכת הקרסט במחדר המלח של הר סדום**. ירושלים: המרכז לחקר מערות, האוניברסיטה העברית בירושלים והחברה להגנת הטבע.
- פרומקין, ע' (1999). גיאולוגיה ומורפולוגיה של מערת סלע. **נקרות צורים**, 20, 28–32.
- פרומקין, ע' (2011). ארבעים שנות חקר מערות ביהודה ושומרון. **במעבה ההר, קובץ מאמרים** (עמ' 77–83). אריאל: מ"פ אזורי השומרון ובקעת הירדן ומדרשת הרי גופנא.

Conder, C.R., & Kitchener, H.H. (1883). *The Survey of Western Palestine, Vol. 3*. London: Palestine Exploration Fund.

Frumkin, A., & Fischhendler, I. (2005). Morphometry and Distribution of Isolated Caves as a Guide for Phreatic and Confined Paleohydrological Conditions. *Geomorphology*, 67, 457–471.

Peterhans, K., & Horwitz, K.L. (1992). A Bone Assemblage from a Striped Hyaena (*Hyaena Hyaena*) den in the Negev Desert, Israel. *Israel Journal of Zoology* 37, 225–245.

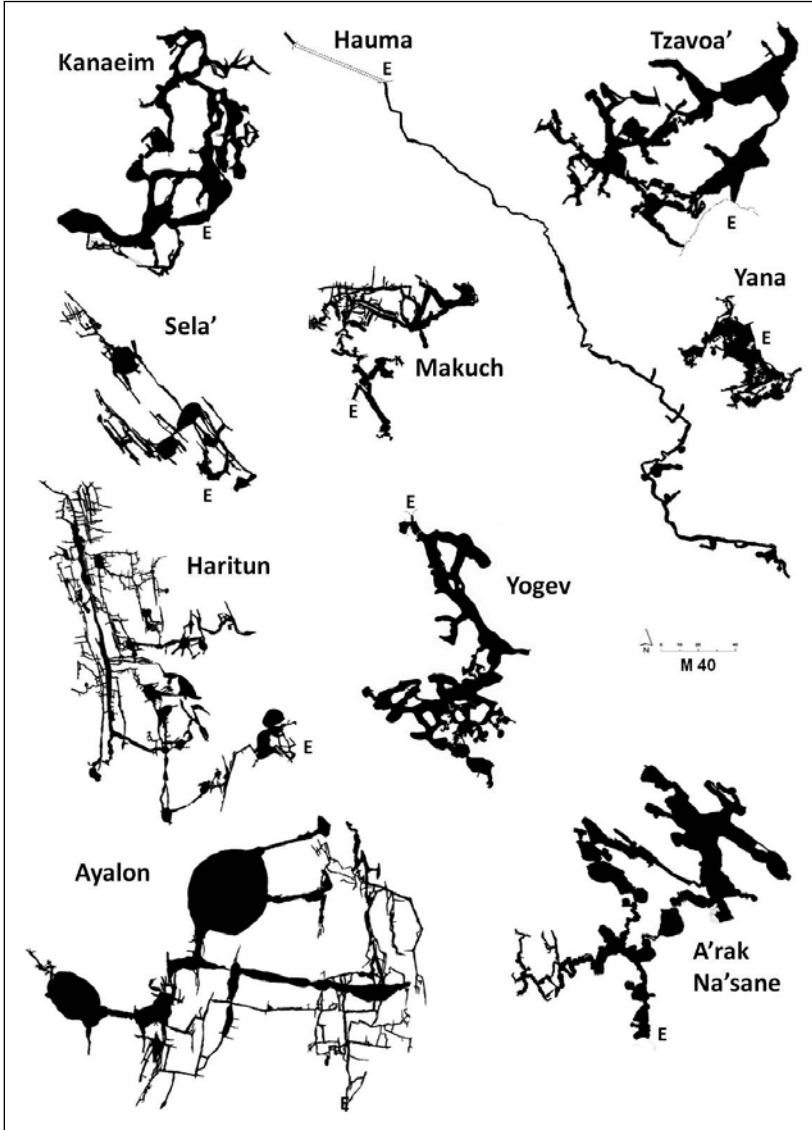
Klimchouk, A'. (2007). Hypogene Speleogenesis: Hydrological and Morphogenetic Perspective, Special Paper 1. *National Cave and Karst Research Institute, Carlsbad*.

Lapp, P.W., & Lapp, N.L. (1974). Discoveries in the wadi Ed-Daliyeh. *Annual of the American Schools of Oriental Research* 41.

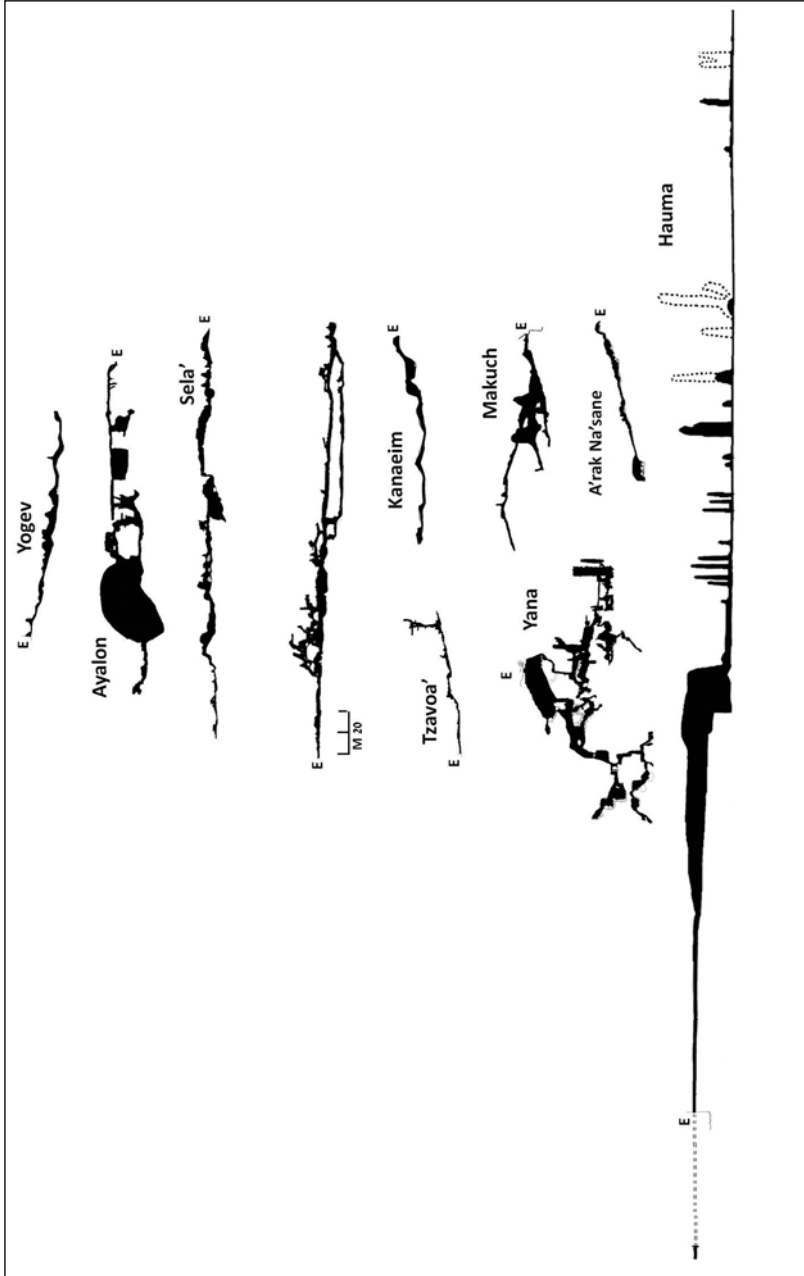
Strobel, V.A. (1967). Die Charitonhöhle in der Wüste Juda. *Zeitschrift Deutsche Palästina-Vereins*, 83, 46–63.

Vaks, A. (2006). Paleoclimate and Location of the Border Between Mediterranean Climate Region and the Saharo–Arabian Desert as Revealed by Speleothems from the Northern Negev Desert, Israel. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 249, 384–399.

* בועז לנגפורד ופרופ' עמוס פרומקין, המחלקה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים, המרכז לחקר מערות (מלח"ם)



איור 6: מפות עדכניות של המערות המופיעות במאמר. החללים מוצגים בהיטל אופקי, בלי הפרדה בין מפלסים. המפות אינן מתאימות לניווט.



איור 7: היטלים אנכיים מייצגים של המערות המופיעות במאמר. ההתכים אינם מתחשבים בפיתולי המחילות ומוצגים לעתים בכמה שכבות הפרדה. ההתכים אינם מתאימים לניוט.