

# קווים גאולוגיים לדמותה של אשת לוט

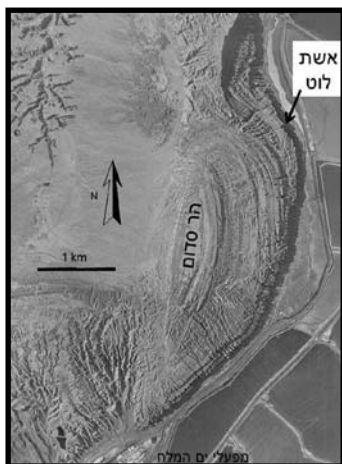
## עמוס פרומקין

### מבוא

בדרום-מזרח הר סדום מצוי עמוד מלח יוצא דופן המיתמר לגובה של 20 מ' (איור 1). אפשר להבחין בו במתאר אנושי במקצת, במיוחד במבט מצפון (איור 2). נראה כי עמוד זה יוחס כבר על ידי יוסף בן מתתיהו לאשת לוט (Flavius, 1961). חוקרים רבים התייחסו בעבר לתיעוד ההיסטורי של נציב המלח (Ben-Menahem, 1991; Harris and Beardow, 1995; Issar, 1990; Neev and Emery, 1995; Nissenbaum, 1994; Trifonov, 2007), וגם כיום מסומן העמוד בשלט של רשות הטבע והגנים "אשת לוט", בעקבות התיאור המקראי: וַיְהִי כְהוֹצִיאָם אֹתָם הַחוּצָה וַיֹּאמֶר הַמֶּלֶט עַל-נַפְשָׁךְ אֲלֵתִבֵּיט אֲחֶיךָ וְאֲלֵתֵעֲמֹד בְּכַל־הַכֶּכֶר הַהַרְהָה הַמֶּלֶט עַל-פְּן-תִסָּפֶה (בראשית יט, יז). אשת לוט לא שעתה לאזהרה והפכה לנציב מלח: וַתֵּבֵט אֶשְׁתּוֹ מֵאֲחֶיךָ וַתְּהִי נְצִיב מֶלֶח (שם, כו).

כיצד עלה הרעיון שאשת לוט הפכה לנציב מלח?

מאמרים מדעיים מאמצע המאה ה-19 (Lynch, 1849) ועד סוף המאה ה-20 (Bentor, 1989) מסבירים את היווצרותו של עמוד המלח בהמסת סלע המלח המסיס במי גשם. מחקר עדכני שנערך במרכז לחקר מערות (מלח"ם) מראה שכוחות גאולוגיים מורכבים הביאו להיווצרותו של העמוד. יתר על כן, אנחנו יכולים לתארך כעת אירוע זה ל-2000 שנה בערך לפני הספירה. מועד היווצרות העמוד מקביל באופן מפתיע לזמן המיוחס למהפכת סדום ועמורה.



איור 1: מיקום נציב המלח המכונה אשת לוט בדרום מזרח הר סדום



איור 2: נציב המלח המכונה אשת לוט: מבט מצפון

## רקע גאולוגי

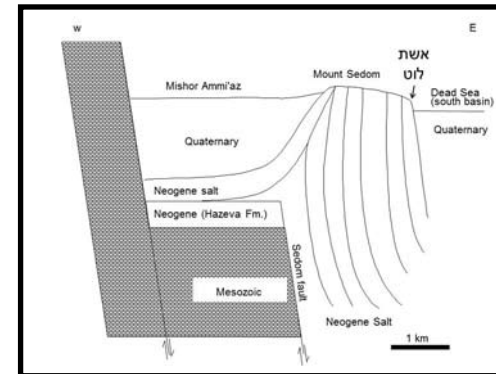
המזרימים מים בתחומי ההר. בהיעדר צומח ובגלל פני השטח האטימים, נוצרת זרימה שטפונית כאשר עוצמת הגשם עולה על 4 מ"מ ל-10 דקות. ארוע שטפוני כזה מתרחש במוצע פעם בשנה, די והותר כדי להתחרת בשכבות הרכות המכסות את המלח. מאז נעלם אגם הלשון ועד היום נוצרה בשולי הר סדום טופוגרפיה תלולה שבה מתחתרים ערוצים צרים המוליכים את מי הנגר העילי (גרסון, 1972; פרומקין, 2002).

מדדנו בדרכים אחדות את קצב התרוממות הר סדום - באיזון מדויק (כפי שמבצעים למשל בסלילת כבישים, Frumkin, 2009a), ברדאר InSAR המוצב על גבי לוויין (Pe'eri et al., 2004) ובמידת מפלסים גבוהים של מערות שתוארכו בפחמן 14 (Frumkin, 1996a, להלן). מתברר כי על פי כל השיטות ההר התרומם באלפי השנים האחרונות וגם כיום בקצב של 6-9 מ"מ בשנה, קצב מהיר מבחינה גאולוגית הדומה לקצב ציפורני אצבעותינו (איור 4: B).

## מערות הר סדום

לא כל ערוץ מגיע ישירות אל בסיס הניקוז. המלח המסיס הביא ליצירת נוף קרסטי, שבו נבלעים ערוצים רבים לתוך סדקים בבטן ההר. רוב שטח הר סדום מנוקז באופן כזה אל התת־קרקע. הסדקים מתרחבים בהדרגה והופכים לפירים. מי השטפונות ממיסים את סלע המלח שבמעמקי ההר ויוצרים בדרכם כמה ממערות המלח הגדולות העולם. עד היום התגלו ומופו בידי המרכז לחקר מערות כ-110 מערות בהר סדום (פרומקין, 1992). מערת מלח"ם, שאורכה כשישה ק"מ, היא הגדולה במערות, ושנייה לה מערת סדום. למערות הגדולות מתנקזים פירי בולען אחדים, שבכל אחד מהם נופל ערוץ עילי לתוך פיר אנכי. מתחתית הפיר זורמים מי השיטפון לאורך מחילה. מערות שסמוכות לשולי הר סדום מגיעות בדרך כלל אל בסיס הניקוז, בדרך כלל בתחתית המצוק שבשולי ההר. מי השטפונות מתנקזים תוך שעות אחדות ולאורך כל מסלול זרימתם נשארים אגרסיביים, כלומר הם מסוגלים להמשיך ולהמס מלח. מערות אחרות המרוחקות יותר משולי ההר, לא הצליחו לפרוץ אל בסיס הניקוז. מי השטפונות החודרים אליהם אמנם ממיסים מלח, אך הם מחלחלים לאורך המחילה שנוצרה ועוצמתם יורדת בהדרגה, כמו גם יכולתם להגדיל ולהאריך את המחילה. במקרים שבהם קרקעית המערה אטומה, עשויים מי השיטפון להיאגר באגם תת־קרקעי בקרקעית המחילה, עד להגעת השיטפון הבא. בעשרות השנים האחרונות קיימים שלושה אגמים תת־קרקעיים קבועים במעמקי הר סדום. מימיהם רוויים במלח ביסול בהתאם להרכב הסלע שהומס (הרכב זה שונה במובהק ממי ים המלח). כאשר סלע המלח חשוף בקרקעית המחילה, עשוי קצב ההתחזרות בשעת שיטפון להגיע ל-0.2 מ"מ בשנייה. קצב זה מהיר מקצב ההתחזרות של כל מערה אחרת בעולם (פרומקין, 2003). פרק הזמן הממושך שחולף משיטפון לשיטפון מגביל כמובן את מידת ההתחזרות הכללית.

סלעי מלח שכחים בתוך בקעים בקרום כדור הארץ שחדרו לתוכם בעבר מי ים, דוגמת בקע ים המלח. מי הים התיכון חדרו לבקע ים המלח לפני יותר מחמישה מיליון שנה ויצרו את לגונת סדום. בלגונה זו, שהייתה מחוברת לים התיכון ומנותקת ממנו לסירוגין, שקעו סלעי מלח שעוביים הגיע עד שני ק"מ בקירוב (זק, 1967). המלח נמצא בתת־קרקע של מקומות אחדים בין הכינרת לנאות הכיכר, והגיע לעובי מרבי באזור הר סדום, ששקע במהירות באותה תקופה. עם ניתוק בקע ים המלח ממימי הים התיכון הוא הפך לאגן ניקוז יבשתי, כפי שהוא כיום, ונוצרו בתוכו אגמים (Stein, 2001). עם הצטברות סלעי משקע נוספים מעל המלח, החל המלח להילחץ ולזרום בדומה למשחת שיניים – תכונה מיוחדת של סלע מלח המתנהג כנוזל צמיג תחת לחץ (Al-Zoubi and ten Brink, 2001; Ben-



איור 3: חתך רוחב גאולוגי סכמטי של מחדר המלח סדום ויחסו להעתקים בשולי ים המלח

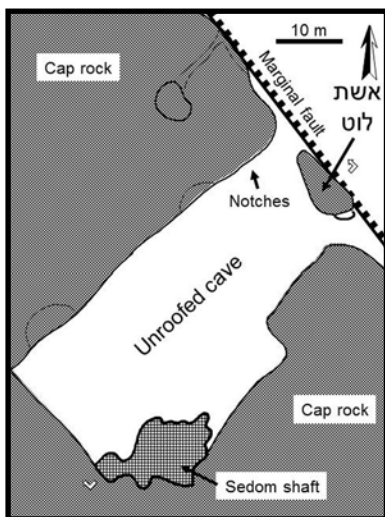
Avraham and Lazar, 2006; Jackson and Vendeville, 1994; Larsen et al., 2002). המלח הצליח לבקוע אל פני השטח לאורך העתק סדום, שהוא אחד מהעתקי המדרגות הגובלים את הבקע במערבו; כיום העתק סדום קבור מתחת פני השטח (איור 3). גוף המלח שזרם תחילה מערבה נע לאחר מכן לאורך העתק סדום כלפי מעלה מעומק של כארבעה ק"מ (Gardosh et al., 1997), עד שבקע אל פני השטח בצורת לוח אנכי, המכונה מְחַדֵּר (בלועזית דיאפיר) סדום (Frumkin, 1996b; Weinberger et al., 2006).

בגלל מסיסותו הרבה של המלח, בערך פי 1000 מגיר, נדיר למצוא בעולם סלע מלח חשוף על פני השטח (Frumkin, A., 2000). מים מתוקים שמקורם בגשם ובמי תהום ממיסים אותו בדרך כלל. בהר סדום, לעומת זאת, המלח שורד על פני השטח בזכות האקלים הצחיח, כ-46 מ"מ גשם בשנה, והיעדר מי תהום מתוקים. לא כך היה המצב בעבר. מחדר המלח של הר סדום מתרומם כבר מאות אלפי שנים, אך כאשר על פני השטח היה אגם שמימיו אינם רוויים במלח (וכן גם גוף מי תהום הקשור אליו), הומס ראש המחדר ונקטם. השארית הפחות מסיסה נותרה כסלע חיפוי המצפה את ראשו של המחדר. שארית זו מורכבת בין השאר מאנהידריט (גבס נטול מים), חול, פצלים ודולומיט. האגם האחרון שכיסה את הר סדום היה אגם הלשון שמפלסו ירד במהירות לפני כ-14,000 שנה (Bartov et al., 2002), מה שהביא לחשיפת פני השטח. נחלים שבאו ממצוק ההעתקים שבמערב יצרו מניפות סחף בבקע, ושרידיהן מופיעים עד היום על ראש הר סדום. מכאן ואילך המשיך גוף המלח להתרומם בלי שראשו נקטם בהמסה. עד מהרה התרומם ההר מעל פני מישור עמיעז שממערב לו, והנחלים הזורמים ממערב הוטו צפונה (נחל פרצים, לוט) ודרומה (נחל עמיעז, אשלים) ועקפו את הר סדום. בהר סדום קיימים כיום אגני ניקוז מקומיים וקטנים,



איור 5: מבט ממערב על אשת לוט והערוץ התת־קרקעי שתקרנו התמוטטה העובר ממכרב ומצפון לאשת לוט

בבדיקה מורפולוגית של העמוד התברר שהוא שריד לדופן המזרחית של אולם תת־קרקעי שנוצר כאן לפני כ־4000 שנה, בראשית חייה של מערת סדום (Frumkin, A., 2009a). התמוטטות תקרת האולם (אולי ברעידת האדמה שהפכה את סדום ועמורה?) הותירה את העמוד, שהקדמונים (וגם אנחנו) מזהים בו פרופיל של אישה "מזמינ" אגדות (איור 4: A). מצפון לעמוד וצמוד אליו, בינו לבין המצוק, בולט הערוץ הקורס של מערת סדום דאז (איור 5). הערוץ זרם אז אל בסיס הניקוז – "עמק השדים הוא ים המלח" (בראשית יד, ג).



איור 6: מפת המערה חסרת התקרה ואשת לוט

לפני התמוטטות התקרה, העמוד היה חלק מהקיר של הקניון התת־קרקעי שיצרו השטפונות. גג המערה שלא נתמך התמוטט, ואילו העמוד שרד כי נתמך היטב בקיר המערה. נציב המלח הופיע אם כן לעין האדם לפתע כאשר גג המערה התמוטט. והמערב של עמוד המלח (איור 6).

השליש העליון של עמוד אשת לוט מורכב מסלע חיפוי. שני השלישים התחתונים הם שכבות אנכיות של מלח. סלע החיפוי מגן על המלח מהתמוטטות על ידי משקעים ישירים שיוורדים עליו (יש גשם באזור לעתים נדירות). השוואה של מצב העמוד כיום לצילום ישן שלו (Clapp, 1936 p. 331) מראה כי לא חל בו שינוי ניכר במשך כ־80 שנה.

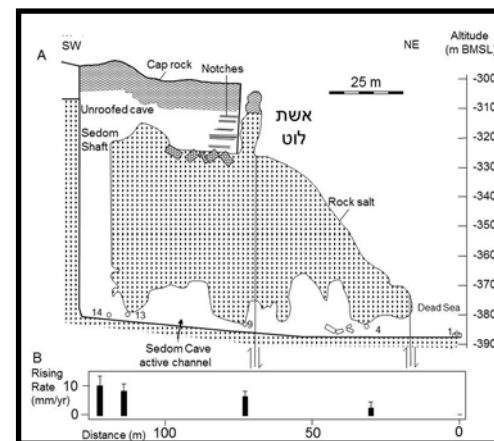
באופן די מפתיע אנו יכולים לתארך בקירוב את היווצרות החלק הצפוני של מערת סדום. דגימות של עצים שנלקחו ממפלסים שונים באזור זה תוארכו בעזרת פחמן 14 (איור 7

Field no.	Lab no.	<sup>14</sup> C date (yr BP)	Cal. date range 95% prob. (yr BCE)	Cal. Date Probability (yr BCE)
SN1	810A	4050±75	2900-2350	
SN3	810C	3970±100	2900-2150	
SN2	810B	3900±90	2650-2050	
SN5-83	GX-31948	3810±60	2470-2040	
SN5-3	GX-31947	3670±60	2210-1880	
SN5-1	810D	3580±80	2150-1730	

איור 7

בגב הר סדום נדיר למצוא צומח. צומח רב שנתי מופיע רק בשקעים קטנים שלתוכם מתנקזים מי נגר עילי מן הסביבה המספקים לחות בקרקע במשך שבועות ואף חודשים. ענפי העצים והשיחים שנסחפו למערות נשארו לעתים תקועים בדפנות או בטרסת הסחף שבקרקעית המערה. תיארכנו עשרות ענפים כאלה בשיטת פחמן 14 ומכאן קיבלנו את הגיל המקורב של המערות. מתברר כי המערות צעירות למדי במונחים גאולוגיים – גילן עד 8000 שנה. לרוב המערות יש מפלסים גבוהים הנטושים כיום, והם מספקים עדות ישירה להתפתחות הר סדום ומערותיו לאחר נסיגת ימת הלשון. המפלס הגבוה ביותר החל להתפתח עם חשיפת המלח מעל בסיס הניקוז, חשיפה שאפשרה זרימה תת־קרקעית של מי נגר.

המערות מספקות מידע רב ערך על שינויי האקלים שהתרחשו ב־8000 השנים האחרונות (Frumkin et al., 1991). רוחב המחילה וגובהה מושפעים מכמות המים שזרמו בה (ולכן מכמות הגשמים בהר סדום), וממפלס בסיס הניקוז הוא ים המלח (ולכן ממאזן המים באגן הניקוז של ים המלח). ענפי העצים הקדומים שנותרו במערות מעידים גם על האקלים בשעת צמיחתם. לדוגמה, גזע עבה של אשל שנתקע במערת סדום מעיד כי לפני כ־4000 שנה (תקופת הברונזה הביניימית, ככל הנראה תקופת האבות) הלך האקלים והתייבש והפך למדברי קיצוני, כ־1000 שנים אחרי ששרר במקום האקלים הלח יחסית של תקופת הברונזה הקדומה (Frumkin, 2009a). מעניין שהארכאולוגים מדווחים על תרבות עירונית מפותחת בתקופת הברונזה הקדומה משני צדי ים המלח (ערד במערב ובאב א-דרע ואחיותיה במזרח), ואילו בתקופת הברונזה הביניימית היבשה הערים כבר אינן קיימות ובארץ ישראל הסתובבו נוודים.



איור 4: (A) חתך גאולוגי לאורך מחילת סדום ואשת לוט. אשת לוט היא שריד של קיר מערה קדומה חסרת תקרה, שמפלסי ההמסה שלה עדיין חקוקים בדופן. (B) קצב התרוממות נקודות (מסומנות במספרים ב־A) במערת סדום ביחס לנקודה 1 שמחוץ למערה במשך 3 שנות מדידה

## נציב המלח המוכר בשם "אשת לוט"

עמודי מלח בגודל ניכר נדירים למדי היות ומלח נמס במהירות בהיחשפו למשקעים. העמוד המדובר שרד בגלל התנאים הצחיחים יוצאי הדופן באזור ים המלח ובשל הדרך שבה נוצר והשתמר על ידי סלע החיפוי המסיס שמעליו. נציב המלח המוכר בשם אשת לוט הוא עמוד המלח היחידי שמצאנו בכל הר סדום, וזאת בניגוד למה שהיה מקובל במחקר (Blanckenhorn, 1898; Clapp, 1936; Harris and Beardow, 1995; Neev and Emery, 1995).

לפנה"ס (Migowski et al., 2004). התיארוך המקורב תומך בהשערה כי בתקופה זו יכלה להיווצר אשת לוט.

כמו שצוין לעיל, מהפכת סדום ועמורה בתנ"ך כרוכה בסיפור הפיכת אשת לוט לנציב מלח. הופעתו הפתאומית של נציב המלח לפני כ-4000 שנה הולידה את זיהויו עם אשת לוט אשר הביטה לאחור בזמן הבריחה מהרס סדום ועמורה. בעיני גאולוגים רבים מהפכת סדום מייצגת אסון טבע היסטורי. אמנם לא התאפשר תיארוכו של אסון טבע זה בעזרת ראיות גאולוגיות, אך ייתכן כי רעידת האדמה החזקה שהתרחשה בערך באותו זמן שנוצרה אשת לוט, היוותה השראה לסיפור המקראי של הרס סדום ועמורה. הסיפור המקראי קושר כאמור את שני האירועים – הרס סדום ועמורה והפיכת אשת לוט לנציב מלח.

אתר באב אד-ד'רא, לחופו המזרחי של ים המלח, הוצע כמיקום אפשרי של סדום (Rast, 1987). כמה אתרים בסביבה עשויים להיות עמורה. הממצא הארכאולוגי בבאב אד-ד'רא, כמו גם תיארוך חומר אורגני על פי פחמן 14, מעידים כי המקום היה מאוכלס במהלך האלף השלישי לפני הספירה. הגיל האחרון על פי פחמן 14 של מערת סדום, שהתמוטטותה יצרה את אשת לוט, והתאריך שבו הסתיימה ההתיישבות בבאב אד-ד'רא חופפים – 3595 לפנה"ס ו-3580 לפנה"ס, בהתאמה (Weinstein, 1984; Frumkin, 2009a). נראה סביר כי סיפור סדום ועמורה התפתח מאותו אירוע סייסימי שהוליד את סיפור אשת לוט. רעידת אדמה חזקה אשר ייתכן כי השמידה אתרים בסביבת ים המלח, גרמה אולי בה בעת להיווצרותו של נציב המלח.

ייתכן כי ההשתאות שעוררה ההופעה הפתאומית של נציב המלח במורדות הר סדום, סמוך לדרך העוברת לחוף ים המלח, העלתה בקרב הקדמונים את הסברה כי קיים קשר בינו לבין אשתו (בשר ודם) של לוט.



**איור 8:** (A) אשת לוט והפתח הנוכחי של מערת סדום, מבט ממזרח. (B) מבט מצפון: אשת לוט נמצאת כיום גבוה מעל המישור שלרגליה. (C) שחזור אשת לוט בשעת היווצרותה, כשהר סדום היה נמוך מהיום

(Frumkin, 2009a, 7). התוצאות אישרו כי ככל שהדגימות נלקחו ממקום נמוך יותר הן מאוחרות יותר, כפי ששיערנו, בגלל ההתחזרות ההדרגתית של המערה. הדגימות תוארכו לפרק הזמן שבין 2000-1500 לפנה"ס (לאחר כיוול). הדגימות המוקדמות יותר, שקדמו כרונולוגית לקריסה של תקרת המערה שממנה נוצרה אשת לוט, תוארכו לפרק הזמן 2150-1730 לפנה"ס. פרק זמן זה חופף את תקופת הברונזה הביניימית באזורנו.

מאז היווצרותו של עמוד אשת לוט, התהליכים הגאולוגיים נמשכו. הצלחנו למדוד את הקצב שבו המיקום של אשת לוט ממשיך להתרום שנה אחרי שנה (יחסית למשטח שלמרגלות הר סדום). השתמשנו באיזון גאודטי במשך שלוש שנים רצופות, והצלחנו לקבוע כי שכבת מלח שכוללת את אשת לוט מתרוממת בקצב של כ-9 מ"מ בשנה (איור 4: A). כאשר אשת לוט נוצרה לפני כ-4000 שנה, היא הייתה נמוכה יותר ב-36 מ' ממה שהיא היום, כך שהעמוד נראה אז בולט יותר (סמוך יותר למסלול ההליכה למרגלות הר סדום) לבאים מכיוון צפון (איור 8).

סלעי המשקע שהצטברו בקרקעית ים המלח תיעדו אף הם אירועים סייסימיים (רעידות אדמה) באזור (Agnon et al., 2006; Enzel et al., 2000, Ein Gedi Ken-Tor et al., 2001), שהושוו לקטלוגים של רעידות אדמה היסטוריות (Heidbach and Ben-Avraham, 2007). הרצף הבולט ביותר של רעידות אדמה חזקות באזור התרחש בסביבות 2100-2000

Ben-Menahem A., 1991, Four thousand years of seismicity along the Dead Sea rift, *Journal of geophysical Research*, 96 B12, pp. 20195-20216.

Bentor Y. K., 1989, Geologic Events in the Bible, *Terra Nova*, 1, pp. 326-338.

Block J. W., 1975, Sodom and Gomorrah: A volcanic disaster, *Journal of Geological Education*, 23, pp. 74-77.

Clapp F. G., 1936, The site of Sodom and Gomorrah, *American Journal of Archaeology*, 40, 3, pp. 323-344.

Enzel Y., Kadan G. and Eyal Y., 2000, Holocene earthquakes inferred from a fan-delta sequence in the Dead Sea graben, *Quaternary Research*, 53, pp. 137-144.

Enzel, Y., Agnon, A., and Stein, M., eds., 2006, New frontiers in Dead Sea paleoenvironmental research, *Boulder, Geological Society of America*, 253 pp.

Flavius, J., 1961, *Complete works; the antiquities of the Jews*, 1,11,4, Michigan, p. 775.

Frumkin, A., 2000, Dissolution of salt, in Klimchouk A. B., Ford D. C., Palmer A. and Dreybrodt W., eds., *Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers*, Huntsville, National Speleological Society, pp. 169-170.

Frumkin A., 1996a, Uplift rate relative to base level of a salt diapir (Dead Sea, Israel), as indicated by cave levels, in Alsop I., Blundell D., and Davison I., eds., *Salt Tectonics*, Special Publication no. 100, London, pp. 41-47.

Frumkin A., 1996b, Structure of northern Mount Sedom salt diapir (Israel) from cave evidence and surface morphology, *Israel Journal of Earth Sciences*, 45, pp. 73-80.

Frumkin A., 2009a, Formation and dating of a salt pillar in Mount Sedom diapir, Israel, *Geological Society of America Bulletin*, 121/1-2, pp. 286-293.

Frumkin A., 2009b, Stable isotopes of a subfossil Tamarix tree from the Dead Sea region, Israel, and their implications for the Intermediate Bronze Age environmental crisis, *Quaternary Research*, 71, pp. 319-328.

## מקורות

גרסון ע', 1972, תהליכים גיאומורפיים בהר סדום, עבודת דוקטור, האוניברסיטה העברית בירושלים.

זק י', 1967, הגיאולוגיה של הר סדום, עבודת דוקטור, האוניברסיטה העברית בירושלים.

פרומקין ע', 1992, מערכת הקרסט במחדר המלח של הר סדום, המרכז לחקר מערות, האוניברסיטה העברית בירושלים.

פרומקין ע', 2002, "מערות הר סדום: ניקוז תת קרקעי של מי נגר בסלע מלח", מחקרים בגאוגרפיה של ארץ ישראל, טז, עמ' 361-339.

פרומקין ע', 2003, "קצב התחתרות מירבי של ערוץ סלעי באקלים צחיח קיצוני", אופקים בגאוגרפיה, 57-8, עמ' 249-242.

Agnon A., Migowski C. and Marco S., 2006, Intraclast breccias in laminated sequences reviewed: Recorders of paleo-earthquakes, in Enzel Y., Agnon A. and Stein M., eds., *New frontiers in Dead Sea paleoenvironmental research, Geological Society of America Special Paper* Boulder, pp. 195-214.

Al-Zoubi A. and ten Brink U. S., 2001, Salt diapirs in the Dead Sea basin and their relationship to Quaternary extensional tectonics, *Marine and Petroleum Geology*, 18, pp. 779-797.

Bartov Y., Stein M., Enzel Y., Agnon A., and Reches Z., 2002, Lake levels and sequence stratigraphy of Lake Lisan, the Late Pleistocene precursor of the Dead Sea, *Quaternary Research*, 57, pp. 9-21.

Begin Z. B., Steinberg D.M., Ichinose G.A., Marco S., 2005, A 40,000 year unchanging seismic regime in the Dead Sea rift, *Geology*, 33, 4, pp. 257-260.

Ben-Avraham Z., and Lazar M., 2006, The structure and development the Dead Sea Basin, Recent studies, in Enzel Y., Agnon A. and Stein M., eds., *New frontiers in Dead Sea paleoenvironmental research: Boulder, Geological Society of America, Special Paper* 401, pp. 1-13.

by varve-counting and radiocarbon dating of lacustrine sediments, *Earth and Planetary Science Letters*, p. 222, pp. 301-314.

Neev D. and Emery K. O., 1995, *The destruction of Sodom, Gomorrah and Jericho*, Oxford, 175 pp.

Niemi T. M., Ben-Avraham Z., and Gat Y., 1997, *The Dead Sea: The Lake and its Setting*, Oxford, 286 pp.

Nissenbaum, A., 1994, Sodom, Gomorrah and the other lost cities of the plain - a climatic perspective, *Climatic Change*, 26/4, pp. 435-446.

Pe'eri S., Zebker H. A., Ben-Avraham Z., Frumkin A. and Hall J. K., 2004, Spatially-resolved uplift rate of the Mount Sedom (Dead Sea) salt diapir from InSAR observations, *Israel Journal of Earth Sciences*, 2, 2, pp. 99-106.

Rast W. E., 1987, Bab edh-Dhr'a and the origin of the Sodom saga, in Perdue, L. G., Toombs, L. E., and Johnson, G. L., eds., *Archaeology and Biblical Interpretation*, Atlanta, pp. 185-201.

Stein, M., 2001, The sedimentary and geochemical record of Neogene-Quaternary water bodies in the Dead Sea Basin: inferences for the regional paleoclimatic history, *Journal of Paleolimnology*, 26, pp. 271-282.

Trifonov, V. G., 2007, The Bible and geology: Destruction of Sodom and Gomorrah, in Piccardi, L., and Masse, W. B., eds., *Geological Society Special Publication*, London, pp. 133-142.

Weinberger, R., Begin, Z. B., Waldmann, N., Gardosh, M., Baer, G., Frumkin, A., and Wdowinski, S., 2006, Quaternary rise of the Sedom Diapir, Dead Sea basin, in Enzel Y., Agnon A., and Stein M., eds., *New frontiers in Dead Sea paleoenvironmental research*, *Geological Society of America Special Paper, Boulder*, pp. 33-51.

Weinstein, J. M., 1984, *Radiocarbon dating in the Southern Levant: Radiocarbon*, 26/3, pp. 297-366.

Zak, I., 1967, *The geology of Mount Sedom*, PhD thesis (in Hebrew, English abstract), The Hebrew University, 208 pp.

Frumkin A., Magaritz M., Carmi I., and Zak I., 1991, The Holocene climatic record of the salt caves of Mount Sedom, Israel, *The Holocene*, 1/3, pp. 191-200.

Frumkin A. and Ford D. C., 1995, Rapid entrenchment of stream profiles in the salt caves of Mount Sedom, Israel, *Earth Surface Processes and Landforms*, 20, pp. 139-152.

Gardosh M., Kashai E., Shalhov S., Shulman H. and Tannenbaum E., 1997, Hydrocarbon exploration in the southern Dead Sea area, in Niemi T. M., Ben-Avraham Z., and Gat Y., eds., *The Dead Sea: the lake and its setting*, Oxford, pp. 57-72.

Harris G. M. and Beardow A. P., 1995, The destruction of Sodom and Gomorrah; a geotechnical perspective, *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 28/4, pp. 349-362.

Heidbach O. and Ben-Avraham Z., 2007, Stress evolution and seismic hazard of the Dead Sea Fault System, *Earth and Planetary Science Letters*, 257, 1-2, pp. 299-312.

Horowitz A., 2001, *The Jordan Rift Valley*, Exton, Balkema, p. 730.

Issar A. S., 1990, *Water shall flow from the rock; hydrogeology and climate in the lands of the Bible*, Heidelberg, p. 213..

Jackson M. P. A. and Vendeville B. C., 1994, Regional extension as a geologic trigger for diapirism, *Bulletin of the Geological Society of America*, 106, pp.57-73.

Ken-Tor R., Agnon A., Enzel Y., Stein M., Marco S. and Negendank J.F.W., 2001, High-resolution geological record of historic earthquakes in the Dead Sea basin, *Journal of Geophysical Research*, 106, pp. 2221-2234.

Larsen B. D., Z., B.-A., and Shulman H., 2002, Fault and salt tectonics in the southern Dead Sea basin, *Tectonophysics*, 346, pp. 71-90.

Lynch, W. F., 1849, *Narrative of the United States' expedition to the River Jordan and the Dead Sea*, Philadelphia, p. 508.

Migowski C., Agnon A., Bookman R., Negendank J. F. W. and Stein M., 2004, Recurrence pattern of Holocene earthquakes along the Dead Sea transform revealed

