

הטקטוניקה של בקע ים המלח ושוליו בצפון ישראל

אריאל היימן (1), חגי רון (2), יהודה אייל (3), משה אייל (3)

- (1) המכון לחקר הגולן
- (2) המכון למחקרי נפט וגיאופיסיקה
- (3) המחלקה לגיאולוגיה, אוניברסיטת בן גוריון

רקע

בקע ים המלח הוא גבול טרנספורמי בין הפלטה של ערב לפלטה של אפריקה (ציור 1). מקובל כי לאורך שבר זה התרחשה תנועה אופקית שמאלית של 105 ק"מ.

תחילתו של סיור זה בכנרת והוא יגיע עד מטולה בצפון-מערב והחרמון בצפון-מזרח. מספר רב של עבודות נעשו על אזור זה מביניהן נציין את אלו העוסקות במבנה הרגיונאלי וביחידות הסלע העיקריות:

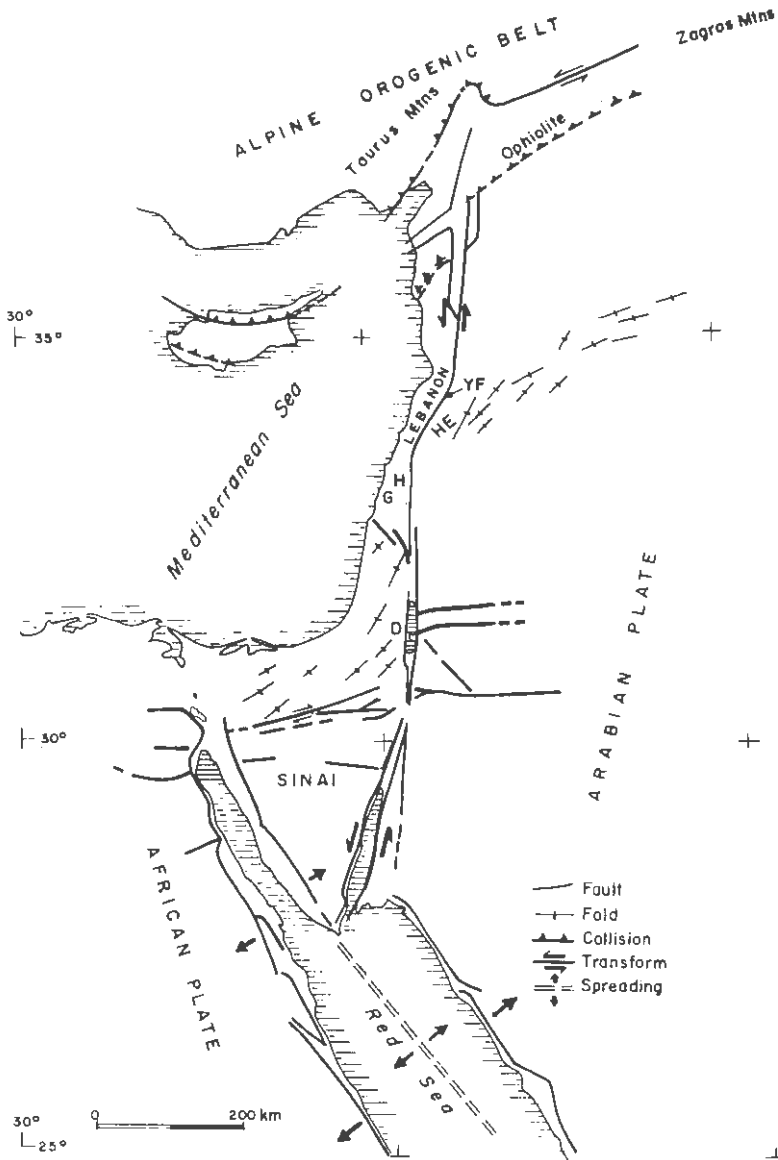
Picard (1965); Freund et al. (1970); Horowitz (1973); Schulman and Joffe and Garfunkel (1987); Garfunkel (1981); Bartov (1978).

מטרת הסיור היא לעקוב אחרי מרכיבי השבירה העיקריים לאורך גבול הלוחות בחלקה הצפוני של ישראל והמבנים המשניים המאפיינים אותם.

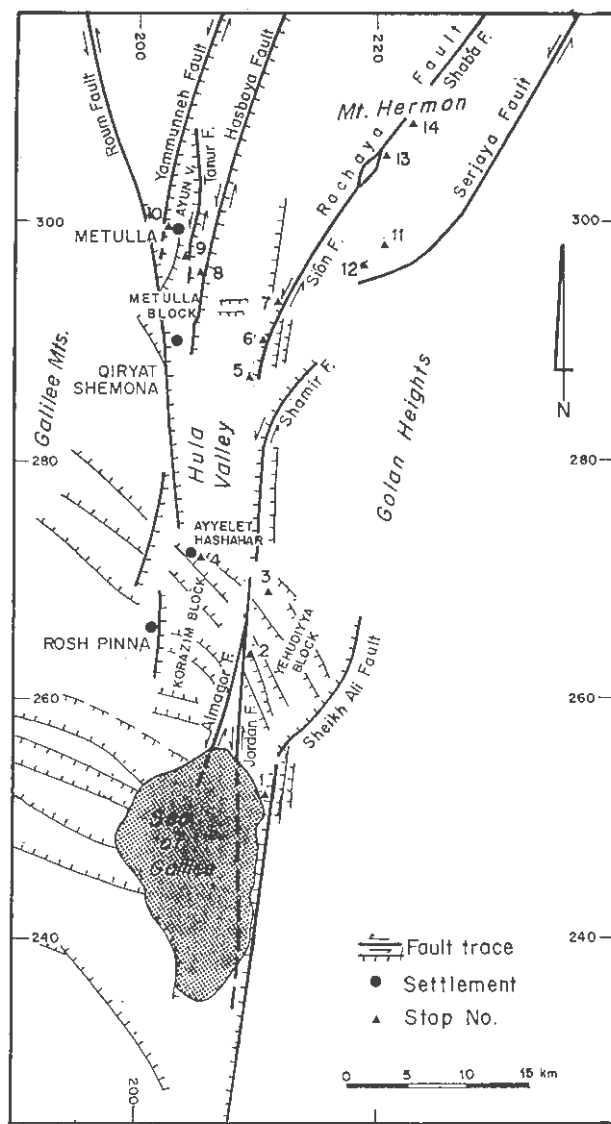
במהלך הסיור נתבונן ביחידות המבנה הראשיות של הבקע: הכנרת, בלוק כורזים, עמק החולה, בלוק מטולה, עמק עיון והחרמון (ציור 2). קביעות גיל ונתונים פלאומגנטיים מדאים שהמבנים הפנימיים צעירים ולכן הגאומטריה של גבול הלוחות היוצרת מבנים אלו צעירה אף היא.

במפל התנור ובאזור מטולה, מקום בו משנה גבול הלוחות את כיוונו, נצפה במורכבות השבירה שמצפון לעמק החולה.

שינוי כיוון הטרנספורם בקטע הימונה מ-N-S ל-NNE גורם להתפתחות מבנה הלחיצה של החרמון. שם, ננסה להציג עדויות ומודל למעוות הפנימי של שולי הלוחות במקביל להעתק ימונה, וכן נתאר מבנה מתיחה בתוך אזור לחיצה זה. מהחרמון הגבוה נצפה אל הרי הלבנון ונבחין בסטרוקטורות הנלוות להמשך גבול הלוחות צפונה.



ציור 1. המארג הטקטוני הכללי של ארץ ישראל וסביבותיה (modified after Freund and Garfunkel, 1976) (YF-שבר ימונה; HE-חרמון; H-חולה; G-גליל; D-ים המלח).



ציור 2. מערך השברים הראשיים של גבול הלוחות והשבירה המשנית בצפון ישראל (modified after Heimann and Ron, 1987). מודגש מיקום תחנות הסיור.

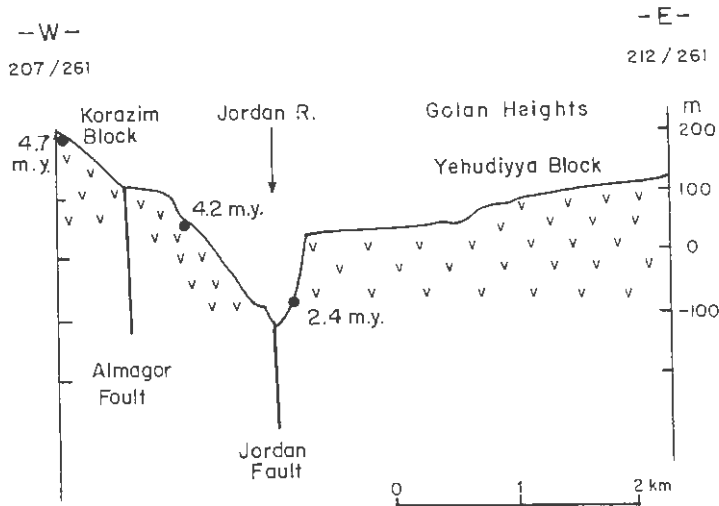
# תחנות הסיור

## (1) חוף כינר (נ.צ. 2105/2520)

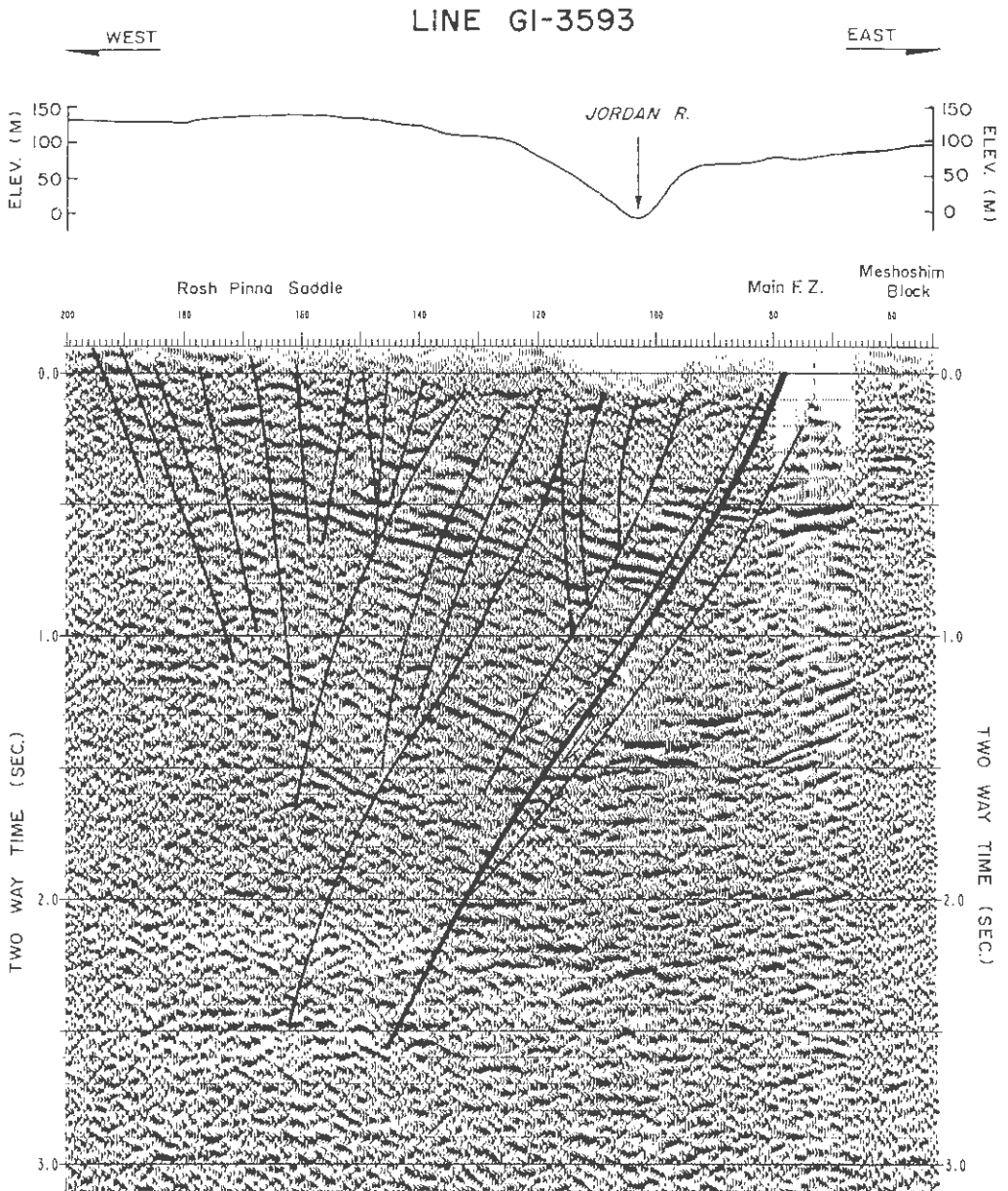
מחוף כינר ניתן לצפות ביחידות המבנה והנוף העיקריות: במזרח - המורדות של דרום רמת הגולן, בדרום - המורפולוגיה האופיינית לבקע ים המלח, במערב - מבנה הבלוקים של הגליל מפוריה ועד הר כנען, ובצפון - בלוק כורזים ורמת יהודה (ציור 2).

הגאומטריה הכוללת של שברי הבקע העיקריים באזור הכנרת תואמת היווצרות תחת תנאי מתיחה באזור זה. גיאומטריה מדויקת וגיל היווצרות האגן לא ברורים עדיין די צרכם.

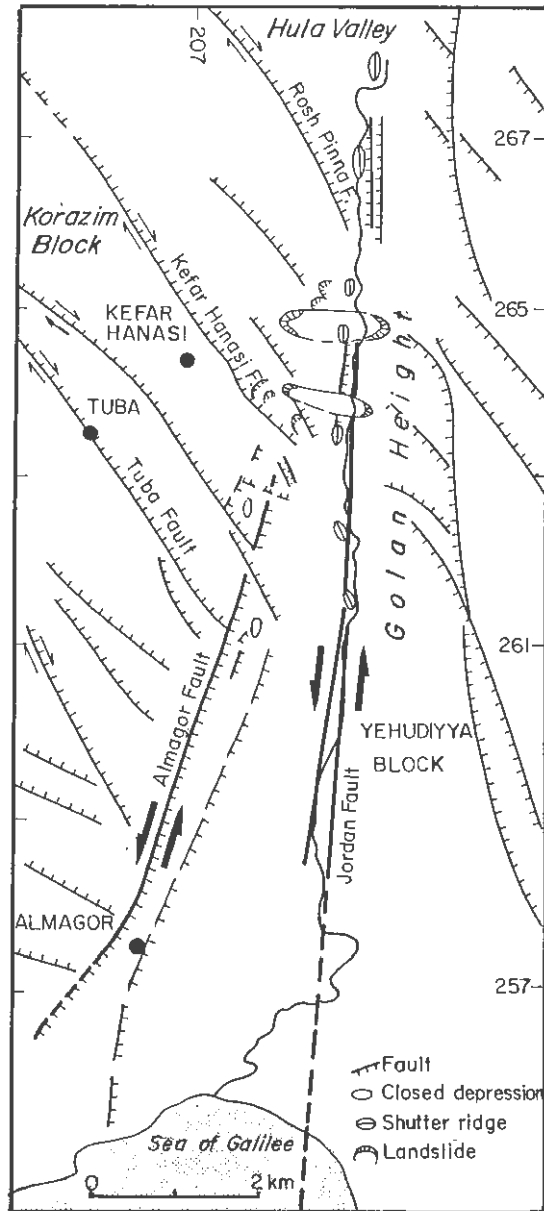
עיקר עניינה של תצפית זו הוא מבט צפונה אל רמת כורזים ורמת יהודה. רמת כורזים הינה סטרוקטורה מוגבהת יחסית להר כנען שממערב והגולן ממזרח (Freund, 1978 ; Garfunkel, 1981). אלמנט מורפולוגי בולט בנוף הוא אפיק הירדן המפריד בין בלוק כורזים ובלוק יהודה ואשר לאורכו עובר קו השבר העיקרי של בקע ים המלח. בלוק יהודה המתרומם בצורה מתונה מזרחה נמוך טופוגרפית מרמת כורזים, ומוגבל ממזרח על ידי העתק שיח עלי. במזרח רמת כורזים ניתן להבחין במדרגה מורפולוגית המגדירה את מיקומו של העתק אלמגור (ביליצקי, 1988).



ציור 3. חתך מזרח-מערב מרמת הגולן לבלוק כורזים המראה את גילי הבזלות ואת העתקי הירדן ואלמגור (Heimann and Ron, in prep.(a)).



ציור 4. חתך רפלקציה סייסמית בכיוון מזרח מערב מרמת הגולן לבלוק כורזים באזור כפר הנשיא המראה את העתק הירדן ואת מערכת ההעתקים המשנית המבטאת את המעוות הפנימי בבלוק כורזים (Rotstein and Bartov, in press).



ציור 5. השברים העיקריים והמרכיבים המורפוטקטונים לאורך שברי הירדן  
ואלמגור (Heimann and Ron, in prep.(a), partly modified).  
(after Harash and Bar, 1988).

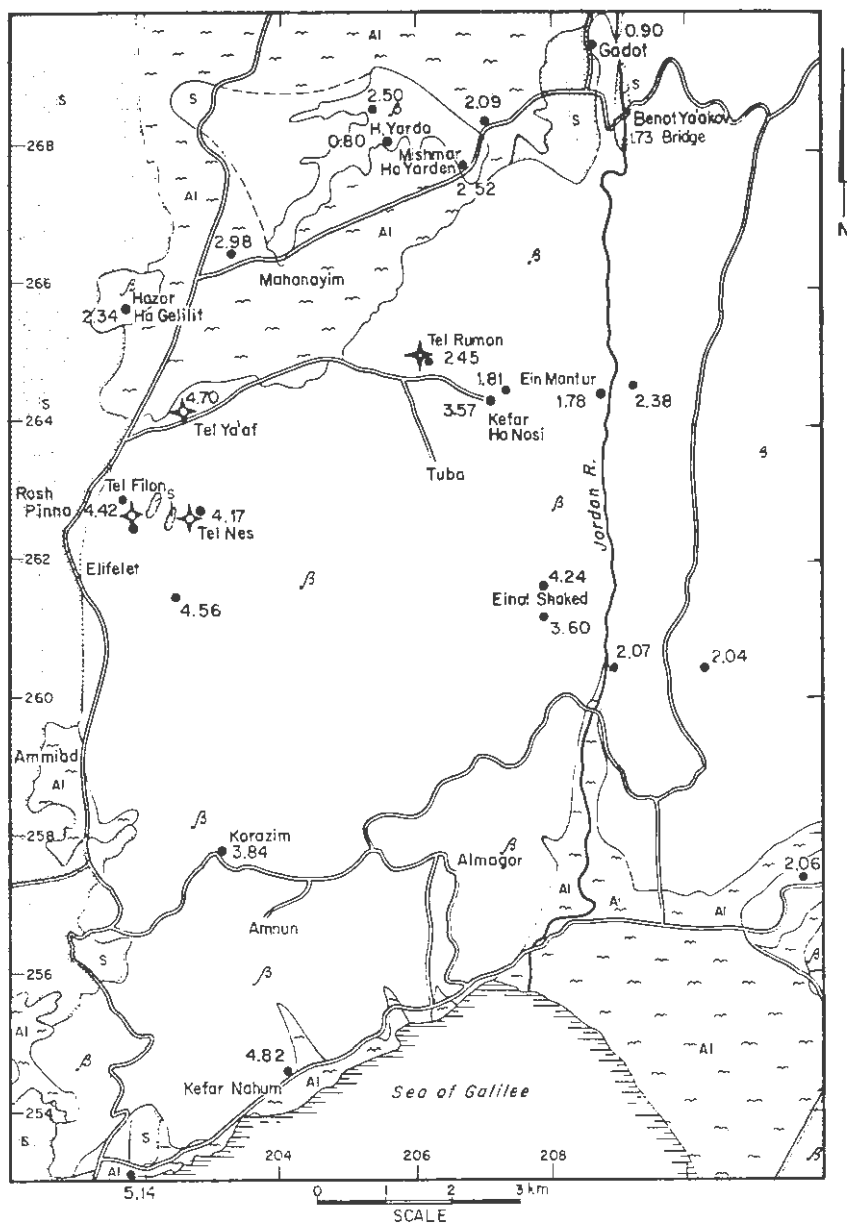
מיקומו של העתק הבקע הראשי לאורך הירדן נתמך על ידי מספר תצפיות: עדויות גאומורפולוגיות, גיל הבזלות ששונה משני צידי קו השבר (ציור 3), שלושה קוי רפלקציה סייסמית המראים את מיקום ההעתק הראשי וכן את מיקום העתק אלמגור (ציור 4) (Rotstein and Bartov, in press) וכן פעילות סייסמית של רעידות אדמה המוגבלת לקו זה. העתק אלמגור עצמו (ציור 5) מאופיין על ידי מדרגה מורפוטקטונית ואזורים בלתי מנוקזים. כיוונו של העתק אלמגור הוא  $20^{\circ}$  ולכן תנועה שמאלית עליו מכתובה משטר לחיצה בבלוק כורזים (Heimann and Ron, in prep. (a).

## (2) ח. רפיד (נ.צ. 2092/2627)

בלוק כורזים מכוסה ברוב שטחו על ידי בזלות שטוח גילם הוא מ-5.1 ועד 0.8 מליון שנה (ציור 6) (Heimann et al., 1987). בלוק זה עבר מעוות פנימי על ידי שבירה אינטנסיבית. מיפוי מפורט של השברים ותיאור המבנה נעשה על ידי ביליצקי (1988). מתצפית זו ניתן לראות בנוף את מיקומו של העתק אלמגור (שתואר על ידי Harash and Bar, 1988) ואת הביטוי המורפולוגי שלו. בצפון בלוק כורזים נצפית מערכת שבירה שכיוונה צפון-מערב המבטאת את המעוות הפנימי של בלוק כורזים (ציור 5). לשבירה זו עדויות גם בתת הקרקע (Rotstein and Bartov, in press). פענוח קו הרפלקציה (ציור 4) מראה שורה של בלוקים ברוחב של כמה מאות מטרים במבנה flower המתפצלים כנראה מההעתק הראשי ויוצרים מבנה של מערכת שבירה משנית בכיוון NW עם רכיב של תנועה הפוכה (Rotstein and Bartov, in press). על יד אפיק הירדן, באזור בו מתפצל העתק אלמגור מהעתק הירדן, ניתן לראות "צלקות" האופייניות לגלישות קרקע (ציור 5). Harash and Bar (1988) מציעים שגלישות אלו הן עדויות התומכות במיקום מוקד רעידת אדמה מתחת לאזור זה.

## (3) מצפה גדוד (נ.צ. 2101/2690)

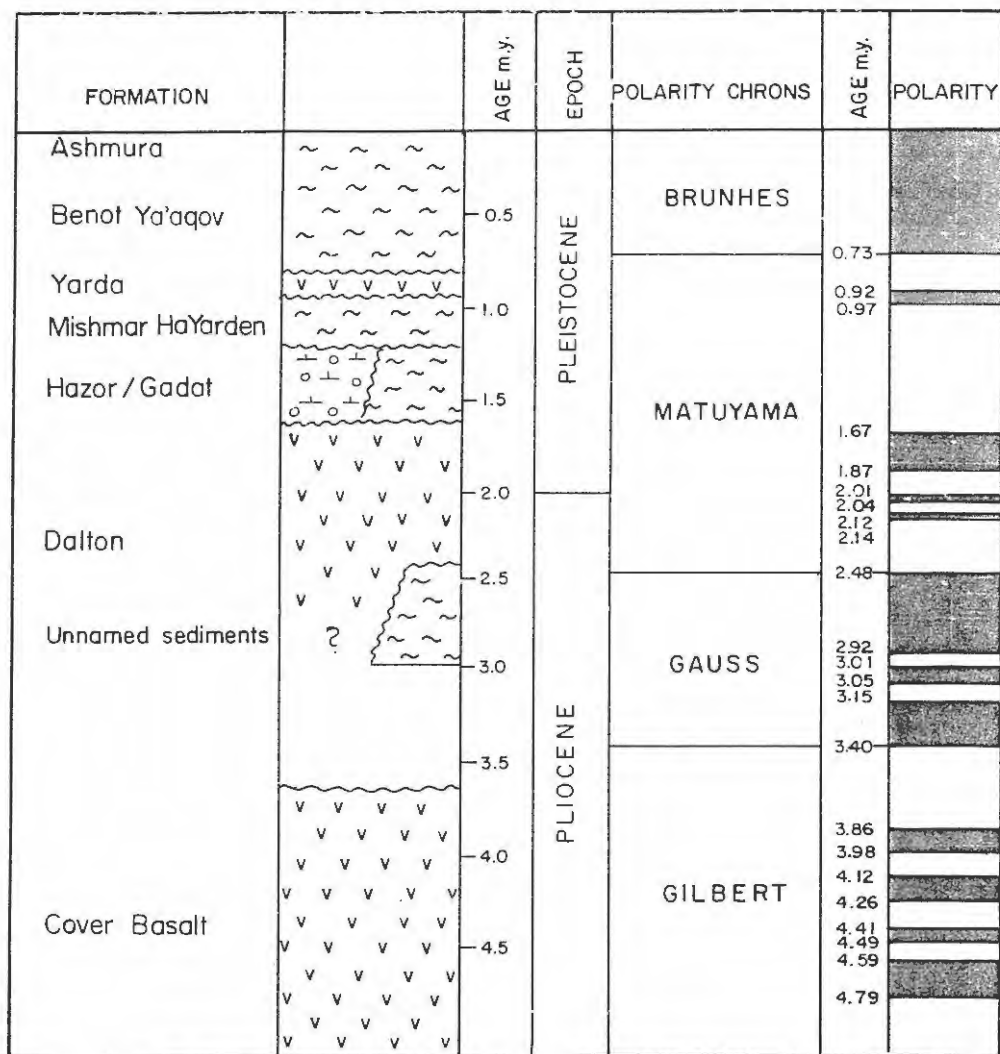
המבנים של עמק החולה, בלוק כורזים והגליל המזרחי נצפים היטב מנקודה זו. בלוק כורזים הבנוי בזלות מגילים שונים (ציורים 7,6) שבור על ידי מערכות שברים שכיוונם בחלק הדרומי למערב-צפון-מערב ובחלק הצפוני לצפון-מערב. מתוך לימוד חתכים סייסמים הוצע שהשברים בכיוון צפון-מערב הם בעלי רכיב של תנועה הפוכה (Rotstein and Bartov, in press). מדידות פלאומגנטיות (Heimann and Ron, in prep. (a) מצביעות על רוטציה בשעור של  $12.4^{\circ} \pm 5.9^{\circ}$  בניגוד לכיוון השעון. ניתוח קינמטי המתבסס על הרוטציה מחייב תנועה ימנית בסדר גודל של מספר מאות מטרים לאורך כל אחד מהשברים. הרוטציה והשבירה ההפוכה מעידים על התקצרות בלוק כורזים בכיוון צפון-דרום (ציור 8).



# LEGEND

|                   |    |                         |        |
|-------------------|----|-------------------------|--------|
| Soil              | AI | Lava cane               | ★      |
| Basalt            | B  | Road                    | ==     |
| Sedimentary rocks | S  | Sampling site & its age | ● 2.45 |

ציור 6. מפת גילי הבזלות בבלוק כורזים ובשולי רמת יהודה  
 (updated and revised after Heimann et. al, 1987)

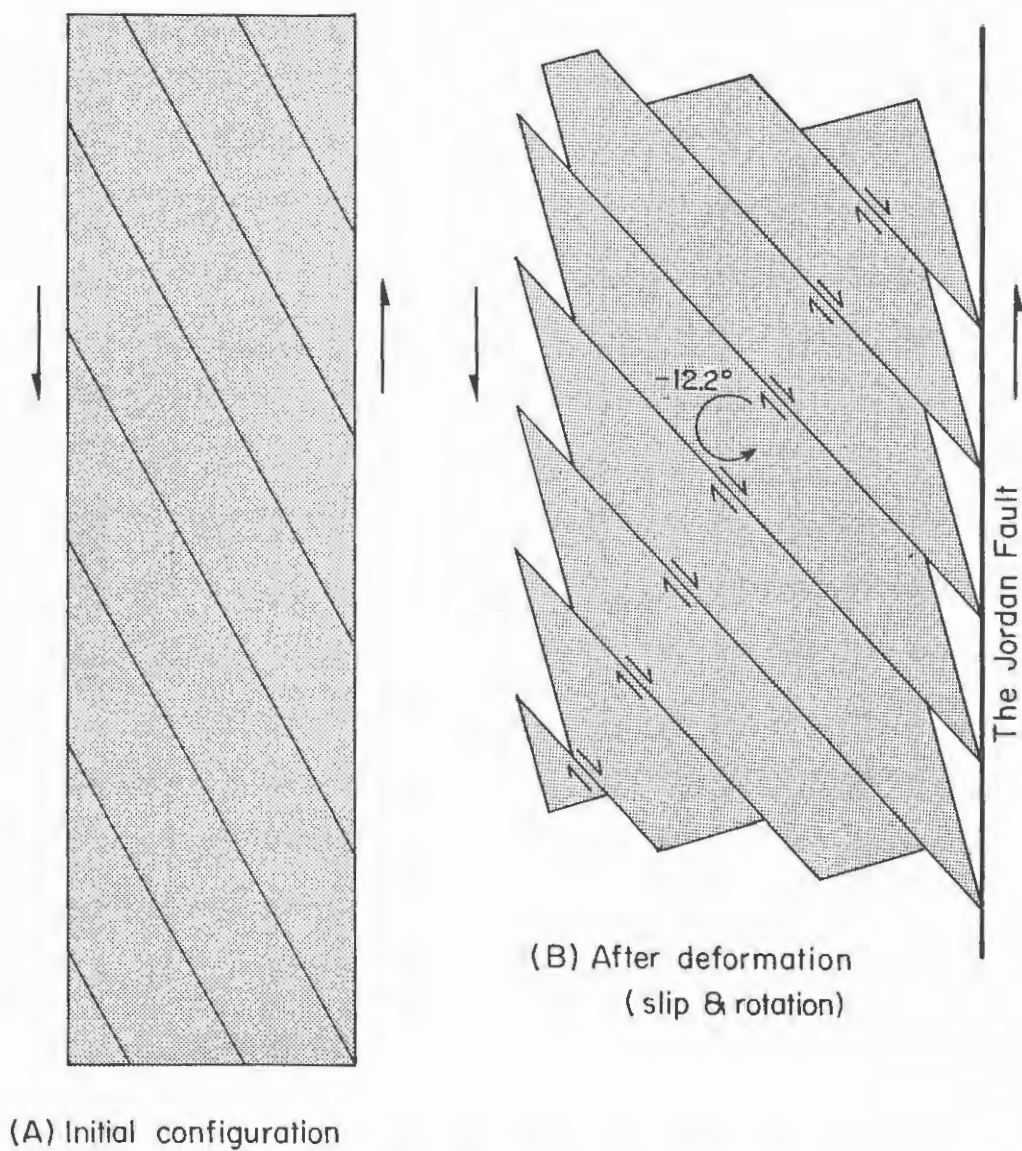


~ ~ Sediments

v v Volcanic Rocks

$\frac{+}{-}$  Conglomerate

ציור 7. חתך סטראטיגרפי מובלל של יחידות הסלע החשופות בבלוק כורזים על פי נתוני גיל (K-Ar) ופלאומגנטיות (Heimann and Ron, in prep.(b)).



ציור 8. שחזור גיאומטרי של המעוות הפנימי בבלוק כורזים  
(Heimann and Ron, in prep. (a)).

שעור הרוטציה נמדד בסלעים שטוח גילם מ-3.9 מ.ש. ועד פחות ממליון שנה, ומכאן שהמעוות צעיר ממליון שנה. מוצע שהגורם העיקרי למעוות הפנימי של בלוק כורזים הוא תנועה אופקית שמאלית לאורך העתק אלמגור בזוית לכיוון תנועת הלוחות ולכן נוצר רכיב של לחיצה בבלוק זה. לפיכך גיל העתק אלמגור צעיר אף הוא ממליון שנה בדומה לגיל המעוות הפנימי (Heimann and Ron, in prep. (a)).

עמק החולה הינו רומב גרמן המוגבל בצידו המזרחי בשברי השוליים של הגולן, ובצידו המערבי בשבר קרית שמונה. כלפי דרום משתנה אופיו של השבר המערבי מקו אחד לאזור שבירה (fault zone) הבנוי ממספר מערכות שברים. גבולות השבירה המפרידים בין מבנה הלחיצה של בלוק כורזים ומבנה המתיחה של עמק החולה אינם ברורים. בצפון עמק החולה, באזור מעיין ברק, ישנן עדויות לשבירה נורמאלית צעירה ממליון שנה בכיוון מזרח מערב (היימן, 1985; Heimann and Ron, 1987).

עמק החולה החל להיווצר לפני כארבעה מליון שנה וזאת על סמך קביעת גילים רדיוגנים של בזלות (בשיטת  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) מקידוח נוטרה 3 (Heimann and Steinitz, in press).

#### (4) איילת השחר (נ.צ. 2049/2697)

איילת השחר נמצאת בפינתו הצפון מערבית של בלוק כורזים ובשולי עמק החולה. במחצבת איילת השחר נחשף חתך הכולל סדימנטים ובזלות (ציורים 9, 10). בסיס החתך בנוי מקירטון, חרסיות וחואר מכילי מלנופסיס. מעליו חתך עבה ורצוף של בזלות אותו מכסה אופק של כשני מטרים של קונגלומרט וחואר מתצורת חצור.

חתך זה וארבעה נוספים בבלוק כורזים נבחנו תוך שימוש בגיאוכרונולוגיה (K-Ar) ופלאומגנטיות. תוצאות החתכים השונים מובאות בציור 10 ומהם (בנוסף לנחוני שדה) נבנה החתך המוכלל של בלוק כורזים (ציור 7). הסדימנטים הנחשפים בבסיס מחצבת איילת השחר הם מגיל של כשלושה מליון שנה ועד כה לא נמצא מחשוף של סדימנטים מגיל זה בעמק החולה ובסביבותיו. סדימנטים בני גיל דומה נמצאו בקדוח נוטרה 3 בעומק של כ-1600 מ' (ציור 9) (Heimann and Steinitz, in press).

את אזור המחצבה חוצה שבר המעמיד את תצורת חצור אל מול סדרת הבזלות מגיל 1.6-2.3 מליון שנה. שבר זה הוא אחד מהשברים בכיוון צפון מערב החוצים את בלוק כורזים.

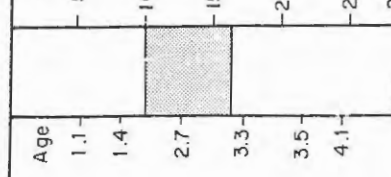
— NNE —  
2075/2814

T HASHAHAR

3.3  
3.0

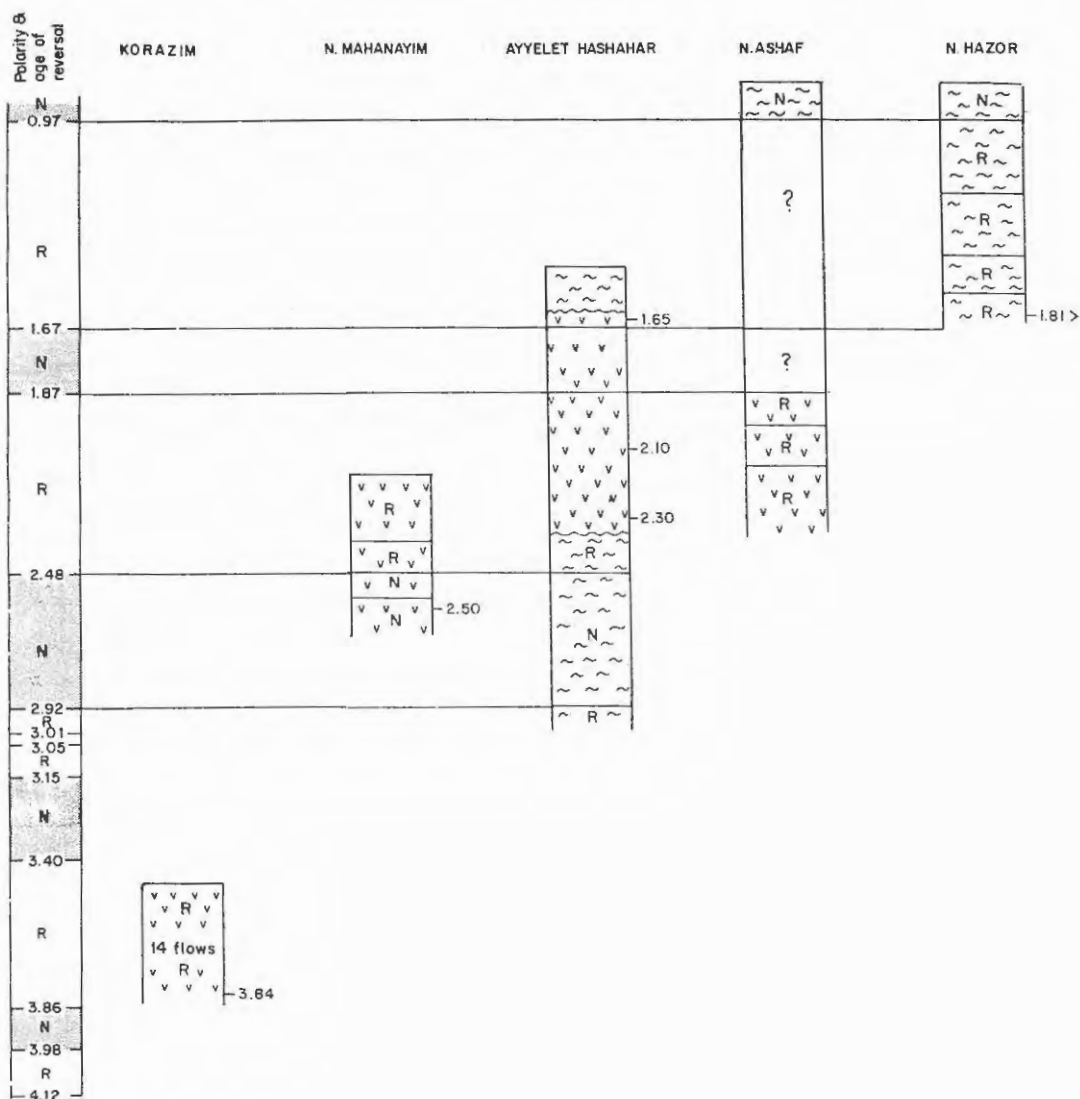
*Hula Valley*

NOTERA 3  
WELL



0 1 2 km

צור 9. חתך רוחב מאילת השחר לקידוח נושה 3 (in Heimann and Ron, in prep.). (b)

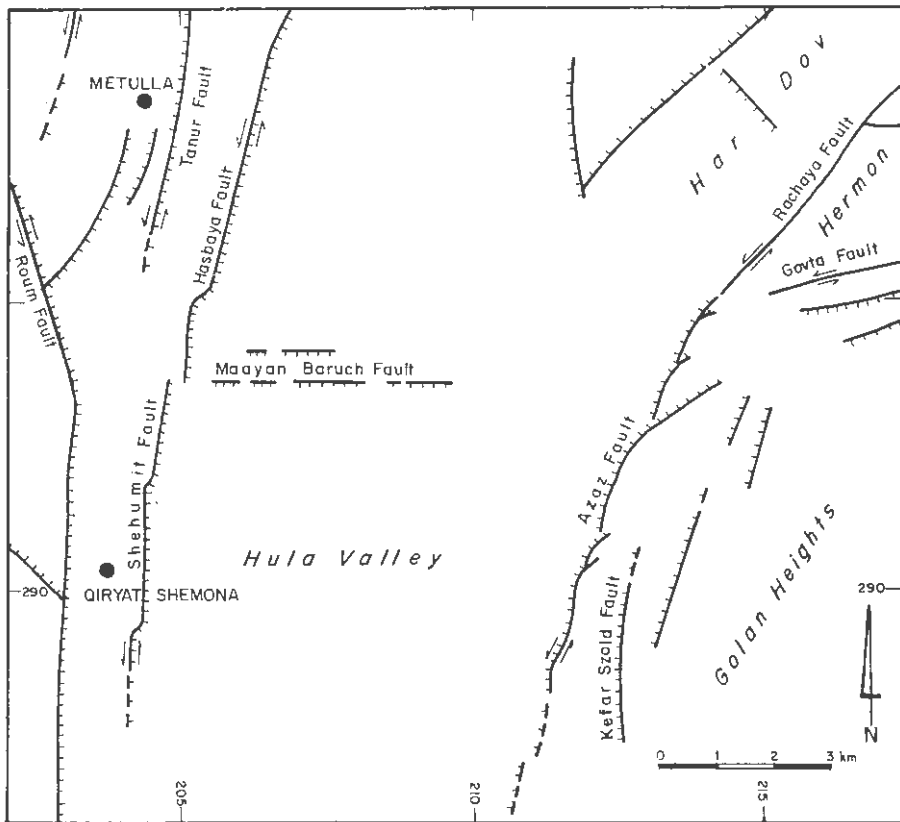


ציור 10. כרונוסטראטוגרפיה ומגנטוסטראטוגרפיה של חמישה חתכים בבלוק בורזים (Heimann and Ron, 1989).

(5) גבעת אנפה (נ.צ. 2102/2877)

מערכת שבירים בכיוון צפון-דרום מהווה את הגבול המערבי של הגולן. שבר שמיר, שכיוונו לצפון-מזרח (ציור 2), מתפצל מהמערכת הראשית באזור קיבוץ שמיר. לשבר זה זריקה מכסימאלית בקרבת עמק החולה, ההולכת ומצטמצמת לצפון מזרח. הפעילות העיקרית של השבר קדומה לשני מליון שנה וזאת משום שבזלת מגיל זה מכסה את השבר. הופעה דומה של התפצלות שבר לצפון מזרח ניתן לראות בשבר שייח-עלי ובשבר שיאון (ציור 2).

גבעת אנפה בנוייה מבזלת צעירה שגילה 0.3 מ.ש. (Heimann and Steinitz, 1988). הגבעה ממוקמת בתוך עמק החולה ובולטת מאד מסביבתה. מחשופי הבזלת בגבעה מורכבים ממספר זרמים מסיבים עובדה המבטלת את האפשרות שזהו תל מלאכותי. הטופוגרפיה החיובית חומכת באפשרות שגבעת אנפה היא מבנה לחיצתי (push-up) בדומה לגבעות נוספות מצפון לה (ראה תחנת כפר סאלד).



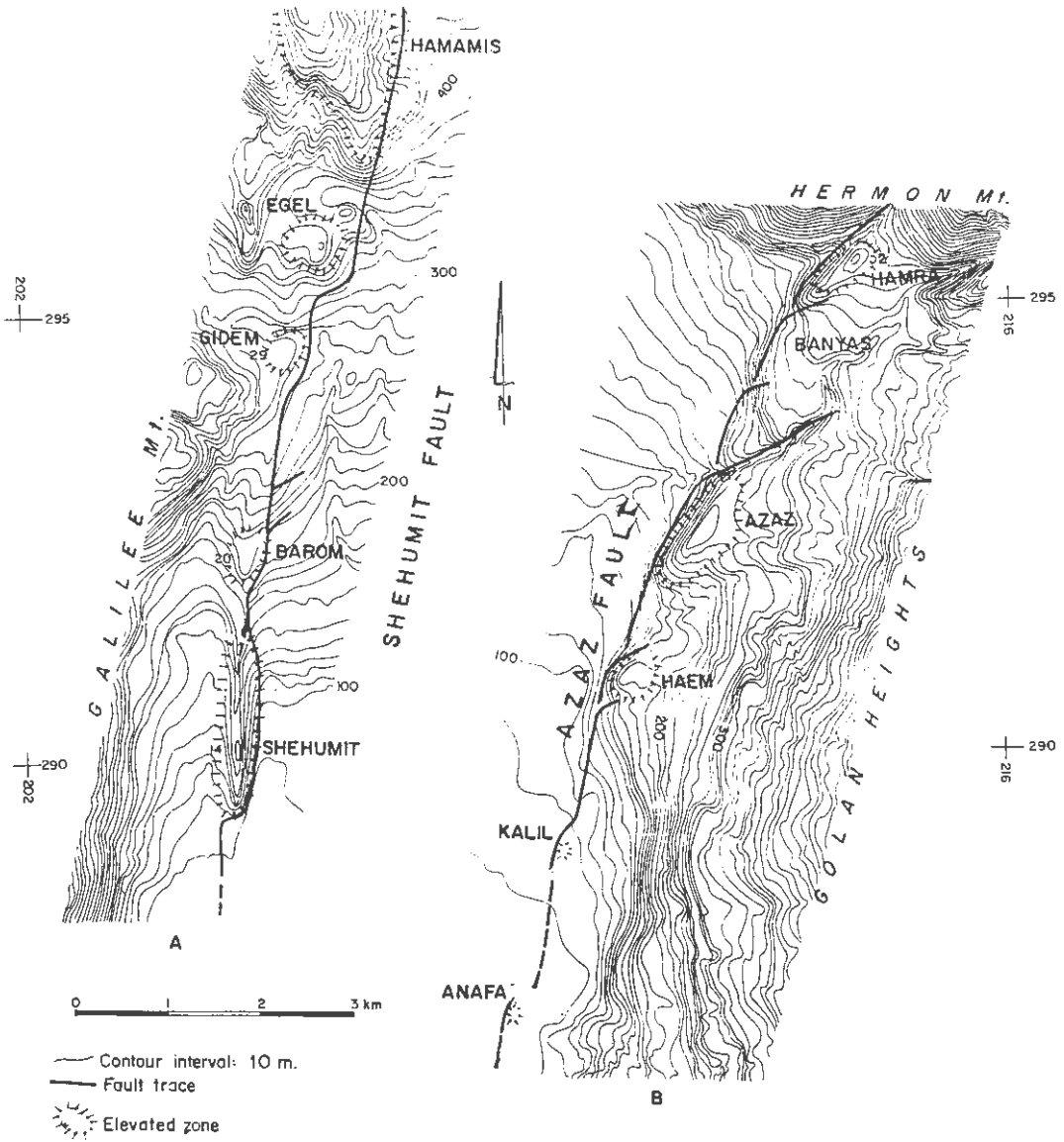
ציור 11. דגם השבירה בצפון עמק החולה (Heimann and Ron, 1987).

(6) כפר סאלד (נ.צ. 2112/2893)

בנקודה זו נצפה בשבר כפר סאלד ובשבר עזז.  
שבר כפר סאלד (ציור 11) בא לידי ביטוי במצוק היוצר הפרש גובה של 220 מ'. גיל הבזלות משני צידי השבר הוא 0.4 מ.ש. (Heimann and Steinitz, 1988) ולפיכך ברור שהשבר צעיר להן. קצב התנועה הוורטיקאלי המינימלי (בהנחה שהשבר פעיל מאז זרימת הבזלת ועד היום) הוא 0.55 מ"מ/שנה, בדומה לנתוני ההשתפלות שנמדדו במרכז עמק החולה (Kafri et al., 1983; Heimann and Steinitz, in press).  
שורת הגבעות לאורך שבר עזז (ציור 12), שהדרומית שבהן היא תל אנפה, נצפית היטב מנקודת התצפית שליד קיבוץ כפר סאלד. היווצרות הגבעות נובעת משבירה אופקית שמאלית לאורך קטעי שברים המוסטים בדרוג ימני. כתוצאה מכך נוצרים מבני לחיצה (push-up) (ציורים 11, 12). קיומם של שקעים בלתי מנוקזים וגיל הבזלות הנחשפות בגבעות (הצעיר ביותר - 0.3 מ.ש.) מעידים כי שבר זה צעיר ביותר.  
קו שבירה נוסף בעל מבנים דומים, שבר שחומית, נצפה בגבול המערבי של עמק החולה (ציורים 11, 12). דיון מסכם על שברים אלו במזרח ובמערב נמצא אצל Heimann and Ron (1987).

(7) דו (נ.צ. 2118/2935)

שבר עזז (ציור 12), שתחילתו בדרום בגבעת אנפה, נמשך צפונה דרך גבעת האם, גבעת עזז, רמת הבניאס הבנויה בטרוורטין וגבעת חמרה העשויה קונגלומרט. גבעות אלו נוצרו גם הן כתוצאה מלחיצה לאורך שבר עזז כפי שהוצג בתחנת כפר סאלד.  
המשכו של שבר עזז לצפון הוא שבר רשיא החוצה את החרמון. שבר זה מורכב מסגמנט דרומי (שבר שיאון) ומצפוני (שבר שבנא) הנמצאים בדרוג שמאלי. פרוינד (1980) הציע ששבר זה הוא שבר תנועה אופקית שמאלית עם הסטה של כ-1000 מ'. נראה שכתוצאה מפעילות על שבר עזז שגרמה להרמת האזור הופסקה שקיעת הטרוורטין באזור זה (Heimann and Sass, in press). גיל הטרוורטין נמדד בשיטת  $^{14}\text{C}$  (על ידי א. קאופמן, מכון וייצמן) ונמצא שגיל חלקו העליון כ-26,000 שנה. נראה לפיכך שפעילות טקטונית התרחשה לאורך שבר עזז גם מאוחר לגיל זה.  
גבעת חמרה ניתן לצפות בטרוורטין מונח על גבי הקג"ל הפלייסטוקני של נחל שיאון כאשר שניהם נטויים יחדיו כ- $25^{\circ}$ . עובדה זו מעידה על המעוות הצעיר שיצר גבעה זו.



ציור 12. מבני כיפות לאורך שבדי עזז ושחומית (Heimann and Ron, 1987)

(8) גבעת עגל (נ.צ. 2056/2963)

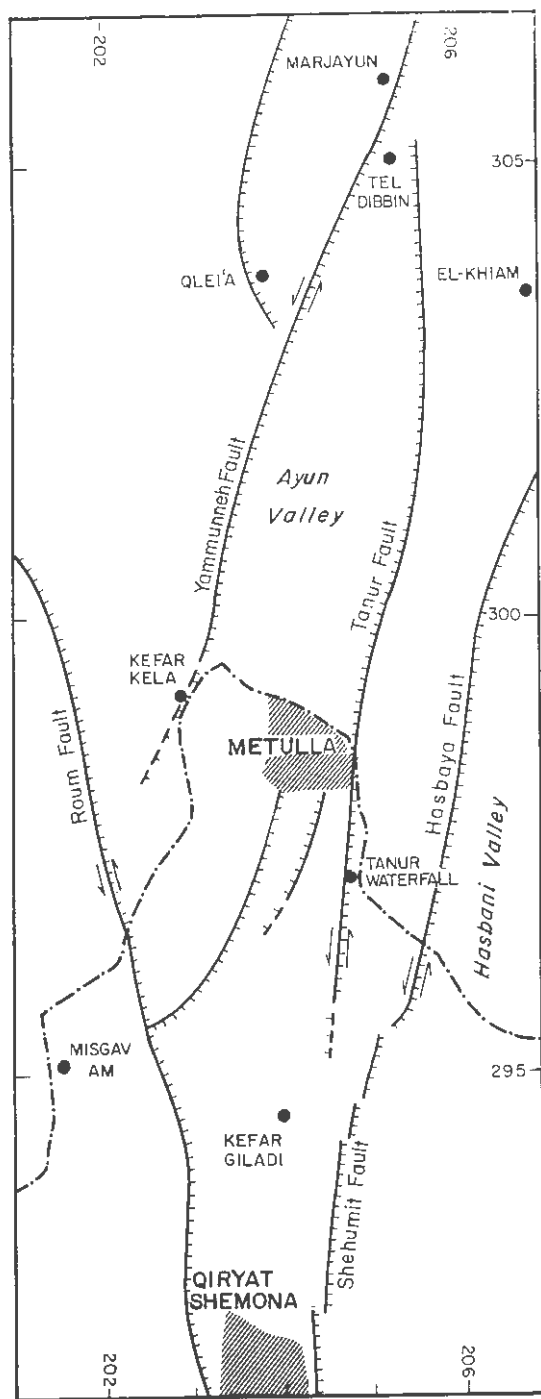
גבעת עגל היא אחת הגבעות הממוקמות לאורך קו שבר שחומית במערבו של עמק החולה (ציור 11) שנוצרו כתוצאה מדחיסה (push-up) בדומה לגבעות שלאורך שבר עזז (Heimann and Ron, 1987) (תחנות 5-7 וציורים 11,12). שבר שחומית צעיר מגיל בזלת חצבני אותה הוא מסיט ומכאן שגילו צעיר מ-0.9 מ.ש.. גבעת עגל בנויה מקונגלומרט צעיר (קונגלומרט עגל, היימן, 1985) המכיל חלוקים מהיורא, מהקרטיקון התחתון והעליון, מהאאוקן ומבזלות צעירות ועל כן הוא שונה מהותית מקונגלומרט התנור או כפר גלעדי, הבנויים מחלוקים אאוקנים, שאליהם הוצע בעבר לשייך אותו. מקור החלוקים לא ברור ויתכן שהובל על ידי נהר הליטאני כאשר זה זרם דרומה אל עבר עמק החולה (היימן, 1985). לאורכו של כביש המערכת התוצה את הגבעה נצפה בתופעות המוכיחות שגבעה זו עברה דפורמציה חזקה: שכבות קונגלומרט נטויות, מגעי המסת לחץ בין חלוקים (pressure solution), שברים קטנים, וסימני החלקה וסליקוליטים על גבי החלוקים. אלו האחרונים נמצאו על גבי חלוקים שכנים ובכיוון זהה ולפיכך ברור שהם נוצרו לאחר היווצרות הקונגלומרט.

(9) מפל התנור (נ.צ. 2047/2972)

מפל התנור, מדרום למטולה, ממוקם על גבי שבר התנור המהווה את חלקו הדרומי ביותר של שבר ימונה. שבר הימונה יוצר את עמק עיון, נמשך אל הבקעה בלבנון ומגיע לדרום טורקיה. מספר שברים חוצים את האזור שבין מטולה לכפר גלעדי (ציור 13) שהוא אזור של דחיסה עם תופעות מעוות רבות. בנקודת התצפית שמעל למפל התנור נבחין בקונגלומרט התנור (Glikson, 1966) הבונה את האזור והיוצר את קיר השבר. יחידות סנוניות (תצורת תקיה) הובאו אל מול קג"ל התנור הניאוגני בעיקר כתוצאה מתנועה אופקית ולא רק כתוצאה מתנועה וורטיקאלית לאורך השבר. לאורך תוואי ההליכה ממפל התנור למגרש החניה נצפה בתופעות מעוות הנובעות בחלקן מרוטציות של בלוקים קטנים.

(10) מטולה ועמק עיון - תצפית מהר צפיה (נ.צ. 2036/2978)

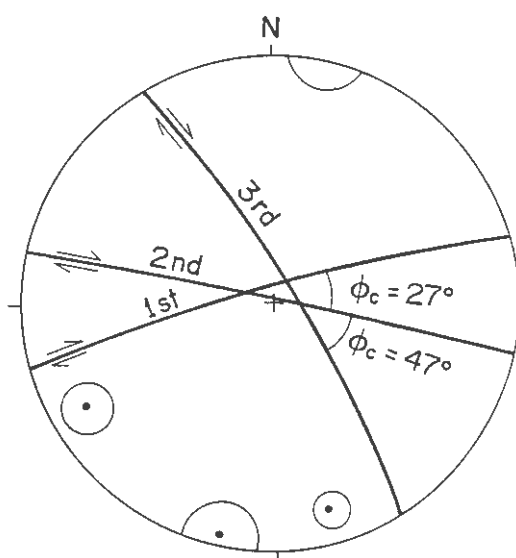
עמק עיון הממוקם מצפון למטולה נוצר כמבנה מתיחה בין שבר התנור לשבר ימונה המדורגים ביניהם בדרוג שמאלי (ציור 13). לעמק עיון מבנה משולש הנובע מאי-הקבלה בין שני קטעי השבר וזאת בגלל שינוי כיוון שבר הטרונספורם לצפון-מזרח (ציורים 1,2). שברי השוליים סביב הבקעה ברורים פרט לאזור הדרום מערבי שם השבירה אינה מוגדרת על ידי שבר בודד. תופעה דומה לזו נצפתה גם בדרום מערב עמק החולה. מהר צפיה ניתן לצפות בחלקו הדרומי של שבר רום, באזור בקעת החצבני בה עובר שבר חצביה ובמבנה האנטיקלינלי של החרמון אותו חוצים שברי רשיא וסרגיה (ציור 2).



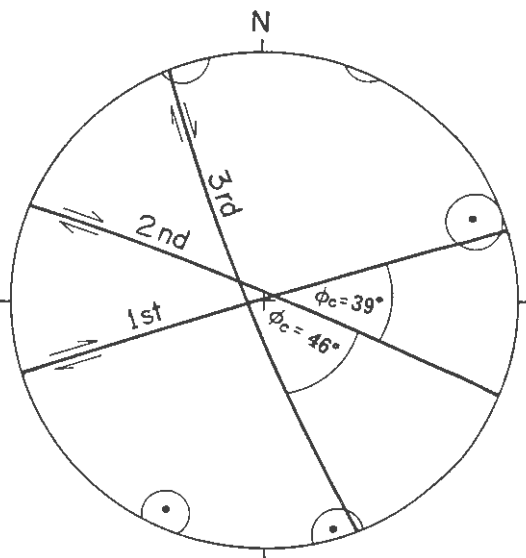
ציור 13. דגם השבירה באזור קרית שמונה, מטולה ועמק עיון (נחונים חלקיים על פי Dubertret, 1954; Glikson, 1966).

(11) מחצבת מג'דל שמט (נ.צ. 2206/2962)

באתר זה ניתן ללמוד על אופי המעוות הפנימי של שולי הלוחות הסמוכים להעתק הימונה. הביטוי למעוות זה בחרמון הוא התקצרות בכיוון צפון-דרום בכמות של כ-50% (Ron, 1987). באתר זה ניתן לראות מספר רב ביותר של מישורי שבירה בכיוונים שונים עם סימני החלקה אופקיים המאפיינים את המעוות הפנימי. תופעה זו אופיינית למחשופים רבים בחרמון ובהר דב. מדידת כיוונם של כ-300 העתקים הראתה שרוב ההעתקים הם ימניים המסודרים בשלוש מערכות שכיוונם הממוצע הוא  $254^\circ$ ,  $293^\circ$ ,  $339^\circ$  (ציור 14). כיוון המערכת האחרונה תואם את שדה המאמצים בו התפתח בקע ים המלח (Eyal and Rechess, 1983) ועל כן נראה כי זו המערכת הצעירה מבין שלוש תזוזה אופקית ימניים (ציור 16) ורוטציה של בלוקים בשלוש מערכות שבירה שהתפתחו זו לאחר זו (ציור 17). לעדויות אלו יש להוסיף את התוצאות הפלאומגנטיות המראות רוטציה של  $61^\circ$  נגד כיוון השעון, והתומכות לכן ברוטציה של השברים ולא ברוטציה של שדה המאמצים. על מנת לבסס טענה זו יש לפתור את יחסי השדה בין המערכות (ראה תחנת נוה אטי"ב).



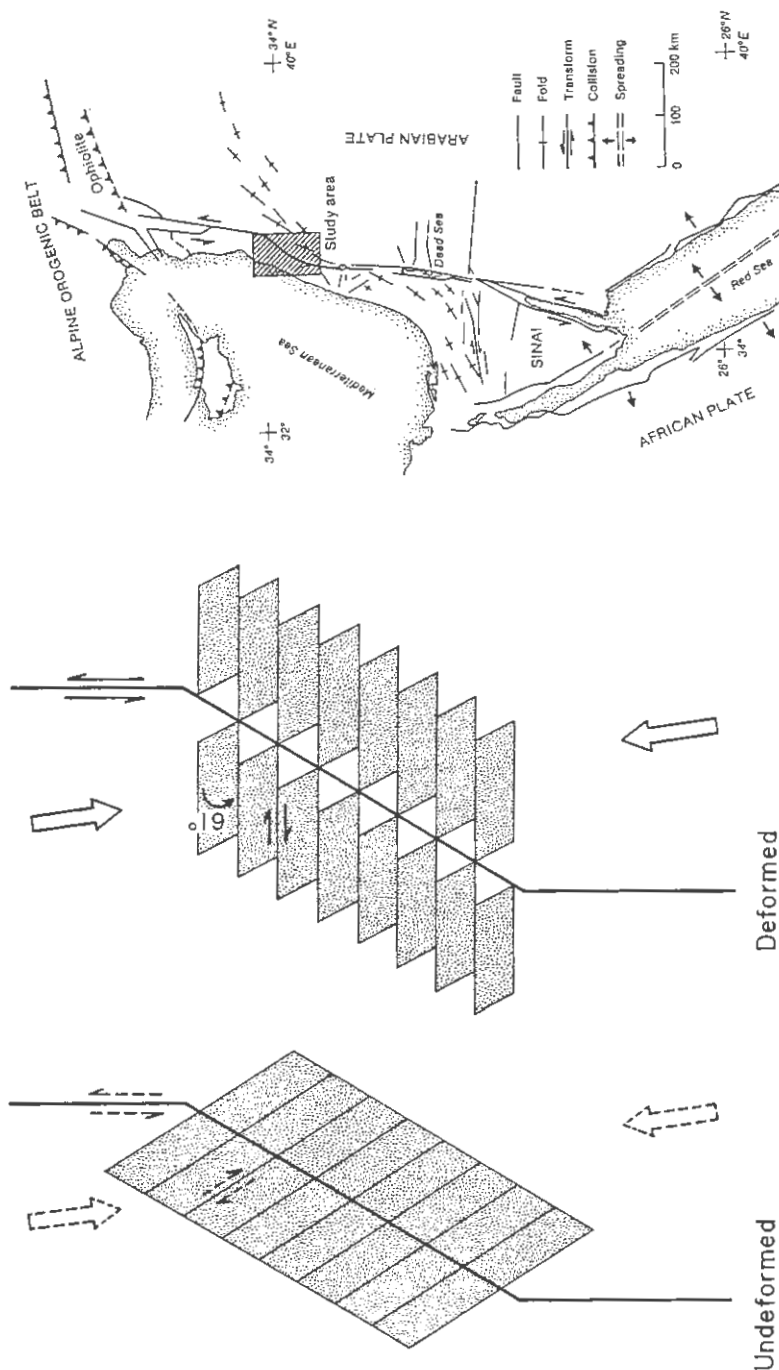
NA-J4  
MEAN PLANES OF 1ST 2ND AND 3RD  
POPULATION OF RIGHT LATERAL SSF



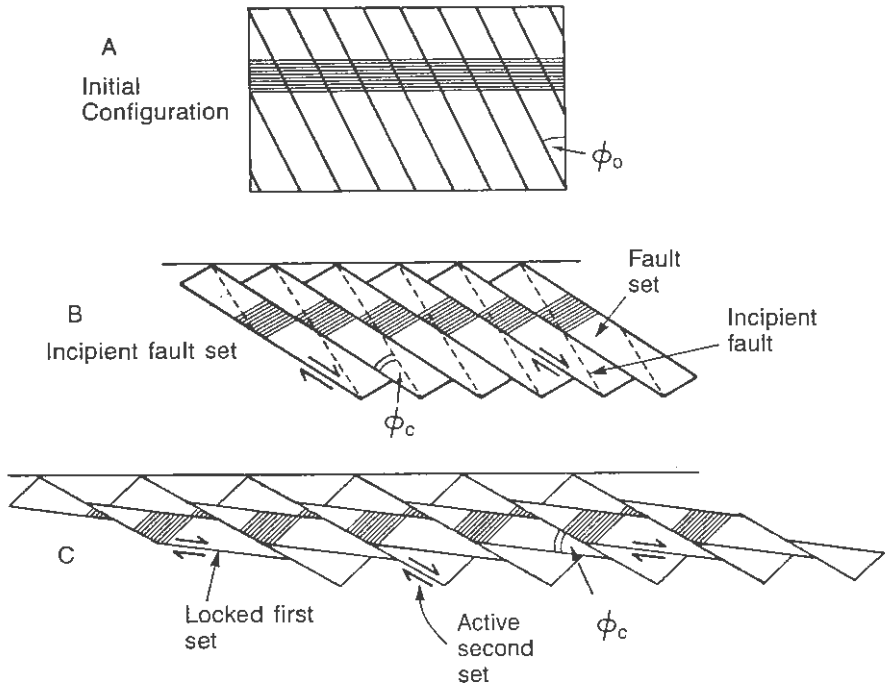
HERMON  
MEAN PLANES OF 1ST 2ND AND 3RD  
POPULATION OF RIGHT LATERAL SSF

ציור 15. הכיוון הממוצע של שלוש מערכות השבירה הימניות בנווה אטיב  
(Ron et al., in prep.)

ציור 14. הכיוון הממוצע של מישורי שלוש מערכות השבירה הימניות בחרמון  
(Ron et al., in prep.)



צור 16. שיחזור גיאומטרי וקינמטי של מעוות שולי הכוחות בסמוך לשבר ימונה על פי נחונים פלאומגנטיים (Ron, 1987).



ציור 17. מודל קינמטי ומכני של סיבוב בלוקים במערכות שבירה מורכבות (Nur et al., 1986).

## 12) נוה אטי"ב (נ.צ. 2187/2959)

מחשוף זה, בנוי מסלעי גג יחידת J4, ובו עדויות המבססות את הגיל היחסי של השברים המאפיינים את המעוות הפנימי בחרמון (ציור 17). יחסי החיתוך בין שלוש מערכות השבירה מראים שכיוון המערכת העתיקה הוא  $255^\circ$ , כיוון המערכת השניה -  $282^\circ$  וכיוון המערכת השלישית, המתאימה לשדה המאמצים של הבקע, הוא  $329^\circ$ . לפיכך הגאומטריה של המערכות, יחסי הגיל שביניהן והנתונים הפלאומגנטיים תומכים בכך שהאזור עבר מעוות פנימי על ידי מנגנון שבירה אופקית ורוטציה של בלוקים על ידי מערכות שבירה מורכבות (Ron et al., in prep.).

13) מזרעת ברחתא (נ.צ. 2191/3023)

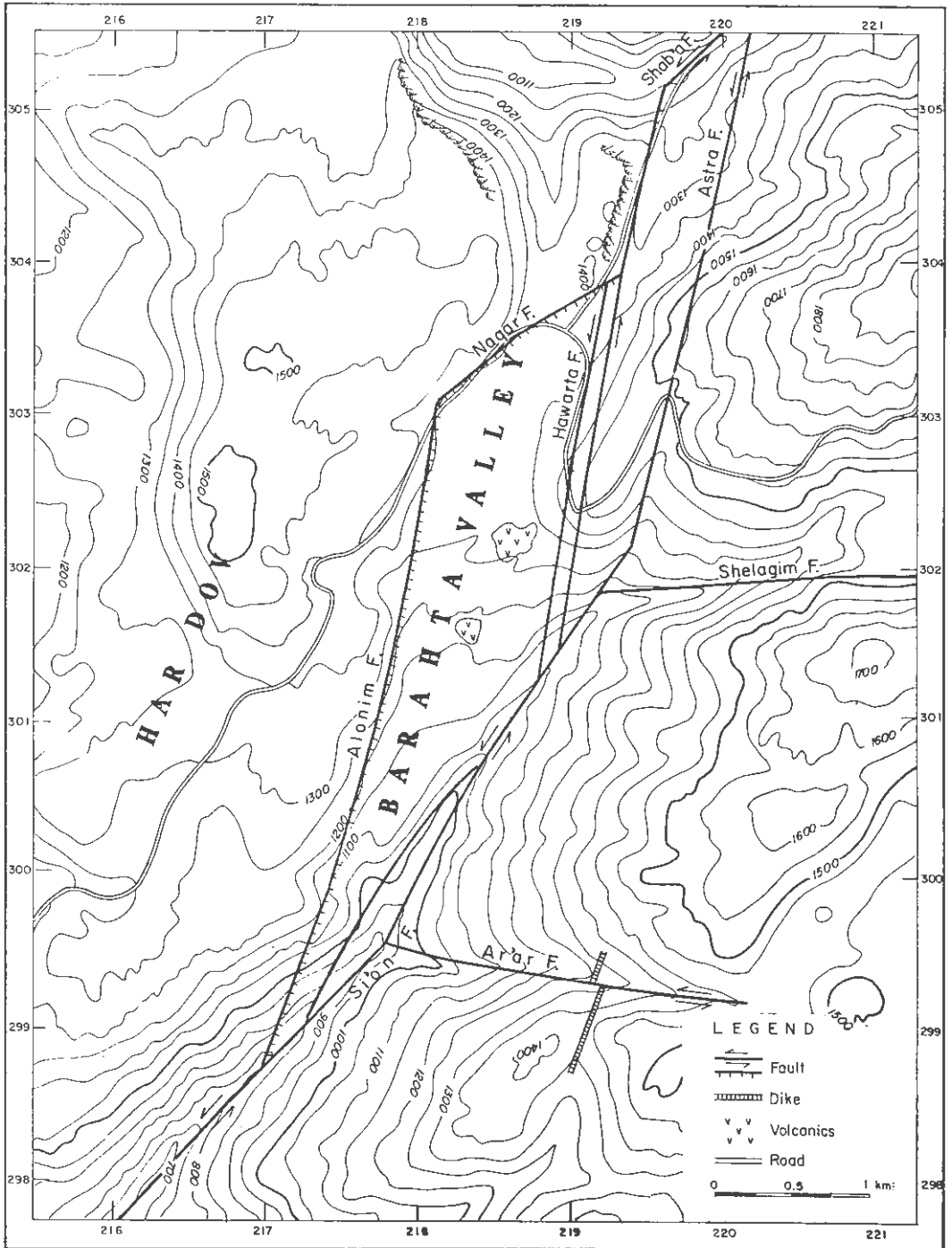
שבר רשיא מהווה את המשכו של שבר עזז וחוצה את החרמון בכיוון NNE (ציור 11). באזור החרמון שבר זה מודכב משני סיגמנטים, הדרומי - שבר שיאון והצפוני - שבר שבעא, המסודרים בדרוג שמאלי ללא חפיפה (ציורים 18,2). על פי שיקולים מורפולוגיים ולפי הסטת קג"ל שיאון הפלייסטוקני הציעו פרוינד (1980) והיימן (1985) כי לאורך שבר שיאון היתה הסטה שמאלית בשעור של כ-1000 מ'. עמק מזרעת ברחתא מהווה רומב גרנן הממוקם באזור הדרוג שבין שבר שיאון לשבר שבעא.

עמק זה מוקף מארבעת עבריו בשברים (ציור 18): מזרח-מזרח שבר שיאון שהוא שבר אופקי עם מרכיב אנכי של כ-300 מ' (באזור ברחתא). שבר אלונים ממערב ושבר נקר מצפון הם שברים נורמלים בעיקרם. ממזרח מופיעים מספר שברים מקבילים, כאשר הראשיים שבהם - שברי אסטרא וחוררתא, הינם שברים אלכסוניים עם מרכיב משמעותי של תנועה אופקית. תישובים קינמטים מדאים כי תנועה אופקית בשעור של כ-700 מ' הועברה משבר שיאון אל שבר שבעא בעיקר לאורך שברי חוררתא ואסטרא תוך כדי רוטציה של בלוקים (Hejmann et al., 1989).

השוואת תבנית השבירה ומנגנון ההיווצרות של גרנן ברחתא עם אלו של ביר זריר (Eyal et al., 1986) מראה על דמיון גנטי בין השניים.

14) תצפית מאזור מפגש גבולות ישראל-לבנון-סוריה

מתצפית זו מערבה ניתן לראות את שבר שבעא שהוא החלק הצפוני של שבר רשיא וכן את מיקום העתק ימונה באזור אגם קרעון ואת מבנה רכסי הרי הלבנון.



ציור 18. מערכות השבירה העיקריות באזור ברחתא, היוצרות מבנה מתיחה  
 מעויין (Heimann et al., 1989).

References

- Belitzky, S., 1988. Tectonics of the Korazim Saddle. M.Sc. Thesis, The Hebrew Univ. Jerusalem (in Hebrew), 94p.
- Dubertret, L., 1954. Carte geologique du Liban, 1:200000, Travaux Publics.
- Eyal, Y., Reches, Z., 1983. Tectonic analysis of the Dead Sea Rift region since the Late-Cretaceous based on mesostructures. Tectonics, Vol. 2, pp. 167-185.
- Eyal, Y., Eyal, M., Bartov, Y., Steinitz, G., Folkman, Y., 1986. The origin of the Bir Zreir Rhomb-Shaped Graben, eastern Sinai. Tectonics, Vol. 5, pp. 267-277.
- Freund, R., 1978. Judean Hills and Galilee, regional synthesis of sedimentary basins. Guidebook to the 10<sup>th</sup> international congress on sedimentology, Jerusalem, pp. 1-31.
- Freund, R., 1980. Creation processes of Hermon and Lebanon mountains. In: Mt. Hermon: Nature and Landscape. Shmida, A., Livne, M. (eds.), pp. 28-32.
- Freund, R., Garfunkel, Z., Zak, I., Goldberg, M., Weissbrod, T., Derin, B., 1970. The shear along the Dead Sea Rift. Phil. Trans. R. Soc. London, Ser., Vol. A267, pp. 107-130.
- Freund, R., Garfunkel, Z., 1976. Guidebook to the Dead Sea Rift. Dept. of Geol., Hebrew Univ., Jerusalem, 27 p.
- Garfunkel, Z., 1981. Internal structure of the Dead Sea leaky transform (rift) in relation to plate kinematics. Tectonophysics, Vol. 80, pp. 81-108.
- Glikson, Y.A., 1966. The lacustrine Neogene in the Kefar Gil'adi area, northern Jordan Valley. Isr. Jour. of Earth Sci., Vol. 15, pp. 85-100.

- Harash, A., Bar, Y., 1988. Faults, landslides and seismic hazards along the Jordan River gorge northern Israel. Engineering Geology, Vol. 25, pp. 1-15.
- Heimann, A., 1985. The geology of the Banyas Plateau and the northern Hula Valley. M.Sc. Thesis, Hebrew Univ. (in Hebrew), 154 p.
- Heimann, A., Mor, D., Steinitz, G., 1987. K-Ar dating of the Ramat Korazim basalts, Dead Sea Rift. Geol., Soc., of Israel Annu., Meet. pp. 54-56.
- Heimann, A., Ron, H., 1987. Young faults in the Hula Pull-Apart Basin, central Dead Sea Transform. Tectonophysics, Vol. 141, pp. 117-124.
- Heimann, A., Steinitz, G., 1988. K-Ar ages of basalts from the western slopes of the Golan Heights. Geol. Surv. of Isr. Curr. Res., Vol. 6, pp. 29-32.
- Heimann, A., Eyal, Y., Eyal, M., 1989. Barahta rhomb graben, Mt. Hermon - an example of extension in a compressional region. Geol. Soc. of Israel Annu. Meet.
- Heimann, A., Ron, A., 1989. The stratigraphy and deformation of Korazim block: geochronologic and paleomagnetic evidence. Geol. Soc. of Israel Annu. Meet.
- Heimann, A., Sass, E., in press. Travertines in the northern Hula Valley, Israel. Sedimentology.
- Heimann, A., Steinitz, G., in press.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  total gas ages of basalts from Notera #3 well, Hula Valley, Dead Sea Rift: stratigraphic and tectonic implications. Isr. Jour. of Earth Sci.
- Heimann, A., Ron, H., in prep.(a). The deformation of Korazim block, Dead Sea Rift: geochronologic and paleomagnetic evidence. Tectonics.

- Heimann, A., Ron, H., in prep.(b). The stratigraphy of Korazim block, Dead Sea Rift: geochronologic and paleomagnetic evidence. *Earth and Planet. Sci. Lett.*
- Horowitz, A., 1973. Development of the Hula Basin, Israel. *Isr. Jour. of Earth Sci.*, Vol. 22; pp. 107-139.
- Joffe, S., Garfunkel, Z., 1987. Plate kinematic of the circum Red Sea - a re-evaluation. *Tectonophysics*, Vol. 141, pp. 5-22.
- Kafri, U., Kaufman, A., Magaritz, M., 1983. The rate of Pleistocene subsidence and sedimentation in the Hula Basin as compared with those of other time spans in other Israeli tectonic regions. *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 65, pp. 126-132.
- Nur, A., Ron, H., Scotti, O., 1986. Fault mechanics and the kinematics of block rotation. *Geology*, Vol. 14, pp. 746-749.
- Picard, L., 1965. The Quaternary in the Northern Jordan Valley. *Proc. of the Isr. Acad. of Sci. and Human.*, Vol. 1, pp. 1-34.
- Ron, H., 1987. Deformation along the Yammunneh: the restraining bend of the Dead Sea Transform: paleomagnetic data and kinematic implications. *Tectonics*, Vol. 6, pp. 653-666.
- Ron, H., Eyal, Y., Nur, A., in prep. Multiple strike slip fault sets: a case study from the Dead Sea Transform. *Tectonics*.
- Rotstein, R., Bartov, Y., in press. Seismic reflection across a convergent continental transform: an example from the Dead Sea Rift in northern Israel. *Jour. of Geophys. Res.*
- Schulman, N., Bartov, Y., 1978. Tectonics and sedimentation along the Dead Sea Rift. *Guidebook to the 10<sup>th</sup> international congress on sedimentology*, Jerusalem, pp. 37-94.

ניטור תנועות קרום כאזור הריפט  
(רשת גאודטית כפר הנשיא)

יעקב קרץ, המכון הגאולוגי

מבוא

הערכות קצב התנועה לאורך הבקע, המובאות בספרות, נבדלות בצורה משמעותית וקיים פער בין השיעורים המבוססים על עדויות גאולוגיות ( הסטה מדודה/ גיל האלמנט המוסט הצעיר ביותר), לבין תוצאות נתוח תצפיות סיסמוכיות. רצויה איפוא קביעת שיעור וקצב התזוזות במדידה ישירה. התפתחות טכנולוגיות שדה וחלל בגאודזיה מאפשרת כיום להגיע לדיוק וטווח גבוהים במדידות חוזרות של הפרשי גבה, מרחק וכוון בין נקודות קבע. ההבדלים בין הערכים המדודים, מיוחסים לתזוזות קרום שחלו בתקופה שבין מחזורי מדידה עוקבים. הנחה זו נכונה בתנאי שסולקו כל שגיאות מדידה ואותרו האפקטים הגאוסטכניים והגאופיסיים המשניים.

מערכת קינמטית באזור גבול בין לוחות טקטוניים מוכתבת בכל נקודה על ידי מרכיב רגיונלי המבטא את שדה התנועה היחסית, הקצובה פחות או יותר, של לוחות, ועל ידי מרכיב מקומי, המבטא את שדה המעוות המשתנה במרחב וזמן, תוך הוצרות אלמנטים סטרוקטורליים, רוטציה והתאמה לתכתיבים גאומטריים וסטויכיומטריים. מקובל להניח שעוצמת המרכיב המקומי גדולה במיוחד בשולי מגע פעיל. מערך המדידה באזור הבקע חייב איפוא לכלול רשת צפופה יחסית באזור השבירה הראשית ומהלכי קשירה לאזורים מרוחקים יותר, חפשיים עד כמה שאפשר מהפרעות מקומיות ונשלטים על ידי מרכיב רגיונלי של התנועה.

מיקום הרשת באזור כפר הנשיא-חוות מרום גולן, (שרטוט 1), רחוק מלהיות אידאלי למטרה זו, אך אזור זה מאפשר את הפשרה הטובה ביותר בין האילוצים השונים, הכוללים מבנה גאולוגי; תנאי גישה; ראות ישירה בין שני עברי השבר המשוער; מרחק בין נקודות משני עברי השבר; וחשיפה, יציבות ותנאי בסוס. הרשת בנויה 12 תחנות, המסודרות ב 4 שורות בנות 3 תחנות, שתי שורות בכל גדה. בדרך זו נוצרים שלשה פוליגונים מאורכים בכוון צפון-דרום, ומתאפשרת השוואת שינויים אפשריים בכל גדה, וביניהן. הרשת מאפשרת גם התווית קוים פנימיים להערכת תזוזה אפשרית על לינאמנטים החשודים כשברים משניים. לינאמנטים אלה, (שרטוט 2), עוברים בבזלות מונוטוניות ומגמות ושיעורי ההסטה עליהם אינם ברורים. מיפויים בידי חוקרים שונים נעשה על יסוד התרשמות מורפולוגית בלבד, וגיל פעילותם האפשרית האחרונה נתון בויכוח. כל תחנת מדידה בנויה מכלונס בקוטר 0.3 מ המוחדר לסלע לעומק 12 מ לפחות. ראש הכלונס, בגבה פני השטח, נושא את סימני המדידה ופתח צינור הטילטמטר, ומוגן על ידי פלטה עגולה בקוטר 2 מ המשמשת בסיס להעמדת מכשור (שרטוט 3).

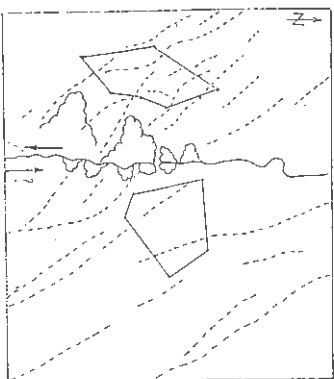
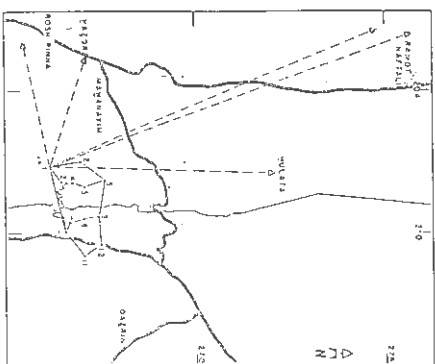
#### סיכום מדידות

עד כה נערכו המדידות הבאות: 1. מדידות כוונים בין כל תחנות הרשת, 2. מדידות מרחקים בין כל תחנות הרשת תוך שימוש בטלורומטר ובגאודימטר, 3. מדידות אזור מדויק לאורך הפוליגון המערבי והפוליגון המזרחי, ולאורך קו מפותל המחבר ביניהם, 4. מדידות חוזרות עם טילטמטר על מנת לגלות אם הכלונס הוסט בשל אפקט גאוטכני מקומי. כמו כן נערכו ניסויים ראשונים בהפעלת מקלטי GPS.

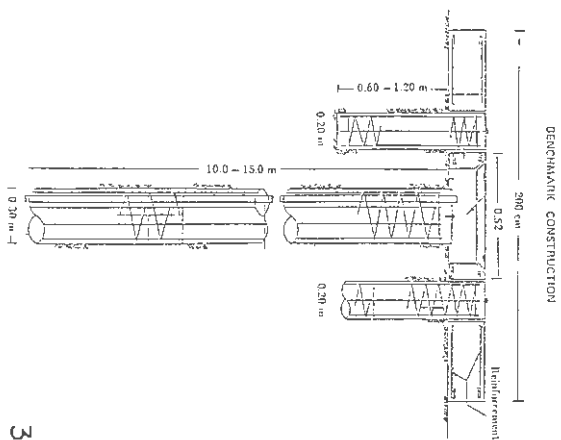
הדיוקים שהושגו מבטיחים אפשרות גילוי תזוזות אופקיות ואנכיות בסדר גודל של מספר מילימטרים. עם כתיבת דברים אלה מתחיל כיוול מד מרחק חדש המבטיח דיוקים טובים יותר וטווח גבה יותר, ומתחיל כיוול מערכת GPS.

#### פיתוח

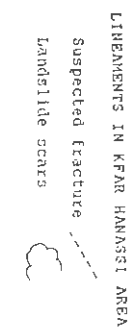
עם כניסת מיכשור חדש לפעולה תורחב הרשת מזרחה ומערבה לעבר אזורים בלתי מופרעים יחסית. כפוף לתנאי ראות וביסוס, קצות הרשת יהיו באזור הר כנען-עכברה ובאזור נטור-בזק (תוך חצית שבר שיך עלי). המרחקים בין נקודות אלו וקצות רשת כפר הנשיא ימדדו דרך נקודות מעבר תוך שמוש במדי מרחק ובGPS. בנוסף לכך תוקמנה נקודות מדידת GPS במרחקים גדולים יותר, באזורי מנרה, רמתא, גבעת יואב ופוריה. קונפיגורציה זו אמורה לאפשר איתור של מרכיבי תזוזות הקרום באזור.



2



٧



INSTRUMENT FLAT DIM

**סיור לתכרת היורה בחרמון**  
=====

משה גולדברג ומנחם ראב, המכון הגיאולוגי

**מבוא**

השטח הממופה שבתחום ישראל בנוי מן היחידות הליטוסטרטיגרפיות J4, J5, J6, J7 שהוגדרו ע"י DUBERTRET (1963, 1960) ראה ציור מס' 2. יחידות אלו משתרעות על טווח גילים החל מבתוניאן ועד האוקספורדאן העליון. קיימת קורלציה בין טיפוסי הסלע בחלק העליון של החתך בחרמון, ובין החלק העליון של חבורת ערד בנגב ובצפון סיני, וניתן לזהות את יחידות הסלע ששימשו למיפוי שם, עם אלו של החרמון כדלהלן (ראה ציור 2): החלק העליון של תצורת זוהר קורלטיבי עם החלק העליון של היחידה J4 תצורת כידוד קורלטיבית עם היחידה J5 תצורת באר שבע קורלטיבית עם היחידה J6 תצורת חלוצה קורלטיבית עם היחידה J7 ניתן לזהות באופן כללי - אף כי לא בודאות - את המשכה של היחידה J4, את J3 ואת J2 עם תצורת חיפה המוכרת מתת הקרקע בגליל ובצפון ישראל.

**1. תצורת חיפה**

התצורה בנויה רובה ככולה - לחוציא מספר אופקי חרסיות ופצלים גיריים בחצי העליון - מקרבונטים מרביתם גירים, לרב ביומיקריטיים, ומיעוטם דולומיטים לרב משניים. מספר שכבות קלקארניטיות ולעתים אואליטיות פזורות בחתך. חלקה של תצורת חיפה שהינו קורלטיבי עם J4 של דוברטרא מגיע לכ-625 מ' בעוביו. חלק זה, הבונה את רובם של מחשופי היורה בחרמון שבתחום ישראל נחלק - בעיקר על בסיס מורפולוגי - לשלושה פרטים בני מיפוי: התחתון פרט מיצפה שלגים שעוביו מגיע לכ-170 מ'. התיכון פרט בולען שעוביו מגיע לכ-95 מ'. העליון פרט מעלה גולני שעוביו מגיע לכ-358 מ'.

**1.1 פרט מיצפה שלגים**

הפרט בנוי מגירים, בעיקר מיקריטיים עד ביומיקריטיים, במקומות הם ספיקוליטיים, אונקוליטיים ופלואידליים. במרכז החתך מספר שכבות דולומיט וכן צור בתרכיזים, עדשות ושכבות דקות. בחתך נצפו גם מספר אופקים של "מרבדי-אצות". מרביתם של סלעי הפרט מרובדים בשכבות מסיביות ויוצרים נוף מצוקי.

**1.2 פרט בולען**

בנוי מגירים, בעיקר מיקריטיים עד ביומיקריטיים, במקומות הם ספיקוליטיים אונקוליטיים ופלואידליים. בחלק העליון של הפרט הופעה צפופה של נבירות. מרביתם של סלעי הפרט מרובדים בשכבות דקות - עד בינוניות - ריבוד.

**1.3 פרט מעלה גולני**

הפרט בנוי בעיקרו מגירים, מיקריטיים עד ביומיקריטיים, במקומות הגירים הם קלקארניטיים, ספיקוליטיים ו/או סקלטליים, בחלקם פלואידליים ואונקוליטיים בחלקם אינטרקלסטיים. בשליש התחתון נפוצות מאד תופעות נבירה. בשליש העליון מספר שכבות ועדשות של דולומיט וכן של צור בתרכיזים ובעדשות. בשליש התיכון מעט פצלים ופצלים גיריים. מרבית סלעי הפרט מרובדים בשכבות בינוניות - עד עבות - ריבוד. סידוק ושבירות קטנות נפוצים מאד בסלעי הפרט. בחלקו העליון של הפרט תופעות קרסטיות עמוקות רבות, חלקן מתפתחות לדוליות שבמקומות מתפתחות לבולענים רחבי ידיים. בלייה קרסטית נפוצה על פני מרביתו של השטח. אינטרוזיות בזלתיות המתייחסות לפזה הוולקנית של הקרטיקון התחתון המוקדם חדורות לסלעי הפרט ונפוצות מאד, לרב חן בלויות מאד ומופיעות על פני השטח כחרסיות. הגירים החרסיתיים שבגג הפרט עוברים בהדרגה לחרסיות הגיריות של תצורת כידוד. החלק העליון ביותר של הפרט עשיר ביותר באמוניטים גדולים, בלמניטים נפוצים כאן אף הם.

## 2. תצורת כידוד

התצורה, המגיעה לכ-155 מ' בעוביה, בנויה בעיקרה פצלים חסייתיים ומכילה אופקים דקים של גיר. בשליש התחתון פצלים אפורים כהים ובהירים, במקומות חומים (לעתים עם כתמים לימוניטיים), רובם גיריים, מיעוטם סילטיים בכמויות משתנות. כמו כן מצויים מעט דרגשי גיר ודולומיט. במקומות, עדשות לימוניטיות המכילות לעתים אמוניטים במרכזן. הפצלים, וקצתם ליגניטיים בקשקשים קטנים עד זעירים וקצתם פיריטיים. החלק התחתון עשיר באמוניטים קטנים עד זעירים ובבלמניטים פיריטיים והמטיטיים לרב. כמו כן יש כאן זרוענים, שבלולים, מעט צדפים וקיפודי ים. נפוצים גם שרידי צומח, עצמות בעלי חוליות - כנראה זוחלים, וסדקי בוצ. בשליש התיכון אופייניים חילופים סדירים בין דרגשי גיר אפורים צהובים בעובי 10-20 ס"מ לבין שכבות פצלים אפורים חומים שעוביים 30-60 ס"מ. נפוצים כאן אמוניטים גדולים עד בינוניים, זרוענים, קיפודי ים וצדפים. רב הגירים הם אינטרביוספריטיים והם עשירים גם במחטי ספוגים. השליש העליון בנוי פצלים אפורים כהים הטלואים בכתמים צהובים-חומים. דרגשים אדומים קשים פזורים לאורכו. בחלק העליון מופיעים גוונים חומים ושכיחים בו אמוניטים גדולים ובינוניים, צדפים ושבלולים ננסיים וכן שרידי צומח. אינטרוזיות בזלתיות המתייחסות לפזה הוולקנית של הקרטיקון התחתון המוקדם חדרות לסלעי התצורה במספר מקומות ליד מג'ל שמש ומצודת נמרוד. כפי שכבר צוין לעיל המעבר מתצורת חיפה (פרט מעלה גולני) לתצורת כידוד הינו הדרגתי. באשר לחלק העליון של תצורת כידוד, הרי זה ידוע בנגב ובצפון סיני כעובר לטרלית ומתאבצע עם החלק התחתון של תצורת באר שבע וכנראה אף עם תצורת חלוצה (GOLDBERG AND FRIEDMAN, 1974).

## 3. תצורת באר שבע

התצורה שעוביה כאן כ-100 מ', בנויה בעיקרה גירים אפורים, בהירים ולבנבנים, מהם ביומקריטיים - קצתם עשירים במחטי ספוגים עד שניתן לכנותם ספיקוליטיים - ומהם אינטרביוספריטיים. הסלעים משוככים היטב, בחלק העליון הגיר מסיבי ובוטל בנוף ובחלק התחתון מתחלפים רבדי גיר שעוביים 10-30 ס"מ עם רבדים דקים יותר של פצלים אפורים כהים. בחלקה התחתון של התצורה מובחנים הרבה מבני גלישות והתמוטטות. אמוניטים ו"מאובני עקבות" כגון זואופיקוס נפוצים בחלק זה. בחלקה העליון של התצורה נפוצים מאד סטרומטופורואידים ובמקומות גם אלמוגים, זרוענים, אצות גיריות במספר רב ובעיקר אונקוליטים המגיעים לכ-15 מ"מ בקטרם. בולטים בנוכחותם הם שברי קיפודי הים, בעיקר דרבנות, של בלנוצירידים דמויי האגס שכנויים היה "אבן היהודים" ושהיו ידועים כבר מתקופת הצלבנים בכוחם המגי ובסגולות המרפא שלהם. בנוסף למה שנאמר כבר לעיל על המעברים הטרלליים שבחלקה התחתון של התצורה הרי שתכונה זו הובחנה גם בגבולה העליון עם תצורת חלוצה.

## 4. תצורת חלוצה

התצורה המגיעה כאן לכ-120 מ' בעוביה, בנויה גירים צהובים חומים ולבנבנים, רובם ואוליטיים ופסודואוליטיים, בחילופין עם גירים ביומקריטיים ובמקומות אינטרביוספריטיים. במחצית העליונה בעיקר, שכיחות גם חסיות חומות צהובות גיריות ביותר, לרב בחילופין עם דרגשים דקים של גירים ואוליטיים. בגירים האואוליטיים נפוצות תופעות של ריבוד צולב ולעתים מצויים גלונים. שברי קיפודי ים, אצות (בעיקר אונקוליטים) ומחטי ספוגים נפוצים לרב. אמוניטים הובחנו בעיקר בחלק העליון. סימני מטמורפוזת של מגע שנגרמה כנראה ע"י קילוחי הבזלת של הקרטיקון התחתון מובחנים במקומות. את התבליט המכוסס שנוצר ע"י בליית וסחיפת חלקיה העליונים של התצורה ממלאים קילוחי בזלות וטופים משוככים המתייחסים לפזה הוולקנית של הקרטיקון התחתון המוקדם.

### היסטוריה גיאולוגית

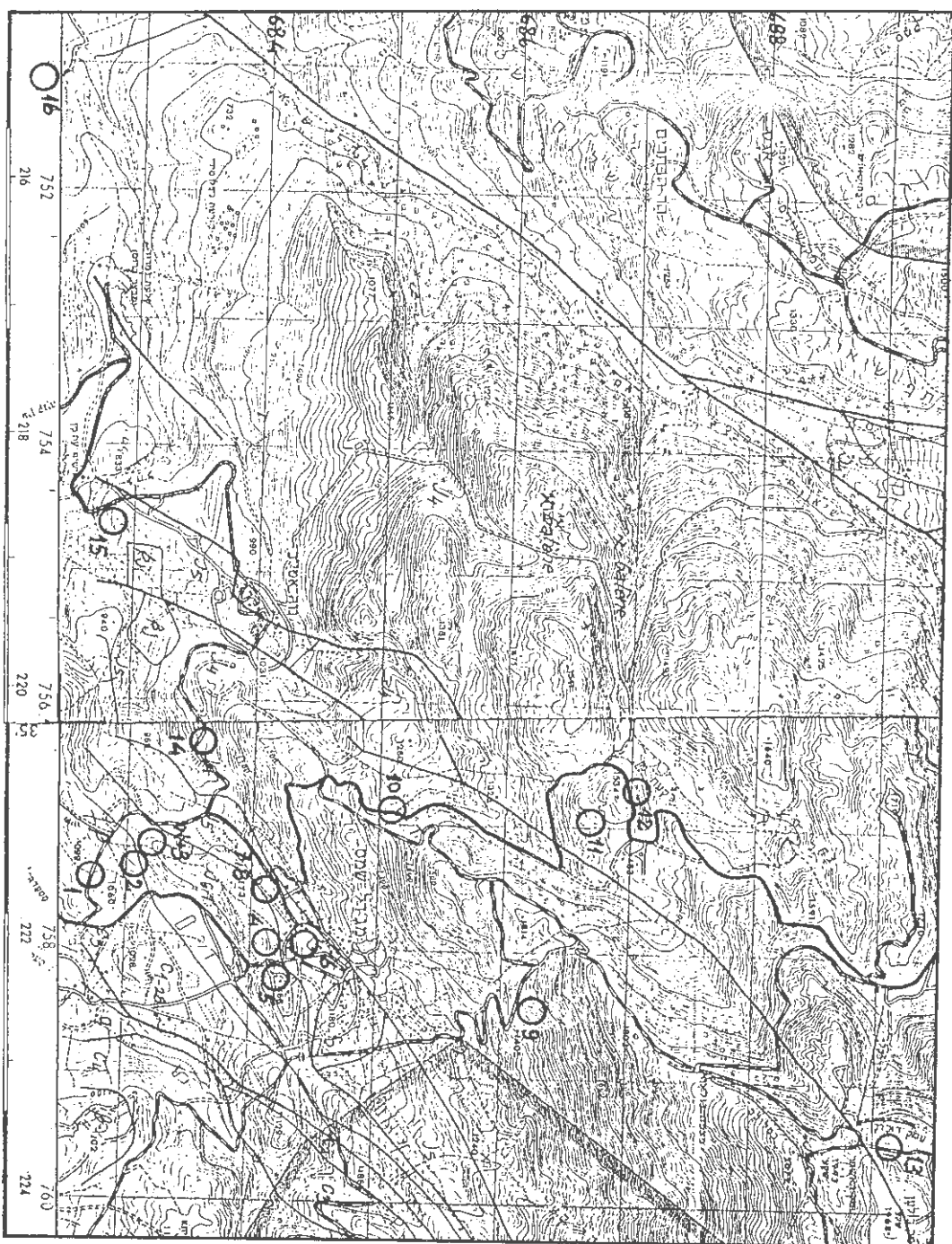
במשך היורא התיכון היה שטח החרמון חלק מאגן השקעה מריני גדול מימדים שהשתרע כנראה על פני כל הלבנט. אגן השקעה זה היה רדוד למדי וכל תנועת הרמה מקומית קטנה גרמה בו מיידית לשינויים בסביבת ההשקעה ולשינויים פציאליים שנעו ממשטר מריני שקט, נמוך - אנרגיה במקומות עם עושר רב של תופעות נבירה, ועד משטר מריני גבה - אנרגיה שהניב תשבץ של שרטונות של אואליטים, ריבוד צולב, סדימנטים אינטרקלאסטיים שונים ואלמוגים מושבתיים ובודדים. מצב זה של אגן ההשקעה, ששרר (עם הפרעות קצרות מועד כמו אלו שגרמו ליצירת מרבדי האצות) במשך מרביתן של תקופות הבתוניאן והקלוביאן התחתון (תצורות חיפה וזוהר), השתנה לקראת הקלוביאן העליון - אוקספורדיאן (תצורת כידוד) ונוצרו תנאי אגן סגור שבו היתה צירקולציה קטנה מאד ונרדדו הפצלים של תצורת כידוד, שרציפותם מופרעת לפרקים ע"י הרבדת דרגשי הביניים הגיריים. לקראת האוקספורדיאן התיכון והעליון (תצורת באר שבע וחלוצה), מתפתחים תנאי ים פתוח, במקומות רבים גבה - אנרגיה, ומורבדים הגיריים הקלקארניטיים והאינטרקלאסטיים. הרמה כללית של אזורנו בתקופת הקרטיקון התחתון המוקדם, גרמה להתפתחות נוף ארוזיבי שאת התבליט שלו, החתור בסלעי תצורות חלוצה ואף באר-שבע, ממלאים קילוחי הבזלות והטופים מן ההתפרצויות הוולקניות השונות.

### ספרות

- גולדברג מ. 1969: הערות לליתוסטריגרפיה של היורא בחרמון. החברה הגיאולוגית הישראלית, כנס רמת הגולן.
- גולדברג מ. 1970: הליתוסטריגרפיה של חבורת ערד (יורא) בנגב הצפוני. עבודת דוקטור, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- גולדברג מ. 1980: הגיאולוגיה של היורה בחרמון. בתוך "החרמון-טבע ונוף" בעריכת א. שמידע ומ. לבנה. הוצאת הקיבוץ המאוחד ע"מ 78-90.
- דרין ב. 1969: הערות לביוסטריגרפיה של היורא בחרמון. החברה הגיאולוגית הישראלית, כנס רמת הגולן.
- דרין ב. 1975: היורא של מרכז וצפון ישראל. עבודת דוקטור, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- Dubertret, L. 1960: Carte Géologique Au 50,000 e, Feuille de L'Hérmón (Rachaya Sud). République Libanaise, Ministère des Travaux Publics. Beyrouth 1948, 1956, 1960.
- Dubertret, L. 1963: L'exique stratigraphique International, Fasc. 10c, PP10-153.
- Goldberg, M., Friedman, G. M., 1974: Paleoenvironments and Paleogeographic evolution of the Jurassic System in southern Israel, Isr. Geol. Surv., Bull. 61, 44p.
- Razvalyaev, A. V. 1966: The Geological map of Syria, 1:200,000. Explanatory notes. Syrian Arab Republic, Dept. of Geological and Mineral Research.

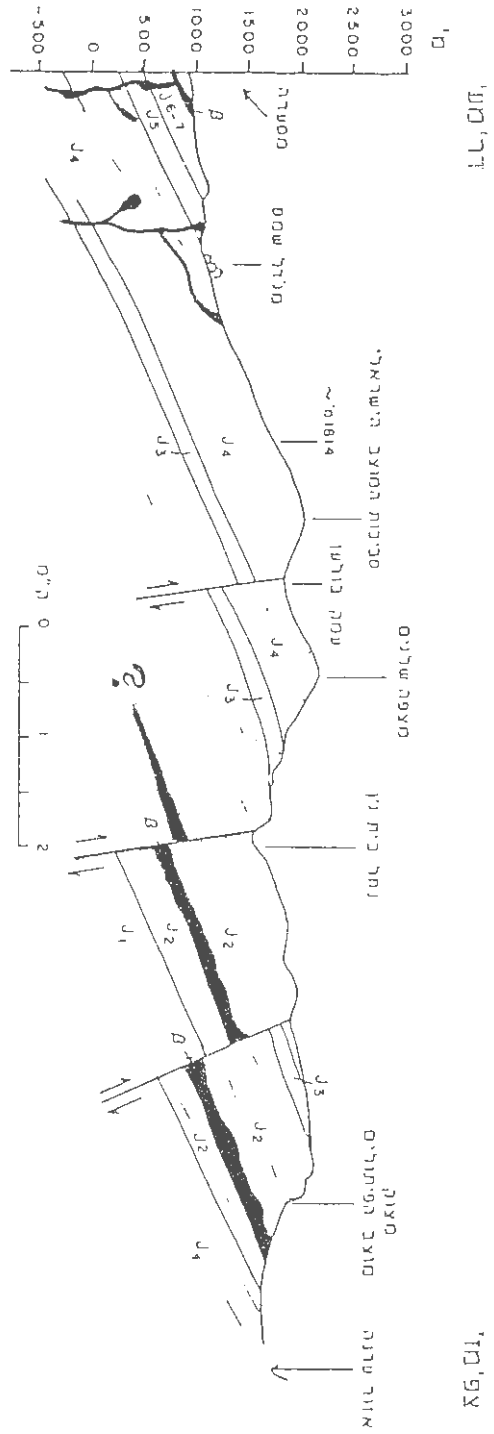
### תכנית הסיור

- יציאה מרמות אחרי ארוחת הבוקר. נסיעה בת כשעה לכוון מסעדה. הסיור יתחיל לרוב לפי סדר סטרטיגרפי יורד, בתחנות שלהלן (ציורים 1 - 3):
1. מגע סלעים וולקניים - תצורת חלוצה (J7). המגע עצמו אינו חשוף, אך לפי יחסי השדה מונחים הבזלות והסלעים הפירוקלטיים על גבי תצורת חלוצה.
  2. תצורת חלוצה (J7) - חלק עליון. חילופין של דרגשי גיר אואוליטי עם חרסיות גיריות. שים לב לתופעות הריבוד הצולב בגיר האואוליטי. נפוצים אונקוליטים ושברי מאובנים אחרים.
  3. תצורת חלוצה (J7) - חלק תחתון. גיר אצות, שוניתי במקומות.
  - 3א. תצורת באר שבע (J6) - חלק עליון. גיר ביומיקריטי וקלקארניטי עשיר באצות גיריות, סטרומטופורואידים ואלמוגים. נפוצים דרבנות קיפודי ים (BALANOCIDARIS) ומעט זרוענים.
  4. תצורת באר שבע (J6) - חלק תחתון. דרגשי גיר ביומיקריטי דקים, במקומות עשירים במיוחד במחטי ספוגים, בחילופין צפופים עם אופקים דקים של פצלים כהים.
  5. תצורת כידוד (J5) - חלק עליון. פצלים חרסיתיים, אפורים כהים, עם דרגשי ביניים קשים, אדומים. בפצלים, שרידי צומח ואמוניטים.
  6. תצורת כידוד (J5) - חלק תחתון. חילופין של פצלים גיריים אפורים-חומים, עם דרגשי גיר קלקארניטי, אפרפר עד צהוב, עשיר מאובנים (אמוניטים, צדפים, מחטי ספוגים). דרגשי הגיר בולטים בנוף.
  7. תצורת כידוד (J5) - חלק תחתון. פצלים חרסיתיים, גיריים, אפורים כהים, במקומות פיריטיים, עם תרכיזים ועדשות לימוניטיים מרובדים במקביל לשיכוב. שפע של אמוניטים קטנים ומעט בלמניטים, במקומות שרידי צומח. מספר דרגשי גיר ודולומיט, במקומות עם סדקי בוצ (MUD CRACKS).
  8. תצורת זוהר (J4) - גג התצורה. גיר חרסיתי רך, אפרפר, עם שפע של אמוניטים גדולים, בלמניטים ומעט זרוענים. שים לב למעבר ההדרגתי אל הפצלים הכהים של תצורת כידוד שמעל. בחמש, גיר מיקריטי קשה, לבנבן - אפרפר, טיפוס לתצורה.
  - 9\*. תצורת חיפה (J4) - חדירה בזלתית בחלק העליון של התצורה. מעברים הדרגתיים מבזלת טריה לבזלת בלויה וכלה בחרסית שהתפתחה בהמשך תהליך הבליה. בין החרסית לבזלת, גושי גיר אפוי שיש, שכנראה נקרעו משולי החדירה.
  10. תצורת חיפה (J4) - חלק עליון, תופעות מינרליזציה. עורקים צפופים של דולומיט גבישי לבן בתוך דולומיט סוכרי צהבהב. כ-200 מ' דרומה, ליד הכביש, סימני החלקה (SLICKENSIDE) אפקיים.
  11. תצורת חיפה (J4) - חלק עליון. תופעות נבירה צפופות בגיר ביומיקריטי וקלקארניטי. הנבירות ממולאות לרוב ברסק קליפות וגרגרי חול קרבונטי, במקומות מדולמטים.
  12. מבט מהכביש על בקעת מן ובריכת מן - שהיא דוליינה המנקזת בתת תקרקע את הבקעה.
  - 13\*. מבט מאזור הרכבל העליון על עמק בולען.
  14. תצורת חיפה (J4) - חלק עליון. עדשת דולומיט קשה, סוכרי, בתוך גיר תצורת חיפה.
  15. תצורת כידוד (J5) - סלעי מחדר בזלתיים בתוך פצלי התצורה. במקומות, מובלעות של גיר קלוי.
  16. תצורת חיפה (J4) - מערות הבניאט. תופעות קרסט בתוך הגיר הביומיקריטי.



צִיּוּר 1. מפת מיקום תחנות בסיוור.





צִיּוּר 3. יַחַד לְרֹחַב מִבְּנֵה הַחֲרָמִיוֹן מֵאֲזוּר מִסְעָדָה לְאֲזוּר אֶרְנָה (לְפִי גוֹלְדְבֶּרְג, 1980).

שנויי פציאס ותופעות קרסט בחבורת יהודה והשלכתם על משטר מי התהום  
בגליל מזרחי

אורי כפרי

המכון הגיאולוגי, ירושלים

רקע

הסיור מתמקד בהרי נפתלי, בצפון מזרח הגליל וכולל תוכו 14 תחנות תצפית (תרשים 1)

מטרת הסיור – התחקות אחר שנויי הפציאס המתחוללים בתוך חבורת יהודה ואחר הגיאומטריה שלהם. שנויים אלה ושנויי העובי הנלווים של התצורות השונות, הבונות את חבורת יהודה חלק תחתון, נילנים סכמטית תרשים מס' 2.

באזור מרגליות חתך זה מצומצם כאשר פרט כמון של תצורת יגור מצטמצם דרסטית ומונת באי התאמה על תצורת צלמון ואילו תצורת כפיר חטרה. פרט כמון ממלא חבליט קדום של בלוקים נטויים ועוביו "קופץ" מבלוק אחד למשנהו (תרשים מס' 3). מצב זה מעיד שההעתקים הגובלים את הבלוקים הבונים את המתלול שמעל קרית שמונה היו פעילים כבר בתקופה שקדמה להשקעת פרט כמון, ופעילותם התחזשה בתקופות צעירות יותר.

שנויים פציאליים נכרים חלים גם בחלקה העליון של תבורת יהודה בה חלות התעבויות והתדקקויות של תצורות דיר חנא וסחנין. האחת על חשבון רעותה. שנויי הפציאס חלים בדרך כלל בצמידות לקוי העתקה גדולים

וצעירים, דבר המומז על כך שפעילותם החלה "כבר" בתקופת ההשקעה של התצורות הנ"ל. הנחה זו נחמכת גם ע"י עובדת קיומן של תופעות דיפורמציה (אי התאמות יקמוטים) סינסדימטריות המעידות על אי שקט טקטוני בתקופת ההשקעה.

תצורת דיר חנא מהווה, כבמקומות אחרים אקוילוד המפריד בין האקויפר התחתון (כפירה + כמון + כרכרה) לאקויפר העליון (סחנין + בינה) - של חבורת יהודה.

עקב שנויי הפציאס באזורים בהם מתדקקת תצורת דיר חנא או נעלמת לחלוטין נוצר רצף דולומיטי מסיבי לאורך כל החתך, בו מרובות תופעות חסרוק ותופעות הקרסט הנשלטות ע"י סדוק והמסה. אזורים אלה מהווים מעין "מרזבוח" הידרולוגיות המאופיינות ע"י מוליכות גבוהה למי תהום ואשר בבסיסם מופיעים רוב המעינות הגדולים בתחתית מתלול ההעצקים (עינן, תאו, אוזיים) (תרשים מס' 4).

#### תחנה מס' 1

תצפית על המתלול של קרן נפתלי ליד עין עינן. חתך דולומיטי רצוף מתצורת יגור בבסיס ועד לתצורת סחנין בגג החתך באזור בקעת יחמור. אזור דולומיט רצוף זה משמש "מרזבוח" הידרולוגית ומוצא למעינות עינן.

#### תחנה מס' 2

מבט מערבה לכיוון רמות נפתלי וקרן נפתלי. בסיס החתך בתצורת כפירה וגגו בתצורת סחנין. תצורת דיר חנא מופיעה כאופק זק בעובי של כ-20 מ' המתדקק לכיוון קרן נפתלי.

### תחנה מס' 3

ע"ן תאו. במתלול ממערב נחשפת תצורת יגור ובמעלה החתך מצוי רצף דולומיטי עד לתצורות סחנין ובינה מצפון ליפתח. רצף זה יוצר "מרזבה" הידרולוגית המנוקזת בבסיסה ע"י ע"ן תאו.

### תחנה מס' 4

ע"ן אוזים. מבט על המתלול ממערב. רצף דולומיטי החל בתצורת יגור בבסיס החתך ועד לתצורת סחנין בחלקו העליון. בבסיס ה"מרזבה" המתקבלת - ע"ן אוזים. בקצה העליון, באזור מצפה פאר נצפות תופעות קרסטיות (תחנה מס' 11).

### תחנה מס' 5

מבט ממצפה גבעת שחמית על המתלול שבין קרית שמונה למרגליות (תרשים מס' 3). ניתן להבחין בתצורות מגיל קרטיקון תחתון ומעליהן את חלקה התחתון של חבורת יהודה המונחת עליהן כאי התאמה ניתן להבחין בשכבות המונחות ב-OVERLAP על תבליט קדום של בלוקים נטויים כאשר העוביים של פרט כמון "קופצים" מבלוק אחד למשנהו.

### תחנה מס' 6

עליה בכביש כפר גלעדי מרגליות. במעלה החתך מעל תצורות צלמון, כפירה ויגור מונחת תצורת דיר חנא בעובי ניכר.

### תחנה מס' 7

תצפית על פרט ראש הנקרה של תצורת דיר חנא. הפרט מאופיין ע"י דפורמציות סינסימנטריות הבאות לידי בטוי כאי התאמות וקמוטים.

#### תחנה מס' 8

תצפית מצודת הונין, מרגליות, תצורת יגור מקומשת קמוט חזק כאשר כיוון ציר הקמוט מקביל להקע, עובי פרט כמון, בקטע זה מצומצם.

#### תחנה מס' 9

תצפית בקרבת צומת מרגליות משגב עם, קירטון ראש הנקרה מונח באי התאמה על תבליט של פרט כרכרה.

#### תחנה מס' 10

הקטע שבין מזרח למצפה פאר, ניתן להבחין במעבר פציאלי והתפתחות של דולומיט סחנין כלפי דרום על חשבון פרט ראש הנקרה.

#### תחנה מס' 11

אזור מצפה פאר, מעבר פציאלי חריף תוך כדי התדקקות פרט ראש הנקרה והתעבות תצורת סחנין על חשבונה, במעבר תופעות קרסט, זקיפים ונטיפים, "מריכה" זו כאמור מנוקזת בבסיסה ע"י עין אוגים, (תחנה 4).

#### תחנה מס' 12

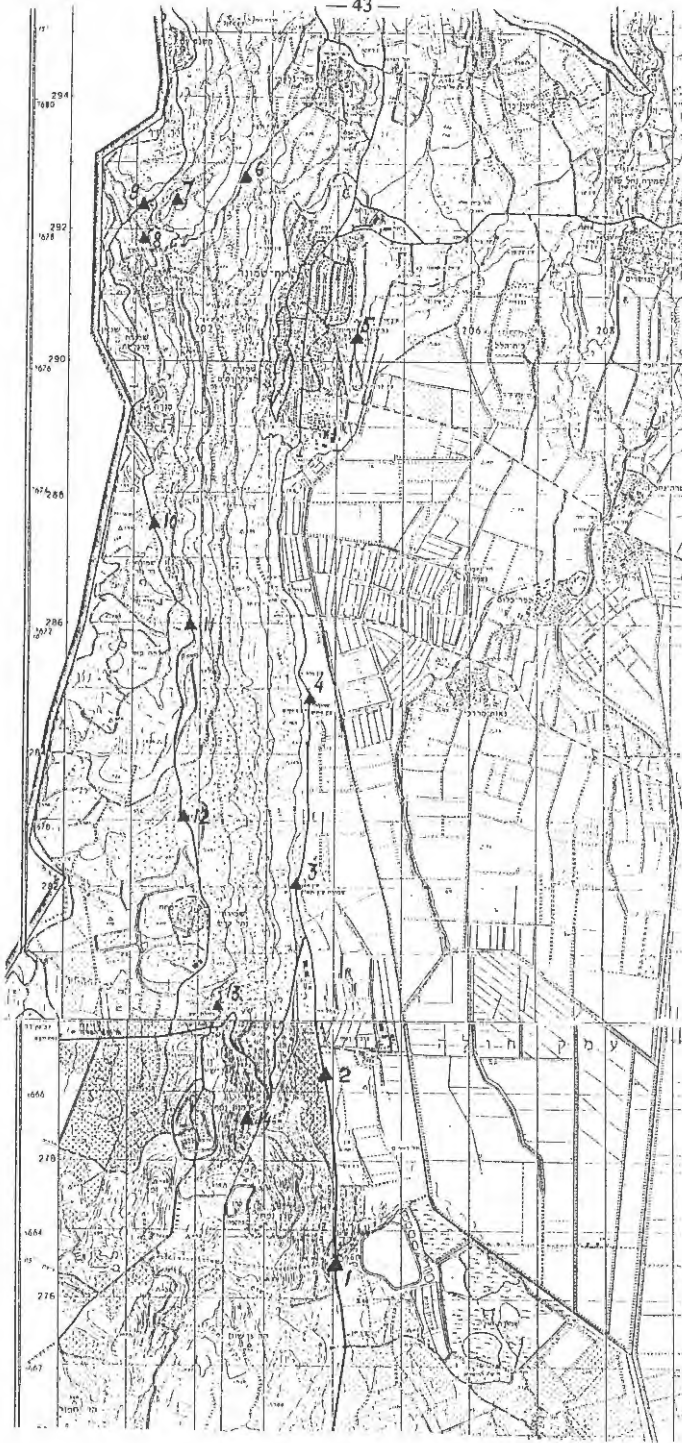
מצפון לפתח בקרבת הכביש התמוטטות על חללים קרסטיים, הנשלטת ע"י מערכות סדוק שכיגונם צפון מזרח וצפון מערב, תופעות קרסט אלה מצויות בקו מזרח מערב על "מריכה" דולומיטית המנוקזת במזרח ע"י עין תאו ובמזרח תופעות אי התאמה חריפות וחבליט קדום בו מונחים קונגלומרטים ניאוגניים באי התאמה על תצורת בר כוכבא המונחת באי התאמה על חבורת הר הצופים הממלאת תבליט על חבורת יהודה ומרמזת על מערכות קרסט קדומות.

תחנה מס' 13

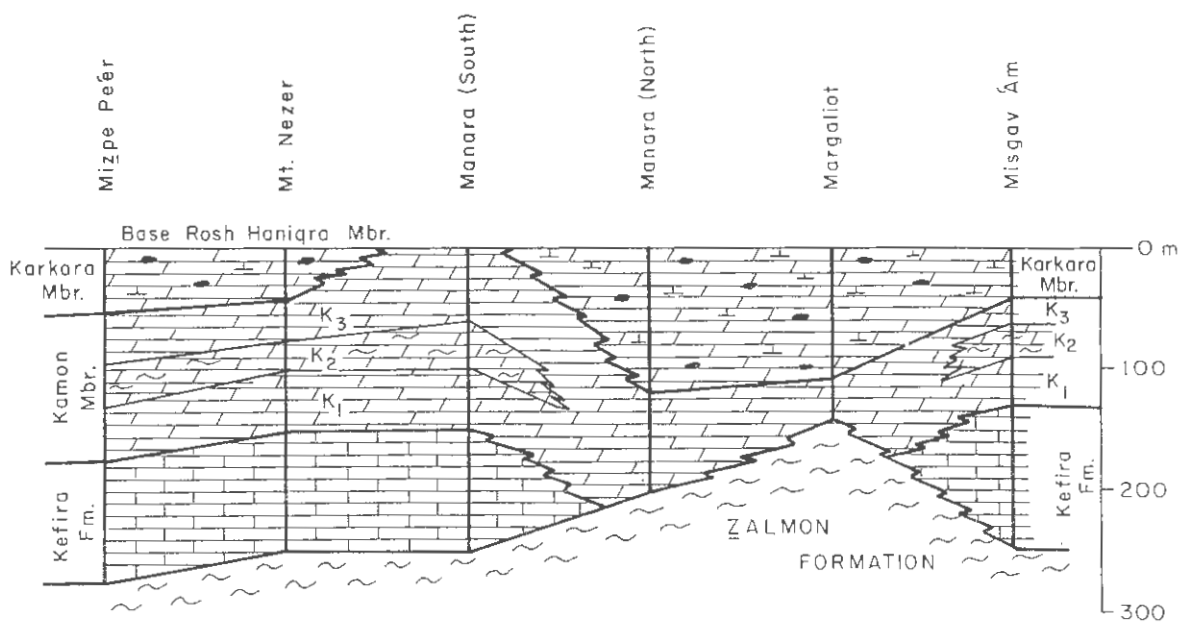
מבט ממצודת כח (נבי יושע) על נחל קוש וימתח. חצורת דיר חנא מונחת  
על גג חצורת יגור ומתדקקת בצורה חריפה מזרחה לכיוון בקעת קדש.

תחנה מס' 14

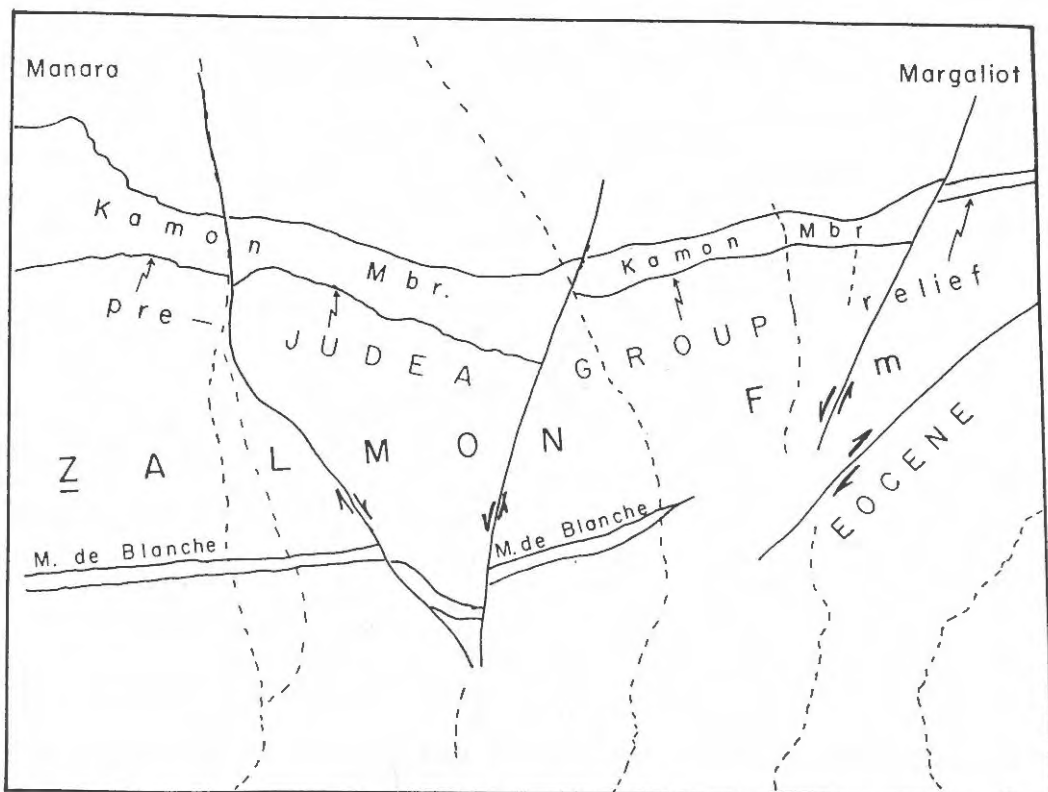
בירידה ממצודת כח לעמק החולה בחצורת כרכרה תופעות של קמוטים  
סינסידימנטריים צפופים וחריפים. ציר הקמוט ניצב לכיוון הבקע



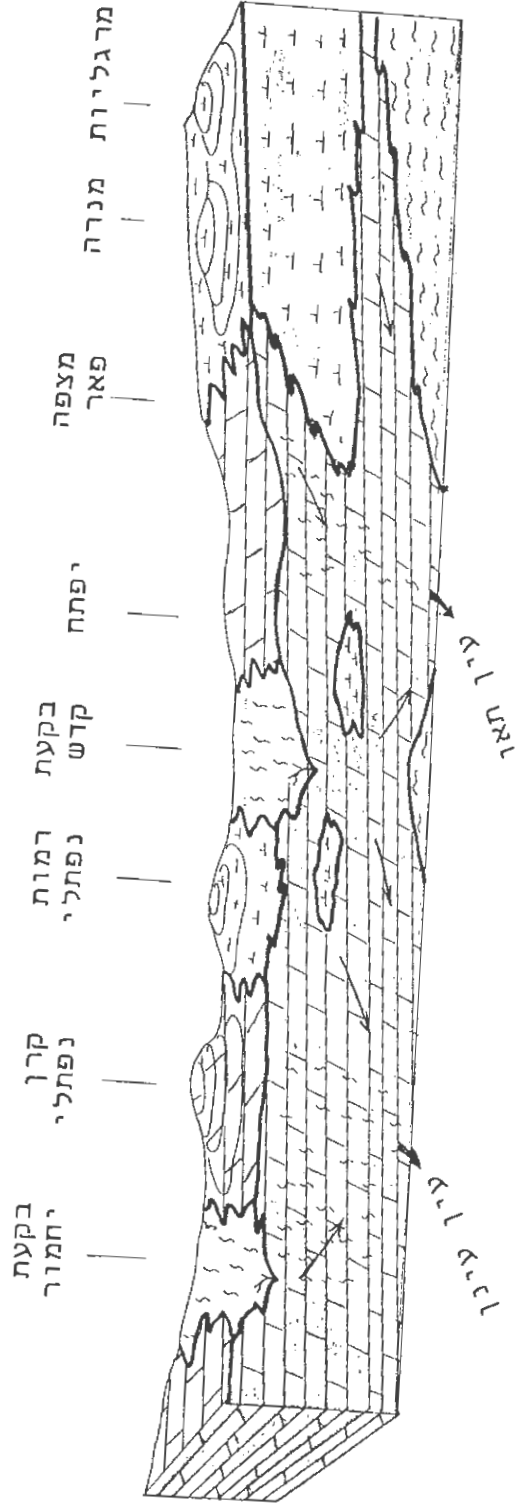
תרשים 1. מפת מפתח



תרשים 2. שנויי פציאס ועובי בחבורת יהודה חלק תחתון, הרי נפתלי.



תרשים 3. שנויי עובי של פרט כמון על גבי תבליט בלוקים קדום.  
המתלול שמעל קרית שמונה.



תרשים 4. שנויי פציאס, היווצרות "מזבחות" דולומיטיות, בקעות קרסיות והופעת מעינות. הרי נפתלי.

### שולי הבקע מדרום לבית שאן ומזרח הגלבוע

יעקב מימרן, גבי שליב, יוסי חצור וברבו לנג - המכון הגיאולוגי.

מטרות הסיור הן הצגת הנושאים הבאים:

1. ליתוסטריגרפיה של חבורת טבריה עם הדגשה על היחידות הוולקניות המתוארכות המשולבות בחתך.
  2. התפתחות המבנה של צפון מזרח השומרון, על פי היחסים בין חבורות יהודה, הר הצופים, עבדת וטבריה.
  3. ליתוסטריגרפיה של חבורת עבדת ומבנה מזרח הגלבוע, והצגת תופעות גלישה של גושים אאוקניים על גבי חבורת הר הצופים.
- מסלול הסיור כולל תחנות מסדת א-טליב (13 ק"מ מדרום לנחל בזק) דרך איזור מרמא פיאד, ואדי מליח, רויה ומרגלות הגלבוע (ציור 1).

#### 1) ליתוסטריגרפיה של חבורות טבריה וים המלח (ציור 5)

השילוב של בדיקות גיל רדיוגניות של כ-20 גופים וולקניים ודייקים בחבורת טבריה מהאזור שמהגלבוע דרך בית שאן עד מרמא פיאד ולימוד יחסי שדה מאפשר עידון החלוקה הסטריגרפית של החתך מגיל נאוגן-קוורטר (חבורת טבריה וים המלח) והמודל הפלאוגיאוגרפי של האזור. החתך בנוי ברובו מסלעי משקע דטריטיים גסים - דקים ובו משולבים מספר קילוחי בזלת וסלעים פירוקלסטיים. הוא מונח באי התאמה אירוזיבית וזוויתית על סלעים מחבורות כורנוב, יהודה, הר הצופים ועבדת (ציור 6) ועביו הכולל עולה על 500 מטר. קביעות גיל רדיוגניות של גופים מגמתיים סייעו רבות לתאור הסטריגרפי המובא בזה.

#### תצורות הורדוס והבזלת התחתונה

באיזור שולי הגלבוע משולבים בתצורת הורדוס שפכי בזלת תחתונה שגילם משתנה בין 10.3 - 17.5 מליון שנה. הבזלת מטיפוס אלקלי - אוליבין דקת גביש, ומקורה כנראה בדייקים כמו אלה הנחשפים לאורך מתלול הגלבוע. תצורת הורדוס מגיעה באזור מרמא פיאד לעובי העולה על 200 מ' ומתחלקת שם לשלשה פרטים:

קונגלומרט תחתון - בנוי מחלוקים בעלי מיון ועיגוליות גרועים מחבורות כורנוב ויהודה, מלוכד היטב ובעובי עד 20 מ'. הפרט האגמי - בנוי מסדרה בעובי שבין 150 - 30 מ' של חילופי סילט קרבונטי, דולומיט, קירטון חווארי ועדשות גבס, במקומות חלק מהחתך גירי (תצלום 5).

קונגלומרט עליון - עביו 50 - 20 מ' והוא מכיל לעתים עדשות או שכבות דקות של סילט אדום. מחשופי הקונגלומרט נפוצים באזור מרמא פיאד והוא מכיל חלוקים מחבורות כורנוב - עבדת ומעט חלוקים מהקונגלומרט התחתון. גיל תצורת הורדוס מיוקן תיכון.

### תצורת בירה והבזלת התיכונה

בתצורת בירה נכללים באזור מרמא פיארד סדימנטים אגמיים - גיריים, סילטים וחרסיות עם מעט שכבות קונגלומרט וגירי אונקוליטים. עובי התצורה 130 מ' וגילה מיוקן עליון. מחשופי התצורה מצויים באזור הסיור עד מרגלות הגלבווע. במחצבת הפירוקלסטים של רווה (תחנה 7) מונח חתך חווארי בעובי כמטר על היחידה הוולקנית (ציור 8).

שני שפכי בזלת מופיעים בחתך במרמא פיארד וגילם בין 5.8-6.4 מליון שנה (ציור 5), וגילים דומים נקבעו לסלעים הוולקניים בסדת א-טליב (תחנה 1) ובמחצבת הפירוקלסטים ברווה (תחנה 7).

### תצורת גשר

תצורת גשר בנויה רצף של סלעים גיריים עם שכבות ביניים חוואריות קירטוניות ושכבות קונגלומרט עם ליכוד קירטוני. בגג החתך חוואר וקרטרון עם אפקי גיר קשה המכיל דפוסי MELANIA.

המחשוף היחידי באזור נמצא ממערב למרמא פיארד (ציור 7), עובי התצורה 110 מ' והיא מונחת באי התאמה על תצורת בירה (ציור 5).

### בזלת הכיסוי

מכסה באזור תבליט ארוזיבי של תצורות בירה, גשר וחבורת עבדת גילה בין 5.2 - 4.5 מליון שנה, ומחשופים שלה נמצאים למרגלות הגלבווע בשיפולי מתלול אבינדב (תחנה 8).

### קונגלומרט ואדי מליח

בונה את המפלס המישורי הנרחב של דרום בקעת בית שאן ומונח באי התאמה על תצורת בירה. עוביו כ-40 מ' באזור ואדי אל-מליח התחתון.

### תצורת סמרא

מופיעה כקונגלומרט חופי הבונה טרסות בגובה טופוגרפי עד 160 מ' ביחס לפני הים (תצלום 3), בשולי בקעת הירדן מדרום למרמא פיארד.

### תצורת הלשון

מונחת באי התאמה על היחידות הקודמות ומגיעה לגובה טופוגרפי שאינו עולה על 180 מ' ביחס לפני הים.

### העתקה

באזור הסיור מזוהות שלש מערכות העתקים. מערכת אחת בכיוון צפון מערב. על מערכת זו נמנים ההעתקים הגדולים המבטרים את השומרון לשורה של הורסטים וגרבנים, והעתק הגלבווע. שעור ההעתקה מאות מטרים. הפעילות על מערכת העתקים זו החלה במשך הרבות תצורת הורדוס ונמשכה גם מאוחר יותר.

מערכת ההעתקים השניה בכיוון צפון - צפון מערב. העתקים בני מערכת זו מופיעים בשולי בקע הירדן ובמזרח הגלבווע, (תחנה מס' 4) שיעור

ההעתקה עד 200 מ' והפעילות היתה בזמן הרבדת תצורת בירה. למרגלות מתלול אבינרב מכסה בזלת הכיסוי העתק ממערכת זו. מערכת ההעתקים השלישית בכוון צפון - דרום. העתקים בני מערכת זו מופיעים בשולי הבקע ובשולי הגלבוץ. גיל ההעתקה מאוחר מבזלת הכיסוי ושיעורה על העתקים בודדים עד מאה מטרים (תחנה 8).

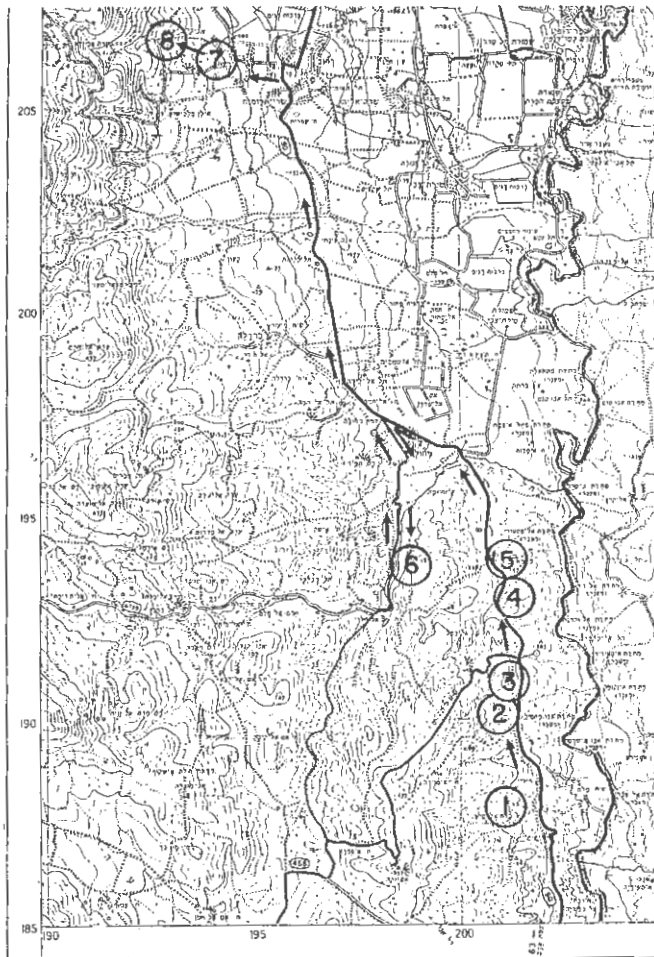
(2) התפתחות המבנה של צפון מזרח השומרון על פי היחסים בין

חבורות יהודה, הר הצופים עבדת וטבריה.

נושא זה מוצג בתחנה מס' 2 - גבעת ארבע החבורות - ראה להלן, בציור 4 ותצלום 4.

(3) ליתוסטריגרפיה של חבורת עבדת ומבנה מזרח הגלבוץ

הנושא מוצג בתחנה מס' 8 - בתצפית על מתלול אבינרב - ראה להלן, ציורים 9, 10 ותצלום 6.



ציור 1 - מפת אזור סיור ב-7, מסלול הסיור והתחנות.

### תחנה מס' 1

סדת א - טליב - נ.צ.מ. 2012/1878\*

הנושא המוצג בתחנה : העתקה נאוגנית ופעילות וולקנית במזרח השומרון:  
הר געש בזלתי באגן שבור של תצורת הורדוס.

האתר נמצא 2 ק"מ ממערב לירדן באגן המזרחי של קמר הפריעה. החבורות הנחשפות באזור: יהודה, הר הצופים, ועבדת, כולן מכוסות בחלקן על ידי תצורת הורדוס ונטויות מזרחה. למרגלות הגבעה, בסמוך לכביש הבקעה, נחשפים דרגשי קונגלומרט של תצורת סמרה, הנטוים קלות מזרחה (תצלום 3). העתק נורמלי בכוון צ' 20 מעלות מע' הנטוי 50 מעלות לכוון מע' דר'-מע' חוצה את האתר.

ההעתק מהווה את גבולו המזרחי של אגן מורפוטקטוני ששטחו 400X800 מ', המכיל חתך תצורת הורדוס בעובי 90 מ' לפחות. החתך מורכב מיחידה סילטית אדמדמה בעובי 60 מ' ומתחתה ומעליה שכבות קונגלומרט דקות. מעל לקונגלומרט העליון מונח חתך של סלעים וולקניים הבנוי בעיקר משפכי בזלת עם מעט סקוריה בחלק התחתון (תצלומים 1, 2). הוא מוקף בהדרגה מערבה מעובי של 30 מ' ומסתיים במישור ההעתק במזרח. מחשוף קטן של בזלת, בקוטר מטרים אחדים, נמצא ממזרח להעתק על הגוש המורם (ציורים 2, 3).

על פי הליתולוגיה והתפוצה של הסלעים הוולקניים מוצע שמדובר בהר געש קטן שכנראה ניזון דרך מישור ההעתק. חלקו העליון של הר הגעש הוסר וניתן להראות את מיקום צינור ההזנה והתרחבותו לשפכי הלבנה התחתונים. גילה הרדיוגני של הבזלת כפי שהתקבל מבדיקת שני מדגמים משני צדי ההעתק  $5.5 \pm 0.1$  מ"ש. גיל זה דומה לגיל החתך הפירוקלסטי במחצבה ברוויה שנראה בהמשך הסיור.

הצרוף של העתקה נורמלית עם החתך הוולקני - סדימנטרי מאפשר קביעת השלבים הבאים בהתפתחות האיזור לאחר ההטיה של חבורת עבדת:

1. הרבדה של קונגלומרט תחתון, סילטים אדומים וקונגלומרט עליון (תצורת הורדוס) באי התאמה על תבליט מורפוטקטוני.

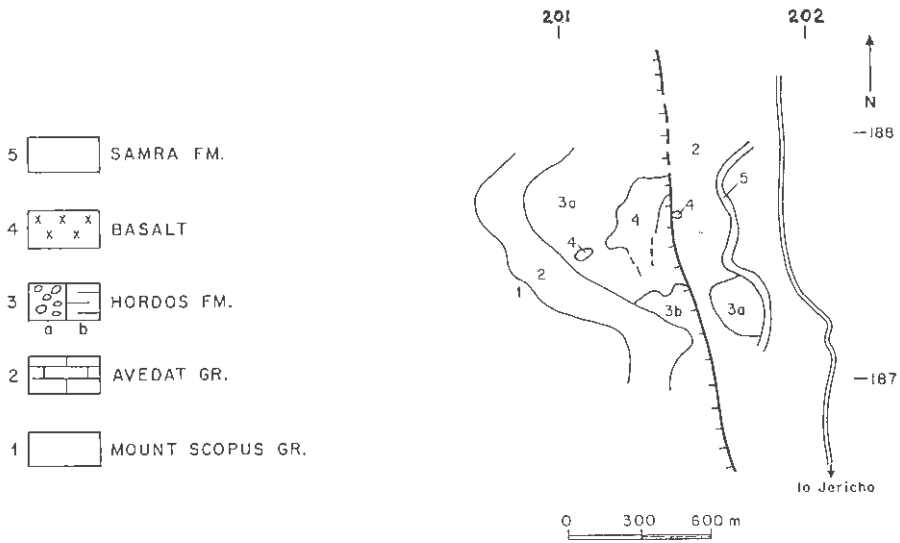
2. העתקה נורמלית בכוון מע'-צ'-מע' במיוקן וארוזיה של חתך תצורת הורדוס מהגוש המזרחי שהורם.

3. התפרצויות סקוריה ובזלת והצטברותן בעיקר על הגוש המערבי המורד.

4. הטיה קלה מזרחה של השטח והמשך ארוזיה.

---

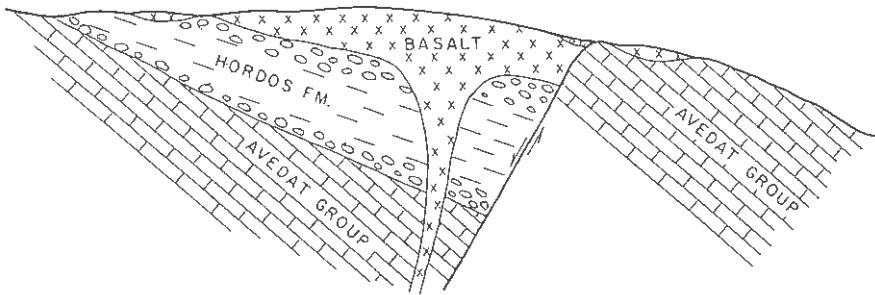
\* סיור תחנה מס' 1 נמשך כ-2.5 שעות וכרוך בטיפוס על גבעה בגובה 150 מ'.



ציור 2 - מפה גיאולוגית של אזור סדח-א-טליב.

-W-

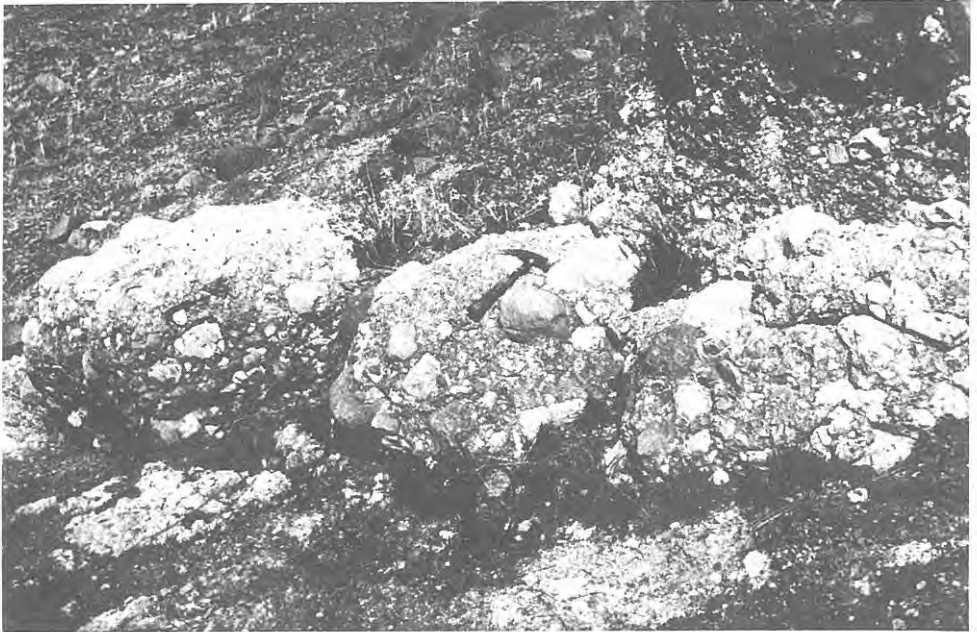
-E-



ציור 3 - חתך רוחב סכמטי המראה את היחס בין היחידות הסדימנטריות לוולקניות.



תצלום 1 - מבט מדרום מערב על "הר הגעש השבור".  
1. העתק בכיוון צפון צפון מערב. 2. חתך וולקני עבה  
ממערב להעתק. 3. חתך וולקני דק ממזרח להעתק. 4.  
תצורת הורדוס. 5. גושי קונגלומרט אפוי של תצורת  
הורדוס. 6. חבורת עבדת. 7. תצורת הלשון.



תצלום 2 - גושי קונגלומרט אפוי של תצורות הורדוס  
במגע עם בסיס החתך הוולקני.



תצלום 3 - החץ מצביע על דרגשים של תצורת סמרה  
במדרון המזרחי של סדת א-טליב.

## תחנה מס' 2

### תצפית על "גבעת ארבע החבורות" נ.צ.מ. 20096/19010

"גבעת ארבע החבורות" שמצפון לואדי אום חרובה מהווה אתר חשוב להבנת התפתחות אנטיקלינוריום הפריעה. על מרחק אפקי קצר נחשפים החלק העליון של חבורת יהודה, חבורת הר הצופים שכל עביה מטרים ספורים, חבורת עבדה וחבורת טבריה. היחסים בין ארבע החבורות הינם של אי התאמות ארוזיביות וזוויתיות (ציור 4 ותצלום 4).

שחזור הנטיות הסטרוקטורליות מצביע על כך שהקימוט הרגיונלי החל בהטיה בת 8-13 מעלות של האיזור הנסקר לכיוון מזרח דרום מזרח. הקימוט לווה בתנועות העתקה לא גדולות והתרחש בין טורון עליון לסנטון תחתון. פזת קימוט נוספת התרחשה באאוקן התיכון המוקדם, לפני הרבדת סלעי חבורת עבדה הנחשפים כיום. נטיית גג חבורת יהודה היתה כבר אז במקומות מעל 30 מעלות לכיוון מזרח דרום מזרח. בין האאוקן העליון למיוקן התחתון פזת קימוט נוספת הביאה להטיה בשיעור של 20 מעלות ויותר של סלעי חבורת עבדה לכיוון מזרח.

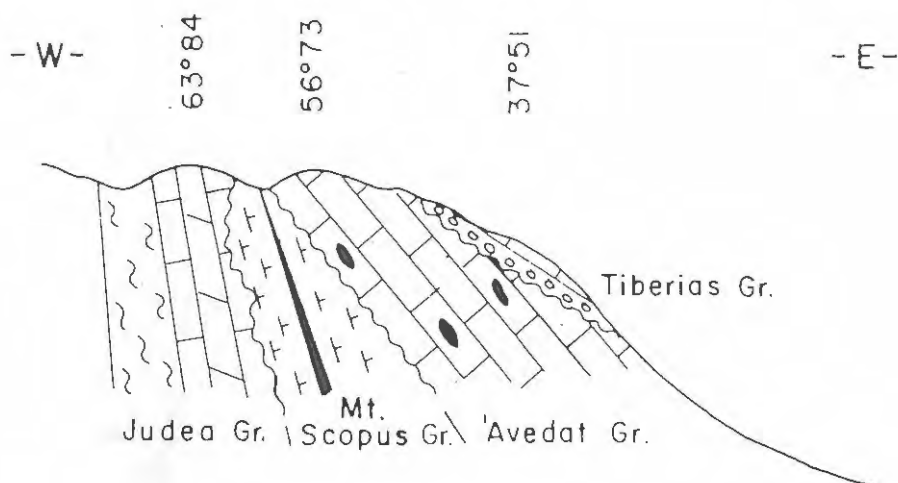
סלעי חבורת יהודה הגיעו בעקבות פזת קימוט זו לנטיה מצטברת של 50 מעלות ויותר.

שכבות קונגלומרט וגיר נאוגנים מתצורת הורדוס (חבורת טבריה) המונחות בגבעת ארבע החבורות באי החאמה על חבורת עבדה עברו הטיה בשיעור 37 מעלות לכיוון צפון מזרח.

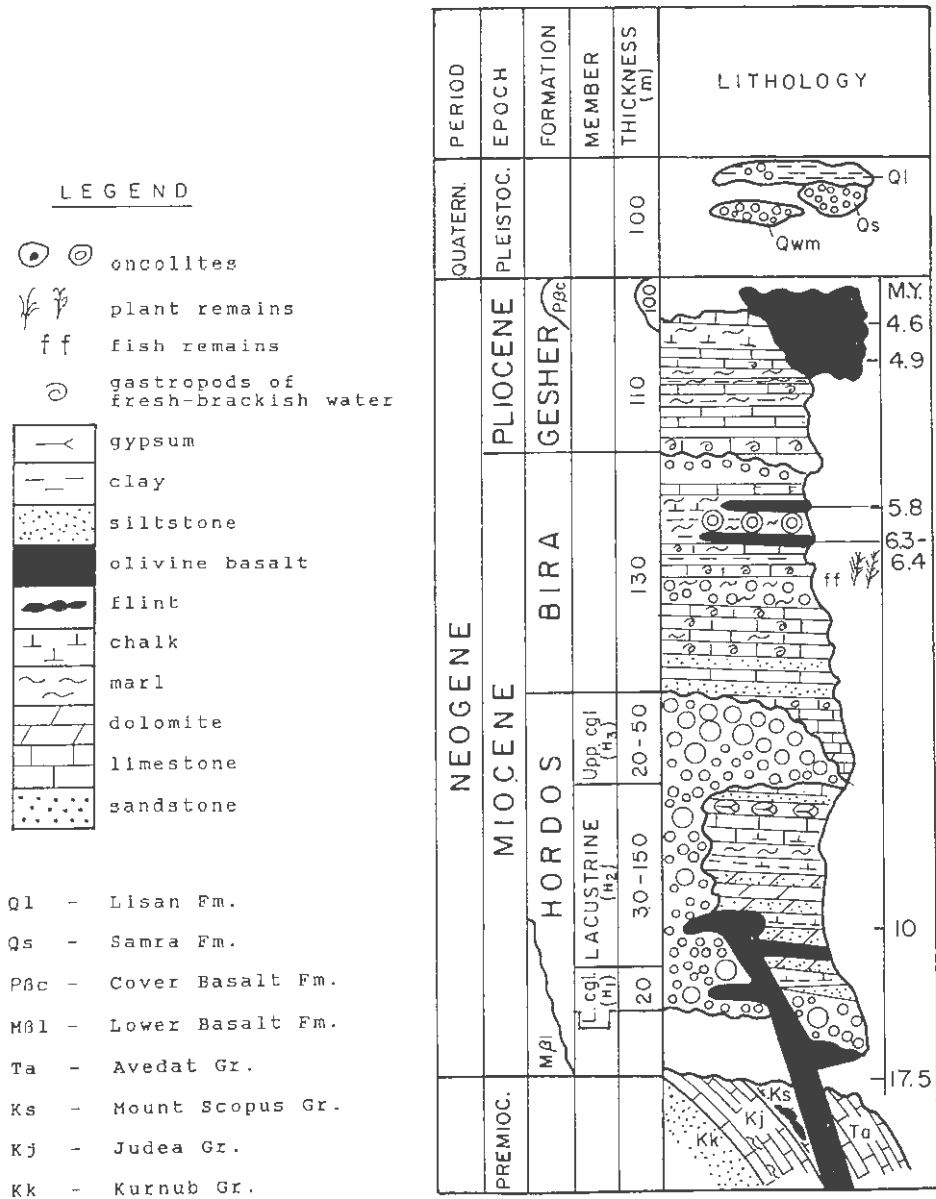
החתך המצומצם של חבורת הר הצופים בצירוף קריטריונים פאוניםטיים וליתולוגיים שונים מצביעים על הרבדה בים רדוד ביותר. חוף הים הסנוני ליחך, איפוא, את השיפולים המזרחיים של גבעת ארבע החבורות. המסקנה מכך שחלקו העליון של אגף אנטיקלינוריום הפריעה, שהיה נטוי כבר בסנטון בשיעור 8-13 מעלות הזדקר כיבשה מעל לים הסנוני. הערכה זהירה מעלה כי רחבה של רצועת היבשה באיזור ציר הקמר הגיעה ל-10 ק"מ.



תצלום 4 - גבעת ארבע החבורות. לזיהוי החבורות העזר בציור 4.



ציור 4 - חתך רוחב סכמטי בגבעת ארבע החבורות עם ציון הנסיות של כל אחת מהחבורות.



ציור 5 - חתך עמודי מוכלל של חבורות טבריה וים המלח באזור מרמא פיאד - בית שאן.

תחנה מס' 3

ראוס ביורד - נ.צ. 2010/1910

בתחנה זו נצפה מכביש הבקעה מערבה אל מחשופים יפים של הפרט האגמי של תצורת הורדוס שעליו חופה שכבת קונגלומרט דקה - הקונגלומרט העליון של התצורה (תצלום 5). עובי הפרט כאן כ-100 מטר ובולטים בו הגוונים האדמדמים והלבנים האפיניים של שכבות סילט עם מעט שכבות ביניים דלומיטיות וקרטוניות.



תצלום 5 - הפרט האגמי והקונגלומרט העליון של תצורת הורדוס במדרון המזרחי של ראוס ביורד (תחנה 3).

## תחנות מס' 4 - 5

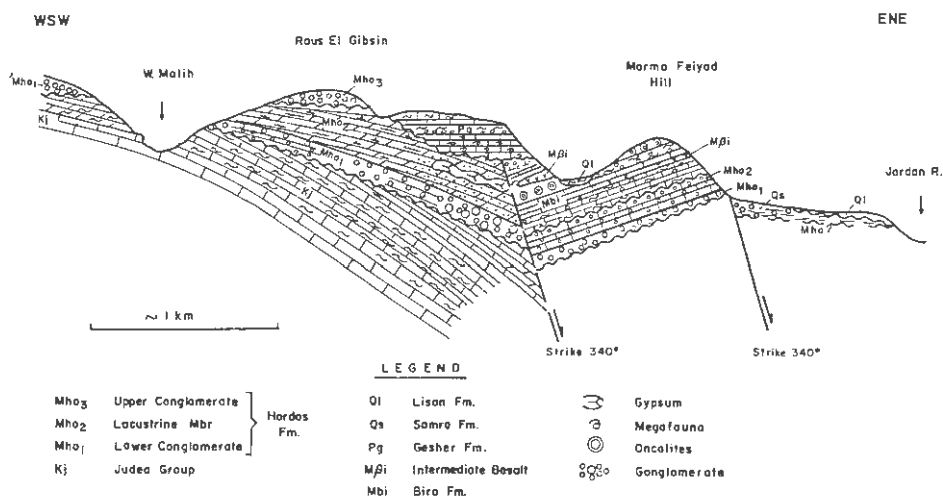
מרמא פיארד, נ.צ.מ. 2010/1935

תחנה מס' 4 ממוקמת מעט דרומית למרמא פיארד ומטרתה תצפית על הבלוק הנטוי מערבה ותצורות בירה וגשר הנחשפות בו (ציורים 5, 6, 7). תחנה מס' 5 נמצאת בכניסה למוצב שבפסגת מרמא פיארד ומשמשת לתצפית מערבה על "מפרץ" תצורת גשר - החושף חתך גירי דרגשי עם שכבות ביניים חוואריות - קרטוניות דקות בגבעה שממערב לכביש הבקעה.

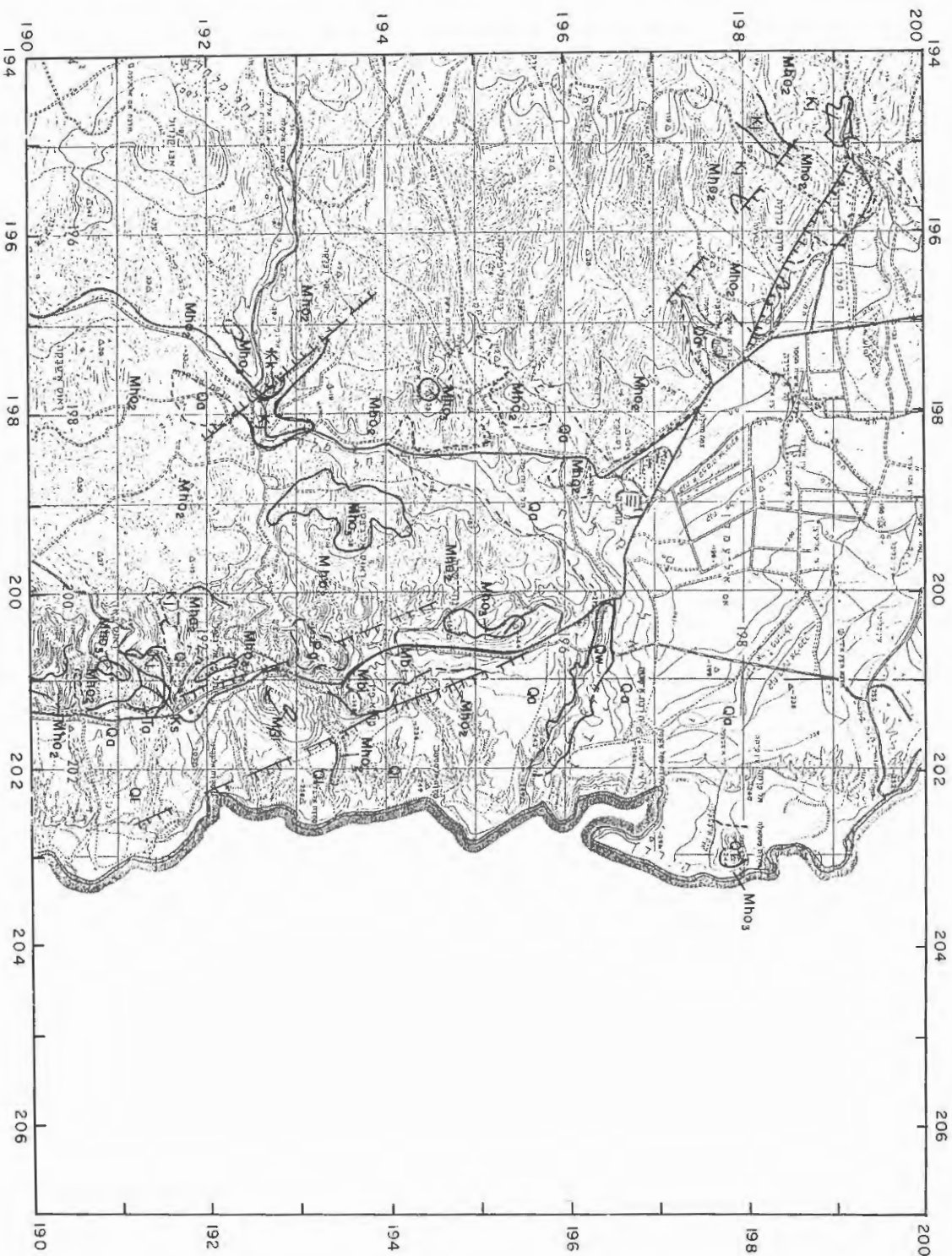
העובי הכולל של תצורת בירה בבלוק מרמא פיארד 130 מ' ומשולבים בה קילוחי בזלת שאחד מהם נראה בבירור במדרון הדרומי (תצפית תחנה מס' 4) ומחשוף נוסף קטן בחלקה העליון של התצורה בסמוך למגע עם תצורת גשר - מערבה לכביש.

במקום בו עובר כביש הבקעה למרגלות מרמא פיארד ממש - נבדוק מחשוף תצורת בירה הבנוי חוואר עם גיר אונקוליטים. במחשוף לפחות שני דייקים בלויים ביותר שלא ניתן לדגום בהם חומר טרי הדרוש לקביעת גילם.

תחנות מרמא פיארד בשילוב חתך הרוחב והמפה הגיאולוגית הסכמטיים (ציורים 6, 7) מציגים את הסטריגרפיה והמבנה של חלק זה של בקע הירדן שבו המחשופים הנרחבים והמלאים הדרומיים ביותר של חבורת טבריה באזור.



ציור 6 - חתך רוחב סכמטי באיזור מרמא פיארד. למקרא ליתולוגי ראה ציור 5.



תחנה מס' 6

כביש עליה לרותם (ראוט ג' בסין) 1988/1940

בחתך הנחשף בכביש העולה לרותם נבחן את הפרט האגמי ואת הקונגלומרט העליון של תצורת הורדוס על מגוון החלוקים המרכיבים אותו - החל מאבני חול מחבורת כורנוב וכלה בגיר חבורת עבות. לעתים נמצא חלוקים שנגזרו מהקונגלומרט התחתון של תצורת הורדוס. ליכוד הקונגלומרט סילטי - קרבונטי עם גוונים אדמדמים. רותם נמצאת בסמוך ל"ברך" ואדי מליח - המקום בו מבצע הנחל תפנית בזוית ישרה צפונה. באזור הברך מגביה העתק שכוונו צפון - מערב בלוח עתיק החושף אל מתחת מצוק הבלנש (גיר עין אל אסד) שגילו אפטיאן (ציור 7). מעל לבלנש שכבות גיר וחואר מתצורת טמון ומעליהן באי התאמה - תצורת הורדוס. מתחנה 6 נצפה למרחק כ-1.5 ק"מ לכוון מערב צפון - מערב לגבעה הנקראת מונטר א-שק. בגבעה זו חתך מלא של תצורת הורדוס על שלשת פרטיו (קונלומרט תחתון, הפרט האגמי וקונגלומרט עליון), אם כי כאן החתך דק הרבה יותר מזה שבראוס ביוד (תחנה 3).

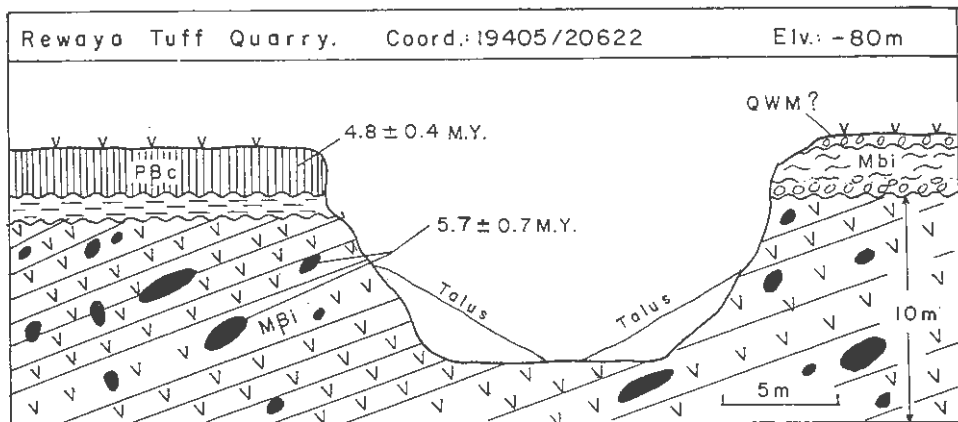
## תחנה מס' 7

מחצבת הפירוקלסטים ברויה - נ.צ.מ. 19405/20622

התחנה ממוקמת במחצבת פירוקלסטים למרגלות הגלבוץ המזרחי, בשולי נחל אבינדב, סמוך למושב רויה (ציורים 1, 8). קוטר המחשוף כ-70 מ'. הפירוקלסטים משוכבים ונטויים בשיעור 35 מעלות מערבה. החתך מכיל אפר, לפילי, בלוקים ופצצות וולקניות. העובי המירבי החשוף כ-20 מטר. הסדרה הפירוקלסטית גדועה במזרח על ידי סדימנטים חוואריים השייכים לתצורת בירה ובמערב על ידי קילוח בזלת מגיל 4.8 מליון שנה (ציור 1; שליב, בהכנה). אופק של קרקע פוסילית מבדיל בין קילוח הבזלת לפירוקלסטים. שלש פצצות וולקניות תוארכו ונתקבל גיל של  $0.7 \pm 5.7$  מליון שנה. מקור ההתפרצות הוולקנית לא נמצא, אך כיוון הנטייה ושיעורן מצביעים על מקור אפשרי במזרח במרחק לא רב.

תצורת בירה - התצורה מונחת באי התאמה זוויתית על הפירוקלסטים הנטויים. בבסיס החתך נמצאת שכבת חלוקים אאוקניים ממוינים גרוע בקוטר 1-20 ס"מ ומעט חלוקי פירוקלסטים. מעל החלוקים חוואר שבו המרכיב החרסיתי שולט. יתכן שבתקופת הצטברות חוואר בירה נמצא איזור רויה באגן פנימי ולכן נרבו בו חרסיות בתנאי אנרגיה נמוכה, בניגוד לאיזורים אחרים, כמו חרבת מגדע, (בכוון צפון מערב) שהיו סמוכים לשולי האגן ובהם שכיחים יותר קונגלומרטים.

בזלת הכיסוי - זוהי בזלת קשה, מסיבית, אלקלי אוליבינית, בעלת טכסטורה גלומרופיריטית המתאפיינת על ידי מאספים של פנוקריסטים במטריקס דק גביש. הפנוקריסטים של פלגיוקלז, אוליבין ואוגיט, והמטריקס לרוב מראה טכסטורת זרימה.



ציור 8 - חתך רוחב בכוון מזרח - מערב במחצבת הפירוקלסטים ברויה. למקרא סטרטיגרפי ראה ציור 5.

### תחנה מס' 8

#### תצפית נחל אבינדב - נ.צ.מ. 19270/20675

בתצפית נחל אבינדב נתמקד בשלושה נושאים: סטרטיגרפיה, העתקה וגלישות (ציורים 9, 10, תצלום 6).

סטרטיגרפיה - השיפולים המזרחיים של גוש הגלבוש באזור נחל אבינדב בנויים סלעי חבורת הר הצופים. תצורות מנוחה, מישאש, וע'רוב מוכרות מהאזור אלא שהחשיפתן דלה. חבורת עבודת בנויה מאבני גיר ומעט קרטון, וחולקה ע"י חצור (1988) לשלוש יחידות:

E1 - יחידה דרגשית ברובה ומצוקית בחלקה העליון. המצוק העליון בולט ומאפין את גג היחידה. הליתולוגיה של גיר לבן עם מעט צור המופיע כנודולות, באופקים דקים, בצרור סלקטיבי של מאובנים וכקוורצוליט. הגיר הינו ביוספאריטי בחילופין עם גיר מיקריטי עשיר בנומוליטים ואצות. עובי היחידה כ-170 מ' וגילה סוף אאוקן תחתון - אאוקן תיכון.

E2 - היחידה משוכבת דק ויוצרת מדרון מתון בניגוד ליחידות המצוקיות מתחתה ומעליה. היא בנויה גיר לבן ליתוגרפי עם מעט שכבות ונודולות דקות של צור. הגיר הינו מטיפוס SPARSE BIOMICRITE ומכיל שילוב פאונה פלנקטונית ומעט בנתונית. עובי היחידה בנחל אבינדב 110 מ' וגילה אאוקן תיכון.

E3 - בבסיס היחידה מצוק בולט המשמש אופק מנחה. היחידה בנויה גיר לבן גבישי גס-בינוני. הגיר השולט מטיפוס PACKED BIOSPARITE אם כי יש שכבות ביניים של ביומיקריט. עובי החתך הנחשף במתלול אבינדב 56 מ'. בנחל בזק החתך מלא יותר ועוביו עולה על 100 מ'. גיל היחידה אאוקן תיכון.

#### דייקים בזלתיים

במעלה נחל אבינדב (נ.צ. 1921/2065) ניתן לראות שני דייקים שכוונם 290 מעלות. הדייקים מטיפוס אלקלי אוליבין בזלט והם ממוקמים באיזור המרכזי של סדרת הבלוקים המדורגים באיזור נחל אבינדב. קילוח בזלת הכיסוי בסמוך נדגם בשלושה אתרים שונים על גבי שתי מדרגות מורפולוגיות וממוצע 9 מדידות העלה גיל של  $0.4 \pm 4.7$  מ"ש. גיל הדייקים  $0.1 \pm 4.6$  מ"ש. דייקים מעין אלו של נחל אבינדב יכולים היו לספק את החומר הבזלתי לקילוחי בזלת הכיסוי.

#### העתקה

בתצפית נחל אבינדב אנו נמצאים על העתק שכווננו צפון-דרום המעמיד בגדה הצפונית של הנחל בזלת כיסוי מול חבורת הר הצופים (ציור 10). בגדה הדרומית מועתקים קילוחים של בזלת הכיסוי המונחים על קונגלומרט של תצורת בירה בכמאה מטר. העתק זה יוצר מתלול מורפולוגי ברור מדרום לנחל אבינדב (תצלום 6).

במחצבה שבנחל אבינדב נמדדו ע"י חצור שתי מערכות העתקים קטנים:

א. העתקים נורמליים שכוונם צפון מערב.

ב. העתקי תזוזה אפקית: מערכת שמאלית בכוון צפון-דרום ומערכת ימנית בכוון מזרח-מערב. לשתי מערכות אלה חישב חצור שני שדות מאמצים:

| C R E T A C E O U S  |  |  |  | T E R T I A R Y                              |  |  |  | SYSTEM         |
|----------------------|--|--|--|----------------------------------------------|--|--|--|----------------|
| UPPER CRETACEOUS     |  |  |  | PALEOGENE                                    |  |  |  | SERIES         |
| CENOMANIAN           |  |  |  | E O C E N E                                  |  |  |  | STAGE          |
| J U D E A            |  |  |  | L O W E R M I D D L E                        |  |  |  | SUB STAGE      |
| D E I R H A N N A    |  |  |  | A V E D A T                                  |  |  |  | GROUP          |
| S A K H N I N        |  |  |  | e <sub>1</sub> e <sub>2</sub> e <sub>3</sub> |  |  |  | FORMATION      |
| M E N U H A          |  |  |  | L I T H O L O G Y                            |  |  |  |                |
| M I S H              |  |  |  |                                              |  |  |  |                |
| G H A R E B          |  |  |  |                                              |  |  |  |                |
| T A Q I Y E          |  |  |  |                                              |  |  |  |                |
| M E T E R S          |  |  |  |                                              |  |  |  |                |
| T H I C K N E S S m. |  |  |  |                                              |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | R E M A R K S                                |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | M A P P I N G U N I T S                      |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | 100+                                         |  |  |  | e <sub>3</sub> |
|                      |  |  |  | 1000                                         |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | 60-100                                       |  |  |  | e <sub>2</sub> |
|                      |  |  |  | 900                                          |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | 180                                          |  |  |  | e <sub>1</sub> |
|                      |  |  |  | 700                                          |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | 0-80                                         |  |  |  | Til            |
|                      |  |  |  | 600                                          |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | 30-120                                       |  |  |  | Kug            |
|                      |  |  |  | 500                                          |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | 3-25                                         |  |  |  | Kum            |
|                      |  |  |  | 100                                          |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | 150                                          |  |  |  | Kum            |
|                      |  |  |  | 300                                          |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | 25-85                                        |  |  |  | Kubi           |
|                      |  |  |  | 200                                          |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | 150                                          |  |  |  | Kusa           |
|                      |  |  |  | 100                                          |  |  |  |                |
|                      |  |  |  | 100+                                         |  |  |  | Kudh           |

ציור 9 - חתך עמודי מורכב של חבורות יהודה, הר הצופים ועברת במזרח הגלבוש.



תצלום 6 - מבט פנורמי על הגדה הצפונית של נחל אבינדב. ניתן להבחין בחבורות הר הצופים ועבדת, בזלת הכיסוי ובגושים אאוקניים גלויים על חבורת הר הצופים.

E1, E2, E3 - יחידות המיפוי של חבורת עבדת, MS - חבורת הצופים,  $\beta c$  - בזלת הכיסוי,  $d$  - דייק, S - גלישה.

(א) לחיצה מירבית אנכית ולחיצה מזערית אפקית בכיוון 151 מעלות עבור ההעתקים הנורמליים.

(ב) לחיצה מירבית אפקית בכיוון 318 מעלות ולחיצה מזערית אפקית בכיוון 49 מעלות עבור המערכת הצמודה של העתקי התזוזה האפקית.

גלישות  
גלישות מטיפוס SLUMPS שכיחות במדרונות המזרחיים של הגלבוע. הגלישות ברובן של סלעי חבורת עבדת המחליקים על גבי סלעי חבורת הר הצופים ותצורת הורדוס. אורך הגושים הגלויים 10-1000 מ' והם נמצאים על גבי מדרונות בשיפוע 15 - 25 מעלות, שבמרבית המקרים עוצבו על ידי העתקים. הגלישה במדרון המזרחי של הגלבוע מצפון לנחל אבינרב מיצגת היטב את המנגנון. הגוש הגלוי בגודל 1 X 0.5 ק"מ והוא מכסה את חבורת הר הצופים, את העתק אבינרב ואף חלק מתצורות הורדוס ובזלת הכיסוי (ציור 10 ותצלום 6).

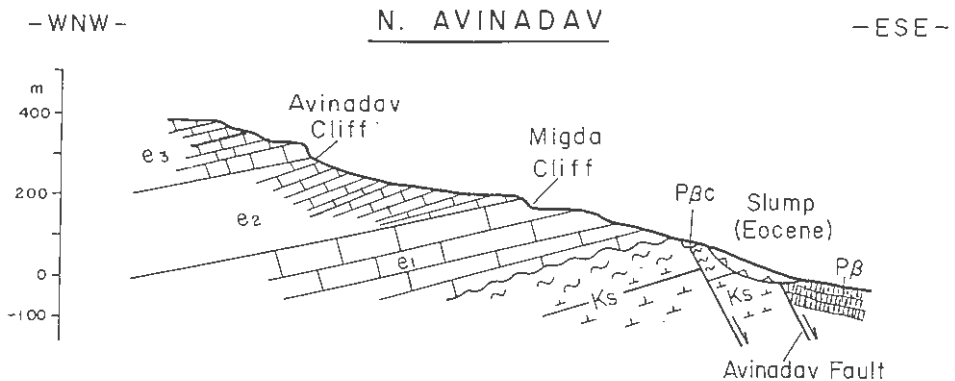
צרוף של מספר גורמים במדרונות הגלבוע מביא לשכיחות הגבוהה של הגלישות:

א. ליתוסטריגרפיה - גירים מסיביים של חבורת עבדת הרבורים על חתך קרטוני חרסיתי של חבורת הר הצופים.

ב. נוכחות מישורי סירוק ושבירה צפופים בסלעים הגולשים בניצב לכיוון המדרון.

ג. שיפועים טופוגרפיים תלולים.

התפתחות הגלישות ממתנת את השיפועים התלולים ומטשטשת את התבליט המורפוטקטוני הקדום.



ציור 10 - חתך רוחב סכמטי בכיוון מזרח - מערב במתלול אבינרב. למקרא סטריגרפי ראה ציור 9.

### הנאוגו במתלול-פוריה.

בהדרכת גבי שליב,

#### רקע.

במתלול-פוריה, ממערב לדרום הכנרת, נחשף החתך הנאוגני העבה והמלא ביותר המוכר בצפון הארץ. אזור זה, המהווה חלק מהשוליים המורמים של בקע ים-המלח הינו גם חלק משוליו הצפוניים של "האגן הפנימי של הגליל התחתון" (Picard, 1932; שולמן, 1962). היחידות הסטראטיגרפיות הנחשפות לאורך מתלול-פוריה הן: תצורת הורדוס המתאצבעת בזרמים של הבזלת התחתונה; תצורת בירה; תצורת גשר ובזלת הכיסוי (תרשימים 2,1).

החתך של תצורת הורדוס (תרשים 3), הנחשף בחלק הצפוני של מתלול-פוריה, מילא קער ("הקער של מגדל - ראש פינה"), שנוצר בשלב של כימות מבני ה"קשת הסורית". התצורה מונחת באי-התאמה ארוסיבית וזויתית קלה על סלעים עליונים של חבורת יהודה ועל תצורת עין-זיתים, מחבורת הר הצופים. חלקו התחתון של החתך (בעובי של כ-420 מ') מורכב מסלעים קלסטיים דקים, בחילופין עם קרבונטים של מים מתוקים ואופקי קונגלומרט. הוא הורבד בסביבה נחלית-אגמית עם מקור הספקה מרוחק. חלקה העליון של תצורת הורדוס (בעובי של כ-200 מ') המורכב אף הוא מסלעים קלסטיים, מתעשר עם העליה בחתך בקונגלומרטים עד שאלה מהווים את עיקרו. אופי החלוקים והרכבם מעיד שמקור אספקתם היה ממבנה מזרם, קרוב למדי, בו היו חשופים סלעים של חבורת יהודה ושל חבורת עבדת. חמש אינטרקלציות של זרמי בזלת, בעובי 9 עד 40 מ' כל אחת, משולבות בחלק זה של החתך באזור ואדי קסב (תרשימים 3,1). תיארוך הרדיומטרי של הבזלות (Shaliv and Steinitz, 1988) מאפשר קביעת זמני הרבדת תצורת הורדוס כאן מהחל מלפני למעלה מ-17 מ"ש ועד מאוחר מ-12.5 מ"ש.

דרומה יותר, לאורך מתלול-פוריה, מתעבות האינטרקציות הבזלתיות על חשבון הסלעים הסדימנטריים שביניהן. בכוכב-הירדן מופיע חתך רציף של הבזלת התחתונה, שעוביו כ- 630 מ' וגילו 15 עד 9 מ"ש (Shaliv and Steinitz, 1988).

תצורת בירה מונחת באי-התאמה זוויתית חריפה מעל לתצורת הורדס, כשהיא גודעת אותה לכיוון צפון (תרשים 4) ועוביה כאן מגיע לכ- 120 מ' (Bentor, 1946). היא בנויה בעיקר מחווארים דולומיטיים למינריים, העשירים בחומר אורגני, שהורבדו בשולי עמק הירדן בסביבה אגמית מחזרת (שולמן, 1962), ברקית עד היפרסלינית (Rosenfeld et al 1981). היא מלאה תבליט שנוצר בפזת העתקה חריפה, המתבטאת בהופעה של קונגלומרט אום-סבונה בקרבת העתקים, מדרום לאזור הסיור (שולמן, 1962). גיל תצורת בירה נקבע לפי תיארוך רדיומטרי של זרמי "הבזלת התיכונה" המופיעים בתוכה בכוכב-הירדן והינו 7 עד כ-5.5 מ"ש (Shaliv and Steinitz, 1988).

הופעה של זרעש בנוי מאוסטראות (המגדירות סביבה אסטוארית), בקרבת בסיס התצורה בצפון מתלול-פוריה (תרשים 2) מצביעה על חדירה ימית שהגיעה לאזור זה לפני 6 עד 7 מ"ש. קורלציה של אופק זה לאופקי צדפות ימיות, שנמצאו ממזרח לתבור ובאזור כפר-יחזקאל (שולמן, 1962) מעל לבזלת התחתונה, אשר גילן קדום ל-5.2 מ"ש לפי תיארוך בזלת המונחת מעליהם, מחזק את ההשערה שחדירת הים היתה ממערב.

תצורת גשר מונחת באי-התאמה ארוסיבית על גבי תצורת בירה (שולמן, 1962; ניסנבאום, 1964) כשביניהן אופק דק של אבן חול גירית. עוביה המירבי של התצורה כאן הוא 110 מ' (Bentor, 1946) והיא בנויה מקירטונים, גירים אואוליטיים וסלעים קלטיים המורכבים בעיקר מתוצרי בליה של סלעים וולקניים. היא הורבדה באגמים של מים מתוקים (Bentor, 1946; Picard, 1932; שולמן, 1962).

נראה שתצורת בירה כיסתה שטחים נרחבים בתחומי האגן הנאוגני, מעמק-יזרעאל במערב ועד לבקע ים-המלח, ואילו תצורת גשר, שנמצאה רק בשולי עמק-הירדן ובמרכז עמק-חרוד, הורבדה לאחר שלב של שקיעה מאוחרת לתצורת בירה בבקע ים-המלח (שליב, בהכנה).

תמונה כללית המצטיירת לגבי התפתחותו של "האגן הנאוגני של הגליל-התחתון והעמקים" (שליב, בהכנה), הינה של אגן שוקע שהחל להיפתח ולצבור בתוכו בזלות עבות החל מפני 15-16 מ"ש, במיוקן התיכון. שקיעתו של האגן, שכיוונו מערב-צפון-מערב, ניצב למבני הקימוט של ה"קשת הסורית" ואלכסונית לכיוון בקע ים-המלח, לוותה (מאוחר ל-15 מ"ש) בהעתקה נורמלית חזקה, שיצרה בחלקו המערבי את הגרaben של עמק-יזדעאל ואילו במזרחו התבטאה ביצירת בלוקים נטויים לדרום, ביניהם הבלוק של מתלול-פוריה.

הרבדת הסדימנטים הנחליים-אגמיים של תצורת הוודוס, אשר חלקה התחתון קדם לזרמי הבזלת הקדומים ולתחילת ההעתקה, החלה מוקדם יותר מתחילת שקיעתו של אגן הגליל-התחתון והעמקים, כבר במיוקן המוקדם. תחילה מולא התבליט שהיה קיים מקודם ובהמשך הורבדו הסדימנטים על גבי מורפולוגיה שטוחה, על פני שטחים נרחבים בכל מזרח הארץ, אך לא במרכז אגן זה שהתמלא בבזלות.

בעקבות שקיעה נוספת של מרכז האגן במשך המיוקן המאוחר, עם התחדשות פעילות ההעתקה, התאפשרה חדירת הים מזרחה והצפת האגן כולו באגמים בהם הורבדו תצורות בירה וגשר. בתקופה זו ועד לתחילת הפליוקן היתה שקיעה מהירה מאד בחלקו המזרחי של האגן המצוי בתחומי בקע ים-המלח, אשר התמלא בסדימנטים אגמיים-אופוריסטיים עבים. בראשית הפליוקן היתה פעילות וולקנית נרחבת והאזור כולו כוסה בזרמי בזלת הכיסוי אשר חלקה התחתון מתאצבע עם סדימנטים של תצורת גשר בתוך בקע ים המלח ובאזורים מצומצמים בשוליו.

## **הסיור.**

נושא הסיור הינו הכרת החתך הסטרטיגרפי הנאוגני באזור מתלול-פוריה וגילו וכן תופעות שבירה והטיה מקומיות, אשר תיארוכן מהווה אינדיקטור לתיארוך שלבים בטקטוניקה שעיצבה את האגן הנאוגני של הגליל-התחתון והעמקים.

תחנה 1. - ליד מלון גני מנורה. (נ.צ. 2022/2412).

א. תצפית מחוף הכינרת מערבה, לעבר החתר החשוף של תצורת הורדוס, בקטע שבין הר-ברונקיה בצפון לוואדי-קסב (העובר ליד מלון גני מנורה) בדרום. בצפון רואים את שולי המחצבה בהר-ברונקיה ובה חשופות התצורות הקרטיקוניות סכנין, בעיינה ועין זיתים, הנטויות לדרום. מעל ליחידות אלה מונחות שכבות של תצורת הורדוס באי-התאמה ארוסיבית וזויתית קלה, כשהן נטויות לדרום-דרום-מערב. חלקה התחתון של התצורה ("הפרט האגמי") הבונה את חלקו התחתון של המתלול, מורכב משכבות של סילטים, אבני-חול קרבונטיות, עם דרגשי ביניים דקים של גירים ליתוגרפיים וקונגלומרטים קטני חלוקים. הופעתה הכללית רכה וחשיפתה גרועה עקב גלישות רבות. עובי החתך עד לזרם הבזלת התחתון, המופיע בתחתית המתלול באזור וואדי-קסב, מוערך בהתאם לנטית השכבות בכ-350 מ'. בהמשך החתך של תצורת הורדוס - שעוביו מכאן והלאה כ-370 מ', מופיעים באזור זה עוד ארבעה זרמי בזלת (תרשימים 2 ו-3). חלקו העליון של החתך (שלא ניתן להבחין בו) מאזור זרם הבזלת העליון מורכב בעיקר קונגלומרטים.

דרומה מכאן הולכים ומתעבים זרמי הבזלת והסדימנטים שביניהם הולכים ומתמעטים בחתך, כך שלאורך הכביש העולה לאכסנית הנוער פוריה, החתך החשוף עד לתצורת בירה, כמעט כולו בזלתי (נבחין בכך בהמשך הסיור, כשנעלה לעבר תחנה 3).

ב. ליד גדר מלון גני מנורה - תצפית מקרוב על מחשוף טרי של שכבות "הפרט האגמי" של תצורת הורדוס, הכוללות סילטים ואבני-חול קרבונטיות אדמדמות, גירים ליתוגרפיים, חווארים ומיקרוקונגלומרט.

תחנה 2 - מבט ממזרח על אזור הר-ברונקיה. (נ.צ. 2012/2426).

יוצא העתק שכיוונו כ-230°, המוריד את הבלוק שמצפוןנו ומעמיד שכבות עליונות של תצורת הורדוס, הכוללות את זרמי הבזלת השני והשלישי, מול שכבות של חבורת יהודה, (תרשים 4) כשזריקתו האנכית מסתכמת ב-300 מ' לפחות. בבלוק היורד גרועה תצורת הורדוס על ידי תצורת בירה כ-100 מ' מעל לגג זרם הבזלת השלישי, בעוד שבבלוק

העלוי, סמוך להעתק, גודעת תצורת בירה שכבות קדומות לזרם הבזלת התחתון (ר' תרשים 4).

תופעה מעניינת שהובחנה בבדיקת הקונגלומרטים כאן היא שחלקם התחתון מורכב מחלוקים מעוגלים היטב של סלעי חבורת יהודה ואילו חלקם העליון - מחלוקים מעוגלים היטב של גיר מחבורת עבדת וחלוקי צור. היינו מצפים שדוקא בחלק התחתון יהיו חלוקים מסלעים עתיקים יותר. הסבר אפשרי לתופעה זו הוא בהספקת החלוקים ממזרח כאשר כתוצאה מתנועת הפלטה המזרחית צפונה, היה שינוי עם הזמן במקור החלוקים לאזורנו (שהיה אולי מהאגף הדרומי של קמר החרמון ומאוחר יותר מהקער שמדרום לו).

ניתן ללמוד כאן (לפי תרשים 4) על פעילותו של ההעתק במספר שלבים: א.העתקה אנכית של 250 מ', לפחות, פרה הרבדת תצורת בירה, לפי השוני בעומק הגידוע משני עברי ההעתק. יתכן שחלק מההעתקה היה בזמן הרבדת תצורת הורדוס. ב. העתקה פוסט. תצורת בירה - לפי העתקת בסיס תצורת בירה, כלמה עשרות מטר.

תחנה 3 - לאורך דרך האכסניה, כחצי ק"מ מצפון לאכסנית הנוער. (נ.צ. 2017/2397).  
מחשוף של תצורת בירה בצד הדרך. מסלע אופיני לתצורה, הכולל חוזארים ירקרקים למינריים עד זרוזים ששקעו בסיבה אגמית מחזרת.

תחנה 4 - אופק האוסטראות בחלקה התחתון של תצורת בירה. (נ.צ. 2002/2424).  
מבט מקרוב על אופק של אוסטראות, בעובי של עד מטר אחד, המונח כאן מעל לאופק חלוקים בתוך חתך חוזארי של תצורת בירה. אופק זה מהווה עדות לחדירת הים עד לאזור במיזקן העליון (הרחבה ראה בדקע, לעיל). כיוון שהמחשוף מצומצם, אנא המנעו מפגיעה בו!

תחנה 5 - מחצבה באזור טבחה. (נ.צ. 2002/2535).  
כאן נחשף קונגלומרט בעובי של כ-40 מ' הממלא תבליט על גבי סלעים של גיר בר-כוכבא מחבורת עבדת. חלקו התחתון של המחשוף מורכב מקונגלומרט מלוכד היטב, של חלוקים בלתי ממוינים. עיקר החלוקים נגזרו מגירים מגיל קרטיקון תחתון וחלקם

מאבני-חול האופיניות לתצורת חתירה והם מעוגלים היטב. מופיעים גם מעט חלוקי בזלת בלויה ביותר וחלוקים גדולים, מזויתים, של גיר חבורת עבדת. תידון כאן ההצעה שמקור החלוקים היה הקמר של החרמון, אשר היה בזמן הרבדת הקונגלומרט, קרוב לאזור, ממזרח לבקע ים-המלח. זאת, כאשר האפשרות שקמר מרכז הגליל יהיה מקור לחלוקים אינה סבירה, לאור העובדה ששלעי חבורת כורנוב לא נחשפו בו בתקופה ההיא וכן לפי כיווני הניקוז שהיו קיימים אז (גולני, 1957).

### ספרות.

ברטוב, י., 1964. תרגיל במיפוי יחידים, אזור חמי טבריה. האונ' העב', ירושלים.

גולני, א., 1957. הגיאולוגיה של אזור מרד. עבודת מוסמך, האונ' העב', ירושלים.

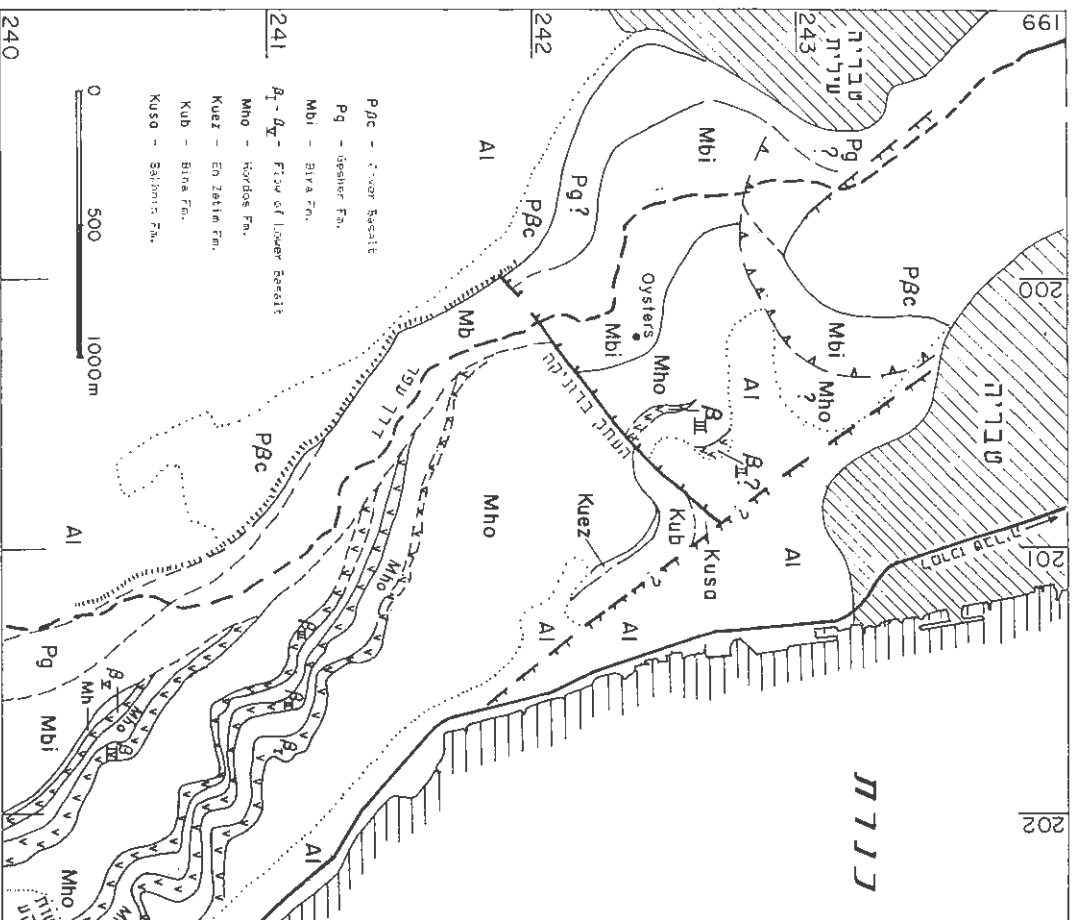
ניסנבאום, א., 1964. הגיאוכימיה והפטרוגרפיה של תצורות פוריה ודגניה במצוק פוריה. עבודת מוסמך, האונ' העב', ירושלים.

שולמן, נ., 1962. הגיאולוגיה של עמק הירדן המרכזי. עבודת דוקטור, האונ' העב' ירושלים.

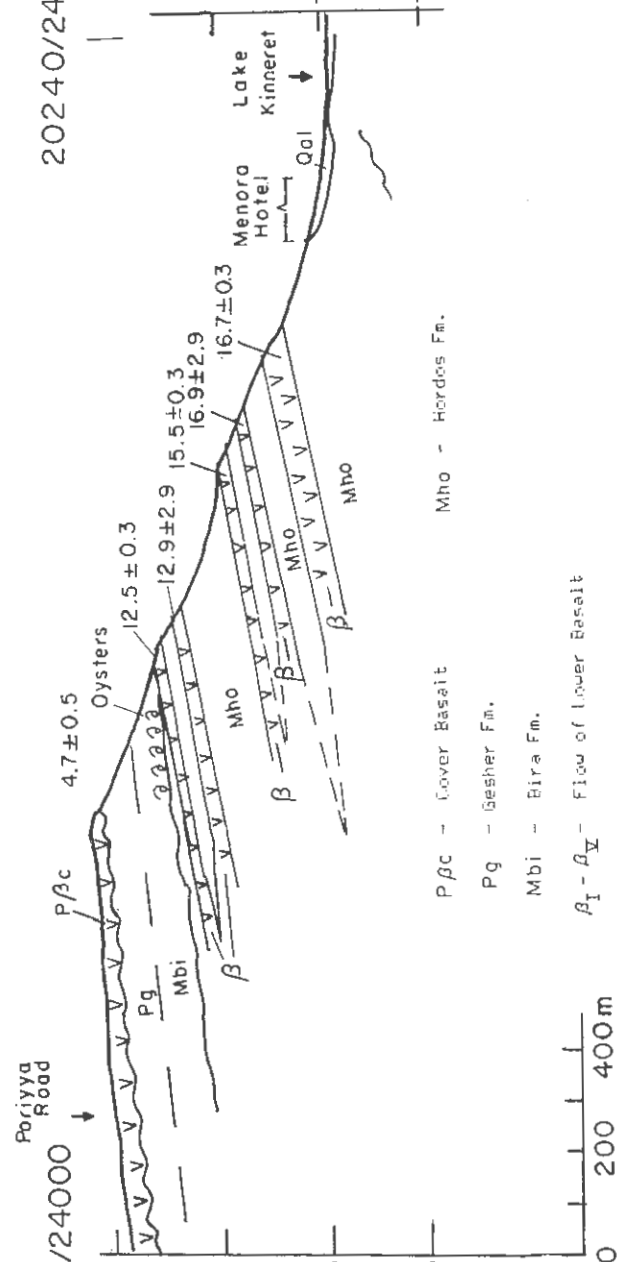
שליב, ג., בהכנה. שלבים בהתפתחות הטקטונית והוולקנית של אגנים נאוגניים יבשתיים בצפון ישראל. עבודת דוקטור, האונ' העב', ירושלים.

Bentor, Y. K. , 1946. The hydrological conditions of the area Tiberias - Kinneret- Yavneel - Hadata - Kefar Kama - Lubiya, Unpublished report Palest. Water Co., 76 p.

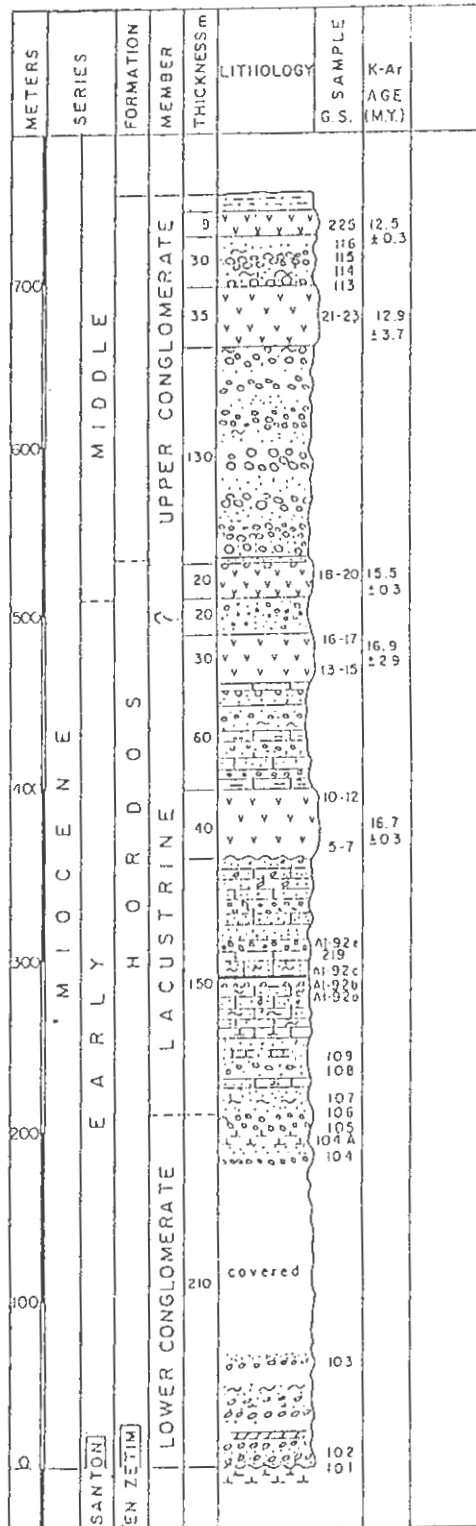
- Picard, L., 1932. Zur Geologie des mittleren Jordantales. Zeitschr. Deutsch. Pal. ver., vol. 55, pp. 169-236.
- Rosenfeld, A., Segev, A., Halbersberg, E., 1981. Ostracode Species and Paleosalinities of the Pliocene Bira and Gesher Formations. (North-western Jordan Valley). Isr. J. of Earth Sci., vol. 30, pp. 113-119.
- Shaliv, G., Steinitz, G., 1988. K-Ar Ages of Lower Basalt, Intermediate Basalt and Cover Basalt in Northern Israel. Curr. Res., Geol. Surv. of Isr., vol. 6, pp. 22-28.
- Schulman, N., 1966. The Cross Faulted Structure of Tiberias. Isr. Jour. of Earth Sci., Vol. 15, pp. 165-169.



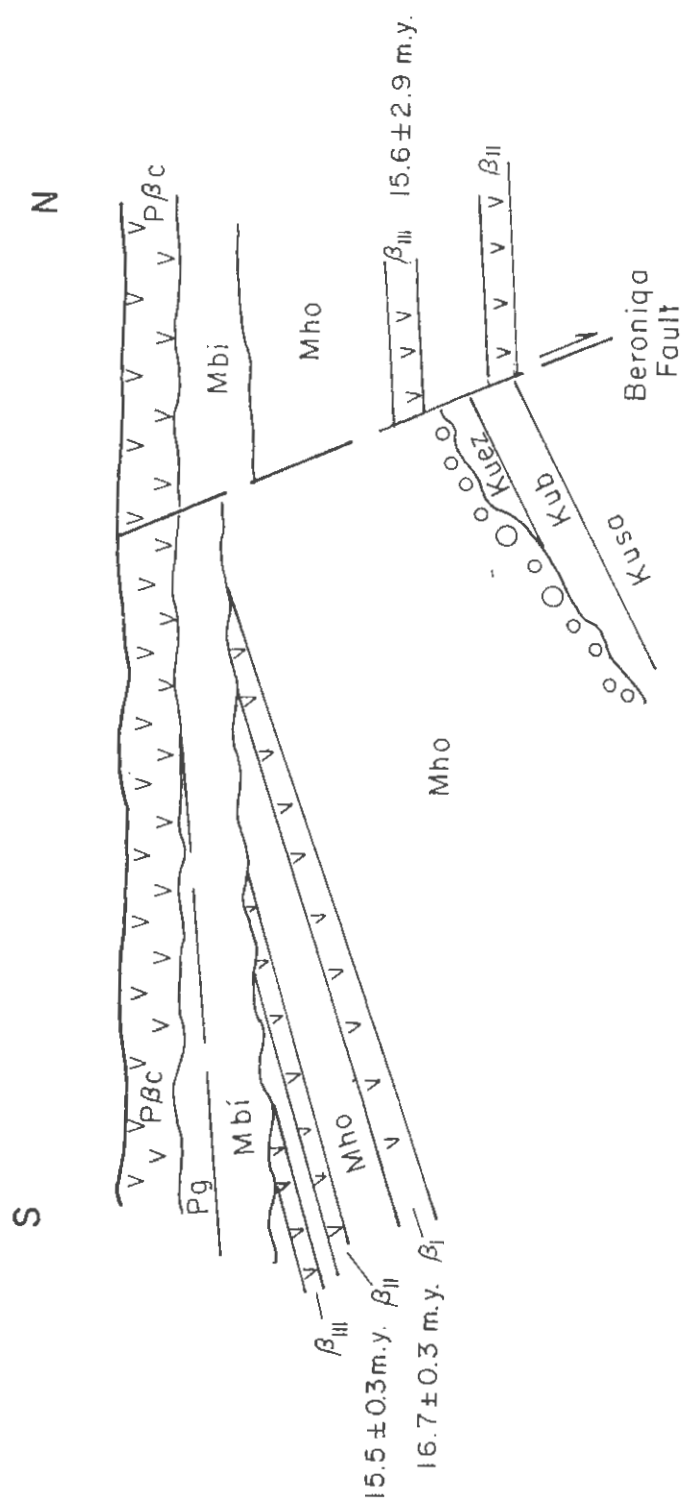
תרשים 1:  
מפה גיאולוגית,  
אזור מתחיל פוריה.  
(חקירת בעקבות  
ברטוב 1964 ו-  
1968 SCHULMAN  
- מקרא -  
ראה תרשים 2.



תשרי 2: חור ביאכולבי, מערב-מזרח, באזור ואדי-קטב. (מנין בני מודוק).



תרשים 3: חוף תלמודי מוכלל של תצורות הורדוס במתלול-פוריה.



תרשיח 4: חתך טכני לאורך מחלול-פודיה באזור נק-ברוניקה. (מקרא ראה בתרשימים 2)



|                                                       |                                      |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Pgc - Cover Basalt                                    | Mho - Hordos Fm.                     |
| Pg - Gashar Fm.                                       | Kuz - En Zetia Fm.                   |
| Mbi - Bira Fm.                                        | Kub - Bina Fm.                       |
| A <sub>1</sub> -A <sub>2</sub> - Flow of lower Basalt | Kuso - Sakpota Fm.                   |
|                                                       | - KJ - Junes Group, undifferentiated |

התחום הגאולוגי של תחנת המחקר.

סיור למרבצי הגבס בצפון מערב עמק הירדן

י. מורג, קיבוץ גשר

שכבות הגבס באזור צפון מערב עמק הירדן (גשר, מנחמיה) מהוות את הפרט העליון של תצורת חואר בירה מגיל פליוקן (ראה ציור 1). הופעת הסלעים האופוריטיים בחתך תצורה זו מסמלים את שלהי החריירה הימית הפליוקנית.

מעל תצורת חואר בירה הורבדה תצורת גשר הבולטת בנוף בצבעה הבהיר (ראה ציור 2). סלעי תצורת גשר, ברובם גיריים, שקעו באגמים ברקיים, אגמים אלו הפכו מאוחר יותר למתוקים דבר המעיד על סיום החריירה הימית. במקביל להרבדת תצורות אלו התרחשה פעילות וולקנית עזה; זרמי הבזלת (הבזלת התיכונה INTERMEDIATE BASALT) קלחו בזמן הרבדת תצורת חואר בירה. הפעילות הוולקנית הגיעה לשיאה, עם סיום הרבדת תצורת גשר, בזרמי הלבנה של בזלת הכיסוי (COVER BASALT).

מספר צורות הופעה אופייניות לגבס מתצורת חואר בירה:

1. שתי שכבות הגבס:

א. גבס למינרי ורוד באסוציאציה עם חווארים ורלומיט, (השכבה

התחתונה).

ב. גבס גבישי, אפור כהה; מטריכס חריסתי, (השכבה העליונה).

2. שכבות ותרסיזי גבס בחילופין עם חרסיות וחואר.

3. גבס מאסיבי, עם מאסף מנרלוגי מיוחד, באסוציאציה עם חרסית ירוקה

בתחתית השכבה ומעליה ובסמיכות לסיל בזלתי.

אי הרציפות בהופעת שכבות הגבס נובעת מהעתקה ארירה שהיתה באזור זה בתקופה מאוחרת להשקעת הגבס וכן מאיכות מחשופים גרועה.

בסיור זה נכיר את צורות ההופעה המיוחדות הללו וננסה להבין את המנגנונים שהביאו ליצירתם.

תחנה מס' 1

מחצבת דביר, נ.צ. - 7389061400 נחל חגל

בתחנה זו אנו פוגשים את הגבס בהופעתו השכיחה, בשתי שכבות:

- שכבה תחתונה - גבס למינרי, לוחי, ורוד, לבן, עובי 1-5 מ'.

- שכבה עליונה - גבס גבישי, סלניטי, אפור כהה, גבישים גדולים (כ-10

ס"מ), המטריכס חרסיתי, בהיר, עובי השכבה 0.5-6 מ'.

המאפיין את התחנה הזו אלו הם יחסי השדה המיוחדים בין הגבס לסלעים

האחרים, אשר יוצרים נופ מצוקי מיוחד באזור זה.

בין שכבות הגבס מבחינים בדולומיט, צהבהב עד לבן, קל מאוד, פורוזי,

הגירוסקופי, בעובי של עד 10 מ', דולומיט זה (זוהה בשקף כבעל גבישים

קטנים מאוד) הוא חלק מהיחידה האופוריטית שבתצורת חואר בירה. מבנהו

המיוחד מעיד על תנאים נוחים להתפתחות מהירה של הרבה מרכזי גידול

ליחידת שטח בתקופה יחסית קצרה.

מעל לדולומיט רבודה שכבת הגבס ב' - אפור כהה, גבישים גדולים (10

ס"מ). הגבישים שקופים בעלי צורת גידול אידיאלית (SWOLOW TAIL)

מעידים על תנאי השקעה וגידול נוחים מאוד.

מעל שכבה זו רבודות השכבות הגירניות של תצורת גשר כפי שהוגדרו ע"י

(שולמן 1962) יחידות אלו מסמנות בצורה בולטת את סיום המשטר הימי,

ובגגן שכבת הגיר האואוליטי.

נוסף לכל אלו ניתן בתחנה זו להתרשם מן הגלישות המרשימות של היחידות

הללו כפי שהדבר מתבטא בשכבות הגבס המונחות בתחתית הואדי (נחל חגל).

בדרך היורדות אל הכביש נבחין בהעתקה החריפה שעברו התצורות, (כמעט 90

מעלות) באזור המהווה את השוליים המערביים של בקע הירדן.

## תחנה מס' 2

מחצבת הגבס מנחמיה נ.צ. 73875/61620 נחל אנקור - (ציור 3)

התצורות הנחשפות באתר זה הן: תצורת חואר בירה, ותצורת גשר. הגבס שמתגלה לעינינו כאן, שונה בתכלית השינוי מהגבס שהכרנו בתחנה הקודמת והוא מגיע כאן לעצמה של עד 30 מטר. הגבס מסיבי-אפור לבנבן, כחלחל וגבישי מאורכים (1-2 מ"מ). עימו מופיעים מגנטיט (1-3 מ"מ) ומנרלים מיוחדים (הידרוגרוסולר, דיופסיד ואחרים) שהוגדרו ע"י ניסנבאום (NISENBAUM ET AL 1972). בתחתית שכבת הגבס ובצורה לא רגולרית מופיעה עדשת האנהידריט - צבעו אפרפר, כחלחל, הוא גבישי (1-3 מ"מ) וקשה; מגנטיט נמצא בהופעה לא מסודרת.

בחלק הדרומי של המחצבה ניתן לראות את החרסית הירוקה עוטפת את הגבס מעל ומתחת. בחלקו הצפוני של אתר זה מונח על גג הגבס סיל בזלת, שחורה, אדומה, עם גבישי-זאוליט לבנים, ששייך לבזלת התיכונה (שולמן 1962).

## מנגנון

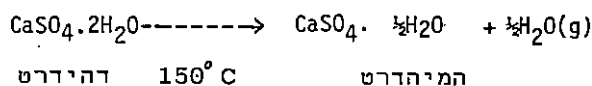
לאחר הרבת הגבס פעלו באיזור זרמים הידרותרמליים אשר בהגיעם למגע עם הגבס גרמו לו להתמוסס וכתוצאה מהחום הרב ששרר הושקע מחדש אנהידריט ולא גבס (שגב 1979), מאוחר יותר בשל מגע רצוף עם מי תהום עבר האנהידריט תהליך של רהידרטציה והפך לגבס. עדות מסייעת למחשבה זו נצפתה ע"י שגב ומורג 1979. כתוצאה מפיוצן במחצבה נתגלתה מערכת המסה גדולה שפלטה אדי חום עוד זמן מה אחרי כן. והסיבה לכך היתה תהליך הרהידרטציה של האנהידריט שגרם לפליטת החום. תצלום א.א. שנעשה באזור זה באותו הזמן הראה כתמים בהירים אשר מאמתים הנחה זו.

### תחנה מס' 3

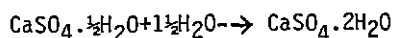
#### מפעל הגבס

מפעל הגבס גשר מייצר יותר משלושים שנה מוצרים במגוון משתנה, בעיקר עבור ענף הבניה בארץ.

משנת 1986 החל המפעל לייצר מוצרים על בסיס גבס לסקטורים נוספים כגון: התעשייה הקרמית, הסקטור הרפואי (קיבוע שברים, רפואת שיניים), דבקים ועוד. בשל היות המפעל יצרן מוצרים על בסיס מנרל טבעי, ישנה חשיבות ראשונה במעלה לשלב יצירת המוצר הבסיסי. לפיכך תהליך יצור הגבס כמוצר (לאחר חציבתו, ראה ציור 4) הוא הפיכתו מדהידרט, לצורה הפעילה - המיהדרט:



המיהדרט, חומר לא יציב, אנרגטי, כתוצאה מאיבוד המים הקשורים עם חשיפתו מחדש למים חופשיים מתרחש אצלו התהליך הבא:



שתי שיטות לשריפת הגבס:

1. תנור סובב. בשיטה זו חשוף הגבס לאויר החופשי ומחומם באמצעות אש על דפנות המיכל הסובב. גבס זה נקרא גבס  $\beta$
2. אוטוקלב. הוצאת המים בשיטה זו נעשית באוירה מבוקרת של חום ולחץ וזאת משיגים ע"י חימום באמצעות קיטור. גבס  $\alpha$

שני תהליכים אלו נותנים, המיהדרט אשר שונה בתכונותיו הבסיסיות והעיקרית שביניהן היא החוזק המכני. יצור מוצרים על בסיס גבס (המיהדרט):

את הגבס שהתקבל מתהליך השריפה מערבילים עם מוספים אורגניים ואנאורגניים אשר מקנים לו את התכונות הנדרשות בהתאם לסוג המוצר. בשל היות חומר הגלם מינרל טבעי, ישנן מספר בעיות בתהליך הייצור:

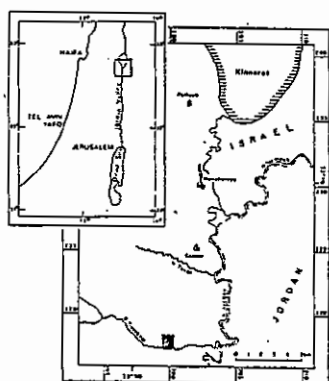
א. אחידות, מכיוון שהגבס הוא משקע אוופוריטי אין אחידות מלאה בין כל המרכיבים לרוחב השכבה כולה ולכן יש להקנות באמצעות מוספים תכונות שונות ע"מ להגיע לאחידות המבוקשת.

ב. צורות הופעה שונות, מקשות ולעיתים אף לא מאפשרות ליצר מוצרים על בסיס גבס.

בשל גורמים אלו ונוספים החיפוש אחר מרבצי הגבס הנוספים הופך להיות בעיה קשה ומורכבת. וגם, אם נמצא מרבץ יש להגדירו בצורה מאוד מדוקדקת בשביל שניתן יהיה להפיק ממנו את חומר הגלם הדרוש.

אחד מן המרכיבים החשובים ביותר הוא, החומרים המזהמים אשר נמצאים בחומר, חומרים אלו יכולים לקבוע האם המרבץ ישמש כמקור חומר גלם. לדוגמא: מרבץ המכיל מעל חלקי האחוז סיליקה ( $\text{SiO}_2$ ) גורם לשחיקה מאוד קשה של מערכות הסחינה, ופוסל אותו כמועמד מתאים ליצור גבס קרמי. אפשרות נוספת, תחולת תחמוצות ברזל ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) מקנה לחומר גוון אפור כהה עד שחור, ובזאת פוסל אותו משימוש לרפואת שיניים או בתעשיית הבנין.

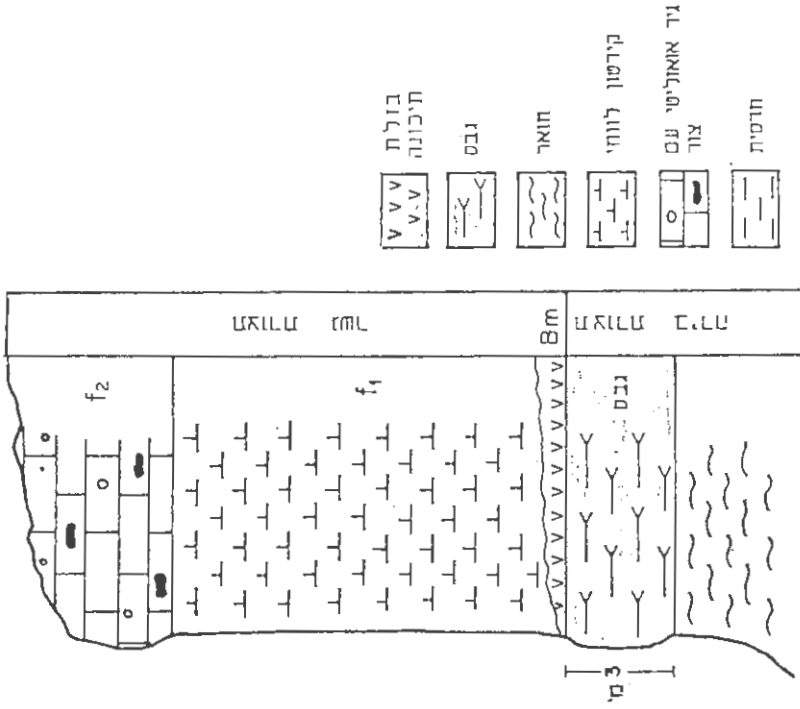
בסיום, הגבס הוא מוצר שכיוח ברוב מדינות העולם ודוקא בשל כך מחויבים יצרני הגבס בארץ לאמות מידה מאוד קפדניות בבחירת מקורות חומר הגלם, ע"מ לאפשר עמידה בתחרות הקשה.



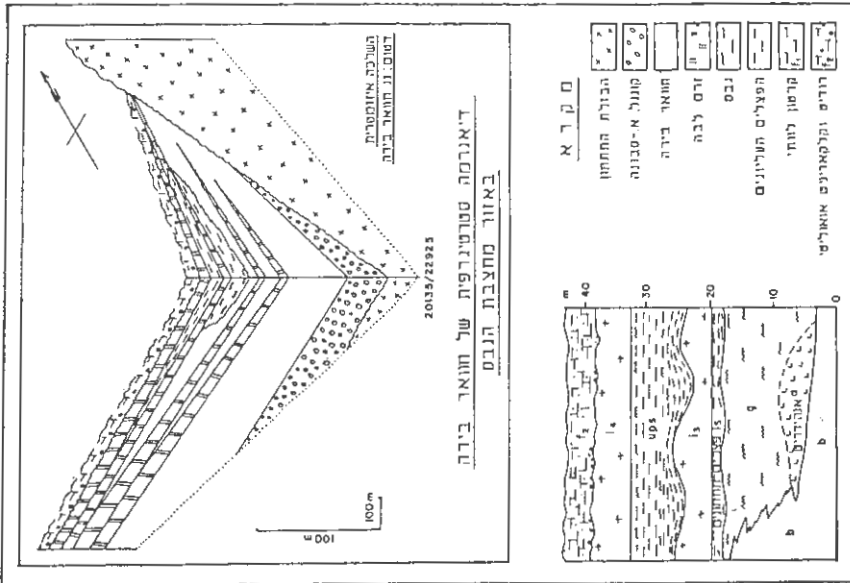
מפת מיקום

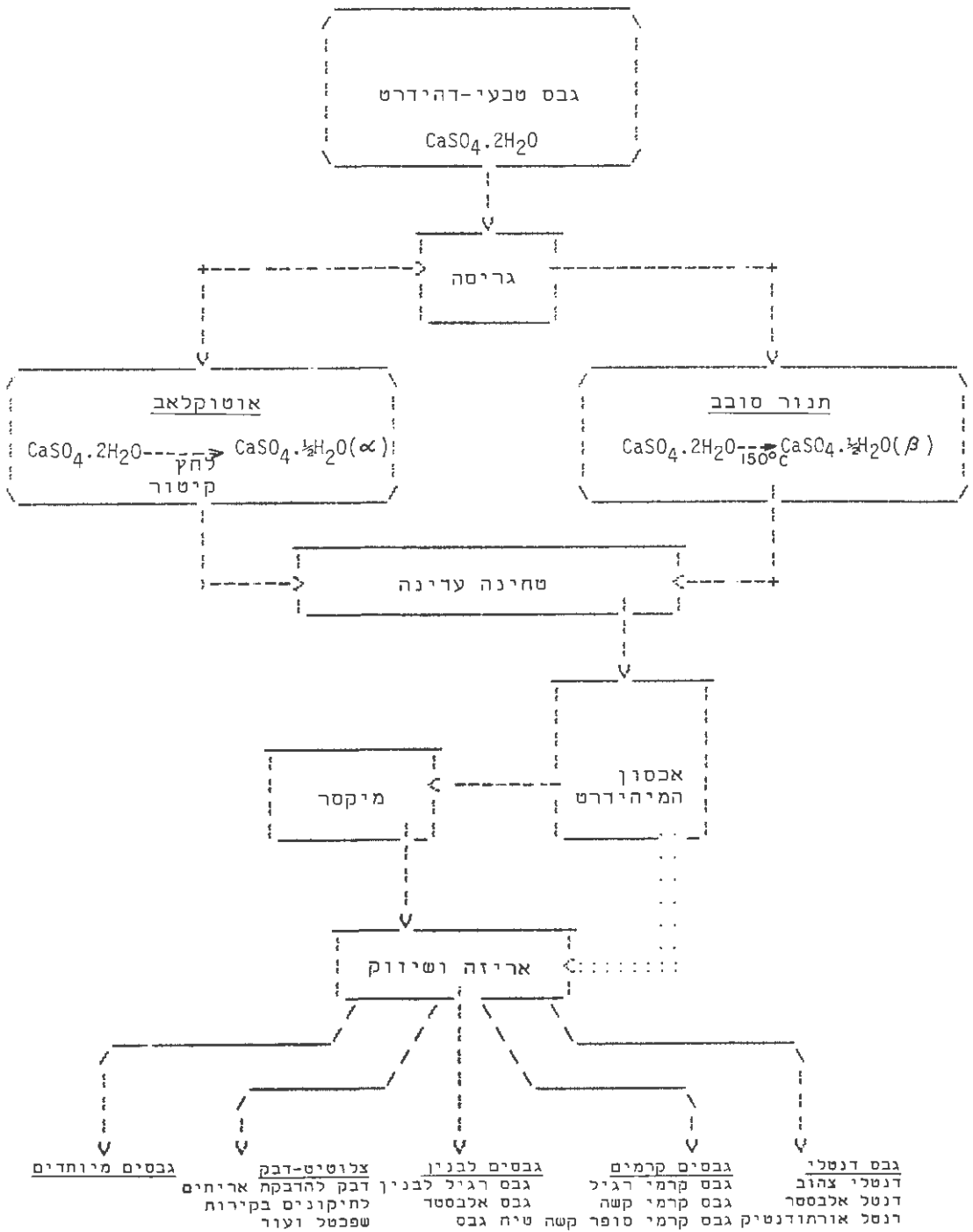


ציור 2. מצבו הסטרוגרפי של הגבס באזור גשר  
(בשינויים אחרי בייט 1966).



ציור 3. ריאורמה סטרוגרפית וחתך באזור מחצבת הגבס  
(מתוך שולמן 1962).





ציור 4. תרשים זרימה של המפעל.

## תכנית סיור: תצורות מן הפליסטוקן הגלציאלי בעמק הירדן התיכון

א. הורוביץ  
אוניברסיטת תל אביב

תצורות מן הפליסטוקן הגלציאלי בעמק הירדן התיכון - אגמיות, נהריות, וולקניות וקרקעיות - כלולות בחבורת הירדן ומונחות על גבי קומפלקס של סלעים וולקניים וקלשטיים מן הפליסטוקן הפרגלציאלי (או הפליוקן המאוחר, תלוי בטרמינולוגיה המועדפת) של "חולות מלך סדום" או COVER BASALT "COMPLEX", אשר הצטברו באיזור עוד בטרם שלב השבירה הלונגטיני שיצר את עמק הירדן בצורתו הנוכחית, כאגן ניקוז פנימי.

עמק הירדן התיכון היותו תת-אגן עצמאי בחלקו הקדום של הפליסטוקן הגלציאלי, מלפני כשני מיליון שנה ועד לפני כ-750,000 שנה. בקידוח צמח 1 נחדרה כל הסדרה, פלינוזונים QV - QII, ואילו במחשופים מוכרות רק תצורות פלוביו-לקוסטריות אשר הורבדו בתקופות לחות, כאשר האגמים התפשטו על פני שטחים נרחבים בתת האגן - תצורת ארק אל-אחמר (פלינוזון QIII) ותצורת עובידייה (פלינוזון QV).

מעל תצורת עובידייה הרבדו זרמים של בזלת הירמוק.

בתקופות היבשות (פלינוזונים QII ו-QIV) נותר רק אגם מצומצם בשטחו במרכז האגן, וסדימנטים של תקופות אלה ידועים רק מקידוח צמח 1. שאר השטח היה נתון לארנויה.

שבירה מאוחרת לבזלת הירמוק גרמה להטיות ניכרות בתצורות ארק אל-אחמר ועובידייה במחשופיהן הטיפוסיים, ואיחדה את תת-האגן של עמק הירדן התיכון עם זה של ים המלח. כמו לפני זאת, סדימנטים של תקופות יבשות שבמהלכן היה רוב השטח נתון לארנויה ידועים רק מקידוחים (פלינוזונים QVI ו-QVIII). בתקופה הלחה שבאה לאחר עובידייה, פלינוזון QVII, גרם הקשר הטוב עם ים המלח וכנראה גם עומקו של האחקון לכך שעמק הירדן התיכון לא כוסה באגם, אלא התפתחה בו מערכת נרחבת של נהרות ומישורי שיטפון שהרבדה קומפלקס של

קונגלומרטים וקרקעות - תצורת נהריים.

בין תצורת נהריים לבין התצורה של התקופה הלחה הבאה - פלינוזון QIX - ידועה הטיה מסוימת וכן מופיעים זרמים של בזלת רקאד. בתקופת QIX כוזה האיזור פעם נוספת על ידי אגם הלשון, ולקראת סוף תקופה לחה זו חלה פזת שבירה נוספת אשר יצרה את האגן הצפוני של ים המלח מדרום ואת הכנרת מצפון. ההתיבשות שחלה אלפי שנים בודדות לאחר מכן לא איפשרה לאגם הלשון להתחדש והותירה את האיזור בצורתו הנוכחית.

#### תחנות הסיוור:

1. תצורת ארק אל-אחמר
2. תצורת נהריים, בזלת רקאד ותצורת הלשון
3. בזלת הירמוק (ארוחה ורחצה קלה למעונינים)
4. תצורת נהריים ותצורת הלשון
5. תצורת עובידייה

#### \_\_אזהרה: \_\_

אין לרדת מכבישים אלא במקומות שבהם ינתן אישור מפורש, שכן חלק מן האיזורים הקרובים לתחנות ממוקש!

Table : Quaternary stratigraphy of the Dead Sea Rift

| PALYNO-<br>ZONE | A C E |               | RADIO-<br>GENIC<br>AGE | H U L A                                       |               | C E N T R A L<br>J O R D A N V A L L E Y       |                                                              | D E A D S E A                               |  |
|-----------------|-------|---------------|------------------------|-----------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--|
|                 | Y     | HOLO-<br>CENE |                        | Malleha Fm.                                   | Tabgha<br>Fm. | Bet She'an<br>lake<br>Bet She'an<br>travertine | Unnamed<br>post-Lisan<br>sediments<br>(Dead Sea) Fatza'el Mb |                                             |  |
|                 |       | WURM          |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
| QX              |       |               | 11ky                   | Ashmura Fm. &<br>Dan travertine               |               | L i s a n<br>Raqqad basalt                     |                                                              | F o r e a .                                 |  |
| QIX             |       |               | 80ky                   | Hasbani basalt                                |               | Missing                                        |                                                              | Unnamed gravel                              |  |
| QVIII           |       |               | 125ky                  | Hulata Fm.<br>(Subsurface only)               |               | Naharayim Fm.                                  |                                                              | Seif Fm.                                    |  |
| QVII            |       |               | 425ky                  | Benot Ya'akov Fm. &<br>Kefar Yuval travertine |               | Missing                                        |                                                              | No outcrops                                 |  |
| QVI             |       |               | 780ky                  | Ayyelet Hashahar Fm.<br>(Subsurface only)     |               | Yarmouk basalt                                 |                                                              | Up. Abu-Habil &<br>3rd Lakeshore Ter.       |  |
| QV              |       |               | 1.25my                 | Yarda basalt                                  |               | Ubeidiya Fm.                                   |                                                              | No outcrops                                 |  |
| QIV             |       |               | 1.49my                 | Mishmar Hayarden Fm.                          |               | No outcrops                                    |                                                              | No outcrops                                 |  |
| QIII            |       |               | 1.825<br>my            | Notera Fm.<br>(Subsurface only)               |               | Erk el-Ahmar Fm.                               |                                                              | Lo. Abu-Habil &<br>4th Lakeshore Ter.       |  |
| QII             |       |               | 1.99my                 | Gadot Fm. &<br>Hazor Gravel                   |               | No outcrops                                    |                                                              | No outcrops                                 |  |
| QI              |       |               | 2.63my                 | Gonen Fm.<br>(Subsurface only)                |               |                                                |                                                              | No outcrops                                 |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               | " C o v e r b a s a l t "                      |                                                              | Melekh Sdom sands &<br>Chor el-Qatar series |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |
|                 |       |               |                        |                                               |               |                                                |                                                              |                                             |  |

### אי התאמות בתכורת הר הצופים בגולן

יעקב מימרן, המכון הגיאולוגי

הסיוור מתבסס על עבודתם של י. מימרן, י. דרוקמן, ש. מושקוביץ, ל. פרליס-גרוסוביץ וע. סנה שפורסמה בעתון הישראלי למדעי האדמה בשנת 1985.

מטרות הסיוור לצפות באי ההתאמה שבין תצורת ע'רב לתצורת מנוחה בנחל עורבים ובזו שבין תצורת ע'רב לתצורת דיר הנא בחלונות שמיר (ציור 1).

#### נחל עורבים

הירידה למחשופי חבורת הר הצופים בנחל מהעיקול החד בכביש גונן - וסט (נ.צ. 2127/2828).

אחד ה"חלונות הסדימנטריים" בצפון רמת הגולן הינו זה של נחל עורבים (נ.צ.מ. 2135/2830) הנחל יוצר קניון עמוק בזרימתו אל עמק החולה וחושף מתחת לכיסוי הסלעים הוולקניים של תצורת גולן סלעי משקע מחבורות יהודה, הר הצופים ועבדת. העובי החשוף של חבורת יהודה 170 מ' שבהם מאה מטרים בעיקר דולומיטים של תצורת סחנין, ו-70 המטרים העליונים - דולומיט חווארי וגיר ליתוגרפי של תצורת בענה. העובי הכולל של חבורת הר הצופים בנחל עורבים 48 מ' והיא מתחלקת לתצורות מנוחה, ע'רב וטקיה (ציור 2).

עובי תצורת מנוחה 18 מטר והיא מורכבת מקרטון לבן, מסיבי וסדוק שגילו סנטון-קמפן. התצורה גדועה ומכוסה ע"י שכבת קונגלומרט בעובי 30 ס"מ הבנוי מחלוקים מעוגלים היטב בגודל ממילימטרים אחדים עד 5 ס"מ. החלוקים של גיר ודולומיט מחבורת יהודה וקרטון וצור (מישש) של

חבורת הר הצופים. הליכוד קרטון חום-צהבהב עשיר בגלאוקוניט. עשרים הסנטימטרים העליונים של תצורת מנוחה מכילים נבירות רבות הממולאות בחלקן ע"י קונגלומרט ובחלקן ע"י קרטון.

עובי תצורת ע'רב 7 מ', גילה מסטריכט והיא בנויה מקרטון חום בהיר. עובי תצורת טקיה 23 מ' וגילה פלאוקן - אאוקן מוקדם. המסלע השולט חוואר אפור ורך עם מעט קרטון וחרסית שחורה. מעל חבורת הר הצופים מונחת בהתאמה תצורת עדולם המהווה את חלקה התחתון של חבורת עבדת.

#### "חלון שמיר"

המחשוף הגדול ביותר של סלעי משקע נמצא מזרחית לקבוץ שמיר (נ.צ.מ. 215/285). הגישה לאתר מכביש הנפט (T.A.P.) החוצה את המחשופים הסדימנטריים.

ב"חלון" זה נחשפים סלעי חבורות יהודה, הר הצופים ועבדת המוקפים בקילוחי בזלת (צור מס' 3).

עובי חשוף של חבורת יהודה בשיעור 225 מ' נמדד על ידי זלצמן (1968) שזיהה בחתך את תצורות סחנין ובענה. אנו סבורים כי מדובר בחתך תצורות כמון ודיר חנא בעוד שתצורות סחנין ובענה נגדעו בפאזה אירוזיבית לאחר העתקה במסטריכט.

עובי חבורת הר הצופים 30 מ'. 10 המטרים התחתונים בנויים מקרטון לבן - חום בהיר מגיל מסטריכט עליון - תצורת ע'רב, ו-20 העליונים בנויים מחוואר אפור מגיל אאוקן מוקדם - תצורת טקיה. אין יצוג של סלעים פלאוקניים בחתך. מעל לחבורת הר הצופים מונחת בהתאמה תצורת עדולם הבנויה קרטון עם צור בשיכוב דק.

אי ההתאמות ומשמעותן

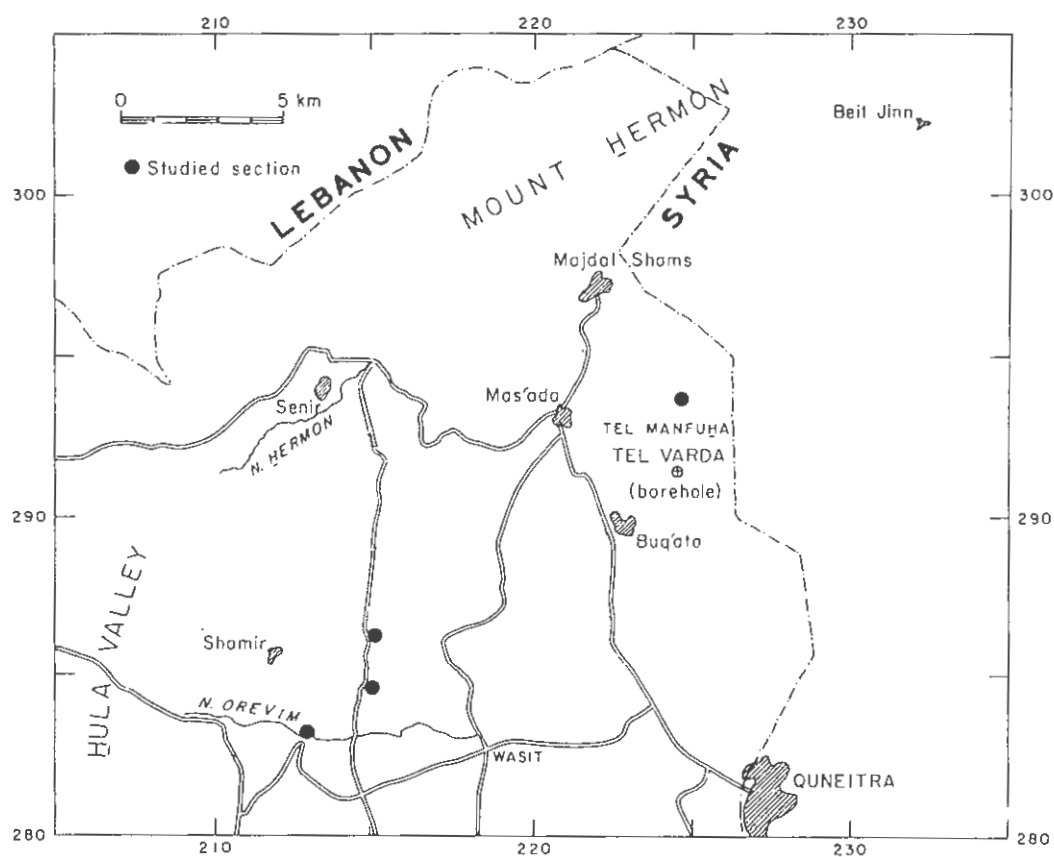
ניתוח חתכי חבורת הר הצופים בחלונות נחל עורבים ושמיר שהם נושא סיור זה, ותוספת המידע מחתכים נוספים בתל מנפוחה ובבית ג'ין המרוחקים 12 ו-25 ק"מ בהתאמה צפונה מזרחה (ציור 1) מביאים למסקנות הבאות:

א. אי התאמה רגיונלית בבסיס תצורת ע'רב. בחלון שמיר הגידוע מירבי - עד תצורת דיר חנא - עובי כולל של חתך העולה על 200 מ'. בנחל עורבים המרוחק רק 4 ק"מ דרומה חסרים עשרות מטרים הכוללים את תצורת מישש וחלקה העליון של תצורת מנוחה.

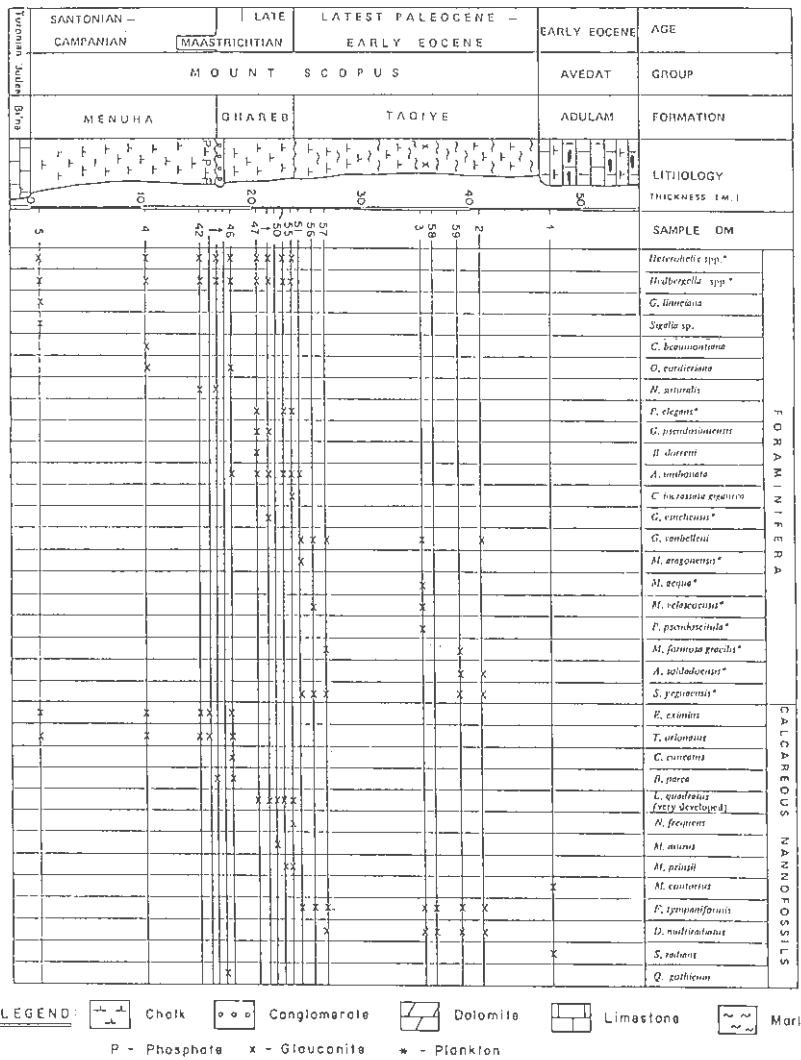
ב. חבורת יהודה הגדועה, ולעומק כה ניכר, בחלון שמיר מעידה על קיומו של בלוק מוגבה, כנראה עקב העתקה סנונית, וארוזיה מוגברת שלו. (ציור 4).

ג. אי התאמה רגיונלית בבסיס תצורת טקיה שגילה באזור אאוקן תחתון. אי התאמה זו אחראית כנראה להיעדר יצוג כלשהו של חתך פלאוקני באזור.

ד. השואת החתכים הנזכרים לעיל מראה שככל שמתקרבים לפלכסורה הדרומית מזרחית של החרמון מקדוח תל ורדה, דרך תל מנפוחה לבית ג'ין מונחת חבורת עבדת על יחידות קדומות יותר בסטרטיגרפיה. יחסים אלה מצביעים כנראה על קיום קמוט עוברי של מבנה החרמון כבר בפלאוקן.



ציור 1 - מפת התמצאות.

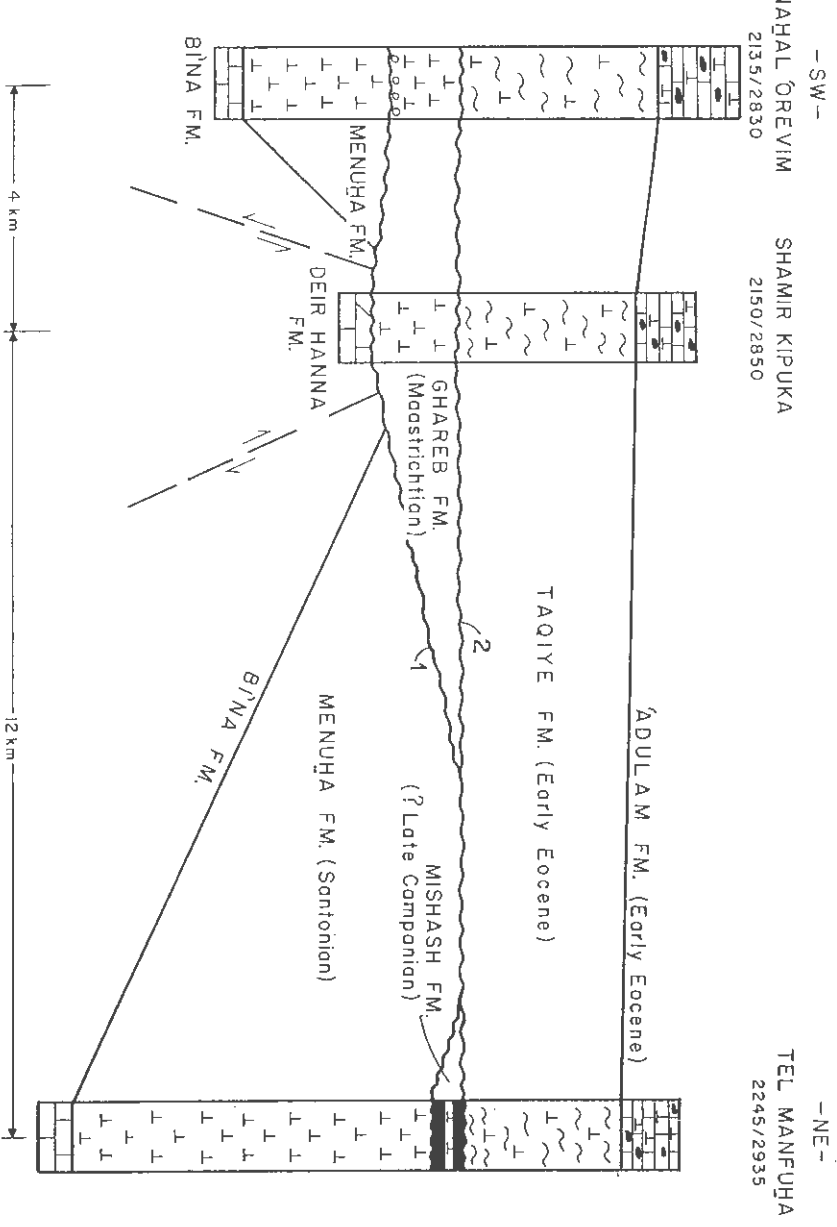


NAHAL OREVIN  
COORD. 2135280

## ציור 2

נחל עורבים - חתך עמודי של חבורת הר הצופים ותפוצת המאובנים העיקריים.





צור 4 - חתך סטרטיגרפי מוכלל של חבורת הר הצופים בצפון רמת - הגולן.

**סיור להכרת החתך האוליגו-מיוקן המרינני והניאוגן  
היבשתי בדרום רמת הגולן (דגש על אזור סוסיטא)  
בהדרכת חיים מיכלסון**

תחנה מס' 1: אזור סוסיטא - קרן עין גב

חתך בחלק העליון של תצורת מרישה (אאוקן תיכון), תצורות פיק (אאוקן עליון - אוליגוקן), סוסיטא (אוליגוקן-מיוקן תיכון) חולות עין גב ותצורת הורדוס (מיוקן תיכון-עליון), גשר (פליוקן) ובזלת הכסוי. הכרת הליתולוגיה ומאסף הפונה של התצורות והדגשת ההבדל בין צידו המערבי של הבקע לבין צידו המזרחי, דהיינו דרום רמת הגולן.

בנוסף לכך יושם דגש על אי ההתאמות (ארוזיביות וזויתיות), המבנה הגיאולוגי והגיאומורפולוגי של דרום רמת הגולן, שברים ובמיוחד האזור השבור והמרוסק שמצפון לסוסיטא וממזרח לקרן עין גב.

בצוע החתך כרוך בהליכה של כ-2½-3 שעות.

תחנה מס' 2: תצפית על צוקי האון (מול משק האון)

להכרת החתך הגיאולוגי של צוקי האון (הפרטים הצבעוניים של תצורת הורדוס, הבטוי המורפולוגי של תצ' סוסיטא).

תחנה מס' 3: מינרליזציה של נחושת בתצורת הורדוס  
(מול חוף גופרה)

הסבר על הפיתוח בחוף גופרה באמצעות מים חמימים (32°) שנמצאו לאחרונה בקדוח רדוד לחוף הכנרת.

תחנה מס' 4: תצפית על החתך הניאוגני בואדי סמק, על שברי האורד  
והמדרגות המורפולוגיות.

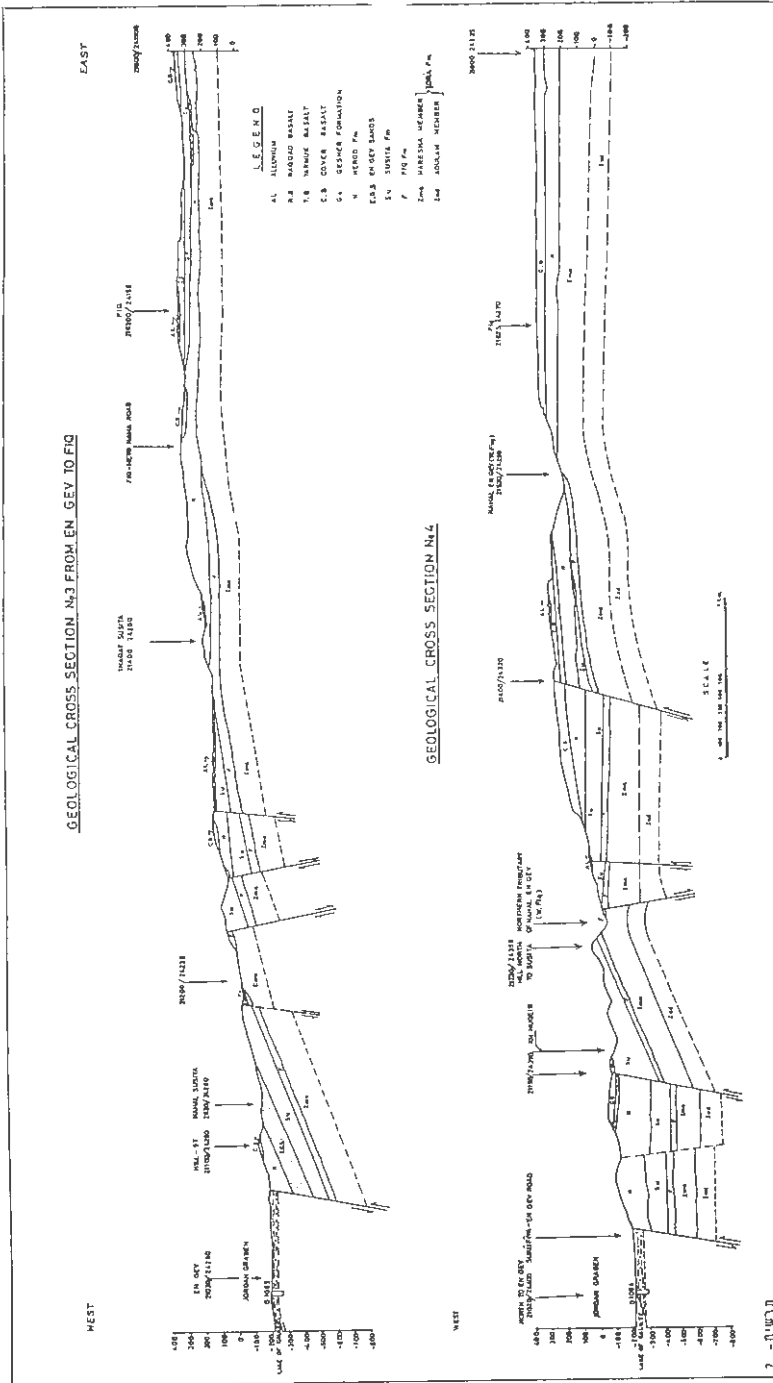
# חתך עמודי מורכב בדרום רמת הגולן

נערך ע"י ת. מיכלסון 1972

| שם התצורה                                            | תיאור           | גיל                |
|------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|
| בזלת הרוקאד (R.B) 40 מ'                              | פלייסטוקן עליון | קורט               |
| בזלת הירמוק (Y.B) 30 מ'                              | פלייסטוקן תיכון |                    |
| טופים וסקוריה (לועות נעשים)                          | פלייסטוקן       |                    |
| בזלת לא מחולקת (U.B)<br>(בזלות צעירות + בזלת הכיסוי) | U.B             | פליוקן - פלייסטוקן |
| בזלת הכיסוי (C.B)                                    | C.B             | נאלי               |
| תצורת נשר (6e)                                       | 6e              |                    |
| תצורת הורדוס (H)                                     | H               |                    |
| חולות עין-גב (E.G.S)                                 | E.G.S           | סלע                |
| תצורת סוסיתא (Su)                                    | Su              |                    |
| תצורת פיק (F)                                        | F               |                    |
| פרט מרישה (Zma)                                      | Zma             | אוליגוקן           |
| תצורת (Z)                                            | Z               |                    |
| פרט עדולם (Zad)                                      | Zad             |                    |

ס ק ר א

- קו שינוי פציאלי {
- מישור אי התאמה ~
- חרסית
- Stalwart, אבן סילטית
- גיר אואוליטי
- ורם בזלת
- תחתון או תיכון
- קונגלומרט
- אבן חול גירית
- אבן חול
- קוודצט
- סאובנים
- ליומסל
- תרכיזי בריט
- גלאוקוניט
- קירטון חווארי
- גיר קירטוני
- אופקי צור
- ערשות צור
- דולומיט
- גיר
- קירטון
- חוואר



## תילי געש בדרום ומרכז הגולן - גיאולוגיה וכלכלה

אדנון ינאי ואבנר זילבר, מפעלי טוף - מרום גולן  
בובי לנג ומשה שירב, המכון הגיאולוגי, ירושלים

הסיוור יערך בשלשה תילים וולקניים: הר פרס, הר יוסיפון ומפגש התילים בנטל ואביטל (ציור 1).

שלש הסטרוקטורות הוולקניות שייכות לתצורת גולן (מור, 1973) המציינת את הפעילות הוולקנית הצעירה ביותר ברמת הגולן. התילים בנויים מחומר פירוקלסטי כביטוי לאופי האקספלוזיבי של הפעילות הוולקנית. המורפולוגיה הוולקנית האפיינית הכוללת לוע התפרצות וצורה חרוטית של התילים נשמרה בצורה מרשימה באזורי הסיוור. בסיס התילים מונח על גבי בזלות אלקליניות. התילים בהם יעבור הסיוור בנויים מפרט סקוריה אודם, מלבד הר אביטל הבנוי בעיקר מפרט טוף אביטל. גילי  $K/Ar$  שנמדדו בסלעי תצורת גולן מורים על טווח הנע בין 0.6 ל-0.1 מליון שנה, כאשר יחסי השדה בין הפרטים השונים לעיתים לא ברורים (מור, 1986, 1987). על פי המינוח של סלעים פירוקלסטיים, במונח סקוריה נכללים חלקיקים בגודל לאפיקי, אגלומרט וברקציה וולקנית. מיון חלקיקי הסקוריה הינו בדרך כלל גרוע אולם במקומות ניתן להבחין בהצטברות חומר בעל גודל גרגר דומה. הצבע הבולט של הסקוריה הינו אדמדם, עקב דרגת החימצון הגבוהה של הברזל ואולם ניתן להבחין גם בסקוריה בצבעים כהים, עד שחור. מבחינה גיאוכימית הרכב הסקוריה הינו בסיסי אלקליני. טוף אביטל הינו ביטוי למאורע וולקני נפרד המאופיין בחלקיקים קטנים יותר ומיון טוב יחסית.

סקוריה אודם בהר פרס ובהר בנטל מנוצלת על ידי "מפעלי טוף - מרום גולן" בעיקר לצרכים חקלאיים ולמצעים שונים. המוצר משווק כאגרגטים בגדלים שונים, לאחר גריסה חלקית וניפוי.

### הר פרס

בסטרוקטורה של הר פרס ניתן להבחין בשלש יחידות שתוארו בפירוט על ידי Lang et al., (1979) (ציור 2):

א. זרם הלבה של בזלת מוויסה שעליו מונחות היחידות הצעירות יותר. על פי מור, 1986, קיים חרוט-לבה הבנוי מבזלת מוויסה, אשר בטויו הנוכחי הוא מדרגה מורפולוגית מסביב להר פרס.

ב. חרוט בזלתי בעל צורה אליפטית, מוארך בכיוון צפון-מערב, היוצר מדרגה ברורה מעל בזלת מוויסה. לועו הינו בגודל של כ-  $300 \times 100$  מ' ועומקו כ-10 מ'. הבזלת שהתפרצה מלוע זה נחשפת מסביב לסטרוקטורה הפירוקלסטית מלבד חלקה המזרחי.

ג. הסטרוקטורה הפירוקלסטית העיקרית הבנויה סקוריה אודם קוטרה כקילומטר וגבהה מעל פני הסביבה כ-180 מ'. הנטיות של הסלעים הפירוקלסטיים הינן בכיוון רדיאלי מן הלוע, עד לדיפ של כ-30°. החתך הפירוקלסטי בנוי חלקיקים בגודלים הנעים מאפר דק ועד לפצצות וולקניות שקטן מגיע עד מטר. את החתך ניתן לחקק לשלש יחידות בהתבסס על מרכיבי הסלע העיקריים וצבעם: יחידה תחונה הבנויה בעיקר לאפיקי בצבע אדום, יחידת ברקציה שחורה תיכונה ויחידה עליזנה, מעורבת. ההבדלים בין היחידות הללו והמגע החד, יחסית ביניהן, מצביעים על כך שהחרוט הפירוקלסטי נוצר ביותר מארוע וולקני אחד.

תחנה 1: עלייה לפסגת הר פרס (מותנה באישור הצבא). במהלך העלייה, לצד הכביש, ניתן להבחין בריבוד צולב בתוך החתר הפירוקלסטי. בפסגת ההר נראה לוע הר הגעש בשלמותו - קוטרו כ-300 מ' ועומקו כ-30 מ'. מהפסגה ניתן לצפות על הקו המזרחי של תיכי הגעש המצוי בשטח סוריה.

תחנה 2: תצפית אל הלוע הבזלתי בחלקו הצפון מערבי של הר פרס.

תחנה 3: מחצבת הסקוריה. במהלך הביקור במחצבה ניתן יהיה לבחון מקרוב את החתר הפירוקלסטי, תוך דגש על הסקוריה האדומה, התחתונה והסקוריה השחורה, התיכונה. מהלך הסיור בתחנה זו יותאם כתנאי הכרייה ביום הסיור.

### היבטים כלכליים

בתחילת שנות ה-70 הופעל מתקן לגריסת הסקוריה השחורה בהר פרס ושיווקה כאגרגט קל בלוקים. במקביל הוחל לשווק את הסקוריה לשימוש כמצע מנותק בחקלאות. במשך הזמן הסתבר כי האגרגט איננו מצליח לחדור לשוק הבנייה ואילו התעניינות בסקוריה כמצע בחקלאות - הולכת וגוברת. גם נסיון ליצור נרחב של בלוקים לא הוכתר בהצלחה לאורך זמן עקב העלות הגבוהה של יצור החומר המתאים למגזר זה.

יעדי השיווק כיום:

חקלאות: סך כל הכמות המשווקת כיום לחקלאות היא כ-60 אכף טון בשנה. כמות זו משווקת ליעדים הבאים:

1. מצע מנותק בחממות פרחים וירקות.
2. חומר גלם לתערובות גידול כמצע לצמחי בית וגידול ירקות.
3. מצע גידול למדשאות ונוי: גינות גג ומגרשי כדורגל.
4. מצע לגידול בשיטה ההידרופונית.

בניה: הכמות המשווקת למגזר זה היא 40-30 אכף טון בשנה ליעדים הבאים:

1. חול טוף המשמש כמצע תשתית בתעלות לצנרת, ביוב, חשמל, תקשורת וריצוף.
2. חצץ טוף המשמש כשכבת בלימה במקלטים.
3. אגרגט קל לבלוקים - שווק מצומצם המהווה רק כ-10% מהשיווק השנתי.
4. מצעים לכבישים - בשנים הראשונות להקמת המפעל עיקר החומר יועד למצעים, בעיקר עבור משרד הבטחון. כיום, עם האגת קצב הפיתוח באזור ירד הביקוש לחומר זה.

במשך שנות הפעילות של "מפעלי טוף - מרום גולן" הצטבר ידע רב אודות הסקוריה - תכונות כימיות, הפקה, שימושים ודרכי שווק. ידע זה מנוצל לבדיקה בלתי פוסקת של האפשרויות לשווק מוצרים מתוחכמים יותר למגזרים נוספים.

### הר יוסיפון

קוטרו של הר יוסיפון הוא כק"מ אחד וגובהו מעל פני הסיבה מגיע עד לכ-150 מ'. ההר, הבנוי מפרט סקוריה אדום, שומר על צורה עגולה בדרך כלל, עם שקע רדוד בכוון צפון מערב, שם מצוי גם קילוח בזלת קטן (בזלת עין זיוון). עיקר החתר בנוי אגלומרט וברקציה וולקנית.

תחנה 4: מחשוף בעלייה לפסגת הר יוסיפון. סקוריה אדום הנחשפת הינה בדרך כלל לא ממויינת, צבעה אדמדם-חום עד שחור. במקומות ניתן להבחין במגע בין חתר סקוריה גם לשכבות המורכבות חומר וולקני דק יותר. בחלקים הבזלתיים הוויזקוריים ניתן להבחין במילוי משני בחלק מן החלקים (סיליקה, מינרלים

חרסיתיים, זאוליטים?, קלציט). בסקוריה מצויים גבישים גדולים (megacrysts) של anorthoclase בגודל של מס' מילימטרים עד כ-2 ס"מ. הגבישים בדרך כלל אאודרליים, טריים וכמעט שקופים. התאור המינרלוגי והגיאוכימי, כמו גם ההסבר הגנטי להופעתם כלול ב-Lang et al., בחוברת התקצירים של כנס זה.

#### הר בנצל

קוטרו של הר בנצל הוא כ-1500 מ' וגבהו מעל פני הסביבה מגיע עד כ-200 מ'. בכיוון מערב מצוי קילוח בזלת עין זיוון היוצר במה נרחבת וגבוהה. בכיוון זה ההר הינו "פתוח" ועל כן צורתו כצורת פרסת סוס. רובו של ההר בנוי אגלומרט וברקציה וולקנית השייכים לפרט סקוריה אודם. צידו הדרומי של ההר בנוי ברקציה וולקנית, טוף וטוף-מולחם השייכים לפרט טוף אביטל.

#### הר אביטל

אורכו של הר אביטל הוא כ-2500 מ' ורחבו כ-1800 מ'. ציר האורך שלו מצוי בכיוון צפון - צפון-מערב. גבהו של הר אביטל מעל פני הסביבה הוא כ-250 מ'. הר אביטל מורכב מאגלומרט וברקציה וולקנית של סקוריה (סקוריה אודם), עם מעברים הדרגתיים לשכבות עבות של טוף (טוף אביטל). טוף זה מתפשט מזרחה על כל בקעת קונייטרה וניתן לחלקו לשני פאצייסים עיקריים (מור, 1973): 1. פאצייס מרום גולן הבנוי חלקיקי סקוריה בגודל לאפילי ופצצות וולקניות רבות בקטרים שונים; 2. פאצייס קונייטרה הבנוי אופקים של טוף מעוגל עד תת-זוויתי בחילופין עם אופקי חרסית דקים ואופקי לאפילי סקוריה.

תחנה 5: תצפית מן הכביש העולה לפסגת הר אביטל. מנקודה זו ניתן להבחין היטב בנקודת התפר בין שני התילים וכן בלוע של הר אביטל (ציור 3).  
דיון בהתפתחות שני התילים ויחסי הגומלין בין הפרטים הבונים את החתך הפירוקלסטי.

תחנה 6: המחצבה הישנה של מפעלי טוף - מרום גולן בחלקו הדרומי-מזרחי של הר בנצל. במחצבה ניתן לבחון את החתך הפירוקלסטי הכולל טוף, טוף מולחם וסקוריה (פאצייס מרום גולן של טוף אביטל).

תחנה 7: תצפית אל עבר בקעת קונייטרה מן הכביש המקיף את הר אביטל. בדיקת פאצייס קונייטרה של טוף אביטל והתפשטותו המרחבית.

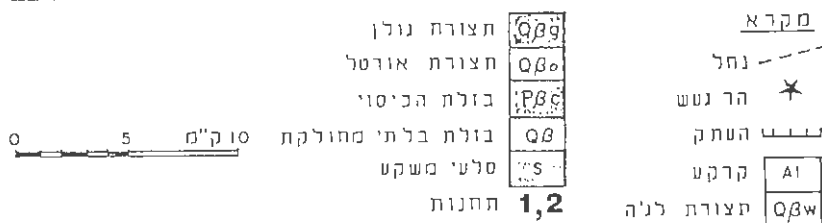
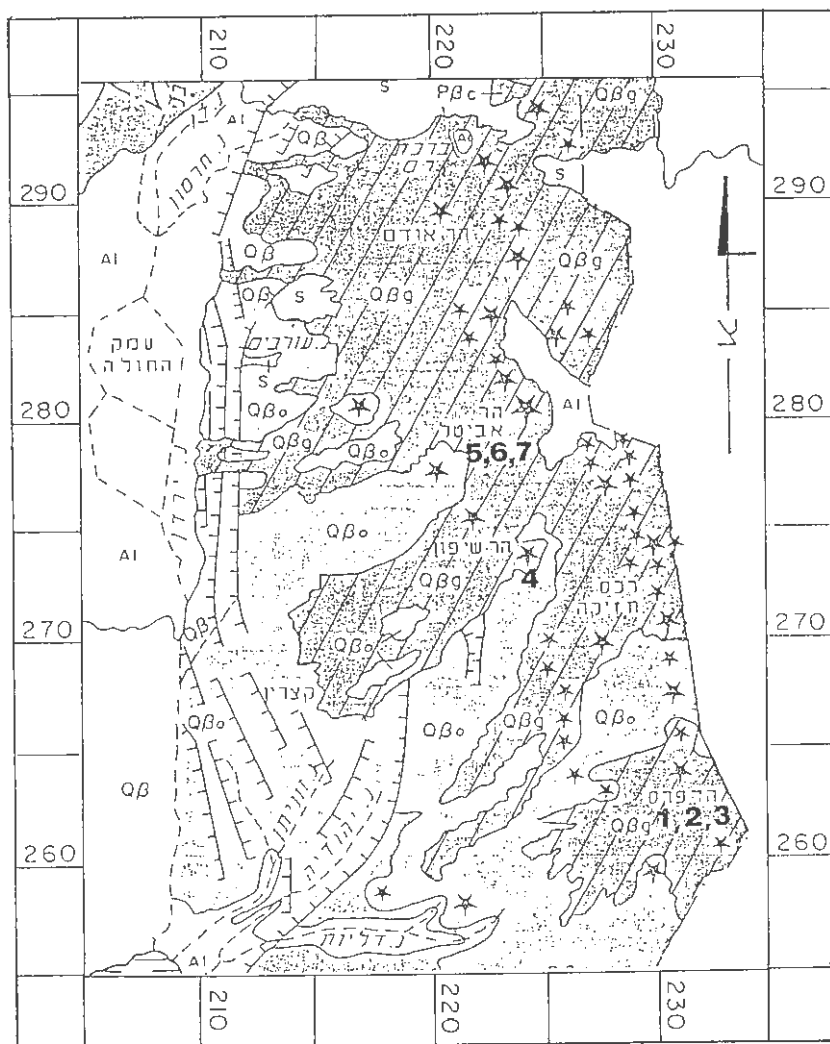
#### ביבליוגרפיה

Lang, B., Shirav (Schwartz), M. & Bogoch, R., 1979. Volcanological aspects of Har Peres composite volcano, Golan Plateau. Isr. Jour. Earth Sci., Vol. 28, pp. 27-32.

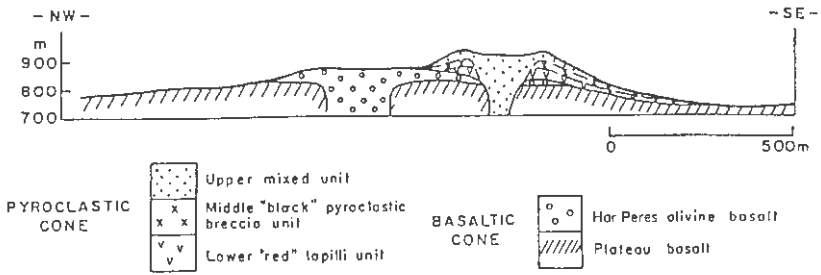
מור, ד., 1973. הוולקניזם במרכז רמת הגולן. עבודת גמר למוסמך, האוניברסיטה העברית, ירושלים. 179 עמ'.

מור, ד., 1986. הוולקניזם ברמת הגולן. דו"ח המכון הגיאולוגי מס' GSI/5/86, 159 עמ'.

מור, ד., 1987. מפה גיאולוגית 1:50,000, גליונות הר אודם וקצרין, המכון הגיאולוגי, ירושלים.



ציור 1: מפה גיאולוגית מובלעת של צפון רמת הגולן (מור, 1986)



ציור 2: חתך גיאולוגי בהר פרס (Lang et al., 1979)



ציור 3: חתך גיאולוגי דרך הר אביטל והר בנטל (מור 1973)

AI - אלוביום      SCO - סקוריה אודם  
 Ta - טוף אביטל      Bm - בזלת מוויסה

### קניון הירדן בין גשר בנות יעקב לשפך הירדן לכנרת

משה ענבר, החוג לגיאוגרפיה, אוניברסיטת חיפה

נעמה גורן, המכון לארכיאולוגיה, האוניברסיטה העברית ירושלים

מבוא

מטרת הסיור היא להכיר את הגיאומורפולוגיה של הירדן בין גשר בנות יעקב לכנרת. כמו כן יוצגו היבטים פרהיסטוריים ואקולוגיים של האזור. ניתן להבחין בו בשלושה אזורים פיסיוגרפיים ברורים:

1. אזור הקניון, בין גשר בנות יעקב לגשר אלמגור (גשר הדורות), אפיק הירדן חתור במסלע בזלתי בקניון שעומקו הכללי כ-200 מ' - 250 מ' מפני השטח הרמתי. האורך הכללי של הקניון הוא 9 ק"מ.
2. אזור הפזרות, בין גשר אלמגור לפארק הירדן, באורך של כ-3 ק"מ.
3. אזור השפך, בין גשר אריק לכנרת, באורך של כ-2 ק"מ, הכולל את הדלתה של הירדן (ציור 1). הקניון הוא אזור של סחיפה והסעת סדימנטים, בעוד ששני האזורים האחרים מהווים בעיקר אזורי השקעה, במיוחד למרכיבי הגרופת.

### המשטר ההידרולוגי והסדימנטולוגיה של הירדן

הירדן הוא הגורם העיקרי בתהליכי הסחיפה. הזרימה בו נמשכת כל ימות השנה ומקורותיו הראשיים הם במעינות הקארסטים הנובעים לרגלי החרמון (ציור 2) והספיקה השנתית הממוצעת היא כ-520 מלמ"ק, המתחלקת לשני שליש זרימה תקינה ושליש זרימה שטפונית. רמת הספיקה של הזלימה התקינה היא כ-10 מ"ק לשניה, והיא פוחתת בחודשי הקיץ אך מגיעה ל-20 מ"ק לשניה בחודשים ינואר ואפריל כתוצאה מעלייה בספיקתם של המעינות

ומזרימה עלית ישירה של הנחלים. הזרימה השטפונית, המהווה כשליש מכלל הזרימה השנתית, הינה הגורם העיקרי בתהליכי הסחיפה ומתרחשת בפרקי זמן קצרים יחסית למשך הזרימה הכוללת השנתית. הגאוויות קשורות לסופות גשם באגן ההקות, התגובה היא בדרך כלל מהירה, והגאות מתחילה מספר שעות לאחר תחילת הסופה. מספר הגאוויות בשנה הוא כ-5 - 3 עס ספיקות שיא בין 50 ל-150 מ"ק לשניה, ומהירות מים בגאוויות המגיעה באזור הקניון ל-5 מ' לשניה.

רוב הטעונות של הירדן מוסעת כתמס. שיעור הסחיפה הכימית הוא גבוה מזה של הסחיפה המיכנית בגלל האופי הקארסטי של חלק ניכר מאגן הירדן. הרחופת מהווה יותר מ-90% מהטעונת המוצקה. תנועת הגרופת העיקרית מתרחשת בעת גאוויות וכוללת תנועה של בולדרים מהגדולים ביותר הקיימים במערכות נהריות בעולם (כ-2 מ' אורך ציר בינוני). ספיקת הרחופת השנתית היא כ-70,000 טון וספיקת הגרופת השנתית כ-5000-1000 טון. למספר הגאוויות ולעוצמתן חשיבות רבה בספיקת הטעונת. במהלך הסיור (ראה תחנות בציור 1) נדון בחתך הסטרטיגרפי, תופעות ניאוטקטוניות וממצאים פרהיסטוריים בגשר בנות יעקב (תחנה 1). נבדוק תופעות של גלישות במורדות הקניון, העתקים במתלול המערבי ועדויות לתכנית ההטייה המקורית של הירדן (תחנה 2). נצפה במבנה של פזרות, שרטונות ומבנים סדימנטריים נהריים באפיק ובולתה של הירדן (תחנה 3). נסקור את המשמעות של הארוע הקטסטרופי בינואר 1969, גלישה מצוקית פעילה ועדויות לתנועות בולדרים באפיק (תחנה 4).

#### תחנה מס' 1

#### גשר בנות יעקב

בשכבות פלייסטוקניות VIVIPARUS BEDS (PICARD, 1963) ליד גשר בנות יעקב נמצא אתר אשלי לחופי אגם קדום שכבה זו נמצאת מעל בולדרים בזלתיים עם מעט חלוקי גיר וצור ומכוסה חלוקים בזלתיים (ציור 3).

באתר נמצאו כלים בעלי תכונות "אפריקאיות" (STEKELIS, 1960) ברובם בזלתיים. גיל הבזלת מתחת לאתר הוא 800,000 שנים (היימן ואחרים 1987) ומכאן שהאתר צעיר מגיל זה. לאחרונה נמצאו מחשופים חדשים מדרום לגשר. השכבות במספר מחשופים נטויות בצורה חריפה, עם שינויים בכוון הנטייה לאורך מרחקים קצרים. שינויים אלה מוסברים על ידי תנועות טקטוניות בכוון NNE (ציור 4). תנועות מורכבות אלו יכולות להסביר את הקושי בקורלציות הסטריגרפיות בחפירות השונות. שני האתרים הפלייסטוקנים בבקע-עובדיה ובנות יעקב - הושפעו על ידי פעילות טקטונית רצנטית. (GOREN-INBAR AND BELITZKY, 1989).

## תחנה מס' 2

### גשר כפר הנשיא - הקניון של הירדן

הירדן חתור בין החולה לכנרת באזור הבנוי קילוחי בזלת שבסיסם אינו חשוף. העובי המירבי של החתך החשוף מגיע ל-150 מ'. מתוך קידוחים באזור כורזים ידוע על עובי של 300 - 200 מ' של כסוי בזלתי המונח על שכבות גיר מגיל איאוקן או על גיר ודולומיט מגיל קנומן-טורון (פלוישר, 1968). מתלול הקניון בנוי סדרה של קילוחי בזלת. במרבית האזורים (ציור 5) לא ניתן לקבוע הקבלה בחתך בין שני צידי אפיק הירדן. הפעילות הווקלנית ברמת כורזים נחלקה ל-3 שלבים (היימן ואחרים, 1987), שני הקדומים הם מגיל פליוקני ומקורם בהרי געש באזור כורזים. באזור הקניון התקבל גיל של 1.8 מיליון שנה בדומה לזה של בזלת דלוה ברמת הגולן; מניחים על כן שמקור הבזלת הוא בקילוחי לבה שהגיעו מהגולן.

מבנה : באזור הסמוך לקניון קיימות כמה מערכות של קוי העתק; בחלקו המערבי מצוינים 3 מערכות של העתקים (HARASH AND BAR, 1988): מערכת הירדן בכוון צפון דרום, מערכת אלמגור בכוון צפ'-צפ'-מז' ומערכת כפר הנשיא בכוון צפ'-מע' החוצה את מערכת אלמגור ומגיעה עד לשולי הקניון (ציור 6).

הגלישות במתלולי הקניון : ניתן להבחין בכ-50 גלישות בעלות מימדים שונים, באורך של כ-100 - 50 מ' ובגובה של 5 - 5 מ'. על פי מידת הפעילות וסוג החומר ניתן להבחין ב-4 סוגים של גלישות (אבן ניר, 1988) (ציור 7): גלישת דרדרת, בלתי פעילה ומורכבת מסלעים גדולים, עם כסוי מועט של קרקע וצומח. זווית השיפוע נעה בין 20-35 מעלות.

גלישות אפיק : פעילה ומורכבת בעיקר מחומר דק: החתירה של האפיק הצמוד למתלול גורמת לגלישות אנכיות בגובה של 5-7 מ'. גלישות עפר : גלישות גדולות, בצורת פרסה, עד 10 מ' גובה; מורכבות בעיקר מחומר דק ופעילות בעת גשמים חזקים וממושכים. גלישה מצוקית : הגלישות הגדולות הן מסוג זה, בנויות מחומר דק מעורב עם סלעים גדולים ופעילות מאד. הזווית גבוהה ומפולות סלעים מאפיינות את פעילותן. בדרך כלל לא ניכרת העדפה של מתלול מערבי או מזרחי לגבי סוג או גודל הגלישות (אבן ניר, 1988). תכנית הטיית הירדן : התכנית המקורית של המוביל הארצי התבססה על הטיית מי הירדן מדרום לגשר בנות יעקב והובלתם בתעלה אל בקעת בית נטופה. העבודות בוצעו ב-1953 ער שמועצת הבטחון בלחץ הסורים הורתה על הפסקת העבודות; כך הוזנח הרעיון של הפיכת עמק בית נטופה למאגר עיקרי ונקבעה הכנרת כמאגר של המוביל. לאחרונה הוגשה הצעה מטעם קבוץ כפר הנשיא להשתמש בתעלה למפעל הירורואלקטרי שינצל את מי הירדן לאנרגיה. קיימת התנגדות מגופים לשמירת הטבע לתכנית זו העשויה לפגוע בצומח, חי ונוף המים של קניון הירדן.

### תחנה מס' 3

#### תצפית על מבנה הפזרות של הירדן

אזור הפזרות משתרע לאורך 3 ק"מ בקירוב ממוצא הקניון, צפונה לגשר אלמגור עד פארק הירדן. האפיק נמשך עוד כ-2 ק"מ באזור השפך והרלתה ער לימת הכנרת. המאפיין אזור זה הוא דגם הפזרות של הנחל, המתבטא בהתפלגויות הרבות של האפיקים. ניתן לחלק אזור זה לחלק צפוני, שבו המשקעים הם בולדרים וחלוקים, ודרומי, הבנוי בעיקרו מחול וחצצים.

צפיפות הפזרות עולה כלפי המורר, עם הקטנת השיפוע וגורל החלוקים (ציור 8). העמק מתרחב כדי 200-300 מ', רוחב כזה מאפשר לנחל לחתור לצדדים ולהשקיע את מרבית החומר הגס שהוסע מן הקניון. עובי המשקעים הנהריים גדל ככל שמתקרבים לשפך הנהר; באזור הפזרות עוביים כ-3-5 מ' (ציור 9).

באזור הפזרות ניתן להבחין ב-4 סוגים של שרטונות: שרטונות אורך, אופייניים לאפיק הראשי ובנויים מחומר גס; שרטונות מרכזיים אופייניים לאזור הפזרות ובנויים מחומר דק וגס; שרטונות נקודתיים, בצמוד לגדה הקמורה המכוסה בעת גאות ושרטונות אלכסוניים, בצמוד לאשרה הפנימית של האפיק. הגאות של 1969 עיצבה מבנים סדימנטריים שונים בקרקעית האפיק (KARCZ AND INBAR, 1978). תפרוסת מבנים אלה מאפשרת שיחזור של הגאות (ציור 10).

הגאות החריגה של ינואר 1969 בירדן העליון נגרמה על ידי סופת גשם נדירה והוגברה על ידי פעילות האדם באגן ההקוות. הגשם העונתי הגיע ל-180% עד 250% מן הממוצע הרב שנתי, ולערכים הגבוהים ביותר בתקופת מרידה של כ-150 שנה. נפח הגאות היה מאה מליון מ"ק עם ספיקת שיא של 215 מ"ק / שניה ומהירות מים של 6 מ/שניה (ציור 11). מפלס האגם הגיע לגובה המירבי הידוע ב-100 השנים האחרונות.

הטעונת שהוסעה מן האגן וחומר דק שהוסר מאזור הפזרות - בסך הכל כ-2 מליון קוב חומר - הגיעו לכנרת ויצרו דלתה חדשה במוצא הירדן (ציור 12). מאז 1969 הדלתה ממשיכה לגדול, הודות להספקת חומר ע"י הירדן, ולהתייצב כתוצאה מגידול צמחיה.

#### תחנה מס' 4

##### אזור גשר אלמגור (גשר "הדודות")

השיפוע הבללי בקניון הוא 0.02 מעלות אך בקטעים של אשדות, באזור הדרומי, מגיע ל-0.04. מקור הבולדרים בגרופת הוא הגלישות במדרונות הקניון: זהו המקור הבלעדי של גרופת גסה כי החומר המוסע מאגן ההקוות שוקע בעמק החולה. מכאן שמרחק ההסעה של החומר הוא קצר ולגבי בולדרים מצטמצם לכמה מאות מטרים בלבד. בעת גאוויות, הבולדרים הגדולים נעים עד עשרות מטרים וחומר דק, מאות או אלפי מטרים. הבולדרים שמעל 1500 מ"מ (קוטר בינוני) נעו בגאוויות של 1969 (214 מ"ק / שניה) ו-1985 (164 מ"ק / שניה) בלבד. הגאות השנתית הממוצעת (כ-100 מ"ק / שניה) גורמת לתנועה של 6% מהבולדרים בגודל 1000 - 500 מ"מ ו-12% של הבולדרים בגודל 250-500 מ"מ (ציור 13).

חישוב הספיקה של הגרופת בעת גאוויות נערך על פי אומדני ההצטברות של המשקעים באזור הפזרות, הן בשרטונות והן בפשט. הנפח הכולל חולק בהתאם למשתנים הידראוליים של הגאות וכך התקבל שיעור ספיקה לפי גודל חלוק (INBAR AND SCHICK, 1979). תנועת הגרופת נמצאת בהתאמה להספק הזרימה (STREAM POWER). הנתונים בציור 14 מציינים ספיקה של גרופת (בק"ג/מטר רוחב אפיק/שניה) כפונקציה של הספק הזרימה של הנחל, הנמדד באותן יחידות. תהליכי התנועה של הבולדרים הגדולים מתרחשים בעת גאוויות נדירות בלבד: ב-1969, השינוי המורפולוגי התרחש ב-24 עד 48 שעות בלבד. ב-1985 שרטון באורך של 80 מ' ועליו עצים גבוהים נשטף כולו. בגדה המזרחית במוצא הקניון נמצאת הגלישה המצוקית הגדולה והפעילה ביותר. בינואר 1969 קטע של 200 מ' של תעלה הטיית מים נסחף כתוצאה מגלישה של קטע המדרון. הגלישה נגרמה על ידי המשקעים הרבים באותה שנה ושטפונות הירדן. לפי אודמן, סלעים בנפח של 13,000 מ"ק גלשו אל האפיק

(אבן ניר, 1988). הגלישה מושפעת גם מפעילות סייסמית; עדות אחרונה נצפתה לאחר רעש בעוצמה 4 בסולם ריכטר שפקד את אזור מערב הכנרת ב-7.5.88.

גיל הבזלח נקבע ל-2.13 מיליון שנה (HEIMANN AND STEINITZ 1988).

#### בבליוגרפיה:

אבן-ניר, מ., 1988: מורפולוגיה ותנאים דינמיים של הגלישות במדרונות הבזלתיים בקניון הירדן. עבודת מ.א. החוג לגיאוגרפיה, אוניברסיטת חיפה. 102 ע'.

היימן, א. מור, ד., שטייניץ, ג., 1987: גילי אשלגן ארגון של הבזלת ברמת כורזים כינוס החברה הגיאולוגית הישראלית. ע' 32-34.

ענבר, מ. 1977: תנועת גרופת ומורפולוגיה של אפיקי פזרות בירדן העליון. עבודת ד"ר, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

פליישר, ע. 1968: הגיאולוגיה התת קרקעית של עמק החולה ואזור כורזים. המכון הגיאולוגי, ירושלים.

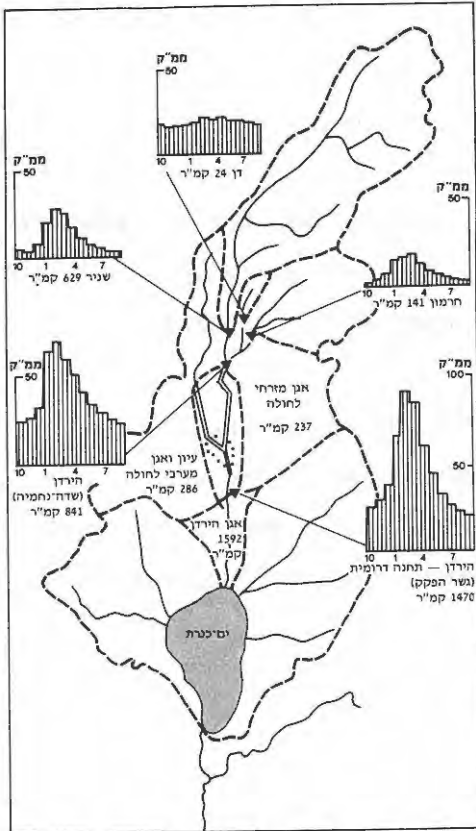
GOREN-INBAR, N. AND BELITZKY, S., 1989: STRUCTURAL POSITION OF THE PLEISTOCENE GESHER BENOT YA'AKOV SITE IN THE DEAD SEA RIFT ZONE, QUATERNARY RESEARCH (IN PRESS)

HARASH, A. AND BAR, Y., 1988: FAULTS, LANDSLIDES AND SEISMIC HAZARDS ALONG THE JORDAN RIVER GORGE, NORTHERN ISRAEL. ENGINEERING GEOLOGY, P. 1 - 15

HEIMANN, A. AND STEINITZ, G., 1988: K-AR AGES OF BASALTS FROM THE WESTERN SLOPES OF THE GOLAN HEIGHTS CURRENT RESEARCH - GEOL. SURVEY OF ISRAEL, VOL. 6, P. 29-32

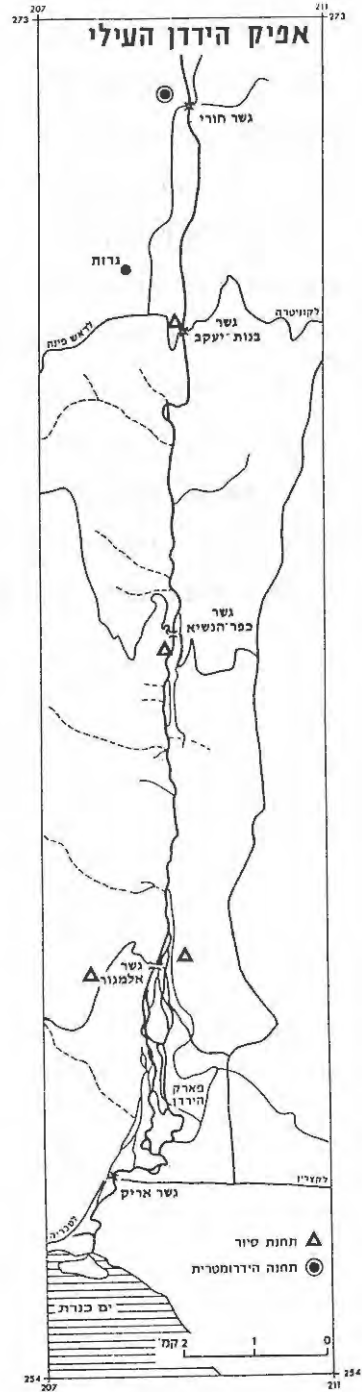
INBAR, M. 1987: EFFECTS OF A HIGH MANGNITUDE FLOOD IN A MEDITERRANEAN CLIMATE: A CASE STUDN IN THE JORDAN RIVER BASIN. IN: L. MAYER ANO D. NASH (EDS.) CATASTROPHIC FLOODING. ALLEN & UNMIN., P., 333-353.

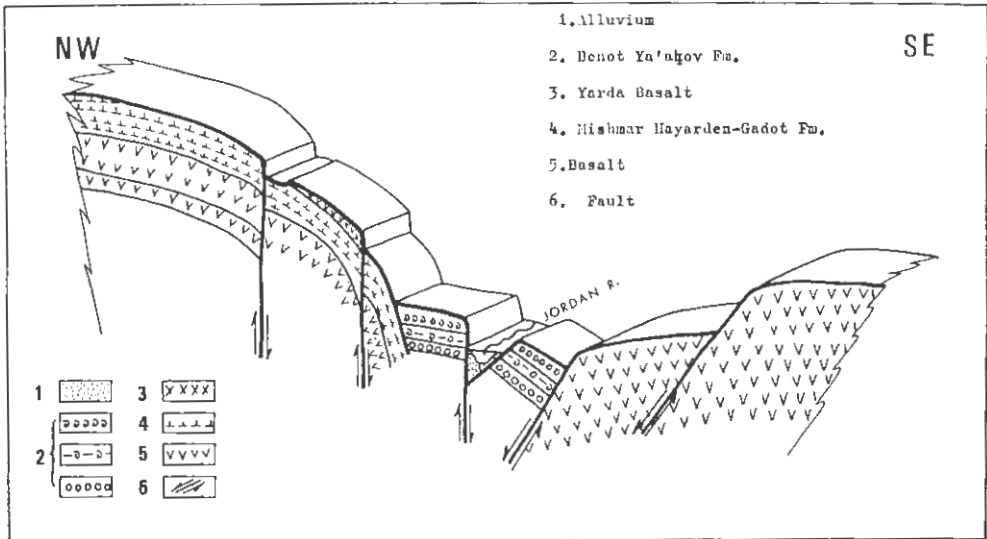
- INBAR, M. AND SCHICK, A. P, 1979: BEDLOAD TRANSPORT ASSOCIATED  
POWER JORDAN RIVER, ISRAEL. PROCEEDINGS OF THE NATIONAL  
ACADEMY OF SCIENCES, USA, V. 76, NO. 6, P. 2525-2571
- KARCZ, I. AND INBAR M., 1978: FLOOD-GENERATED STREAMBED RELIEF  
AND RECONSTRUCTION OF THE FLOW PATTERN, UPPER JORDAN RIVER,  
ISRAEL. IN FRIEDMAN, G. M., EDITOR, TENTH INTERNATIONAL  
CONGRESS ON SEDIMENTOLOGY, ABSTRACTS, JERUSALEM, V. 1,  
P. 347-348.
- PICARD, L. 1963: THE QUATERNARY IN THE NORTHERN JORDAN VALLEY  
THE ISRAEL ACADEMY OF SCIENCES, VOL. 1, NO. 4, 34 PP.
- STEKELIS, M. 1960: THE PALEOLITHIC DEPOSITS OF JISR BANAT  
YAQUB. BULL RES. COUNC. ISRAEL, VOL. 96, NO. 2-3, P. 61-87



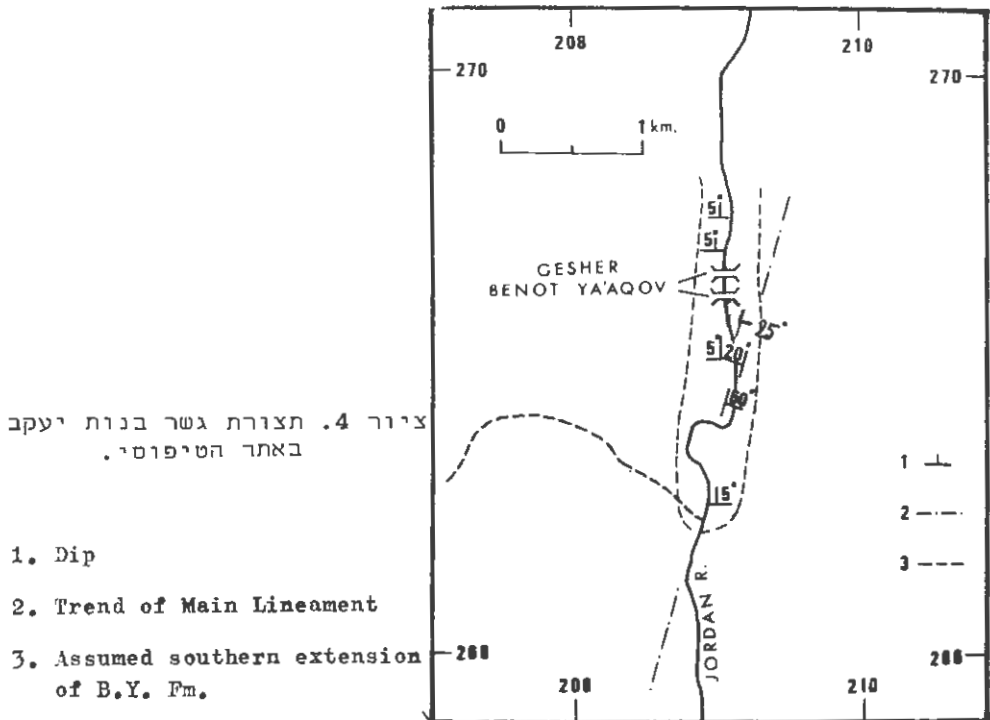
ציור 2: אגן הירדן העליון — נפחי זרימה חודשיים בתחנות השונות

ציור 1. אפיק הירדן העילי.





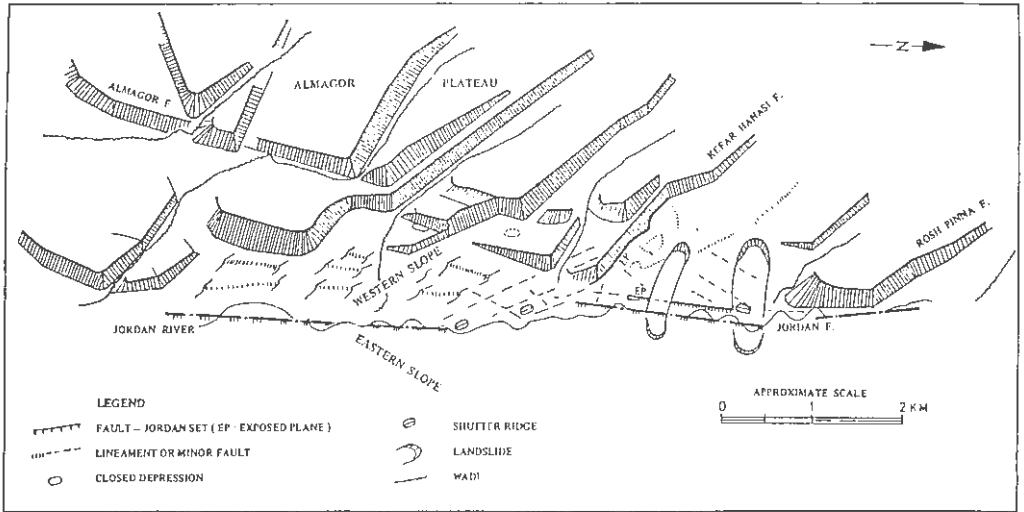
ציור 3. חתך גיאולוגי באזור גשר בנות יעקב  
(GOREN-INBAR & BELITZKY 1989)



ציור 4. תצורת גשר בנות יעקב  
באתר הטיפוסי.

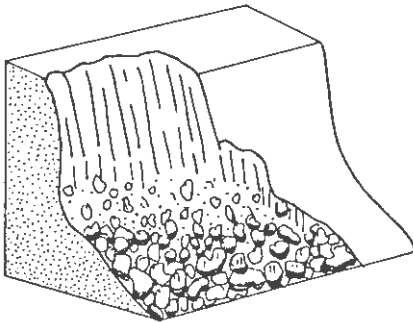
| זרם                                     | מ' | עובי<br>מ'           | תאור גרפי | תאור ליתולוגי                                                                                                | הערות                                                         |
|-----------------------------------------|----|----------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| זרם בלתי מחולק סף (הצורות גולן + אורטל) | 7  | 21<br>20<br>19<br>18 | 4.1       | זבל הגלישה<br>בזלת מסיבית סדוקה<br>OLIVINE BASALT עם<br>פנוקריסטים כודדים<br>בזלת בלויה                      | תחילת<br>מחשוף<br>הגלישה                                      |
|                                         | 6  | 17<br>16             | 2.4       | בזלת מסיבית בצבע<br>אפור עם מיסורים<br>בלויים בהירים<br>בזלת בלויה                                           | מצוק                                                          |
|                                         | 5  | 15<br>14<br>13       | 2.6       | בזלת מסיבית סדוקה<br>בזלת בלויה                                                                              | מצוק                                                          |
|                                         | 4  | 12<br>11<br>10       | 3.6       | זרם בזלת סדוק<br>בזלת סדוקה וזיקורלית<br>בזלת בלויה ואבקתית                                                  | מצוק                                                          |
|                                         | 3  | 9<br>8<br>7<br>6     | 3.5       | זרם סדוק מאוד<br>הבזלת מכוסה מיסורים<br>של מינרלים חרסיתיים<br>בהירים.<br>בזלת וזיקורלית.<br>בזלת בלויה      | סדקים<br>פעילים<br>מפולות<br>גורמות<br>להעקת<br>גושי<br>בזלת. |
|                                         | 2  | 5<br>4               | 2.3       | בזלת מסיבית סדוקה עם<br>אופקים בלויים בבסיס וגג<br>קוטר עמודים 0.8-1.1 מ'<br>וזיקולות (10 מ"מ) בחלק<br>עליון | הסדקים<br>דמויי<br>יתדות                                      |
|                                         |    |                      | 0.4       | קרקע פוסילית חומה+בזלת                                                                                       |                                                               |
|                                         | 1  | 2                    | 2.1       | זרם בזלת עם סידוק<br>ניצב היוצר גושים בקוטר<br>של 1 מ'<br>וזיקולות כ- 8 מ"מ קוטר<br>בחלק העליון.             | חשיפה<br>לטרלית<br>כ- 100 מ'                                  |
|                                         |    |                      |           | טלס 6 מ' מעל מפלס הירדן<br>גושים מ' >                                                                        |                                                               |

בסיס לא חשוף

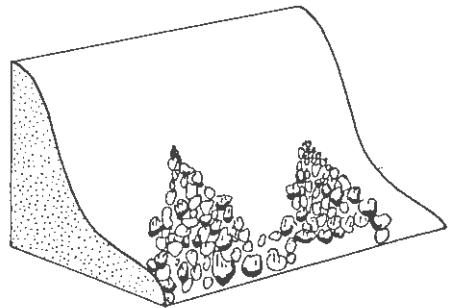


איור 7. מבנים דירוגיים כבלוח כורזים, המצרכ לזניון הידרן. (Harash and Bar, 1988)

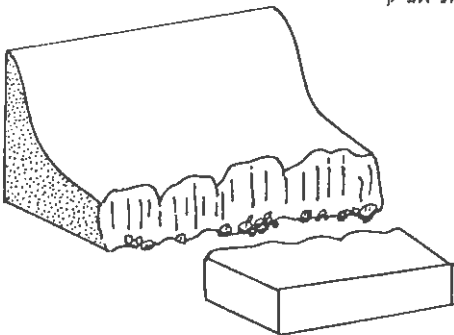
גלישה מצוקית



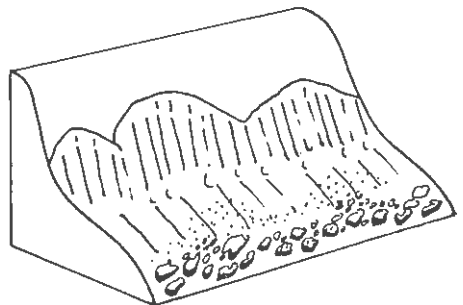
גלישת דרדרת



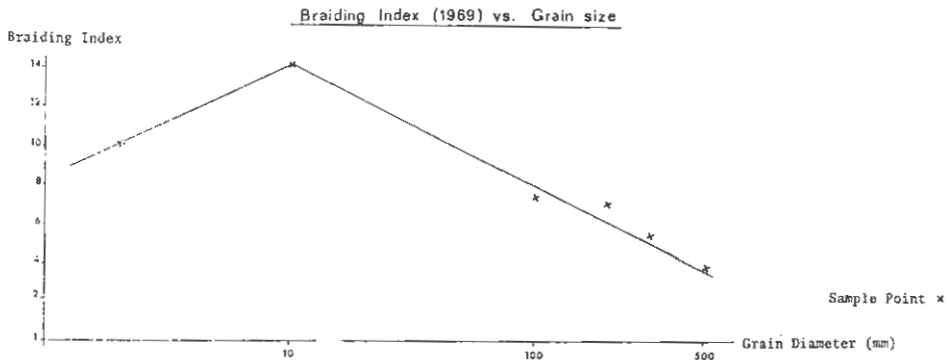
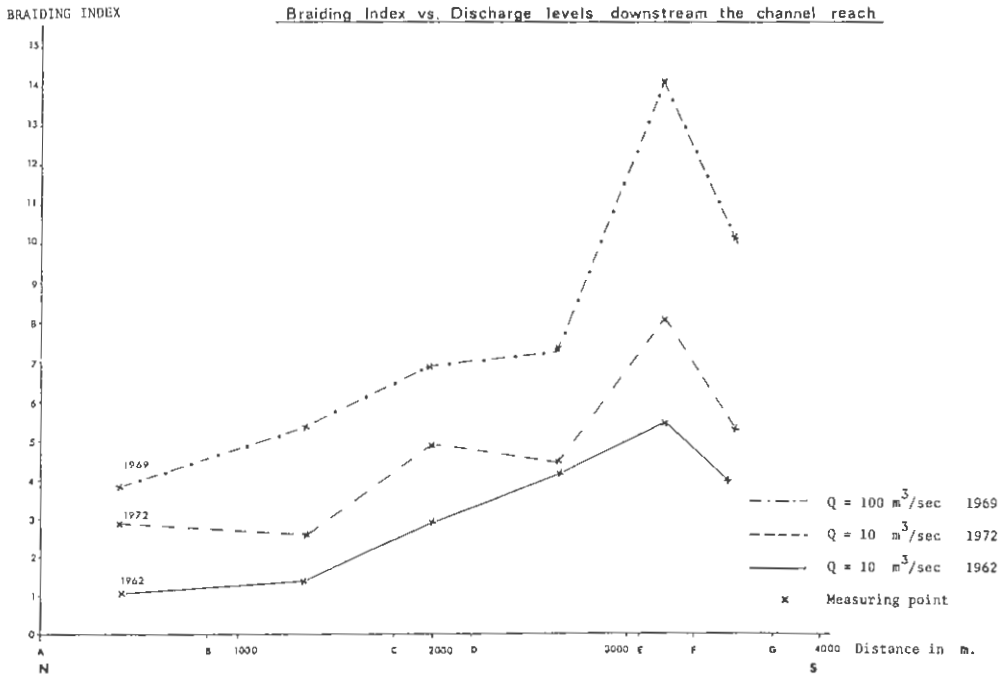
גלישת אפיק



גלישת עפר

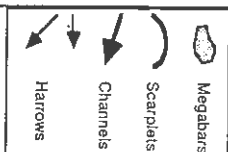
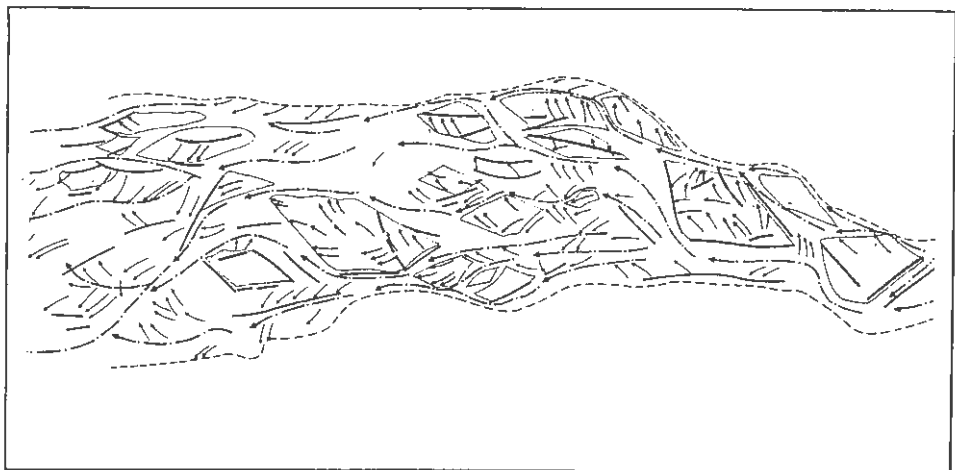


איור 7. מיון גלי-דח/בניון הידרן (אנן ניר, 1988)

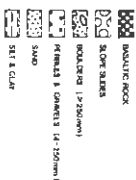
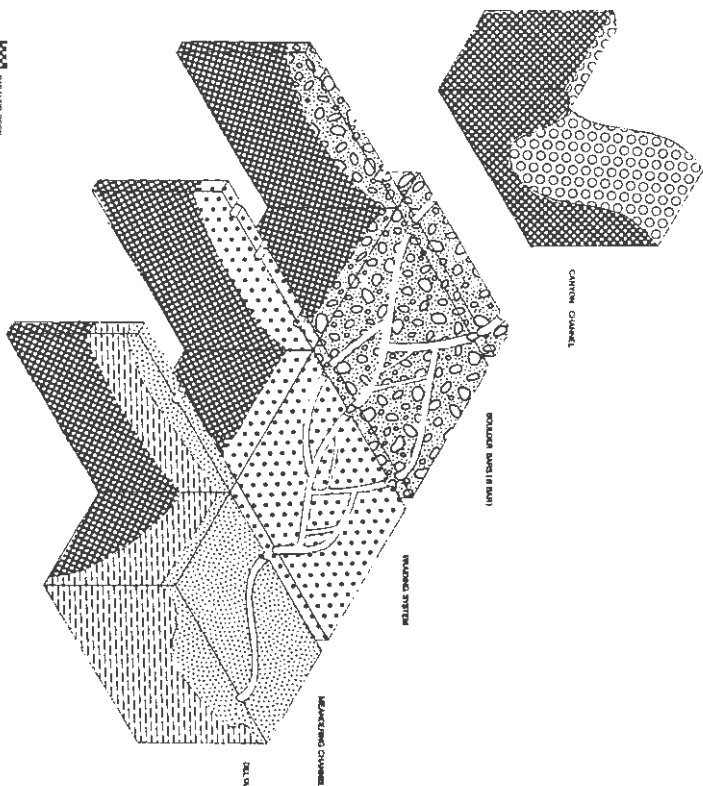


ציור 8. יחס בין שיעור פזרות לספיקת מים וגודל גרגר.

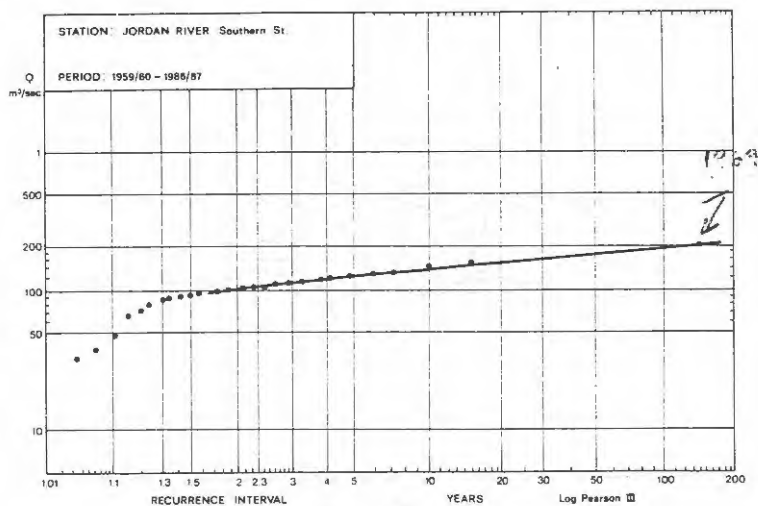
# JORDAN RIVER — BRAIDING PATTERN SYSTEM



ציר 10. שיחזור דגם הזרימה בירדן.



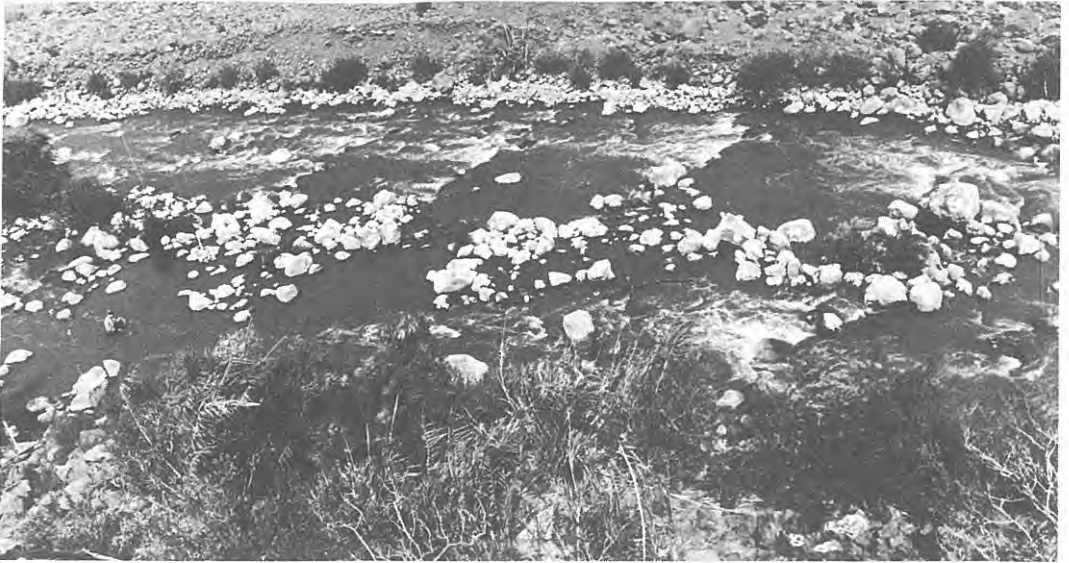
ציר 9. מערכת הפצרות בירדן.



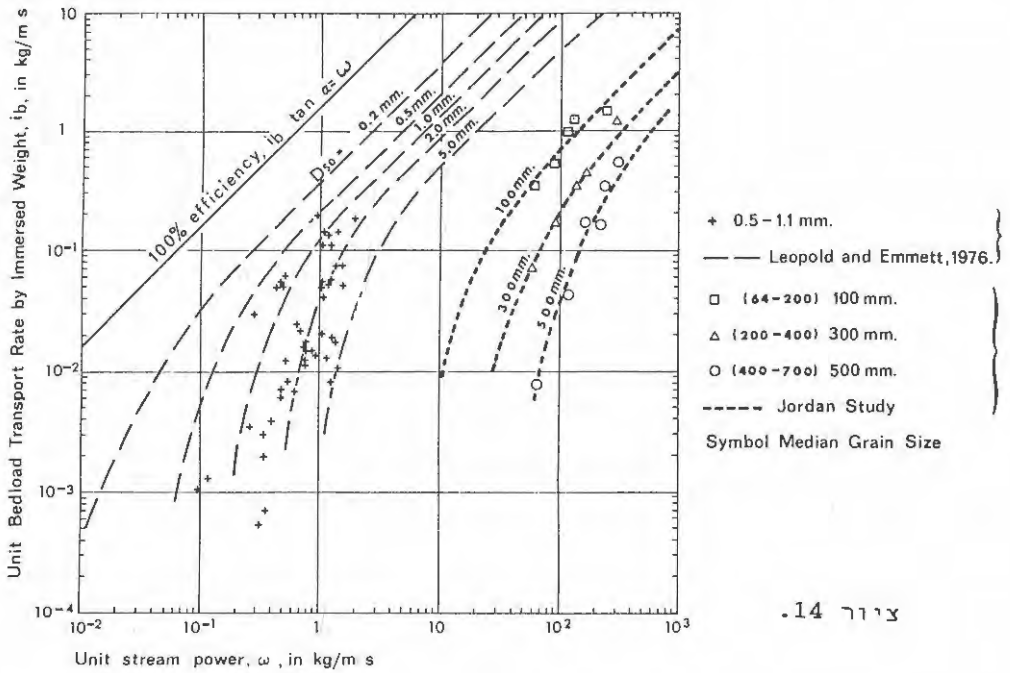
ציור 11. תקופת חזרה של זרימות שיא בירדן.



ציור 12. צילום אוויר של דלתת הירדן (1972).



ציור 13. שרטון מחקר במעלה גשר אלמגור.



ציור 14.

## תוכנית נולקניות בדרום רמת הגולן

דורון מור, המכון הגיאולוגי, ירושלים

### הקדמה

בדרום רמת הגולן נחשף חתך סדימנטרי ו-וולקני של כ-1000 מ'. ניתן לחלק את החתך על פי התקופות הראשיות בתולדותיו:

#### א. הטור הסדימנטרי

מן האיאוקן התחתון (תצורת עדולם) ועד הפליוקן (תצורת גשר) שקע באיזור זה טור עבה של משקעים ימיים, יבשתיים ואגמיים, עם מספר אינטרקלציות וולקניות. לא נעסוק בחלק זה של החתך במסגרת הסיור (ראה סיור ד-2). תוך כדי שקיעת המסלע הסדימנטרי עברו על האיזור מספר אירועים טקטוניים, שכתוצאה מהם חלה אירוזיה חזקה אשר גדעה את החתך. על כן מונחת היחידה הוולקנית הראשונה באי-התאמה זוויתית ואירוזיבית על גבי יחידות סדימנטריות שונות - מתצורת פיק (האוליגוקנית) ועד תצורת גשר (הפליוקנית).

#### ב. בזלת הכיסוי

תקופת הפעילות הוולקנית החלה כאשר תצורת בזלת הכיסוי\* החלה לכסות את החתך הגדוע לפני 5.1 מיליון שנה (הגיל הקדום ביותר של בסיס התצורה בגולן, ליד נאות גולן). הפלטו שבנתה בזלת זו משתרע ממבואות הר הדרוזים במזרח ועד עמק יזרעאל במערב, כולל האיזור ששקע לאחר מכן ויצר את בקע ים המלח. במקומות אחדים מגיעה הבזלת לעובי של כ-150 - 170 מ' ובמקומות אחרים רק לכ-30 מ'. מקורותיה בגולן היו מספר חרוטי-לבה\*\* שטוחים הניכרים עד היום, ובכמה מקומות נוצרו גם חרוטי-אפר\*\* ששרידיהם הם מחשופי סקוריה בנג-יהודה. תקופת פעילות זו נמשכה עד לפני 3.7 מיליון שנה (הגיל הצעיר ביותר של גג בזלת הכיסוי שנמדד עד כה בגולן, בפסגת הר רם).

#### ג. תצורת דלתון

לאחר בזלת הכיסוי חלה הפסקה ארוכה בפעילות הוולקנית, ובמקביל החלה שקיעתו ויצירתו של בקע הירדן הנוכחי. מלפני כ-3.0 מיליון שנה ועד לפני כ-1.7 מיליון שנה אירעו התפרצויות מבודדות במקומות מרוחקים זה מזה: בזלת משכי נבעה בלבנון וזרמה דרך ערוץ החצבני אל עמק החולה, בזלת יוחנן בקעה בגליל העליון ויצרה את רמת דלתון, תל רומן (ברמת כורזים) פעל אף הוא, ובזלת בגיל זה נמצאה גם בתחתית החתך בשוליים המערביים של הגולן. העדות לפעילות וולקנית בתקופה זו על פני השטח בדרום רמת הגולן היא בתל אבו אל עיתר, בו נמדד גיל של 2.75 מיליון שנה.

#### ד. תצורת אורטל

- מלפני 1.6 מיליון שנה ועד לפני 0.7 מיליון שנה חלה שוב עליה בפעילות הוולקנית, והבזלות של תצורת אורטל מכסות שטחים גדולים במרכז ובצפון רמת הגולן, בצפון עמק החולה ובסוריה. נציגיה של תצורה זו באיזור הסיור הם:
1. בזלת דלווה שבקעה מרכז שני-א-סינדיאן (מצפון להר פרס) ואשר מספר קילוחים\*\* שלה הגיעו עד לקו גבעת בזק - רמת מגשימים.
  2. בזלת יכסון שמקורה בסוריה והגיעה באמצעות קניון הירמוך הקדום עד בקעת כנרות.

#### ה. תצורת גולן

בה בשעה שמרבית התקופות הקודמות הצטיינו בשפע בזלת ובמעט פירוקלסטים, הרי שסלעי תצורת גולן, מלפני כ-0.4 מיליון שנה ועד לפני כ-0.1 מיליון שנה, מראים יחס הפוך: עשרות רבות של חרוטי-אפר מכסים את צפון רמת הגולן, אם כי מהר אודם נפלטות גם כמויות לבה ניכרות. נציגת תצורה זו באיזור הסיור היא בזלת רקד: מקורה הוא בתל חאדר שמצפון-מזרח למג'דל שמס, והיא זרמה דרומה דרך אפיקו הרדוד של הרקד הקדום, נפלה אל תוך הקניון שלו, התחברה לערוץ הירמוך ודרכו הגיעה עד בקעת כנרות, מהלך כ-90 ק"מ.

# 1. הולדה

במקביל לכל התקופות שלאחר בזלת הכיסוי ועד היום - המשיכה קרקעית בקע ים המלח להעמיק ובעקבותיה העמיקו גם קניוני רמת הגולן. גושי בזלת ענקיים גלשו על מדרונות הנחלים, חלקי הבטיחה הצטברו במוצא הנחלים ונוצרה הקרקע הנוכחית.

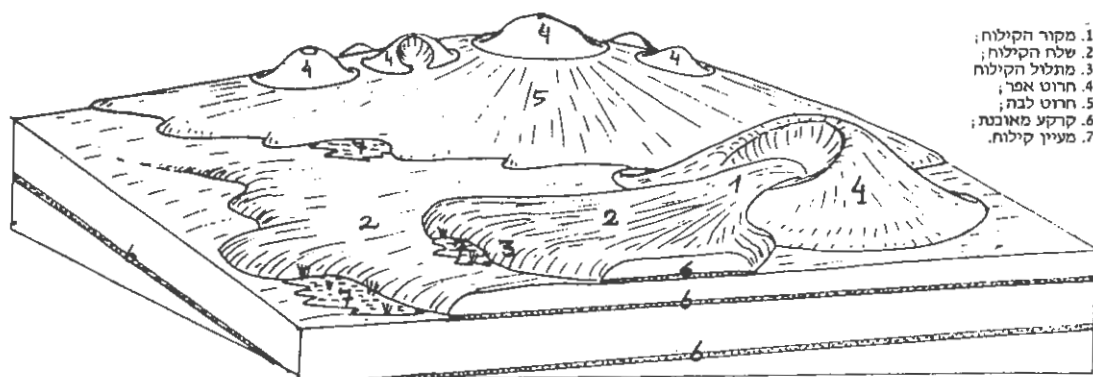
## טבלת היחידות הוולקניות שבאיזור הסוּר וגליליה

| תקופה                | תצורה       | גיל K-AR  | כפרט באיזור הסוּר               |
|----------------------|-------------|-----------|---------------------------------|
| פליסטוקן עליון       | תצורת גולן  | 0.4 - 0.1 | בזלת רקד                        |
| פליסטוקן תחתון-תיכון | " אורטל     | 1.6 - 0.7 | בזלת דלווה<br>בזלת ירמוך        |
| פליוקן תיכון-עליון   | דלתון       | 3.0 - 1.7 | בזלת אבו עיתר                   |
| פליוקן תחתון-תיכון   | בזלת הכיסוי | 5.1 - 4.0 | סקוריה בני-יהודה<br>בזלת הכיסוי |

+++++

\* הערה: המסלע הוולקני בגולן נחלק, סטראטיגרפית, למספר תצורות, כשכל אחת מאופיינת על ידי גבולות גיל רדיומני, אך היא יכולה לכלול גם יחידות בזלת וגם פירוקלסטים שמקורותיהם שונים ואף מרוחקים מאד זה מזה. כל תצורה מתולקת למספר פרטים, כאשר כל פרט בנוי מסלע אופייני (בזלת, סקוריה או טוף) ואשר מקורותיו נמצאים באיזור מצומצם. (למשל: תצורת אורטל שגילה 0.7 - 1.6 מיליון שנה כוללת גם את בזלת חצבני שמקורה בדרום לבנון, גם את סקוריה שיבו שבמרכז רמת הגולן וגם את בזלת ירמוך שמקורה בדרום סוריה).

\*\* שרטוט מס. 1: סכימה להמחשת מושגים וולקניים בסיסיים



1. מקור הקילוח;
2. שלח הקילוח;
3. מתלול הקילוח
4. חרוט אפר;
5. חרוט לבת;
6. קרקע מאובנת;
7. מעין קילוח.

## תחנות הסיוור (ראה מפה מצורפת)

### תחנה 1: מעלה גמלא (נ.צ. 2133/2552)

בתחנה זו תצפית טובה על 3 היחידות שמצפון-מזרח לכנרת:

א) הכביש עצמו מטפס על הבלוק הגבוה של דרום רמת הגולן. החדת באיזור זה כולל את תצורת הורדוס היבשתית-קלסטית, מעליה את תצורת גשר האגמית-גירית ומעליה את בזלת הכיסוי המגיעה כאן לעובי של 150 מ' ויותר. בחתך זה אפשר יהיה להבחין בעיקר באפיק נחל דליות שמצפון. כמו כן נמצאות בצד הכביש גלישות גדולות של גושי בזלת.

ב) בלוק יהודה הוא הבלוק הנטוי מאיזור קצרים אל הכנרת כשהוא רחב בצפון וצר יותר בדרומו. ממזרח מוגבל בלוק יהודה בהעתק שיח-עלי (העובר כ-500 מ' ממערב לתחנה) וממערבו - על ידי העתק הירדן. בבלוק זה עוברים גם מספר העתקים קטנים, בכיוון דרום-מזרח לצפון-מערב, המכתיבים פניות מזוותות במהלך הנחלים.

4 הנחלים הגדולים בבלוק הם: יהודה, זווית, משושים והירדן, היוצרים יחד מניפת-סחף משותפת (היא בקעת בטיחה) בצפון-מזרח הכנרת. בתוך בקעת בטיחה עצמה אפשר לראות את היחידה הקלסטית הצעירה של חלוקי בטיחה, אשר הובאו לכאן על ידי 4 הנחלים. עוביה של היחידה הוא לפחות 102 מ', כפי שנמצא בקידוחי "בית הבק".

ג) בלוק כורזים משתרע ממערב לירדן, ומבנהו פורט בסיור ב-5.

### תחנה 2: גבעת בזק (נ.צ. 2215/2576)

גבעת בזק הינה אחד מחרוטי-הלבה מתוני-המדברנות שבנו את הפלטו של בזלת הכיסוי. היות והיא נמצאת על הגבול שבין דרום רמת הגולן ומרכז - הרי שמכאן ניתן לראות היטב את השוני המורפולוגי שבין שתי יחידות-נוף אלה: א) דרום רמת הגולן בנוי מפלטו בזלת נרחב ואחיד, עליו פזורים מספר חרוטי-לבה נמוכים: קובת קרעא ממערב, תל א-סקי ותל אבו עיטר בדרום-מזרח, וכן תל נטור, רוג'ם אל זכי ובני יהודה בדרום. הבזלת מכוסה בדרך כלל במעטה קרקע עבה.

ב) מרכז וצפון רמת הגולן זרועים חרוטי-אפר גבוהים ותלולי-מדברנות, אשר קילוחי-לבה צעירים בוקעים מהם או עוברים ביניהם. מכאן ניתן לראות בבירור את הר פרס, רכס בשנית, הר שיפון, הר יוסיפון, הר אביטל וחרוטים נוספים.

### תחנה 3: "החרוט הקבור" (נ.צ. 2222/2566)

תולדות רמת הגולן רצופים בחילופין של טיפוסים התפרצויות וולקניות: לעיתים נפלטת לבה היוצרת חרוטי-לבה שטוחים ופלטו בזלתי, ולפעמים נפלטים פירוקלסטים היוצרים חרוטי-אפר גבוהים הבנויים סקוריה וטוף. תוצרי ההתפרצויות מתגבבים זה על גבי זה, כך שעל פני השטח ניתן לראות רק את הטיפוס האחרון.

בתחנה זו, מהלך כ-300 מ' מכביש "ציר המפלס", חשף אפיק נחל דליות חרוט-אפר קבור, הבנוי מאפקי סקוריה אדמזמים הנטוים באופן רדיאלי מהמרכז, בשוליו טוף חום-צהבהב והוא מוקף כולו בקילוחי בזלת. תקופה אירוזיבית מאוחרת יותר גדעה את ראשיהם של הקבור והקבורים כאחד, והותירה את רישומה בצורת מישור גידוע ועליו פאליאוסול בעובי של 0.5 - 1 מ' הניכר בנקל בשל פריכותו. קילוחי בזלת מאוחרים יותר, שמקורם בגבעת בזק, כיסו מחדש את כל השטח ויצרו את הפלטו הנוכחי. כל הקומפלקס כולו שייך לבזלת הכיסוי: בסיסו הוא בן 4.5 מ.ש., וגגו 4.0 מ.ש.

### תחנה 4: קילוח רמת משושים (נ.צ. 2253/2514)

בתחנה זו תוצה הכביש את אחד הקילוחים הצעירים-רחסית (0.9 מיליון שנה) של בזלת דלוה, אשר הגיעו לכאן בהתפשטותם דרומה מכיוון חרוט שעף א-סינידיאן (מהלך כ-17 ק"מ). קילוח הלבה התקדם בתוך ערוץ קדום ורדוד, ומשם כד נאלצה מערכת הניקוז להתפצל לשני ערוצים חדשים. אלה הולכים במקביל משני עברי הקילוח עד אשר הם חוזרים ונפגשים לפני "חטמו" של הקילוח, מכאן הם ממשיכים בזרימתם בערוץ הישן. בדרך כלל בוקע בעונת האביב במקום כזה גם מעין-קילוח\*\* קטן, בו מגיחים אותם המים שחילחלו דרך קילוח

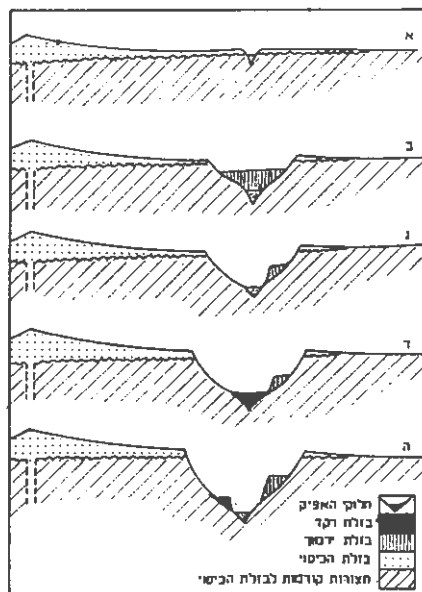
הבזלת וזרמו על גבי הקרקע המאובנת\*\* עד חזיתו של הקילוח. מעיין כזה נראה כק'מ אחד קודם לכן, ליד בג'וריה.

הכביש חוצה את הקילוח, שרחבו כאן כ-500 מ' - ולכן ניתן יהיה לחוש בקלות בעליה התלולה על גבי מתלול הקילוח\*\* המערבי, אחר כך את הנטישה הישרה שעל גבי שלח הקילוח, \*\* ולבסוף את הירידה התלולה על המתלול המזרחי.

**תחנה 5. תל אבו אל עיתר** (מותנה בראות טובה. נ.צ. 2285/2483).  
חרוט-לבה זה הוא היחיד (בינתיים?) על פני השטח של רמת הגולן, שנמצא שייך לתצורת דלתון - דהיינו לתקופת הפעילות הוולקנית שלפני 3.0 - 1.7 מיליון שנה. אולם מטרת הביקור כאן היא המבט מזרחה, אל עומק שטח סוריה, כדי לראות את יחידות הנוף בכיוון זה.  
ביום של ראות טובה אפשר לראות מכאן את המשכיות הפלטו של בזלת הכיסוי עד מרגלותיו של הר הדרוזים. על פני המישור העצום הזה מוצבצים, במרחקים גדולים זה מזה, תרוטי-אפר (כגון תל ג'מוע) חרוטי-לבה (כגון כנף א-סין) וחרוטי-אפר הבנויים על גבי חרוטי-לבה (כגון תל ג'ביה). כמו כן אפשר להבחין בקו עד אליו התפשטה בזלת רקד בתוך ערוץ הרקד הרדוד, ואשר ממנו נפלה אל תוך קניון הרקד העמוק.

**תחנה 6. בני יהודה** (נ.צ. 2149/2470).  
ליד ברובת השחיה של בני יהודה אנו עומדים על שרידיו של חרוט-אפר גדול מאד, אשר חלקו העליון הוסר באירוזיה. אפילו כך הרי שהקידוח השיטחי שנערך כאן ב-1970 חדר 25 מ' של סקוריה, בלי שהגיע לבסיס.  
ממקום זה זה ניתן שוב לחזור ולראות את דרום רמת הגולן, אך מזווית ראייה שונה. כמו כן ניתן לראות את הפלטו של מבוא-חמה, ובאופק גם את הפלטו הקטן של אום-קיס שבירדן - שהיה מתובר עם פלטו מבוא-חמה עד אשר הפריד ביניהם קניון הירמוך המתחתר.

שרטוט מס. 2: שלבי התפתחותו של אפיק הירמוך



**תחנה 7. תמת גדר** (נ.צ. 2121/2326).  
בתחנה זו ניתן לראות את 3 הבזלות שהיוו ציוני-דרך בהתפתחות אפיקו של הירמוך (ראה שרטוט מס. 2):

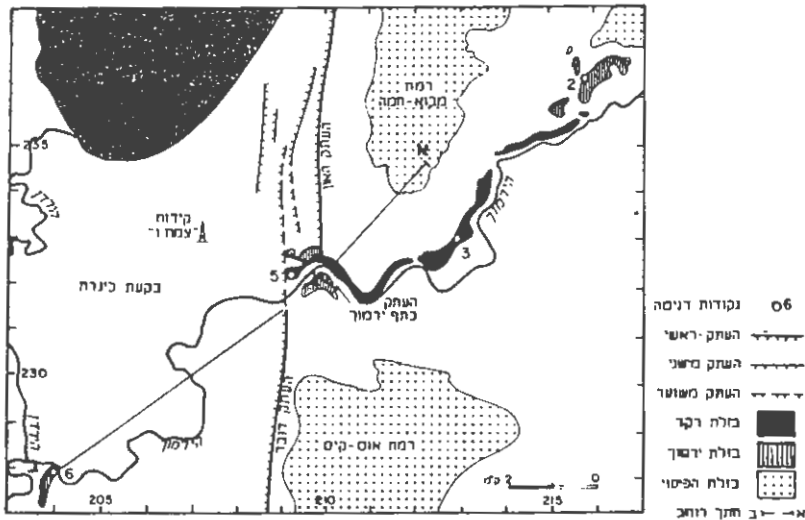
- בזלת הכיסוי יוצרת את ה-CAPE-ROCK של פלטו מבוא-חמה ופלטו אום-קיס, שהיוו משטח רציף אחד לפני 4.3 מיליון שנה, כלומר לפני היות הירמוך.
- לאחר התחתרות במשך כ-3.5 מיליון שנה נוצר קניון עמוק, דרכו זורמת בזלת ירמוך לפני 1.0-0.8 מיליון שנה.
- התחתרות הנהר נמשכת, ומבזלת ירמוך נותרות רק טרסות אחדות בשולי הקניון.
- לפני כ-0.4 מיליון שנה זורמת בזלת רקד וממלאה שוב את קרקעית האפיק.
- ההתחתרות נמשכת והולכת, וגם מבזלת רקד נותרות טרסות בשולי הקניון, אם כי ארוכות ורציפות יותר.
- היחס שבין עומק האפיק הקדום למשך הזמן בו נחתר - מאפשר לקבוע את קצב ההתחתרות. חישוב שנעשה לגבי 3 קטעי חתך (גג בזלת הכיסוי/בסיס בזלת ירמוך; גג בזלת ירמוך/בסיס בזלת רקד; גג בזלת רקד/האפיק של היום) הראה כי קצב זה נע בין 0.1-0.2 מ'מ בשנה, בהתאם ליחס שבין עובי הבזלת והגיר בקטע החתך הנחתר (נראה כי ככל שכמות הבזלת רבה יותר - הקצב איטי יותר).

# תחנה 8. מורדות גבעת גולני (נ.צ. 2093/2324)

גם מתחנה זו נקל לראות את שתי הבזלות שזרמו בירמוך: בזלת ירמוך בונה את כתף ירמוך שמדרום לנהר ואת גבעת הבזלת שלמרגלות גבעת גולני (בתוכה חתורה מסילת הברזל המנדטורית) ואילו בזלת רקד בונה את המצוק התלול, שלרגליו זורם הנהר של היום.

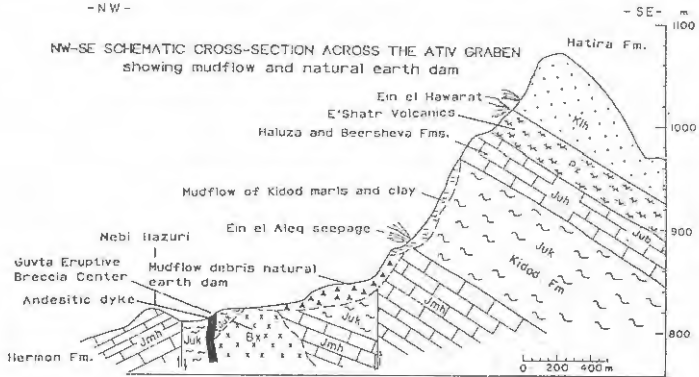
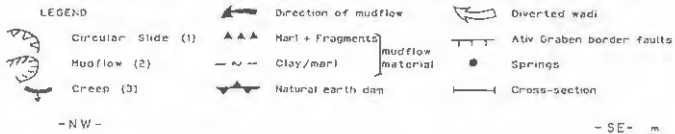
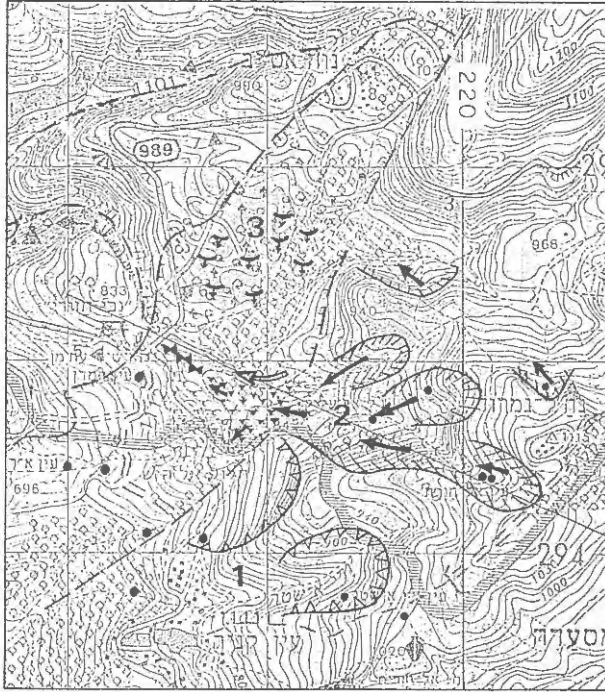
כאן כבר ניכרת השפעת הטקטוניקה של הבקע: כתף ירמוך שבורה בהעתק אלכסוני קטן, המוריד את הבלוק הצפוני, וכל מחשופי הבזלת נעלמים עם הגיעם אל קו ההעתק הראשי, העובר כאן כ-200 מ' ממערב לתל דובר. יש לציין שבזלת נהריים, המרוחקת מכאן כ-7 ק"מ בקו אוויר, הינה בגיל דומה לבזלת ירמוך, ועל כן סביר להניח כי היא מהווה את המשכה של זו בתוך הבקע. (ראה שרטוט מס. 3).

שרטוט מס. 3: מפה וחתך של הבזלות במוצא הירמוך אל בקעת כנרת





## THE NEBI HAZURI LANDSLIDE COMPLEX



## THE NEBI HAZURI LANDSLIDE COMPLEX

Yaacov Arkin, Geological Survey of Israel, Jerusalem  
 Aryeh E. Shimron, Geological Survey of Israel, Jerusalem

The Nebi Hazuri landslide complex occurs along the southeastern margins of the Ativ Graben. The graben is a tectono-magmatic feature of Early Cretaceous age and the slide complex is related to its geomorphological evolution. Three distinct types of slide movement are observed and all are related to the marls and clays of the Upper Jurassic Kidod Fm. within which slide planes are frequently generated. The slides can be characterized as follows:

### 1. MASSIVE CIRCULAR SLIDES

These are observed along the Eastern Graben Fault (EGF) escarpment-beneath Heahzut Nimrod on the north, and Ein Qinya on the south. Sliding involved mass movement of several hundred thousand cubic meters of material, including limestones from the Jurassic Hermon, Beersheva and Halutza Fms., marl and clay from the Kidod Fm., as well as overlying Early Cretaceous volcanics (E'Shatr Sequence) and sandstones from the Hatira Fm. (Fig. 1).

### 2. MUDFLOWS

The mudflows were generated by movement of Kidod Fm. marls and clays exposed along the EGF escarpment. The focii of the mud flow are spatially related to springs and seepages such as Ein el-Hawarat, Ein el-Aleq, Ein Wadi e-Shatr and Ein Qinya. The mudflow material is an unconsolidated, polymict conglomerate consisting of pebbles, cobbles and fragments from the Upper Jurassic and Early Cretaceous (and others ?) column. The clasts are loosely bound in a clayey-muddy matrix mostly originating in the Kidod Fm.

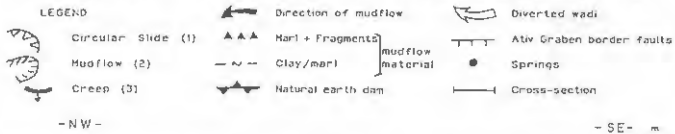
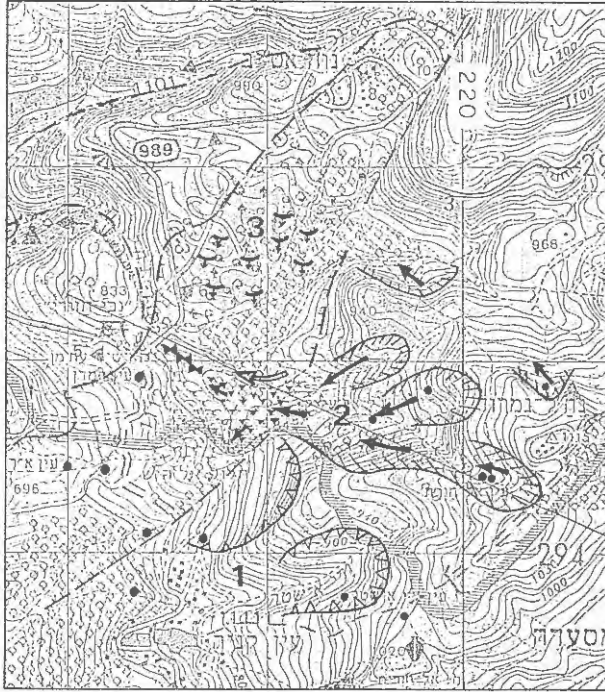
### 3. CREEP

Down-slope creep of the Kidod Fm. marls and marly limestones occurs on the broad and shallow NW slopes of the Ativ Graben. It appears to be the youngest of the mass movement phenomena. The creep is manifested in a series of faults of small (<1 m) displacements which are subparallel to the strike of the slopes. The down-faulted block generally dips back into the slope, resulting in a pattern of stepwise down-slope transport.

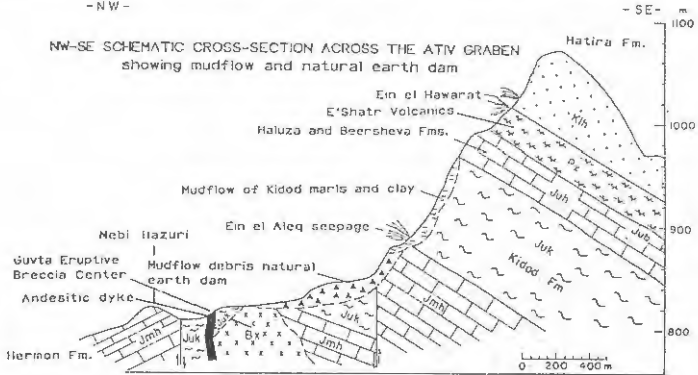
Although the specific timing of the various slide phenomena is not immediately obvious, it can be seen that some slides affect the present day hydrographic system. In the earlier steps of morphological development of the graben the hydrographic system very likely flowed parallel to the long (NE-SW) axis of the graben. During latter stages, a major mudflow, generated at Ein el-Hawarat, formed a natural earth dam between Nebi Hazuri and Ein el-Hawarat, diverting Nahal Hazuri to flow in a NW direction thereby also cutting across the NW border fault.

The Hazuri landslides are an important key in our understanding of the more recent evolution of the Ativ Graben. In particular, they elucidate the erratic position of the Hatira Sandstone and its E'Shatr Sequence volcanic substratum within it.

THE NEBI HAZURI LANDSLIDE COMPLEX



NW-SE SCHEMATIC CROSS-SECTION ACROSS THE ATIV GRABEN showing mudflow and natural earth dam



**EARLY CRETACEOUS MAGMATISM**  
**ALONG THE SE FLANKS OF THE HERMON RANGE**

Aryeh E. Shimron, Geological Survey of Israel, Jerusalem

**PURPOSE:**

The purpose of this excursion is to examine the various, newly mapped, intrusive and extrusive bodies which comprise the Newe Ativ Magmatic Center (Fig. 1). The excursion will focus on the field character and geometry of these bodies, discuss their peculiarities and attempt to investigate, and possibly establish, a genetic relationship between the various morphologic and petrological units. In addition, a brief inquiry into the possible relationship of Early Cretaceous tectonics and the magmatic history on the SE Hermon will also be made.

**TERMINOLOGY:**

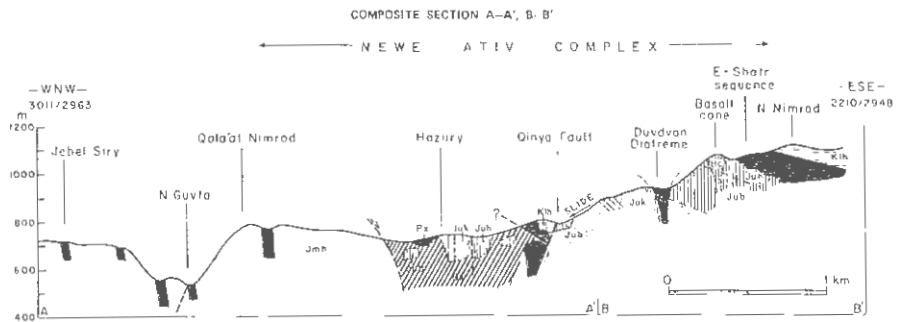
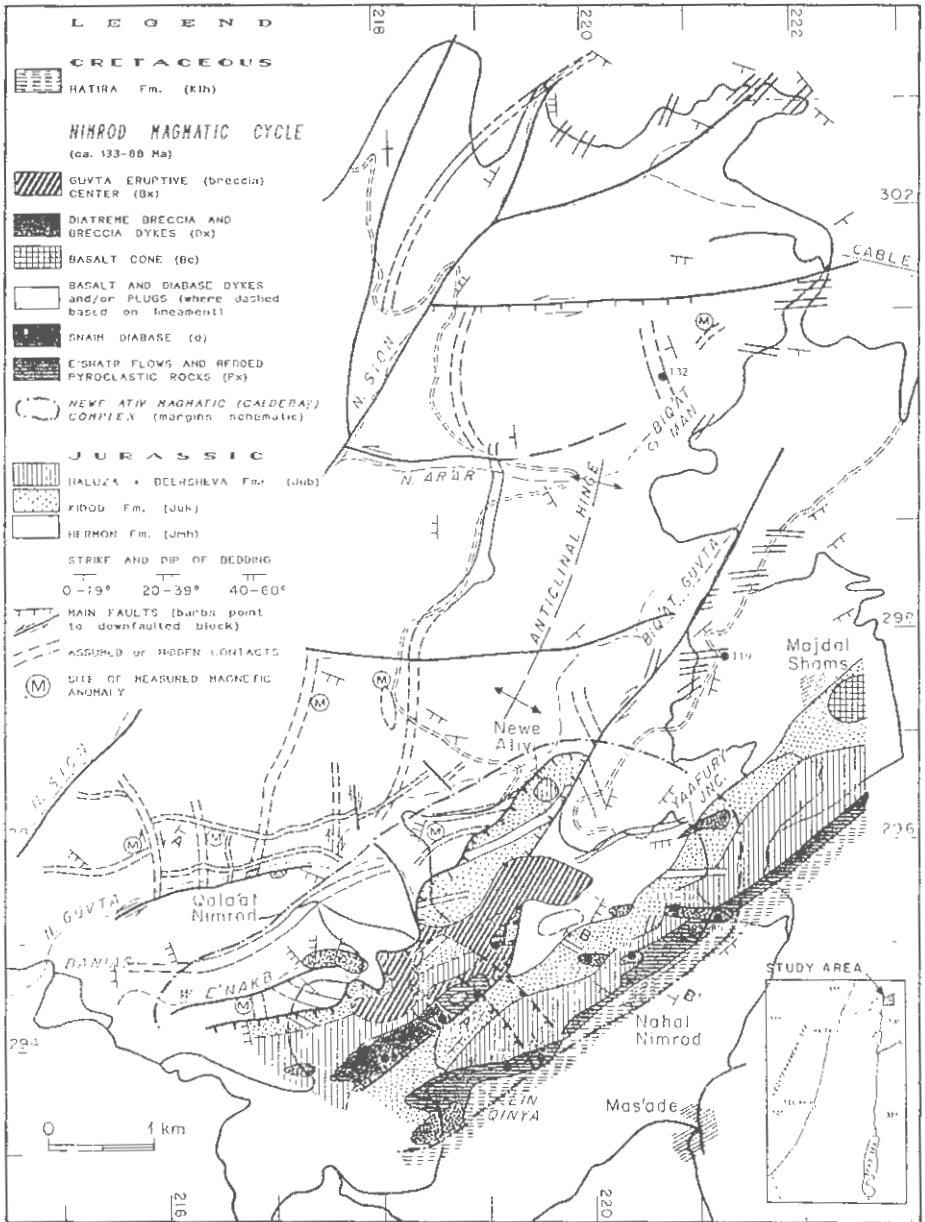
Some of the terms used in this introduction to the volcanology of the SE Hermon are employed as follows:

**COLLAPSE CALDERA:** A basin-shaped volcanic depression, produced by collapse of the roof of a magma chamber due to the removal of magma by voluminous pyroclastic or lava eruptions.

**DIATREME:** A diatreme is a funnel-shaped explosion pipe which resulted from a magmatic gas eruption. It can also be a lava and/or tuff-filled volcanic neck. Diatremes are similar to Maar-type volcanoes (Eifel region of Germany), to the well known Navaho and Hopi Buttes in Arizona and vents in Fife (Scotland) Schwabian Alb (Germany) and others. Most vents of this type are filled with alkalic basaltic volcanic rock or kimberlite. Blocks of sedimentary rocks, derived from the vent walls, are common constituents. Shoemaker (1962) recorded the following structural development for the Hopi Butte diatremes:

- (1) Explosive activity and gas coring of the vent;
- (2) Subsidence, collapse of the walls, and sedimentary infilling of the crater;
- (3) Quiet upwelling and spilling out of lava.

The gases which caused the catastrophic brecciation could therefore be juvenile constituents of the rising basaltic magma, and/or, steam derived from the rapid heating up, by rising magma, of ground water. The terminology is not entirely clear vis a vis steam explosions alone. Many diatremes contain metalliferous mineralizations, or diamonds - if they are kimberlitic or lamprophyric.



## BACKGROUND:

A regional geochemical exploration program was carried out in recent years on Mount Hermon. Based on the results of this program (Shimron, 1988), attention was drawn towards magmatic bodies, some of them recognized from previous mapping and investigations (Dubertret, 1955, 1966; M. Goldberg, unpublished data; Goldberg et al., 1981; Bonen, 1980; Mor et al., 1984 and Mor, 1985). Nonetheless, preliminary detailed mapping, with stress paid in particular to the magmatic units, revealed a new volcanic field centered roughly between Neve Ativ, Nahal Nimrod, Ein Qinya, Banias and Qala'at Nimrod. The core of this field is manifested in a conspicuous morphological but also crater or caldera-like depression. Based on the results from the first stage of our geological and geochronological program the following conclusions were drawn (Shimron and Lang, 1989):

(A) K-Ar data indicate that Hermon magmatism took place from ca. 133-90 Ma, which corresponds roughly to the entire Early Cretaceous time span.

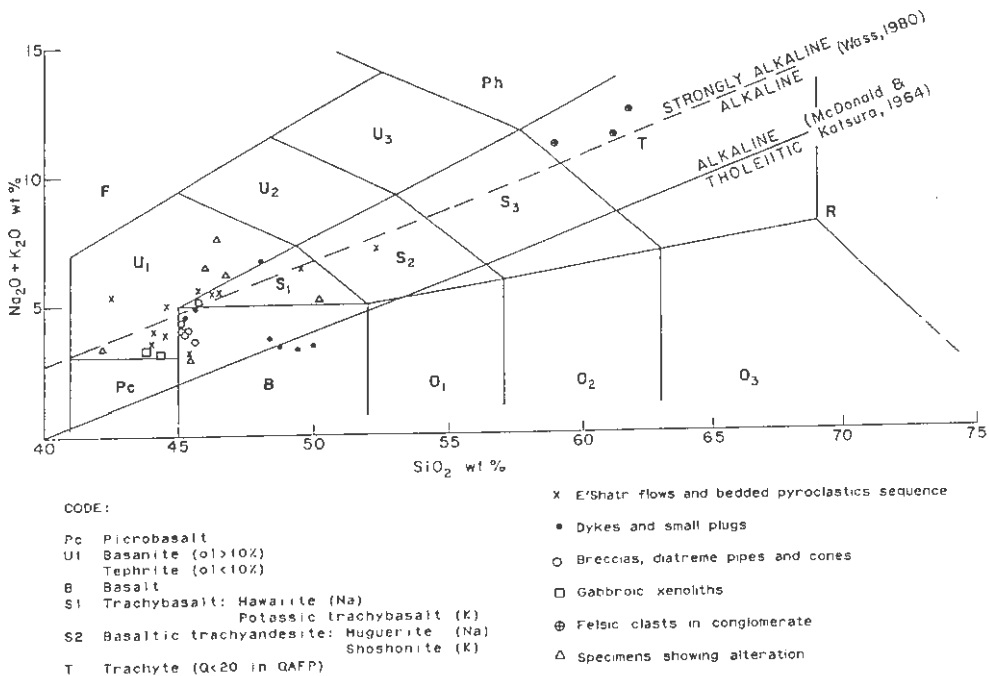


Figure 2. Total alkali-silica (TAS) diagram (after Le Bas et al. 1986), including rock names, representing the compositional range of the Mt. Hermon magmatic rocks.

(B) Geochemically, the dominantly basaltic rocks of the Hermon range from basanite (133 Ma) through alkali olivine basalts (132-90 Ma), and to tholeiites (ca. 130-123 Ma). The alkali olivine basalts appear to be the most widespread and dominant magmatic phase.

(C) Petrologically, the rocks of the SE Hermon range from basalt and diabase, to trachybasalts (Hawaiites), trachyandesites (muguerites) and possibly, some trachyte. The latter occur as discrete concordant clay horizons in the bedded (E'Shatr) section, but also as clasts in a small conglomerate body and in vent breccias. The basaltic rocks range from glassy to porphyritic to diabasic varieties. Polymict and monomict explosion, intrusion and collapse breccias are widespread and important in the magmatic sequence. Figure 2 shows the petrologic range of magmatic rocks on the Hermon Range.

The term "Nimrod Magmatic Cycle" was coined for the whole range of intrusive and extrusive rocks on the Hermon Range (Shimron, 1988), in particular to replace the rather enigmatic term "Banas Basalt" (e.g. Mor, 1985). The Nimrod magmatic rocks constitute dykes, plugs, diatreme breccia pipes and dyke-like breccia bodies, an eruptive center, small volcanic cones and bedded flows and pyroclastic rocks. Some of the breccia bodies and cones are seen to transgress through the Late Jurassic-Early Cretaceous erosion surface and the bedded sequence overlies Late Jurassic limestones of Callovian-Oxfordian age. At no time were any of these bodies observed to transgress into the Hatira sandstones, although, granules of sand have been observed in the uppermost tuff horizons and in a laterite unit at the sandstone-pyroclastics interface.

The term "Newe Ativ Magmatic Complex (Fig. 1) was coined for the intrusive and extrusive rocks which are organized around the Guvta Eruptive Breccia and its morphologic (crater?) depression.

The Mt. Hermon intrusive and extrusive rocks were divided into a number of lithological mapping units (Fig. 1 and Shimron and Lang, 1989), these are described in brief, below.

## FIELD OCCURENCE AND PETROLOGY

### (1) THE GUVTA ERUPTIVE BRECCIA

This important body comprises the geographic core of the Newe Ativ Magmatic Complex. It is up to 1 km wide and 3 km long, roughly oval in plan. It transgresses all the Late Jurassic formations but its absolute age is not known. Some of its unique qualities are manifested in the following characteristics:

(a) It is always a polymict breccia, most fragments were ground-down by attrition, they are rounded to subrounded and average about 2-4 mm in size, however many clasts are meters to tens of meters, and some collapse blocks perhaps hundreds of meters in size (roof pendants?). Most of the Ativ Graben appears to be floored by the breccia body.

(b) The constituent fragments in the breccia comprise numerous magmatic rocks, spherulitic, flow banded glassy basalts are by far the most dominant, but trachyte, lamprophyre, diabase, gabbro and many sedimentary rocks from the Jurassic (and other ?) column are also found. The matrix of the breccia consists of broken phenocrysts of olivine, and/or serpentine, clinopyroxene and zeolites set in micro-to cryptocrystalline carbonate, feldspar, pyroxene and basaltic glass. Megacrysts of black clinopyroxene with a conchoidal fracture are at times seen. Exotic phenocrysts (garnet and/or perovskite and melilite) are also present, however the rock does not appear to show the chemical or mineralogical characteristics of a carbonatite.

## (2) DIATREME BRECCIA PIPES AND BRECCIA DYKES

These breccia bodies were emplaced around the periphery of the Eruptive Center, and their distribution, morphology and composition imply a close genetic relationship with it. The breccias may be dyke, funnel or oval in shape. It is probably significant with respect to their origin that, with one exception, such breccia-bodies occur only within the J5 (Kidod) and younger Jurassic Formations. At least one (the Yaafuri Vent) clearly reveals a transition from a narrow dyke-shaped morphology in the Hermon Fm. flaring out rapidly into a funnel shape on passage into the Kidod Fm. This change in shape is also accompanied by a change from a more massive basaltic rock into a volcanic breccia which is framed by spectacular tuffisite (J5 breccia) wall rocks.

The breccias are polymict or monomict, thereby perhaps implying different modes (i.e. phreatomagmatic vs. degassing, see below) of formation. Compositionally these rocks are olivine + pyroxene phyric basalts. The matrix consist of fine laths of plagioclase and pyroxene. Zeolites occur in most, and fine flakes of biotite are an accessory constituent. The polymict varieties (e.g. the Duvdvan Diatreme, Fig. 1) carry exotic nodules of discreetly layered (cumulus ?) spinel gabbro, monchiquite lamprophyre, trachyandesite, diorite, partially assimilated limestones and perhaps others not as yet identified. Ultramafic nodules were not found, however, it is possible that glomeroporphyritic (clusters of) clinopyroxenes may represent mantle nodules of pyroxenite. Megacrysts of kaersutite (titaniferous amphibole) and plagioclase (andesine-labradorite) are characteristic constituents of the Duvdvan Diatreme. In contrast to the Guvta Breccia, carbonate is not an important matrix constituent in the smaller breccia bodies, thereby perhaps pointing to a different protolith.

PLEASE, DO NOT BUST THESE, OR ANY OTHER XENOLITHS, OUT OF THEIR HOST ROCKS FOR COLLECTION PURPOSES. THEY ARE RARE AND IMPORTANT

## (3) BASALT CONES

Two basalt cones are present in the map area. One is the well known cone in the center of Majdal Shams (Mor et al. 1984, and Mor, 1985), the second is a small cone beneath Newe Ativ. The latter seems to have pierced through the uppermost Jurassic (J5 and J6) Formations and the bedded flows and pyroclastic sequence (Fig. 1 and see below). The basalt in the cones consists of

olivine + pyroxene phenocrysts and megacrysts in a strongly flow banded matrix of pyroxene and plagioclase laths and small euhedral olivines. In contrast to the breccia bodies (above) they lack analcite, biotite and xenoliths. It is not as yet clear whether two generations of pyroxene and olivine (phenocrysts and matrix) are here represented.

#### (4) BASALT AND DIABASE DYKES AND PLUG-LIKE INTRUSIONS

Dykes and small sub-circular plug-like intrusions of porphyritic basalt are characteristic throughout the upper Hermon region where they intrude the J4 limestones. Most are deeply weathered to clay minerals and consequently manifested as white, tabular, discordant bodies of clay. Many of these dykes are spatially, and indeed very likely also genetically, associated with brown discordant bodies of dolomite, Fe-mineralization and a conspicuous karst morphology. Major concentrations of dykes, which are invariably also accompanied by such dolomite bodies, are visible along the peripheries of the main karstic collapse depressions (i.e. the Bik'at Guvta and Bik'at Man poljes). In both the above cases, E-W normal faults cut across these zones of dyke-dolomite-karst concentrations (Fig. 3).

Because of the clayey alteration and deep weathering of the basaltic dykes, most are exposed only along fresh road cuts, however others can be postulated where they are manifested by conspicuous lineaments filled with a deep vegetation cover. Many of these were investigated with the magnetometer and strong magnetic anomalies were generated above such linears, thereby confirming the presence of a buried dyke. The dyke swarms on the Hermon show the following principle directions (in order of decreasing importance);

(a) E-W; (b) NNE-SSW till NE-SW; (c) NNW-SSE and (c) N-S. Based on field interpretation from intersecting linears along the south-facing slopes of Nahal Guvta, the impression is that the NNW-SSE and N-S dyke suites are older than the E-W. Individual K-Ar dates give some credence to this speculation; a NNW-SSE trending dyke, or plug, above Bik'at Man gave an age of ca. 132 Ma whereas an E-W trending dyke above Bik'at Guvta, an age of 119 Ma (Shimron and Lang, 1989, and Fig. 1).

#### (5) SNAIM THOLEIITIC DIABASE

A major NE-SW trending intrusive body of massive diabase is present along the SE margins of the Guvta Eruptive. Its field relationships have not as yet been clearly established. Along its SE margins it is in fault contact against the Kidod Fm. and just north of Ein Qinya it is tectonically (slide) overlain by a block of Hatira Sandstones and its olivine-phyric basalt substrate (discussion below). The diabase is coarsely crystalline, with a prominent ophitic texture seen in the intergrowth of plagioclase and pyroxene crystals. Some olivine is also present. On the alkalis against silica diagram (Fig. 2) these rocks are seen to be tholeiites and here define a distinct petrological group with a higher silica and lower alkalis content than the other units. Geochemically similar rocks are other NE-trending dykes, inclu-

ding the Mt. Kahal diabase and others.

The Snaim Diabase gave a K-Ar age of ca. 130-123 Ma (3 samples). In contrast to most of the other extrusive and intrusive rocks in the area, this moderately coarse grained body was very likely emplaced at some depth.

#### (6) E'SHATR FLOWS and BEDDED PYROCLASTIC ROCKS

The southeastern margins of the Newe Ativ Magmatic Complex are marked by a 50-200 m thick bedded sequence which occurs directly beneath the Hatira Sandstones (Figs. 1-4). In the area of Heahzut Nimrod this section consists of porphyritic flows (basanites), some trachybasalts (Hawaiites) and trachyandesites (muguerites) and towards the top discreet intercalations of mafic crystal, lithic and lapilli tuffs and glassy ashes. About 1 km to the SW, in the area of Wadi E'Shatr, the upper basalt is a coarse crystalline olivine phyric basanite with an ophitic matrix. The pyroclastic rocks are here interbedded with carbonates and shales. The presence of ostracods in some tuffaceous shales suggests a fresh-brakish environment of deposition (compare with the Tayasir Volcanics, Mimran, 1972). These significant lateral variations in the bedded sequence suggest varying environments of deposition, different depths of erosion and thereby exposure and perhaps, different protoliths.

#### FIELD RELATIONS:

**Dykes:** Dykes were not seen cutting any other magmatic bodies, or each other. However, as briefly discussed above, at least two, possibly three, phases of dyke intrusion appear to have taken place. Presently still limited K-Ar dates and geological data seem to suggest that this intrusion sequence may have proceeded from (1) NW-SE dykes (ca. 132 Ma), (2) NE-SW dykes (ca. 130-122 Ma tholeiitic phase) and (3) E-W dykes (ca. 120 Ma). It is likely that emplacement of the dyke suites was controlled by the regional Late Jurassic-Early Cretaceous tectonic setting (Table 1 and below). In this respect, it is also noted (Figs. 1 and 3) that most dykes appear to be concentrated within or very near to, the major NNE-SSW and E-W trending fault-shear zones. Such areas were also favourable sites for the evolution of the major tectonic-Karst depressions such as the Bik'at Guvta and Bik'at Man poljes, and numerous smaller dolinas.

**Breccias:** The distribution and geometry of breccia dykes and breccia pipes may suggest a buried ring dyke system around the Guvta Eruptive, but structural evidence for this has not as yet been found. It is feasible that these rocks merge with dykes at depth, and some evidence for this is seen at the Yaafury Diatreme. The breccia bodies and basalt cones pierce through the E'Shatr bedded sequence (at 2212/2953). Such examples are however very rare. The Guvta Eruptive transects across the Kidod, Beersheva and Halutza Fms. and blocks of these sediments "float" in the breccia (roof pendants?). The breccia appears to cut across the Snaim Diabase in its central portion. In one particular case (the Hazury Spring, 21840/29485), the Kidod Fm. is cut by a basaltic dyke, both are cut by the breccia which also

contains abundant xenoliths from these units.

TABLE 1. Variation in magmatic bodies and magma types and their relation to the suggested tectonic setting (in a dextral wrench fault system) with time, on the SE Hermon Range.

| MAGMATIC BODIES                                                               | MAGMA TYPE                                             | STRUCTURES<br>(tectonic setting)                                                                          | AGE<br>(MYBP) |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| E'Shatr Sequence<br>bedded flows and<br>pyroclastics                          | Basanite, ha-<br>waiite, mugue-<br>rite, trachy-<br>te | Subarial volcanics,<br>regional emergence                                                                 | 133           |
| NW-SE trending<br>dykes and small<br>plugs                                    | Alkali oli-<br>vine basalt                             | NW-SE trend parallel<br>to (x-compressional)<br>fractures                                                 | 132           |
| NE-SW dyke<br>suite                                                           | Tholeiitic<br>olivine dia-<br>base                     | Parallel to P and Y<br>shears and major<br>faults (i.e. EGF)                                              | 130-122       |
| E-W dykes, dia-<br>treme breccia<br>pipes, cones &<br>Guvta Breccia<br>Center | Alkali oli-<br>vine basalt                             | E-W normal faults and<br>extension structures,<br>collapse of tectono-<br>magmatic basin<br>(Ativ Graben) | 120-90        |

#### TECTONICS:

The interested reader is referred to the abstract on LATE JURASSIC-EARLY CRETACEOUS TECTONISM ON MOUNT HERMON (in the accompanying volume) which presents an overview regarding this subject. In summary: the arrangement of the magmatic bodies on the Hermon seems to suggest that a pre-existing fault-fracture system controlled their emplacement. This view is also manifested by the "intimate" spatial relationship between the Guvta Eruptive Breccia and the Ativ Graben, within which the breccia occurs almost in its entirety. A genetic association between this collapse feature, the chaotic nature of the blocks within it and the explosive character of the breccia can therefore be safely postulated. This conclusion and the fact that the Eastern Graben Fault has not displaced the NW boundary of the eruptive, allows the

rational that this major fault and possibly many of the other structures are of Late Jurassic-Early Cretaceous age. These data and the postulated tectonic scenario are summarized in Fig. 3 (below).

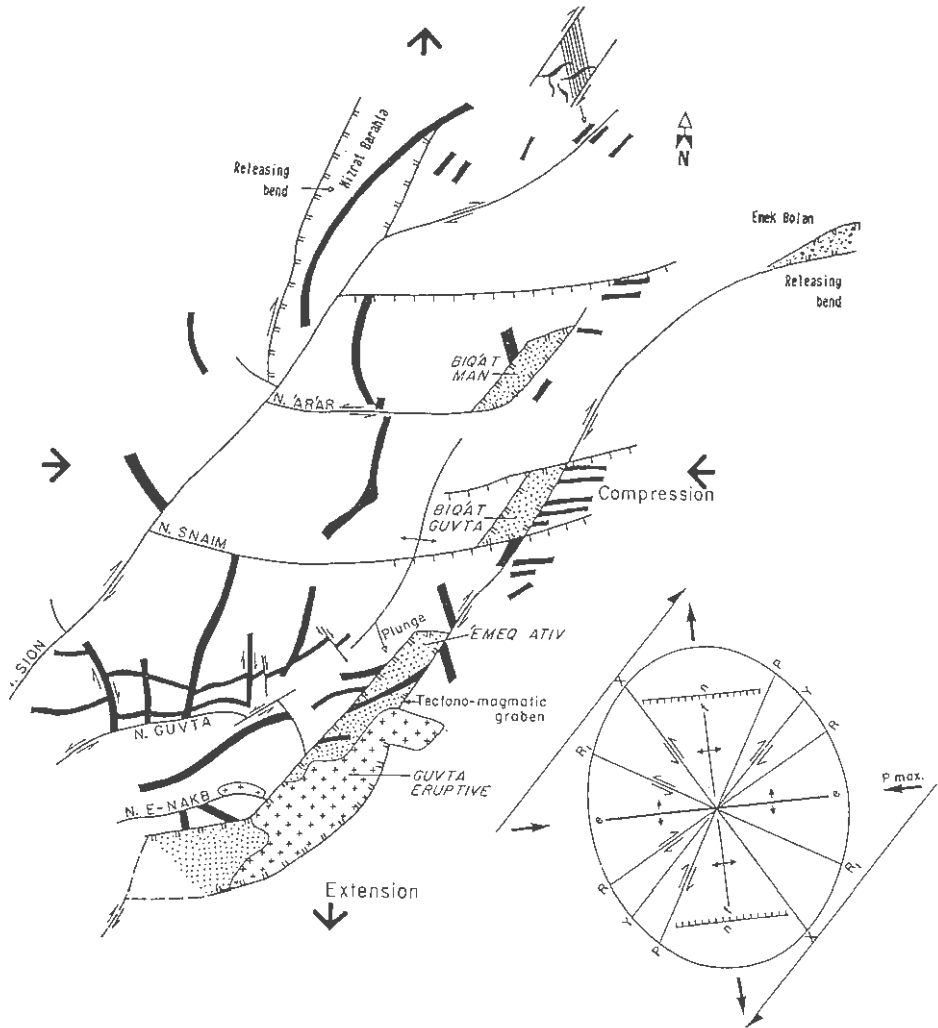


Fig. 3. Conceptual interpretation of the tectonic and magmatic setting on the SE Hermon Range during the Early Cretaceous. This whole block may require up to  $60^\circ$  clockwise rotation to compensate for the suggested Neogene counter-clockwise movement. Note that such a rotation will also realign the Pmax with that proposed for the Late Cretaceous Syrian Arc stress field. The strain ellipse (under ideal conditions and oriented parallel to the compression and extension axes in the sketch) reveals the compatibility of the model suggested, the field data, and that predicted from experimental and theoretical work.

# DISCUSSION AND SOME UNANSWERED QUESTIONS:

Many problems remain regarding our understanding of the magmatic and tectonic history of the Hermon Range. Following are some of enigmas we should ponder while examining these rocks and try to understand their evolution:

The Newe Ativ Magmatic Center shows the following tectono-magmatic features;

- (a) A central volcanic crater (Guvta Eruptive Breccia).
- (b) A partial tuff and lava ring (E'Shatr Bedded Sequence).
- (c) An external ring of explosive vents and dykes.
- (d) Subsidence of a central complex along normal faults, perhaps due to collapse of a magma chamber at depth.

1. Do these units and their observed geometric pattern conform to what we should expect from a central volcano (caldera?)-satellite vents-tuff ring relationship ? Is the Guvta Breccia the throat of an Early Cretaceous volcano ?

2. What is the origin of the fine carbonate matrix in the Guvta and some of the other breccia bodies ? Is it fine carbonate originating from the intense mechanical abrasion of the ubiquitous limestone xenoliths, or can a magmatic source of the carbonate (such as carbonatite) be postulated ?

3. Mechanism of emplacement: The breccia bodies encountered could be products of; (a) "phreato-magmatic" eruptions (due to magma encountering water-saturated rock) or; (b) violent emplacement due to the rapid unmixing of gas from a magma ascending through the crust along fissures as suggested by Shoemaker et al. (1962) or; (c) due to the high CO<sub>2</sub> content resulting from the assimilation of numerous limestone xenoliths in the basaltic magma, resulting in catastrophic CO<sub>2</sub> degassing and thus the explosive character of many of these rocks. In considering these models note that phreatomagmatic explosions are likely to be restricted to shallow depths. In such a case, exotic (i.e. basement and mantle) xenoliths would have been brought to near surface levels with the carrier basaltic magma where hydrovolcanic fragmentation would result in the breccias now observed. In cases (b) and (c) eruptions were driven by magmatic, and other volatiles, especially CO<sub>2</sub>.

4. Xenoliths and Megacrysts: Megacrysts of clinopyroxene (here an aluminous augite, with high Cr and Ni), Kaersutite (Ti-amphibole) andesine and some others, are important constituents in some of the diatreme pipes. Such minerals are frequent constituents of alkali basaltic rocks and have been interpreted by many workers (e.g. Irving, 1974, and references therein) as phases which crystallized at high pressures from their host or from related magmas. Can indeed the Hermon megacrysts be interpreted as high pressure crystallization products cognate with the enclosing lavas, or, do they perhaps represent older cumulates? Evidence for the latter is indicated by xenoliths of discreetly layered spinel gabbro in the Duvdvan Diatreme, where megacrysts are also abundant.

FIELD TRIP STOPS:

Please consult Figure 6 for the excursion Station Locations.

STOP 1 - Qala'at Nimrod

Regional Overview: From the parking lot of the fortress, at an elevation of 750 m we can view, towards the north and north-west across Nahal Guvta, the lineaments created by the intrusion of the N-S and E-W trending dyke suites into the Hermon (J4) Fm. Observe the displacements of the E-W on some of the N-S dykes, which must have acted as lines of weakness and stress release. The age of these faults is not known. Towards the south, the collapse depression of the Ativ Graben (floored by the Guvta Eruptive) can be seen. Immediately beneath, to the SE, the small oval depression just above Wadi E'Nakb is the E'Nakb Diatreme, a section of which is exposed on the main road. This diatreme could in fact be a westward extension of the Guvta Eruptive. As we walk back towards the gate and the main road, note the dolomitization of the J4 limestones, the related karstification and the presence of some younger speleothems. The clayey remnants of the Banias basalt dyke can be viewed just before we reach the gate at the main road. Nearby, in the olive grove, a large water reservoir was built above this altered basalt, the clays of which provide an excellent aquiclude.

STOP 2 - NEWE ATIV ROAD CURVE

Regional Overview: View towards the south and southwest of the Neue Ativ Magmatic Complex. The following can be seen:

The Guvta Eruptive Breccia: The sharp SE contact of the breccia body against J4 limestones, and its southwestward continuity are well exposed. The northern contact of the breccia transects the major fault (the EGF or Qinya Fault) which separates the Hermon and Kidod Fms; this contact shows no displacement on this important fault line, implying that the fault is entirely of Early Cretaceous age. To the SE we see the Late Jurassic stratigraphy (Hermon, Kidod, Beersheva and Halutza Fms.) with a gentle to moderate SE dip of the units. On the horizon towards the SE, the cliffs are Hatira Sandstones. The dark grassy slopes beneath the Hatira and the road towards Heahzut Nimrod, consist of the E'Shatr Bedded Sequence. Directly west, the Yaafury Diatreme and other magmatic bodies can also be seen. Behind, along the main road, one of the E-W dykes is exposed. Observe the typical features associated with such dykes where they cross the J4 limestones: (a) a black alteration of the J4 due to baking by the hot dyke; (b) dolomitization; (c) minor iron mineralization and; (d) some speleothems deposits in small karstic solution openings. The dyke itself is hardly recognizable, but the massive transgressive clay horizon, its alteration product, is.

STOP 3 - SHEIKH HAZURY

This stop provides an opportunity to view, in some detail,

the Hazury andesitic dyke (amygdaloidal), the character of the Guvta Eruptive Breccia and the numerous xenoliths and various collapse blocks within it. Along the slope leading towards the Hazury Spring (south facing) exposures of the Hazury dyke are seen. Two phases are here manifested, these are;

(a) A fine crystalline andesite. This rock consists of about 60% flow banded plagioclase laths (Or17Ab31An21) in a much altered matrix of ferromagnesian minerals (mostly amphibole), abundant apatite, analcite and carbonate-filled amygdules. Well crystalline pyrite is particularly conspicuous. In polished section galena, sphalerite and arsenopyrite were also identified, in various rocks from this vicinity.

(b) A coarser crystalline andesite (?). This rock has a mottled appearance due the "mixing" (?) of a mafic andesitic and a more felsic (trachytic) phase. There are abundant amygdules and coarse euhedral analcite also present.

These rocks are unusual in their geochemistry (highly alkaline, virtual absence of Cr and Ni), magma mixing (felsic and intermediate), anomalous P content (3.5% apatite in the norm), the presence of oxides, sulphides and others. Undoubtedly, extensive late-or post-magmatic metasomatic activity took place in this area. In the general vicinity, just north of the gravel road, the Kidod Fm. is clearly cut by volcanic breccia. Continuing down slope towards the Hazury Spring, we observe that the whole area is composed of basalt and breccia, these rocks are particularly well exposed along the upper reaches of the gravel road and against the J4 (fault or intrusive?) contacts. Along the vertical face of an E-W trending terrace just beneath the Hazury Spring, the character of this portion of the Guvta Breccia is revealed. Basalt with abundant assorted clasts, is filling interstices between large and small blocks of overlying sediments from the J5-J7 formations. In places, brecciation extends into the sedimentary units forming tuffisite, and testifying to the considerable explosive force at the time of magma emplacement. Since the basaltic breccia cuts across and envelopes blocks from the uppermost Jurassic units, it is very likely that emplacement reached the surface as an explosive eruption.

#### STOP 4 - YAAFURY DIATREME PIPE

We proceed, by vehicle to the Yaafury Junction (intersection of roads to Mas'ade and Heahzut Nimrod).

We see here a fine example of a basaltic dyke with some small branching sills, passing from the Hermon Fm. into the Kidod Fm. and the deformation associated with its explosive intrusion. Near the junction of the two (and passage from aquifer to aquiclude) the dyke shows a sudden "flaring out". The considerable explosive character of this is seen at the spring (about 50 m above the road) where the volcanic breccia and wall rock tuffisite, are quite spectacular. The Kidod shows shattering outwards and away from the diatreme to a distance about equal to the diameter of the pipe itself. The funnel-shape of the pipe is seen when viewed towards the Guvta Eruptive (SW) from the spring. It is pointed



Compositionally the apparently monomict breccia-agglomerate is an olivine + pyroxene + analcite-bearing basalt. Chemically it is however a transitional alkali basalt, its K-Ar age is about 30 Ma younger than the E'Shatr basanite (dated about 2 km to the SW), and is therefore unlikely to be a feeder for the neighbouring flows.

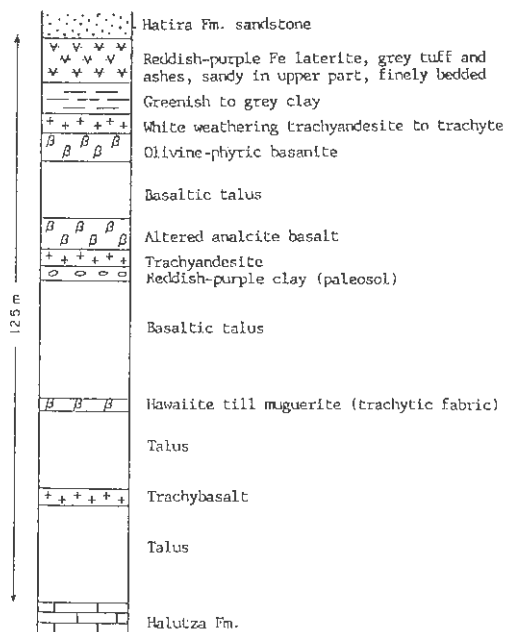


FIGURE 5. Stratigraphic column of the E'Shatr Bedded Flows-Pyroclastic Sequence beneath Heahzut Nimrod (coords: 22115/29530).

#### STOP 6 - HEAHZUT NIMROD - EASTERN GRABEN FAULT SECTION

This "foot" traverse will take us from the Hatira Sandstones at Heahzut Nimrod, across the E'Shatr Bedded Sequence (Fig. 5). We proceed down slope, across a small basaltic cone which cuts through Halutza limestones. This rock is a very fresh, well flow-banded olivine + proxene phyric alkali basalt. Some megacrysts of clinopyroxene and olivine are also present, however, it is not yet known if these differ in composition from matrix ferromagnesian. In age (ca. 99 Ma) and composition, this rock is very similar to the breccia-agglomerate body that we examined at Stop 5. We note however that it differs in composition (Fig. 2) and very likely in age, from the dominantly basanite and Hawaite flows in the E'Shatr sequence that we just left. We continue down-slope, across a basalt boulder-field and into a small but prominent ridge from the lower part of the Beersheva Fm. Portions of this ridge are comprised entirely of a siliceous (>90% SiO<sub>2</sub>) spiculate rock (Goldberg, pers. comm. and Goldberg et al. 1981).

The view from this location of the various units which comprise the Neve Ativ Magmatic Complex and also the eastern flanks of the

Hermon monocline is quite spectacular. Note also the abrupt NW swing (towards Hazury) of the main drainage channel in the basin beneath us which is attributed to Recent slides (Arkin and Shimron, sheet included herein). We proceed down the south slope, across a basalt boulder-field and enter the Duvdvan Diatreme.

Basalt (Hawaiite) in this breccia pipe was dated at ca. 122 Ma, which need not be the age of the diatreme since the basalt may be a very large xenolith. This highly polymict breccia is marked, in particular by numerous xenoliths of discreetly (cumulus?) layered spinel gabbros. The gabbro xenoliths are basanites to picro-basalts in composition, and strongly enriched in Sr (>1200 ppm) and V (460 ppm). Megacrysts of Ti-amphibole (kaersutite) and plagioclase (andesine) are also important constituents, and some biotite phenocrysts are also present. From this location we proceed down hill about 1 km, towards the southward continuity of the Qinya (Eastern Graben) Fault. Time permitting, at this location we will examine, in brief, the following features:

(a) Recent slides which, besides causing chaos in the tectonics and stratigraphy, also blocked and diverted the drainage pattern in the Neue Ativ basin. The unconsolidated conglomerate contains numerous clasts from the E'Shatr sequence, in particular abundant basanites and trachytes.

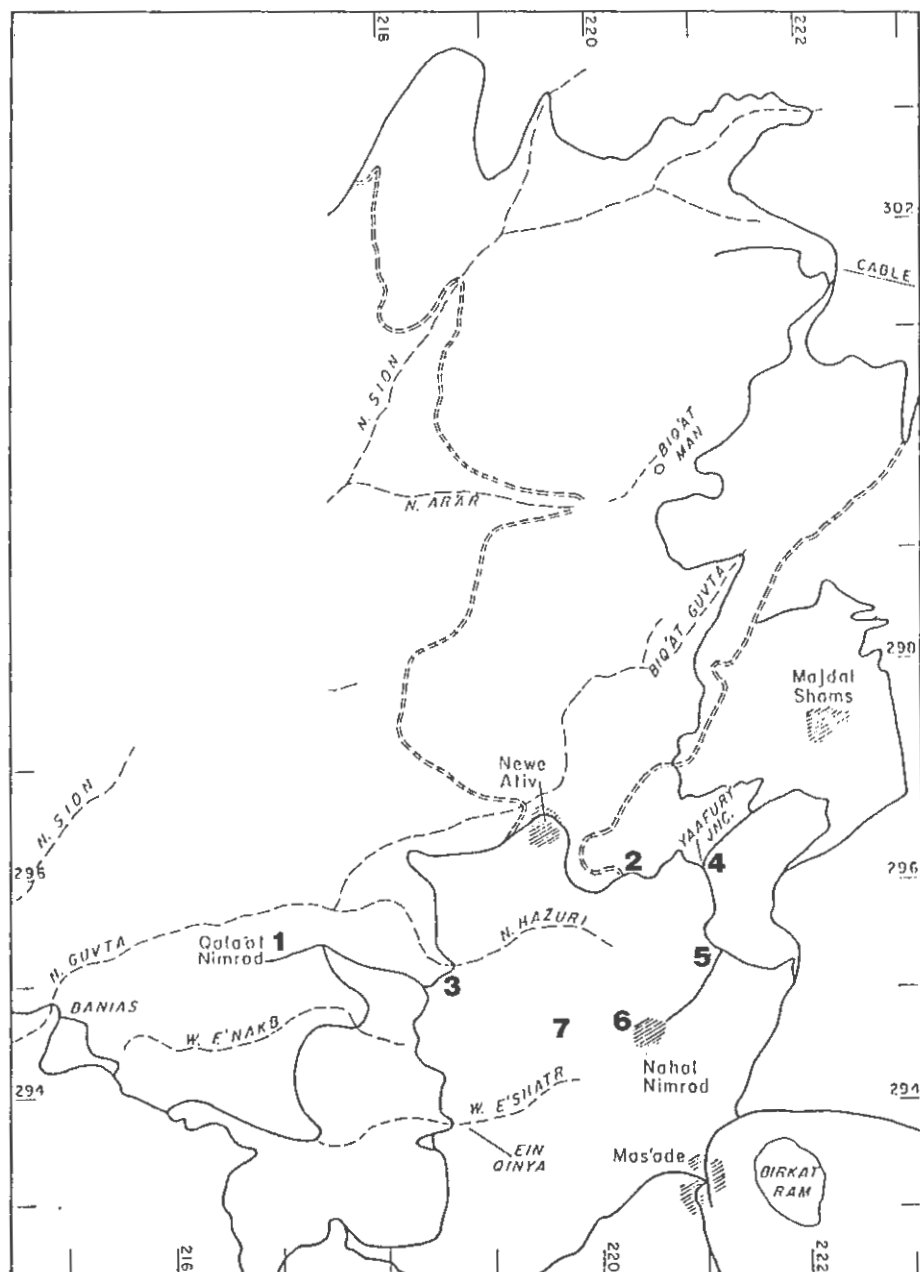
(b) The Snaim Tholeiite outcrops nearby, and is continuous, as a prominent intrusive body, towards the SW into the orchards and groves of Ein Qinya. Its contact against the neighbouring Late Jurassic units appears to be faulted.

(c) Observe the multiple history on some of the faults in this area. The E-W (normal followed by dextral) and N-S (strike-slip and normal) trending faults in the various juxtaposed Late Jurassic blocks in the graben are a reflection of the complex tectonic history of this area. Note that the E-W faults may have a post-slide history as evidenced by the displacement of the top of the E'Shatr tuffs (purple horizon) in the tectonic slide nearby.

#### ACKNOWLEDGMENTS

I thank many who in one way, or another, have contributed to the work on the Hermon Range. In particular however, my gratitude to C. Dalal, R. Madmon, Y. Peled and Y. Mizrahi for assistance in the field, M. Dvorachek and M. Matthews for assistance on the SEM, to B. Lang, Y. Bartov and G. Bar for numerous discussions, the chemical laboratories of the Geological Survey of Israel for their excellent chemical work, M. Shirav and M. Halicz for patiently helping with uncooperative computers, S. Levi for being grouchy but providing good figures, and last but not least, to the good people of Neue Ativ for providing assistance, and fine apples while enjoying the fine geology in the midst of their orchards - my sincere thanks.

Figure 6. Excursion No. 1. STATION LOCATIONS



## REFERENCES CITED:

- Bonen, D., 1980. The Mesozoic basaltic rocks of Israel. Ph.D Thesis, Hebrew University, Jerusalem (in Hebrew), 158 pp.
- Dubertret, L., 1955. Carte geologique du Liban 1:200,000. Feuille de Beyrouth. Rep. Libanaise, Min. des Travaux Pub., Beyrouth
- Dubertret, L., 1966. Liban, Syria et bordure des pays voisins, Notas Mem. Mayen-Orient VIII, 250-358.
- Goldberg, M. Hirsch, F., and Mimran, Y., 1981. The Jurassic sequence of Mount Hermon. Annual. Meet. Proc. Israel Geol. Soc. Katzin, 14-19.
- Irving, A. J., 1974. Megacrysts from the Newer Basalts and Other Basaltic Rocks of Southeastern Australia. Geol. Soc. Am. Bull. 85, 1503-1514.
- Le Bas M. J. Le Maitre R. W. Streckeisen A., and Zanettin B., 1986. A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. Journal of Petrology, 27, 745-750.
- McDonald, G. A., and Katsura, T., 1964. Chemical composition of Hawaiian lavas. Journal of Petrology, 5, 82-133.
- Mimran, Y., 1972. The Tayasir Volcanics. Bulletin No. 52, Geological Survey of Israel, 14 pp.
- Mor, D., 1985. Har Odem, Geological Map, Preliminary Edition, Scale 1:50,000, Geological Survey of Israel.
- Mor, D. Lang, B., and Steinitz G., 1984. The K-Ar Age of the Mesozoic Volcanism on the Southeastern Flank of Mount Hermon. Isr. Geol. Surv. Rep. GSI/36/84, 8 pp.
- Shimron, A. E., 1988. The Early Cretaceous "Nimrod" Volcanic Episode On Mount Hermon - Cause And Effects -. Israel Geological Society Ann. Meet. En Boqeq, 107-108.
- Shimron A. E., and Lang, B., 1989. New Geological Data and K-Ar Geochronology of the Magmatic Rocks on the Southeastern Flanks of Mt. Hermon. Isr. Geol. Surv. Rep. GSI/41/88, 24 pp.
- Shoemaker, E.M., Roach, C. H., Byers, F. M., and Milton, Frank, Jr., 1957. Diatremes and Uranium Deposits in the Hopi Buttes, Arizona, in Petrologic Studies: A volume to honor A.F. Buddington: New York, Geological Society of America, pp. 327-355.
- Wass, S. Y., 1980. Geochemistry and origin of xenolith-bearing and related alkali basaltic rocks from the Southern Highlands, New South Wales, Australia. Am. J. of Sci. Vol. 280 A, part 2, 639-667.