

מדריך סיורים



מעלות, תש"ס

הכנס השנתי

שער עברי: מערת קשת והגליל המערבי. צילום: אלבטרוס צילום אויר.

שער אנגלי: נחל כזיב. צילום: אלבטרוס צילום אויר.

John K. Hall
Rm 232



החברה הגיאולוגית הישראלית הכנס השנתי, 2000

מדריך סיורים

עריכה:
שמעון ודובינסקי

מעלות
כ"ז-כ"ט אדר ב' תש"ס

החברה הגיאולוגית הישראלית מודה למוסדות אלו על תרומתם לכנס החברה במעלות:

המכון הגיאולוגי

British Gas International Ltd.

רציו חיפושי נפט בע"מ

נשר מפעלי מלט ישראלים בע"מ

אוניברסיטת חיפה - מכון ליאון רקנאטי ללימודי ים

רותם אמפרט נגב בע"מ

נגב מינרלים תעשייתיים בע"מ

גיאופרוספקט בע"מ

המכון הגיאופיסי לישראל

משרד התשתיות הלאומיות

פיוניר קונקריט (ישראל) בע"מ

אלבטרוס צילום אוויר בע"מ

ועד החברה הגיאולוגית הישראלית 1999 - 2000 :

גדעון בר - נשיא

משה שירב - סגן הנשיא

שמעון ודובינסקי - מרכז הפעולות

רני קלבו - גזבר

יואב אבני - מזכיר

עודד כץ - חבר

דב גינזבורג, מנהל קרן ע"ש ד"ר פ. גרדר ז"ל

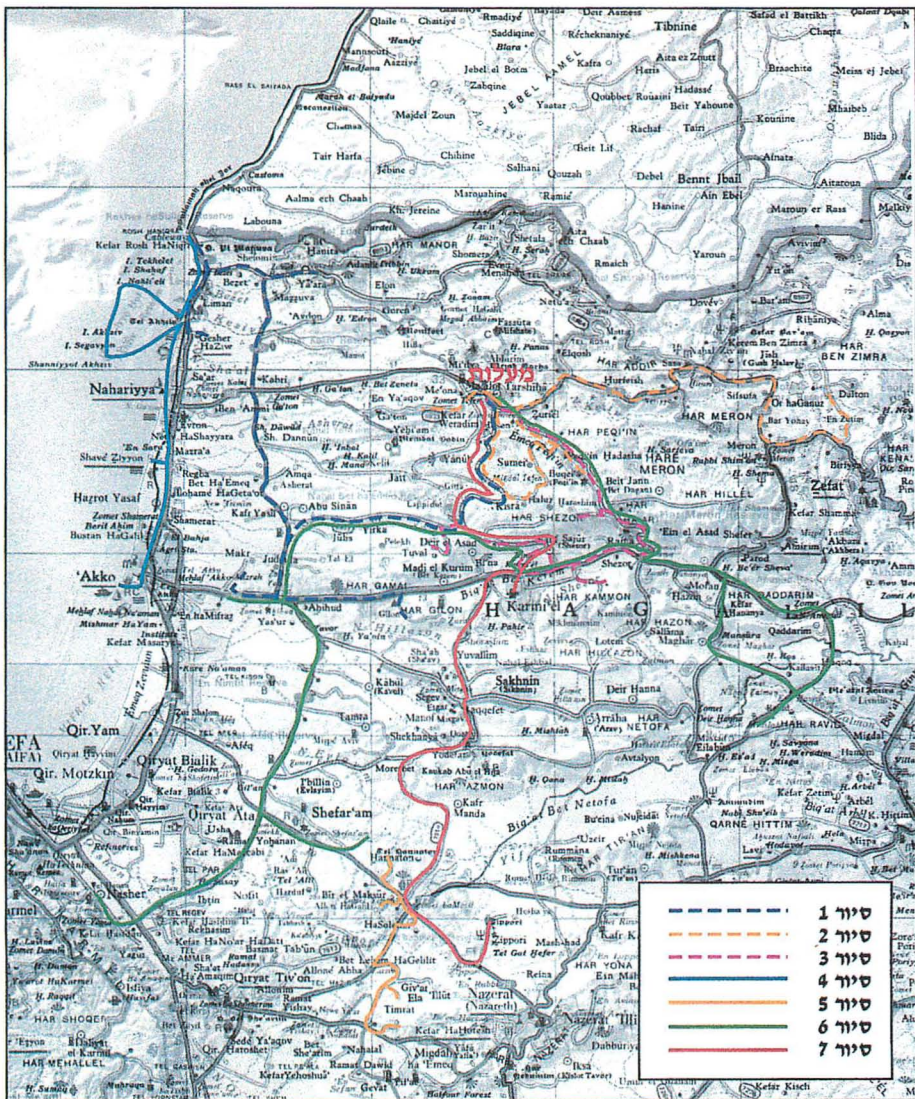
החברה הגיאולוגית מודה למדריכי הסירים ולחנה נצר, ויקי אריה ורבקה בקמן, על עזרתן בהכנת חוברות התקצירים והסירים.

הפקה: דן הפקות

טל/פקס: 02-5354972

מדריך סיורים - תוכן עניינים

1	1	סיור 1	סטריגרפיה של הגליל המערבי ע. סנה
11	2	סיור 2	צפונות ונגלות בגליל: חצרות (סנוניות) גן סלעים (טורוני) וכרמי יין (באדמת בזלת) ע. פלכסר
23	3	סיור 3	התפתחות הנוף והטקטוניקה באזור בקעת בית הכרם א. מטמון, ע. זילברמן, י. אנזל
55	4	סיור 4	עדויות ארכיאולוגיות וטקטוניות ושינויים ביחסים-יבשה בחוף הגליל בהולוקן ד. סיון, א. גלילי
61	5	סיור 5	שינויי מסלע איאוקני וניאוגני והשפעתם על תפוצת היער באזור אלונים-שפרעם נ. הר
83	6	סיור 6	מחצבות: תכנון, הפעלה, נטישה ושיקום י. מימרן, א. ורשבסקי
99	7	סיור 7	ציפורי, יודפת ואתרים ארכיאולוגיים לא מוכרים בגליל מ. אביעם



מפת מיקום לסיורי הכנס

סוגיות נבחרות בסטראטיגרפיה של הגליל המערבי

עמיחי סנה

המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, ירושלים 95501

מטרות הסיור

- א. להכיר, על קצה המזלג, את היחידות הליתוסטראטיגרפיות של חבורות יהודה, הר הצופים, עבדת, סקיה וכורכר הבונות את הגליל המערבי וחופו.
- ב. לנתח תופעות סדימנטולוגיות שונות בחתך ולפענח את התהליכים האחראים להוצרותן. חלק מהתופעות שיוצגו בסיור לא נצפו בעבר או שלא דווחו.

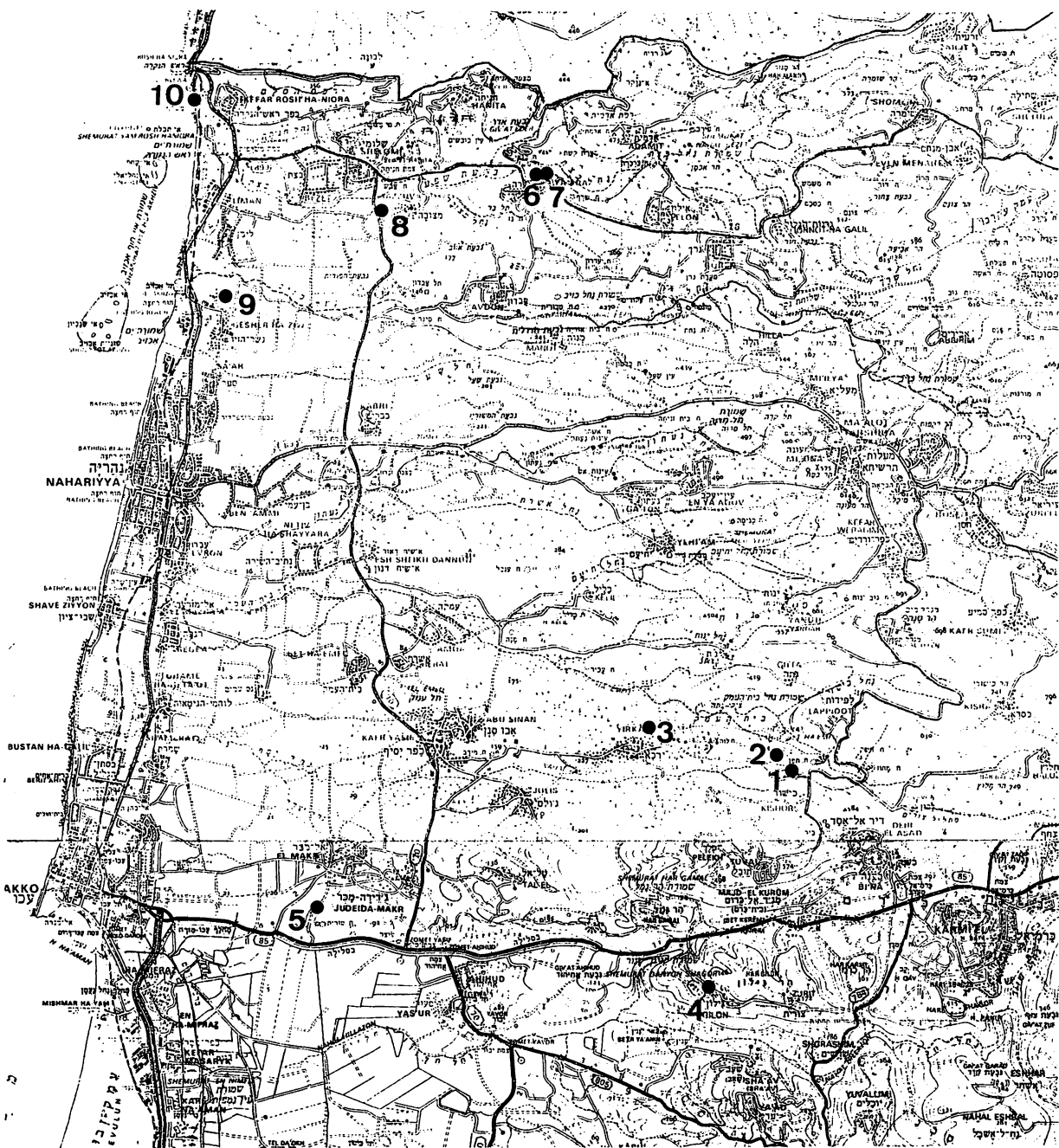
מבוא

הסלעים הנחשפים בגליל המערבי הם סלעי משקע ימיים מגיל קרטיקון תחתון ועד קוורטר. עם זאת, במסגרת הסיור נתייחס לחלקו העליון של החתך בלבד; תצורות יגור ודיר חנא יחכו להזדמנות נוספת...

חבורת יהודה בונה את עיקרו של הגליל המערבי. היא נלמדה בפירוט רב בעיקר בעבודותיו של רפי פרוינד (FREUND, 1959, 1966) ושל כפרי (KAFRI, 1972). חתך החבורה מתחיל בתצורת יגור הבנויה בעיקר מדולומיטים ששקעו במדף היבשה בתקופת האלבין ותחילת הקנומן. כלפי מעלה מופיעה תצורת דיר חנא הבנויה דולומיטים, גירים וקרטונים המקיימים ביניהם יחסים פציאליים המעידים על סביבות ההשקעה המגוונות בתקופת הקנומן. מרכיב הצור המופיע בדרך כלל בתצורה כנודולות דומיננטיות למדי. תצורת סחנן הדולומיטית סוגרת, למעשה, את הרצף הקנומני. תצורה זו מתאצבעת לטרלית עם תצורת ינוח בה הוגדרו טיפוסים סלעיים מגוונים כגון גיר לווחי עם צור, גיר לבן שישי, גיר ריפ, גיר קרטוני ועוד. הריפים בתצורת ינוח והגיר הלווחי המעוות (שנראה בסיור) מאפיינים "תעלה" תת-ימית ברוחב של מספר ק"מ שתוארה על ידי פרוינד בגליל המערבי. כוונה הכללי מדרום-דרום-מערב לצפון-צפון-מזרח.

בטורון הובחנו שלושה מחזורים סדימנטריים (SNEH AND BEIN, 1997) המציינים תקופות של הרדדה והעמקה לסירוגין. אלה אינם חופפים בהכרח את החלוקה הליתוסטראטיגרפית ואת הקשר ביניהם אפשר לראות בציר 1. בגליל המערבי החתך הטורוני בנוי מהתצורות הבאות: תצורת ירכא החוורית המפותחת בתעלה הימית ותצורת קישק על שני חלקיה, התחתון הקלקרניטי-ריפי והעליון הבנוי גיר ביופלמיקריטי משוכב היטב, וביניהם יחידה חוורית.

חבורת הר הצופים בגליל המערבי נלמדה בפירוט רב על ידי פלכסר (FLEXER, 1968) ועל ידי בוכבינדר (BUCHBINDER, 1964). היא נחשפת על פני שטחים גדולים באזור מעלות ובמורדות המערביים של הגליל. תצורות החבורה לא תמיד ניתנות להפרדה. הן בנויות בעיקר קירטון לבן לימוניטי, ביטומיני במקומות, או לעיתים פוספטי. עובייה הכולל מוערך בסביבות 200 מטר ואף יותר. אנו נתרכז במחשופים המערביים שם ניתן להבחין בשתי התצורות העליונות של החבורה, תצורת עירב ותצורת טקיה.



מפת תחנות הסיור

פלכסר (FLEXER, 1964) עומד בעבודתו על הופעת פציאס הצור (ציור 2) ביחידות מגיל מסטריכט ופליאוקן, באזור הסיור (בתצורות עירב וטקיה), בדומה להופעתו של פציאס זה גבוה יותר בחתך האאוקני.

תצורת טקיה נחקרה (סנה וסימן-טוב, בהכנה) בארבע פינותיו של הגליל: באזור צפת, באזור לביא, באזור אחיהוד ובאזור יערה. בתצורה הובחנו שני חלקים: תחתון שהפציאס שלו קרטון ועליון המכיל עדשות צור. גיל התצורה פליאוקן מוקדם עד אאוקן מוקדם. על פי התמונה הכללית נראה שההצפה הימית שהחלה בפליאוקן ובעקבותיה השקעת התצורה מקדימה את הופעתה במערב הגליל לעומת מזרחו; כאן הובחן היאטוס בהשקעה בפליאוקן המוקדם ביותר. בדומה לכך גם פציאס הקרטון והצור של החלק העליון של התצורה מאחר בגליל המזרחי ומופיע רק לקראת סוף הפליאוקן המאוחר.

חבורת עבדת בגליל המערבי כוללת יחידות מגיל אאוקן ותחתון ואאוקן תיכון. המחשופים העיקריים נמצאים באזור שלומי, שם חשופות תצורות עדולם ומרשה. ליד יערה ובעליה לחניתה נמצאו מחשופים קטנטנים של תצורת תמרת. החבורה נחתת מתחת לכיסויי הצעיר יותר במישור החוף אך היא מציצה בקרקעית המחצבה בנס עמים (כבר לא).

לפי סנה (SNEH, 1988) נמצא האזור בתקופת האאוקן במעבר בין חגורת המדף התחתון לבין חגורת הים העמוק יותר, כאשר המדף הרדוד משתרע בדרום מזרח באזור הגלבע והארבל (ציור 3).

חבורת סקייח חשופה במישור החוף של הגליל המערבי במספר מחצבות ולמרגלות ההר. אנו נסתפק בהצצה על תצורת כורדני, הצעירה בחבורה, ששרידיה חשופים ליד הכפר אל מכר. מחשופים אלה תוארו על ידי יוסי לוי (LEVY, 1983). התצורה בנויה אבן חול גירית גסה וקונגלומרט. אלו הם משקעיה של הצפה ימית שלחכה את מרגלות ההר.

חבורת כורכר הפליסטוקנית נחשפת במישור החוף של הגליל המערבי בעיקר ברכס הכורכר הגבוה, כ- 40 מטר מעל פני הים, המקביל לחוף, במרחק של כ- 2 ק"מ ממנו, מתל נפוליאון בדרום ועד גשר הזיו בצפון. סלעי החבורה נחשפים גם ברכס כורכר נמוך מקודמו המלווה את קו החוף עצמו. מחשופים מעטים אך חשובים ביותר נפתחו במחצבות כורכר שלפחות חלקן עברו תהליך מואץ של כיסוי בפסולת...

החבורה בחוף הגליל המערבי נלמדה על ידי מספר גדול של חוקרים. המקיפות שבין התרומות הרלבנטיות למחשופים הן אלה של איסר וכפרי (ISSAR AND KAFRI, 1972), רונן ועמיאל (RONEN AND AMIEL, 1974) ושל סיון (SIVAN, 1996), אך ככל שרבות התרומות כך חלוקות הדעות...

חבורת כורכר בנויה יחידות כורכר בחילופין עם שכבות חמרה. בחוף הגליל נחשף רק חלק קטן של החתך וכדי להגדיר את מיקומו בחבורה נעזר בחתך כולל מקידוח בשרון (ציור 4) שהוצג בעבודתם של גבירצמן וחבי (GVIRTZMAN ET AL., 1984).

תחנה 1 - שינויים פציאליים בתצורות סחנין וינוח (תחנת תצפית)

(נסיעה ממעלות בכביש תפן וכניסה ליישוב כישור. פניה ימנית וחניה במגרש החנייה של משרדי הישוב. הליכה רגלית צפונה כ- 100 מטר וצפייה לעבר המפנה הדרומי של הואדי)

בתחנה זו אנו ניצבים על חלקה העליון של תצורת קישק הטורונית הנחשפת במבנה גרין אופייני לגליל המערבי שכוונו מזרח - מערב. ממול במבט צפונה נצפה על מחשופים נמוכים יותר סטרטיגרפית של תצורת ינוח הקנומנית. מעט מזרחה (כ- 1000 מטר), מחוץ לתחום התצפית, נחשפת תצורת סחנין הדולומיטית הקלאסית. מעברים בינה לבין תצורת ינוח ניתן לראות במקומות אחרים. כאן אנו צופים על מעברים בין פציאסים שונים בתוך תצורת ינוח עצמה. ממולנו מחשופים של גלעין הריף של חר' תפן שנלמדו בעבודתו של פרוינד (FREUND, 1959). מעט מערבה ניתן להבחין בשיכוב האופייני לחזית הריף. השכבות נוטות בתלילות למערב לכוון ציר ה "תעלה" הימית שתלך ותתפתח בצורה בולטת עוד יותר בטורון התחתון. כ- 500 מטר מערבה מתחלף הפציאס הריפי עם פציאס של גיר לווחי עם צור. זהו הפציאס המוכר יותר של תצורת ינוח אלא שכאן לגיר הלווחי הופעה מעוותת, יוצאת דופן, המזכירה את הסטרוקטורות המעוותות של האאוקן. המעבר הפציאלי עצמו בולט על פני המדרון בגלל הצבע הבהיר של פציאס הגיר הלווחי המתאצבע עם הפציאס הריפי האפור. למחשוף זה נגיע, רגלית, בתחנה 2. נראה כי קיימת התאמה בין הסטרוקטורות המעוותות לבין מיקומן במדרון המזרחי של התעלה. הנטייה הטקטונית של תצורת ינוח שממולנו מערבה מתונה למדי. עם זאת, בחלק המערבי של המדרון, בראשו, ניתן לראות את מחשופיה של תצורת ירכא הגירית חווארית.

תחנה 2 - גיר לווחי מעוות בתצורת ינוח

(מכישור נפנה מערבה בכביש החדש לירכא. כחצי ק"מ במורד הכביש נעצור ונמשיך רגלית, תחילה בדרך עפר גרועה המאפשרת נסיעה ברכב עם הנעה קדמית ולאחר מכן ללא דרך. בסך הכל מהלך של כמחצית השעה...ועוד כמחצית השעה בחזרה.)

תוך כדי המהלך הרגלי נבחין בסלעים הריפיים האפורים של התצורה (לצערנו לא ניתן לראות הרבה בסלעים אלה) ובהמשך במעבר אל פציאס הגיר הלווחי בנודולות הצור המבצבצות דרך הקרום העליון של הסלע. במחשוף עצמו ניתן לראות את הסטרוקטורות המעוותות של הגיר. תופעות אלה מוכרות כמבנים שנוצרו מגלישות תת ימיות.

תחנה 3 – מחזוריים סדימנטריים בטורון (תחנת תצפית)

(נמשיך בנסיעה לתוך הכפר ירכא. במרכזו נפנה צפונה בכביש החדש המוביל לכפר ג'ת. בשולי הכפר ירכא, כ- 700 מטר מהמרכז, ליד בית הספר ולפני הירידה לנחל בית העמק, נעצור לתצפית.)

מנקודת התחנה נצפה מזרחה לתוך העמק של נחל בית העמק ומורדותיו. המדרונות מדורגים. בחלקם התחתון ביותר ניתן להבחין בחלק התחתון הגירי של תצורת ירכא המציין את גג

מחזור ההשקעה הראשון של הטורון. בהמשך, כלפי מעלה, המדרון מתון בשיפועו ומעליו בולט במיוחד מצוק המשכי הנראה היטב משני צדי הנחל. שני קטעים אלה בונים את המחזור הטורוני האמצעי, המתחיל בגירים וחורים של תצורת ירכא המציינים סביבה ימית פתוחה ועמוקה יחסית, וממשיך במצוק הגירי של תצורת קישק תחתון, שעל פי אופיו הליתולוגי סביבת השקעתו במדף הרדוד. השיכוב הפנימי במצוק מצביע ככל הנראה על תפוצתם הנרחבת של ריפים ביחידה. מעל המצוק מדרונות מתונים ביותר של "היחידה הקלסטית" החורית-גירית, יחידה המציינת את הצפת המדף וחידוש משטר הים הפתוח, העמוק יחסית. זהו תחילתו של המחזור הטורוני העליון שאת המשכו וסיומו מייצגים סלעי תצורת קישק עליון המאופיין ע"י גירים משוכבים היטב של מדף היבשת הנראים במבט צפונה לכוון הכפר ג'ת.

תחנה 4 – תצורות טורוניות: ריפים בתצורת קישק תחתון (לפי FREUND, 1966), היחידה הקלסטית (לפי KAFRI AND SANDLER, 1992) וריבוד אופקי בקישק עליון
(מירכא נחזור לכביש תפן. נדרים ונרד לכביש עכו-צפת ונעצור בפנייה לגילון לתצפית. בכניסה לשוב גילון נעצור להמשך ההסברים.)

תחנה זו מחולקת לשלוש תחנות משנה.
בתחנה הראשונה נצפה, פעם נוספת, במבט צפונה, על ריפים בתצורת קישק תחתון.
(המחשופים הללו נלמדו בפירוט רב על ידי רפי פרינד (FREUND, 1966).
בגילון נבחן שריד קטן ביותר של מחשוף גדול של היחידה הקלסטית שהיה ואינו עוד.
המחשוף נלמד ביסודיות, לפני העלמו, על ידי אורי כפרי ועמיר סנדלר (KAFRI AND SANDLER, 1992). היחידה בנויה חור, גיר וחלוקים.
בטרם נעזוב נציץ על מחשוף של הגיר המשוכב של תצורת קישק עליון שהופעתו בנוף מזהה אותו בשטחים נרחבים בגליל ומחוצה לו.

תחנה 5 – פציאס חופי בתצורת כורדני מגיל פליסטוקן תחתון(?)
(נרד מגילון ונמשיך בכביש עכו-צפת עד תחנת הדלק, כ- 3 ק"מ מערבית לצומת אחיהוד. נפנה צפונה בדרך סלולה כ- 800 מטר ונעצור. נחצה רגלית את החורשה שממערב לדרך. כבר בתוך החורשה ניתן להבחין במחשופים. מטעמים דידקטיים, על פי הסדר הסטריגרפי, צריך היה לבקר במקום לקראת סוף הסיור אך מטעמים לוגיסטיים אין בכך טעם...)

יותר ממה שניתן ללמוד בתחנה זו על חתך הסדימנטים של תצורת כורדני ניתן להתרשם ממיקום המחשופים למרגלות הגבעות הסוגרות על מישור החוף במזרח. בגלל גילה הצעיר יחסית של היחידה, ניתן לזמין בקלות את מהלכו של קו החוף העתיק. ומה שחשוב עוד יותר, גובהו של הקו כ- 40 מטר מעל פני הים. הסלעים עצמם אינם באתרם; כולם נתלשו על ידי צמ"ח כבד. עם זאת, אין ספק שהם הוזזו ממקומם למרחק קצר ביותר. במקום, קונגלומרטים ואבני חול ששקעו קרוב או בקו החוף. בתחום התחנה נמצאו בעבר שרידים עם פאונה ימית שאינם עוד.

תחנה 6 – גלישות תת ימיות בתצורת עירב מגיל מסטריכט

(לתחנות 6 ו-7, המהוות למעשה תחנה אחת, נגיע בנסיעה צפונה עד צומת חניתה ומכאן מזרחה עד הכניסה לשוב יערה. נסתובב ונחזור באותה דרך כ- 600 מטר במורד הכביש ונעצור במפרץ בצד הדרך).

במחשוף הכביש ביערה ארבעה בלוקים של תצורות עירב וטקיה שבורים זה כנגד זה. מיחסי השדה נראה כי בלוק של תצורת טקיה (ראה להלן) תקוע בין שני בלוקים של תצורת עירב. ואילו זו מופיעה בשני פציאסים, שניהם מגיל מסטריכט תיכון (גילי פורמיניפרים על פי רימונה סימן-טוב, המכון הגיאולוגי); בבלוק האחד קרטון לווחי משוכב דק מאוד, דפדפי, עם נודולות של צור וסטרוקטורות מעוותות בעוצמה רבה בקרטון. בשני הבלוקים האחרים קרטון משוכב עבה עם מעט צור ועל פי יחסי השדה נראה שהוא גבוה יותר סטרטיגרפית מהקרטונים המעוותים. כמו ביחידות אחרות בחתך הסטרטיגרפי של הגליל נראה שהקרטון המעוות המשוכב דק מציין גלישות תת ימיות בסביבה של שיפועי קרקעית גדולים יחסית.

תחנה 7 – הסטרטיגרפיה הגלילית של תצורת טקיה מגיל פלאוקן (בשיתוף עם רימונה סימן-טוב)

מחשוף הכביש ביערה מראה את שני חלקיה של תצורת טקיה כפי שהובחנו במקומות אחרים בגליל. בחלק התחתון חורים ירקרקים ובחלק העליון, שכונה באזור הדישון בשם פציאס עין זירזיר (שליין 1961, SCHLEIN), הופעה של צור חום אופייני המשולב עם החוור. חלק זה נלמד ונמצא במחשוף יערה שייך לפליאוקן המאוחר עד אאוקן מוקדם (גיל על פי פורמיניפרים). חלקה התחתון של הטקיה הניב גיל של פליאוקן מוקדם. (הדיגום לצורך קביעת הגיל לא נעשה בצפיפות מספקת ובהתאם לכך יש להתייחס לתוצאות).

תחנה 8 – פציאס של מדרונות תת ימיים חריפים בתצורת מרשה מגיל אאוקן תיכון

(מתחנות יערה נמשך לצומת חניתה, נפנה דרומה ונעצור בכניסה לקיבוץ מצובה. מכאן נתקדם ברגל כ- 200 מטר צפונה בצידו המזרחי של הכביש. זהירות מכוניות!)

מישור החוף של הגליל המערבי מצוי בתחום החגורה הפציאלית של הים העמוק יחסית המתאפיינת בהופעה של תצורת עדולם ותצורת מרשה הקרטונית מעליה. המדף הרדוד השתרע מזרחה על פני שטחים נרחבים.

ליד קיבוץ מצובה ניתן להבחין בתוך חתך הקרטונים המסיבי של תצורת מרשה בתעלה ארוזיבית שטוחה ורדודה ובתוכה מילוי של נומוליטים באריזה צפופה. מקורם במדף היבשת במזרח ועל כן הופעתם מציינת את אזור המעבר בין החגורה הפציאלית של האגן העמוק יחסית לזו של המדף בחלקו התחתון. הנומוליטים חורבדו קרוב לוודאי באמצעות זרמים תת ימיים.

תחנה 9 – יחסים סטרטיגיים בין כורכרים לחמרות של הפלייסטוקן

(ממצובה נחזור לצומת חניתה, נמשיך מערבה עד צומת משרפות ודרומה עד קיבוץ גשר הזיו. לפני שער הכניסה למשק נפנה שמאלה בדרך עפר טובה ובמרחק של כ 700 מטר נכנס למחצבה פעילה).

במחצבת גשר הזיו ניתן לראות את יחידת הכורכר העליונה של חתך הפלייסטוקן כפי שהוא מופיע בחוף הגליל המערבי וכן שתי יחידות חמרה האחת מתחת לכורכר והשנייה מעליו. זו שבסיס קורלטיבית עם חמרת פולג, זו שבג שייכת ליחידה המתקראת כפר ויתקין והכורכר שביניהן הוא הידוע בשם כורכר הרצליה. כלי הצור שנמצאו בחמרות מאששים את הקורלציות. קיימת המשכיות בין המחשופים במחצבה לבין אלו החשופים בקו החוף (בתחנה הבאה). באחרונים זוהתה פאונה מרינית (איסר וכפרי 1972, ISSAR AND KAFRI) האופיינית גם היא לכורכר הרצליה.

בתחומי המחצבה, על פני מרחקים קצרים נוכל לראות כיצד מתלכדות החמרה התחתונה והעליונה ליחידה אחת כאשר הן חובקות ביניהן "עדשה" של כורכר. הכורכר אינו אלא דיונת חול נודדת שגרגריה התלכדו לאבן חול כאשר מישורי השיכוב הנטויים בתלילות ונראים כשיכוב צולב בקנה מידה גדול, ומציינים את שפך הדיונה. ואילו החמרות מציינות תקופה של הפסקה בנדידת חול ושל התפתחות קרקעות. כמו בימינו אנו, כך גם בפלייסטוקן, מציינות הדיונות מפלס ים גבוה. בעוד החמרה העליונה מכסה את פני השטח, זו התחתונה נוחתת מערבה אל מתחת לפני השטח של מישור החוף ובכך היא מדגימה את העיקרון הסטרטיגרפי על פיו יחידות צעירות יותר מופיעות במערבו של מישור החוף. בגליל המערבי, בגלל התפרסות מוגבלת מאד של מחשופים, קשה לעקוב אחרי התופעה.

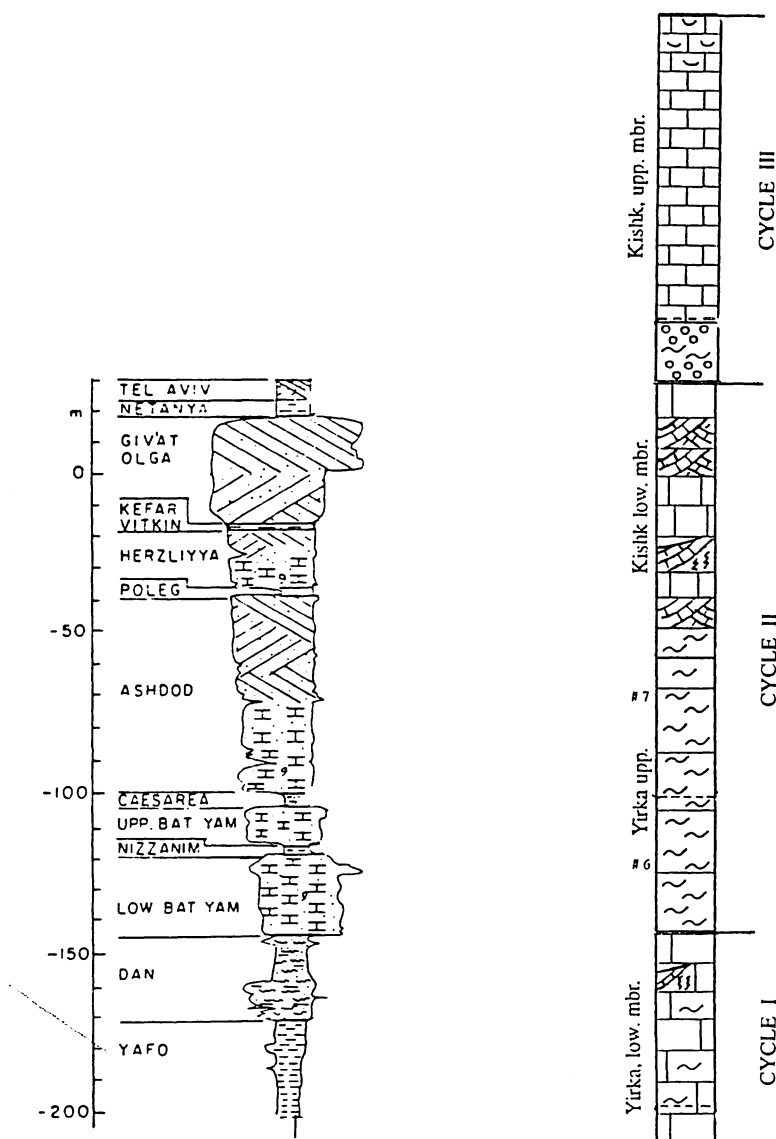
תחנה 10 – יחסי שדה של הצפה ימית מהטירנין

(מגשר הזיו נצפין בחזרה לצומת משרפות. נמשיך צפונה ואחרי הכניסה לקיבוץ ראש הנקרה נפנה בדרך עפר טובה לכוון הים. נתחבר לדרך הים המובילה צפונה ונעצור בחניון המטיילים).

שינויים חוזרים ונשנים בגובה פני הים בקוורטר העליון, כאשר מפלס הים חוזר כל פעם לאותו רום בקירוב, הביאו לכך שניתן להתבונן בקו החוף של ימינו ולראות קו חוף של תקופה קדומה יותר, הבא לידי ביטוי ביחסי שדה שגם להם אח תאום בן זמנינו. כזאת היא התמונה המוצגת בתחנת ראש הנקרה.

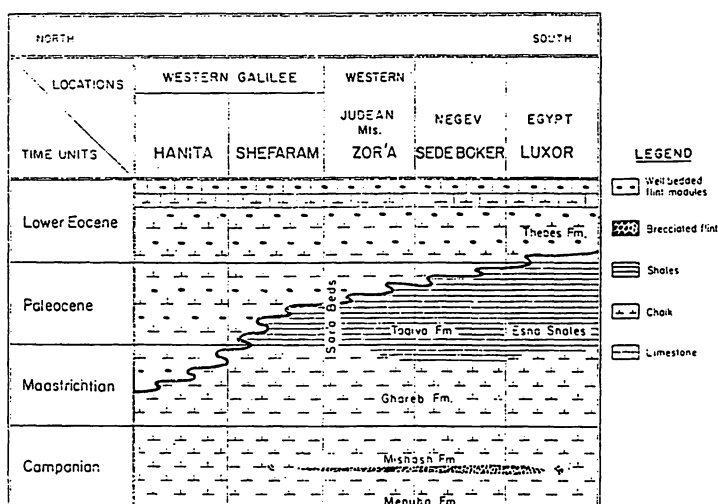
בגובה פני הים הרצנטיים נחשפת יחידה של סלעי חוף עם פאונה ימית המציינת את הטירנין. מתחתה ו/או לצידה במערב, באזור השטיפה של הגלים, במקום בו מתפתחים סלעי חוף רצנטיים חשופות אבני חול של אותה סביבה מהטירנין. מעליה / לצידה המזרחי מונחות אבני חול איאלוליות בדיוק כשם שדיונות חוף של היום מתפתחות מקו החוף מזרחה. בתוך מתחם התחנה, שהוא למעשה מחצבה עתיקה, נציץ על הנקודה עד אליה הגיעה ההצפה הטירנינית, נתבונן בפאונה האופיינית ונבחין בין הסטרוקטורות הסדימנטריות השונות.

- Buchbinder, B., 1964. The geology of the Ma'a lot-Tarshiha region. M.Sc. thesis, Hebrew Univ. Jerusalem, (in Hebrew).
- Flexer, A., 1964. Nodular flint in the Maastrichtian strata of Hanita in western Galilee. *Isr. J. Earth Sci.*, 13:48-51.
- Flexer, A., 1968. Stratigraphy and facies development of the Mount Scopus Group (Senonian-Paleocene) in Israel and adjacent countries. *Isr. J. Earth Sci.*, 17:85-114.
- Freund, R., 1959. On the stratigraphy and tectonics of the Upper Cretaceous in Western Galilee. *Bull. Res. Council of Israel*, 8G:43-50.
- Freund, R., 1966. Upper Cretaceous reefs in northern Israel. *Isr. J. Earth Sci.*, 14:108-121.
- Gvirtzman, G., Shachnai, E., Bakler, N. and Ilani, S., 1984. The Kurkar Group (Quaternary) of the Coastal Plain of Israel. *Isr. Geol. Surv., Cur. Res.*, 1983-1984:70-82.
- Issar, A. and Kafri, U., 1972. Neogene and Pleistocene geology of the western Galilee coastal plain. *Isr. Geol. Surv. Bull.*, 53, 14 pp..
- Kafri, U., 1972. Lithostratigraphy and environment of deposition, Judea Group, eastern and central Galilee, Israel. *Isr. Geol. Surv. Bull.*, 54, 56 pp.
- Kafri, U. 1972. Geological map of Israel, 1:50,000 Sheet 1-IV Nahariyya. *Isr. Geol. Surv. Jerusalem*.
- Kafri, U. and Sandler, A., 1992. A Turonian conglomerate in the Galilee, Israel. *Isr. J. Earth Sci.*, 40:59-63.
- Levi, Y., 1983. The geological map of Israel, 1:50,000, Sheet 3-II: Shefar'am, with explanatory notes. *Isr. Geol. Surv. Jerusalem*.
- Ronen, A. and Amiel, A., 1974. The Evron Quarry: A contribution to the Quaternary stratigraphy of the coastal plain of Israel. *Paleorient*, 2(1):167-175.
- Schlein, N., 1961. The geology of the Alma region. M.Sc. thesis, Hebrew Univ. Jerusalem (published by Tahal), 46 pp. (in Hebrew).
- Sivan, D. 1996. Paleogeography of the Galilee coastal plain during the Quaternary. *Geol. Surv. Isr. Rep.* 18/96, 214 pp., (in Hebrew, English abstr.).
- Sneh, A., 1988. Regional lithostratigraphy of the Eocene Avedat Group, Israel. *Isr. Geol. Surv., Rep.*, 26/88, 19 p.
- Sneh, A. and Bein, A., 1997. Three Turonian platform carbonate cycles at the margins of the Arabian Craton. *Isr. Geol. Surv., Rep.* GSI/28/97, 18 p.

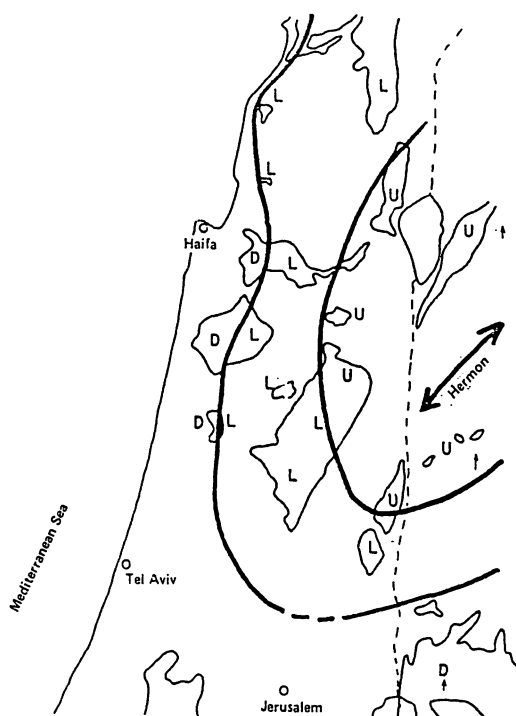


איור 4. היחידות הליתוסטריגרפיות בחתך
הקוורטר בשרון (מתוך Gvirtzman et al., 1984).

איור 1. מחזורים סדימנטריים ויחידות
ליתוסטריגרפיות בטורון של הגליל המערבי
(מתוך Sneh and Bein, 1997).



איור 2. פציאס הצור ביחידות מגיל מסטריכט עד אאוקן בגליל המערבי ובאזורים שכנים (מתוך FLEXER, 1964).



איור 3. סביבות השקעה באאוקן בגליל (מתוך SNEH, 1988).

D- 'DEEP' SEA; U- UPPER SHELF; L- LOWER SHELF

סיור מס' 2:

צפונות ונגלות בגליל: על חצרות (סנוניות) גן סלעים (טורוני) וכרמי יין (באדמת בזלת)

עקיבא פלכסר

החוג לגיאופיסיקה ומדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב

מטרות הסיור

לסיור שלוש מטרות:

1. הכרת תופעת ה"חצרות הסנוניות" תופעה שנפוצה גם בשומרון המערבי ובנגב ומעידה על תקופת הרדדה והרמה בסוף טורון ובראשית הסנון.
2. הכרה כללית של הקמרון הגדול של הגליל ו"נגיעה" בשולי ההורסט המרכזי של גוש הר-מירון: שבר פקיעין וגן הסלעים של קיסריה.
3. התבוננות בפן אחר של הבזלת. הבזלת אינה סתם סלע וולקני כהה בעל תעודת זהות גיאולוגית (הרכב, תפוצה וגיל) אלא הוא גם משמש מצע לגידול זני ענבים המפיקים יין משובח. ביקור בדתון וכרם בן-זמרה.

רקע סטרוקטורלי

הגליל, אשר קומט בזמן קרטיקון-עליון-שלישון-תיכון נשבר בתקופה מאוחרת יותר, ניאוגן ותחילת פלייסטוקן, על ידי העתקים רבים, והופרד למערכות שבירה אחדות (רון, 1984).

מרכז הגליל, הנו מבנה כפתי-אליפטי גדול שכוונו צפון-דרום. במרכזו נחשפים סלעים מסדרת קרטיקון תחתון, המוקפים בהתאמה על ידי סלעי הקנומן, טורון, סנון, מסטריכט ואיאוקן. בשולי כפה זו ניתן להבחין במספר מבנים נוספים: אנטיקלינת הר-נפתלי, סינקלינת יראון, הכפיפה של צפת, שקע עמק הירדן, אנטיקלינת נצרת, סינקלינת שפרעם, סינקלינת תרשיחא, אנטיקלינת כברי.

רמת הפעילות האירוסית של המבנה הנוכחי של קמרון הגליל, היא כזו, שמחשופי קרטיקון-תחתון-קנומן-טורון מציינים בדרך כלל מבנים מורמים; לעומת מחשופי איאוקן ונאוגן המאפיינים שקעים; הסנון והמסטריכט נפוצים בשקעים ובאגפי המבנים (איור מס. 1).

שלוש מערכות שברים גדולות מובחנות בקמרון הגליל: מזרח-דרום-מזרח-מערב-צפון-מערב במזרח הגליל (התחתון בעיקר) מזרח-צפון-מזרח ומערב-דרום-מערב במערב הגליל וכן מערכת מזרח מערב של הורסטים וגרבים במרכז הגליל התחתון ובמערב הגליל העליון. במרכז הגליל העליון מובחן הורסט מרכזי גבוה של גוש הר-מירון (כולל הר-זבול, הר הארי והר הלל) כוונת שונה במקצת מהמערכת הראשונה והוא דרום-מזרח-צפון-מערב.

תצפיות השדה מגדירות שלוש תקופות עיקריות פעילות שבירה ע"פ רון (1984):

- (א) פעילות שבירה חלשה בסוף קרטיקון, בגיל סנטון, הקשורה לקימוט הקשת הסורית. זוהי שבירה נורמלית.
- (ב) פעילות שבירה נמרצת, בכל צפון ישראל ודרום הלבנון, בסוף המיוקן ועד תחילת הפליוקן והמאופיינות בעיקר ע"י העתקות אופקיות.
- (ג) פעילות שבירה נמרצת מאוחרת לפליוקן התיכון הנמשכת לתוך הפליסטוקן והמאופיינת ע"י תנועות אנכיות נורמליות.

רקע סטריגרפי

התיאור הסטריגרפי המובא להלן נלקח מתוך דברי ההסבר למפה הגיאולוגית של נהריה (כפרי, 1972) תוך עיבוד מסוים (ע"פ גולני, 1961; ופלכסר, 1968, 1964). שתי החבורות הרלבנטיות לסיור זה הן חבורת יהודה וחבורת הר-הצופים.

חבורת יהודה (תאור מלמטה למעלה)

תצורת יגור

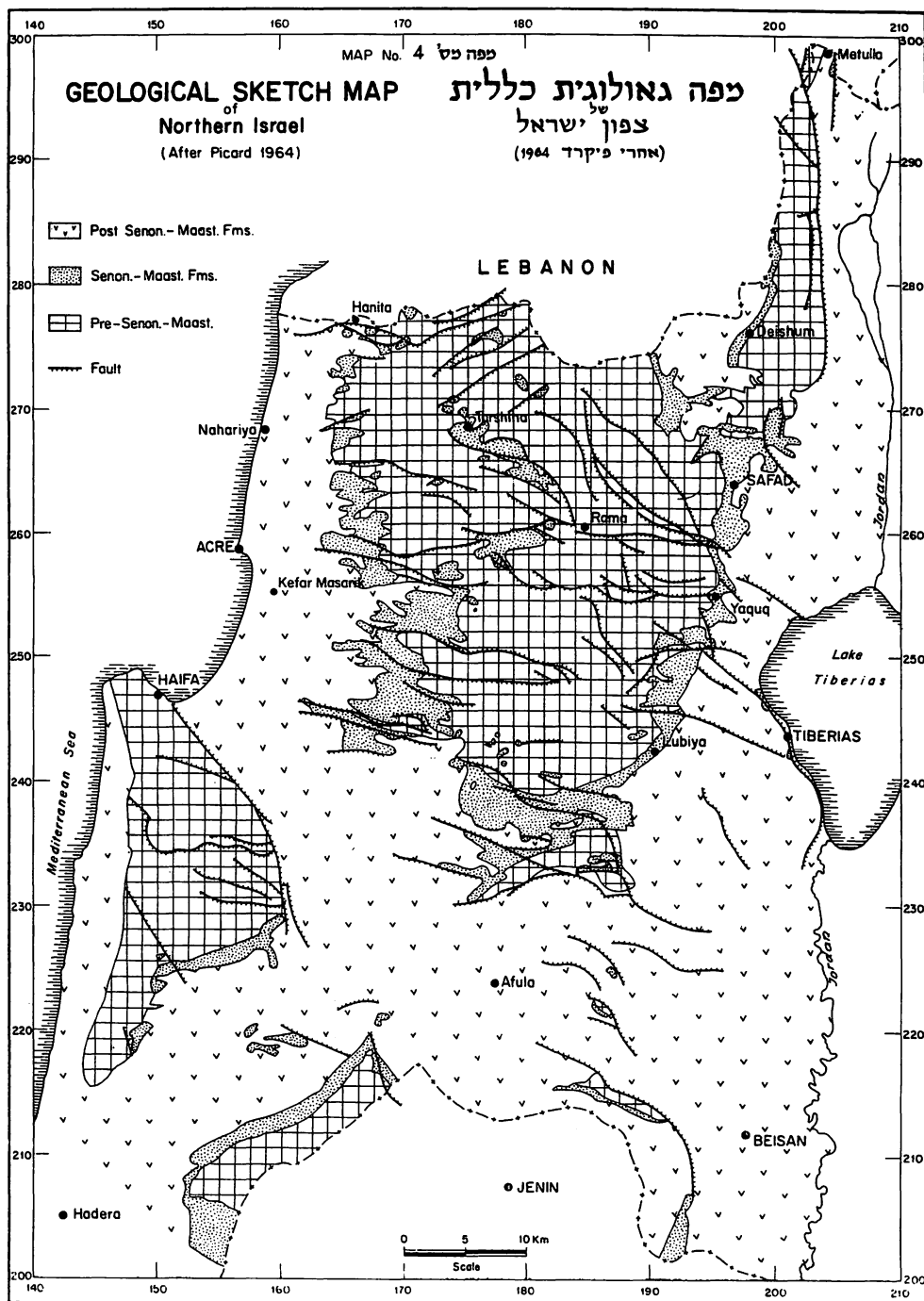
התצורה היא דולומיטית ומובחנים בה שני פרטים: פרט כמון ופרט כרכרה עובי התצורה הממוצע כ- 200 מ'. גיל התצורה אלבין-קנומן.

פרט כמון עשוי, בדרך כלל, דולומיט דק עד בינוני גביש, משוכב היטב עם תרכיזי קוורץ וקוורצוליטים. עובי משתנה מ- 33 מ' באזור בית העמק ועד קרוב ל- 200 מ' ליד נהריה. במחשוף היחיד ליד קיבוץ איילון נחשפים 21 המטרים העליונים בלבד. גילו של פרט כמון, לפי מקומו הסטריגרפי, הוא אלביאן עד קנומן תחתון.

פרט כרכרה בנוי מדולומיט רך קירטוני במקצת, דק עד בינוני גביש ומכיל צור. באזור המזרחי הפרט בנוי גיר, בחלקו הביקלסטי, דק עד בינוני-גביש ומכיל צור. פרט כרכרה שונה מפרט כמון ומתצורת סחנין בצבעו היותר בהיר ובהופעת הצור. עובי הידוע מצפון מערב הגליל משתנה מ- 40 מ' באזור כברי עד 195 מ' באזור עמקה.

תצורת דיר-חנה

התצורה היא דולומיטית במרכז הגליל וקירטונית בשולים המזרחיים והמערביים. עובייה הממוצע כ- 200 מ'. לתצורה שני פרטים: פרט ראש הנקרה ופרט יערה. גילה קנומן.



איור 1. מפה גאולוגית כללית של צפון ישראל (פלכסר 1964).

פרט יערה עשוי גיר או דולומיט ומכיל צור בחילופין עם מעט קירטון. הפציאס הגירי ידוע ממזרח אגן כברי - ראש הנקרה ומאזור הר מנור. באזורים האחרים הפציאס הוא דולומיטי. פרט יערה החסר באזורים נרחבים, מגיע למכסימום עוביו (131 מ') באזור יערה. לכוון מערב-מזרח עוביו מצטמצם במהירות עד להעלמות גמורה באזורי כברי - ראש הנקרה וראש המבוע.

תצורת סחנין

תצורה זו נחשפת על שטחים נרחבים בגליל וידועה ממקומות רבים בתת-הקרקע. היא מונחת בצורה אירגולרית על פרט יערה, ראש הנקרה או כרכרה, ומעליה מונחות בהתאמה תצורת ינוח או תצורת בענה, או באי התאמה סדימנטים מגיל סנון עד קוורטר. עובי התצורה מאפס מטר עד ליותר מ-300 מטר וגילה קנומן עליון-טורון.

תצורת סחנין בנויה דולמיט כהה, בינוני עד גס-גביש עם מעט קוורצוליט. צור ידוע בתצורה זו רק במקומות בהם היא עוברת לצדדיו לתצורת ינוח. עובי התצורה שונה ממקום למקום והוא נקבע ע"פ שלושה גורמים:

- שינויי פציאס על חשבון תצורת דיר חנא שמתחת לתצורת סחנין.
- דולומיטיזציה על חשבון תצורת בענה או תצורת ינוח.
- אירוזיה קדם-או תוך-סנונית.

תצורת בענה

תצורה זו נפוצה על פני שטחים נרחבים בשטח המפה. היא מונחת, בדרך כלל, על תצורת סחנין ובמקומות על תצורת ינוח וירכא. מעליה מונחת בהתאמה תצורת הר צפת, או באי התאמה. חלקה העליון תצורת הר צפת, או תצורות עין זיתים וביריה ולעיתים סדימנטים צעירים יותר. תצורת בענה בנויה בחלקה התחתון מגיר גס-גביש, שוניתי ובחלקה העליון מגיר דק-גביש. בכמה אזורים תצורת בענה אינה קיימת כלל עקב דולמיטיזציה בזמן שקיעת הסדימנט או עקב הסרה קדם- או תוך-סנונית. עובייה יכול להגיע ל-150 מ'. גיל התצורה הוגדר כקנומן עליון - טורון. לפחות באותם מקומות בהם עוברת תצורה זו בהדרגה ובהתאמה לתצורת הר צפת שמעליה, חלקה העליון ביותר עשוי להיות מגיל קוניאק.

חבורת הר-הצופים

תצורת הר צפת

רוב מחשופי התצורה מופיעים באזור רגלי ההרים ובאזור תרשיחה. התצורה מונחת על תצורת סחנין או בענה ומעליה מונחת תצורת עין זיתים. התצורה בנויה גיר קירטוני וקירטון קשה לימוניטי ("קעקולה"). היא מובחנת בשדה בנקל עקב היותה קשה מקירטון עין זיתים והעדר נארי עליה. תצורת הר צפת חסרה על פני שטחים נרחבים בין בגלל חסר השקעה ובין עקב הסרה תוך-סנונית. עוביה משתנה, בדרך כלל, מ-15 עד 40 מ'. אמוניט המאפיין תצורה זו הוא Texanites sp. גיל התצורה סנטון עד קמפן תחתון. היא קורלטיבית לתצורת מנוחה באזורי הארץ האחרים.

COLUMNAR SECTIONS
ILLUSTRATING THE RELATIONSHIP BETWEEN
CRETACEOUS - TERTIARY FORMATIONS
of
ISRAEL

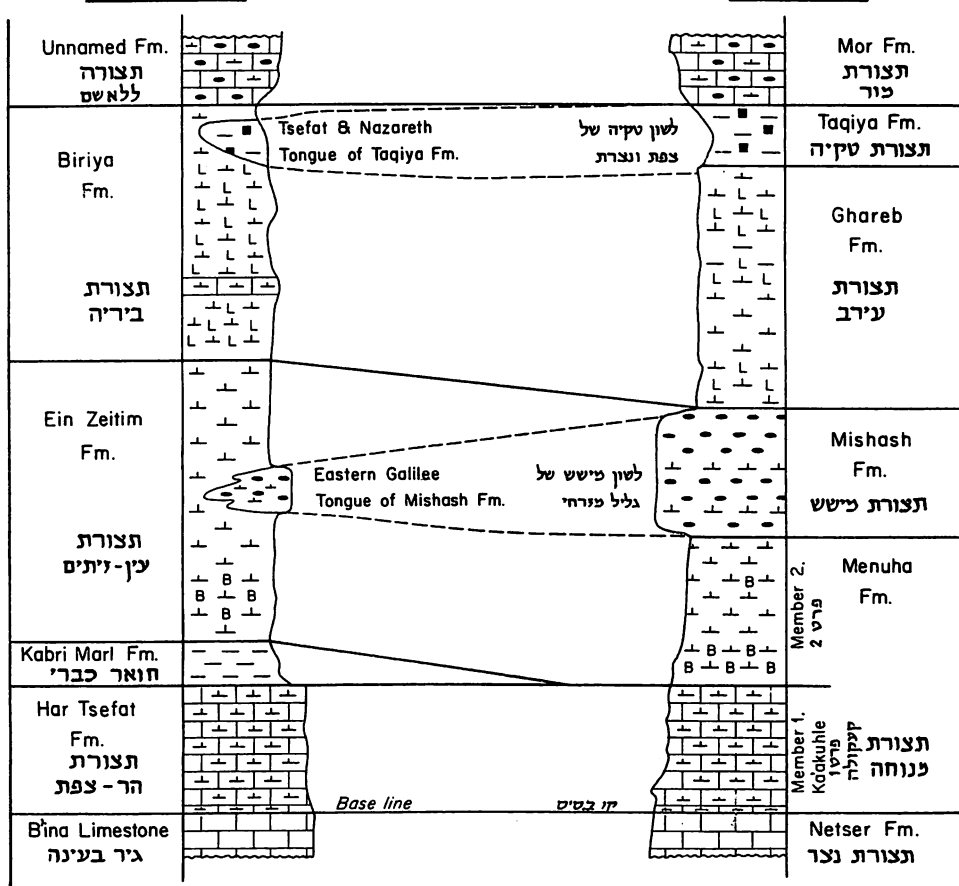
(Schematic and not to scale)

חלקים דיאגרמטיים
של יחסים בין תצורות
קרטיקון וטרציר
בישראל

(סכמטי ללא קנה מדה)

גליל - GALILEE

נגב - NEGEV



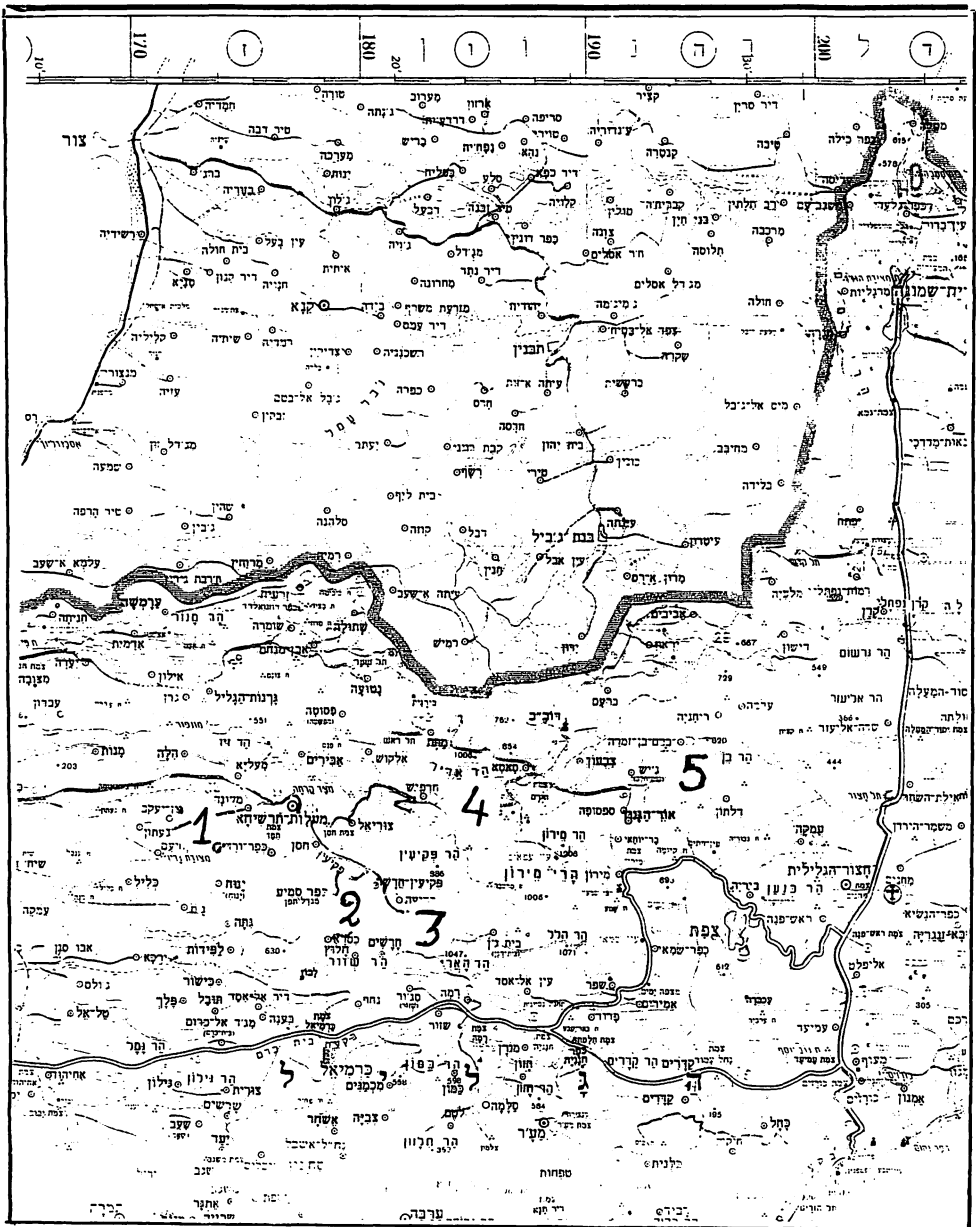
Limestone
גיר
 Chalk
קרטון
 Limonite
לימוניט

מקרא - LEGEND

Shales
פצלים
 Pyrite
פיריט

Flint
צור
 Bituminous material
פחמן

איור 2. השוואה סטריגרפית בין הנגב לגליל (פלכסר, 1964).



איור 3. תחנות הסיור

תצורת עין זיתים

תצורה זו מופיעה בתחומים רבים בגליל. היא מונחת בהתאמה על תצורת הר צפת או באי התאמה על תצורות בענה וסחנין. מעליה מונחת תצורת ביריה. התצורה בנויה קירטון רך, מעט ביטומיני ופוספט. עובי התצורה מגיע ל- 130 מ' באזור תרשיחה ואילו בשאר המקומות העובי נע סביב 50 מ'. גיל התצורה הוגדר כסנטון עליון עד מאסטריות תחתון. התצורה קורלטיבית לחלקה העליון של תצורת מנוחה.

תצורת מישאש

אינה מופיעה בגליל כתצורה אלא כלשון דקה המפותחת יותר בדרום מזרח הגליל (נחל צלמון ונצרת) מתדקת צפונה (אזור צפת) ונעלמת כליל במערב הגליל (איור מס. 2).

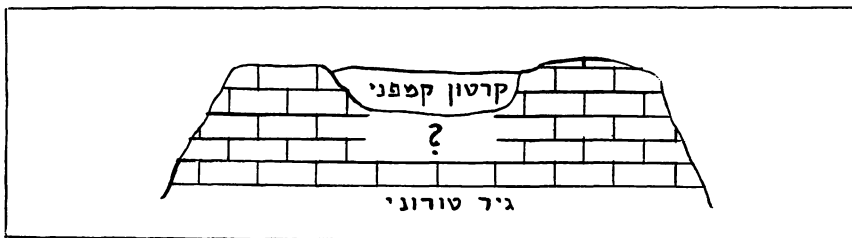
תצורת ביריה

התצורה נחשפת על ראש שתי גבעות באזור תרשיחה, שם היא מונחת על תצורת עין זיתים. התצורה בנויה קירטון גלאוקוניטי ולימוניטי. עוביה באזור תרשיחה הוא 24+ מ'. גיל תצורת ביריה הוא קמפן עליון – פאליאוקן. התצורה קורלטיבית לחלק של תצורות עירב וטקיה.

תחנות הסיור (איור מס. 3)

1. ה"חצרות" הסנוניות

באזור תרשיחה-כברי מצויות מספר גבעות הבנויות דולומיט סחנין או גיר בענה ועליהן קירטון רק מתצורת עין זיתים. במילים אחרות סלעי הקמפן מונחים ישירות על סלעי הקנומן והטורון (פלכסר 1964). ברוב הגבעות, הקירטון הרך המונח בראש הגבעה נתון בתוך בור או "חצר" המוקפים "גדר" טבעית של דולומיט או גיר. הקירטון נמצא, איפוא, מעל הדולומיט והגיר ולטרלית להם. צורה זו מזכירה מאוד בלוע (sink hole) או משפך (ponor) אשר נוצרו מפעילות קארסטית. המפה הגיאולוגית של נהריה (כפרי, 1972) מבלטה היטב תופעה זו. הממצאים מצביעים על לקונה סטרטיגרפית במרבית הגבעות ועל דחיסה סטרטיגרפית במיעוטן. כאשר קיימת לקונה, חסרים לרוב רק סלעי הסנטון ולעיתים סלעי הסנטון והקמפן. כאשר קיימת דחיסה מצומצמים סלעי הסנטון למטרים אחדים (במקום עובי של 30-15 מ' השכיח באזור). איור מס. 4 מתאר בצורה סכמטית תופעת החצרות.



איור 4. "חצר" של קירטון רך.

בסוף הטורון, חלו תנועות טקטוניות, שיצרו תבליט חדש. פעילות אירוסית, מאוחרת ליצירת התבליט, אחראית למשקעי גיר דטריטי בתצורת בענה. העדר תופעות טריגניות, מצביע על כך, שבגליל היתה קרוב לודאי, אירוסיה תת-ימית; בעוד, שבאזורים אחרים של הארץ ראש העין, ירושלים, נגב, יתכן והיתה באותה תקופה בליה יבשתית. (קארסט, חול) ראה אבנימלך (1951), בן-תור ופרומן (1956), Weiler and Sass (1973) וסנדלר וחבריו (1998). בדיקת נתוני העובי של סלעי הסנטון בגליל מצביעה על שינויים ניכרים (איור מס. 4) שינויי העובי קשורים כנראה לתבליט פרי סנטוני ואף להשתפלויות והתרוממויות של האגן הסנטוני תוך כדי סדימנטציה. קיום הלקונות והדחיסה הסטרטיגרפית מצביעים ששתי התופעות היו קיימות. כמובן ניתן להניח גם גידוע בסוף הסנטון – ראשית הקמפן. זה יתכן, אך אין ספק שהנחה זו, אינה אלא משלימה את ההנחה הקודמת. האירוסיה חזקה יותר באזורים הגבוהים ומעטה עד אפסית באזורים הנמוכים. הביטוי במפה האיזופכית הוא זהה.

בעיה היא שאם היתה בליה תת-אווירית בסוף סנטון – ראשית קמפן, הרי שלא נשתמרו שום שרידים לכך; היכן האדמה הפוסילית, קרומי לימוניט, לטריט, וחומרים קלסטיים של ההתמוטטות הקרסטית?

יתר על כן, איך תוסבר העובדה, שבתוך אחת החצרות מצוי קונגלומרט נאוגני, הבנוי על חלוקי גיר איאוקני עם נומוליטים?

לעומת חוסר סמנים חיוביים לבליה תת-אווירית בראשית קמפן, יש להדגיש את העובדה, שרוב החצרות (כ- 20-30) **מלאות אך ורק בקרטון קמפני**.

כמו כן קיימת גם האפשרות, שהצורה המיוחדת של ה"חצרות" הללו, אינה אלא ביטוי לגומחות תת-ימיות שבתוכן הורבדו סלעי הקמפן. במקרה זה, **אין לדבר** על קרסט פרי-קמפני או נאוגני, ובעקבות זה על בליה תת-אווירית בזמן הסנון.

לאור כל האמור לעיל, מצטיירת התמונה הטקטונית-פליאוגיאוגרפית הבאה:

תנועה טקטונית בסוף טורון, אשר ממשיכה לפעול גם בזמן הסנטון, יוצרת תבליט, שהוא מעיקרו תת-ימי.

הים הסנטוני בגליל, היה ים עמוק ופתוח (אם כי בעל מגבהים בולטים בצד מערב) והיבשה היתה הרחק בדרום-מזרח (בנגב, עבה"י). הושקעו בו סדימנטים, אשר עצמתם נמצאת ביחס הפוך לתבליט הטופוגרפי. לקראת סופה של התקופה, מתמלאים במקצת האגנים, התבליט מתישר במידת מה, וחלה הרדדה של הים.

בסוף סנטון – ראשית קמפן היתה הרמה כללית באזור הגליל המערבי (איור מס. 5) וסלעי קמפן מונחים ישירות על סלעי הטורון והקנומן. ולעתים אף סלעי המסטריכט. בסיור נבקר בחצרות של אזור עין יעקב ובחצר ליד מעליא.

2. גן הפסלים בקיסרה

סמוך לבתי הספר האזורי של קיסרה מתגלה "גן פסלים" טבעי בסלעי תצורת בענה. תצורת בענה החשופה באזור, עברה תהליך קארסטי ממושך שיצר טרשים מבודדים גדולים שיוצרים נוף מרהיב של כעין "פסלים" מעשה ידי הטבע. הגן משתרע מערבה עד לאזור תפן. סלעי תצורת בענה מצטיינים גם במערכת סטיליטית מפותחת.

3. שבר פקיעין

בכפר פקיעין ישנה חשיפה נדירה ויפה של "קיר" שבר. זהו השבר המערבי של הורסט גוש הרי מירון. לשבר העתקה ורטיקלית והוריונטלית (Freund, 1965). הוא נטוי כעין שבר הפוך, מעט מעבר ל- 90 מעלות. ברקציה מפותחת היטב מצויה ב"קיר" השבר.

4. נסיעה לאלקוש – דלתון

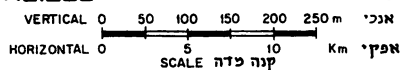
תוך כדי הנסיעה נצפה במבנה הגליל העליון המרכזי, שולי ההורסט המרכזי של הרי מירון ותופעות סטריגרפיות נלוות.

5. מושב דלתון וכרם בן זמרה - בזלת - זני גפנים וטעימת יין

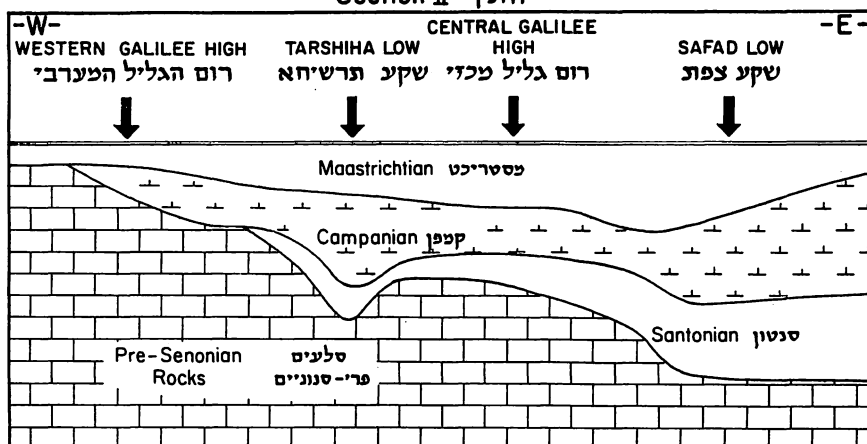
באוכף הסטרוקטורלי המצוי בין הכפה המרכזית של הגליל לחצי ההורסט של הר נפתלי וסינקלינת יראון מצויים מספר כתמי בזלת: שפכי לבה, דייקים ופירוקלסטיים. בזלת זו מכונה בזלת דלתון וגילה פליוקן (Sneh, et.al., 1998) על אדמת הבזלת של מושב דלתון גדלים זנים רבים של ענבי יין – מרלו, קברנה סוביניון, שרדונה, שיראז ואחרים. יינות דלתון הם יינות משובחים שהגיעו לרמת הבשלה גבוהה ולאיוון נדרש בין עצמת הצבע, ארומה, מתיקות וטיב פרי הגפן. היין התיישן בחביות עץ צרפתי ומצטיין בבוקה ניחוח עשיר ועמוק ובטעם מלא ואופייני לזנים השונים.

CROSS SECTIONS
ILLUSTRATING THICKNESS
of
SENONIAN MAASTRICHTIAN ROCKS
IN THE GALILEE

חתכי רוחב
המראים עובי סלעי
הסנון והמסטריכט
בגליל



Section II חתך II



איור 5. שינוי עובי של יחידות חבורת הר הצומים (פלכסר, 1964).

- אבנימלך, מ. 1951. הגיאולוגיה של סביבות ירושלים לאור החקירות החדשות. טבע וארץ כרך 8.
- בן תור, י. ופרומן, ע., 1956. אי התאמות בין טורון לבין איאוקן באנטיקלינה של רמון. ידיעות החברה הגיאולוגית מס. 3 : 57-64.
- כפרי, א., 1972, המפה הגיאולוגית של ישראל, 1: 50,000 גליל נהריה, דברי הסבר. המכון הגיאולוגי ירושלים.
- סנדלר, ע., שש, א. וגרוזמן, י., 1988. האירוע היבשתי ומקור הסטילוליטים בחתך הטורוני בנגב הצפוני. החברה הגיאולוגית, מדריך הסיורים, הכנס השנתי, מצפה רמון, 29-46.
- פלכסר, ע., 1964. הפאליאוגיאוגרפיה של הסנון והמאסטריכט בצפון ישראל. עבודת דוקטור האוניברסיטה העברית. 158 עמ'.
- רון ח., 1984, מחקר פליאומגנטי וניתוח מערכות השבירה בגליל צפון ישראל. עבודת דוקטור האוניברסיטה העברית. 102 עמ'.
- Flexer, A., 1968, Stratigraphy and facies development of the Mount Scopus Group (Senonian-Paleocene) in Israel and adjacent countries, *Israel J. Earth Sci.*, v.17, pp. 85-114.
- Freund, R., 1965, Upper Cretaceous reefs in Northern Israel, *Israel J. Earth Sci.*, v.19, pp.117-140.
- Golani, U., 1961, On the Cenomanian-Turonian lithostratigraphy of Central Galilee, *Bull. Res. Council of Israel.*, v.10G, pp.115-146.
- Sneh, A., Bartov, Y. and Rosensaft, M. 1998, Geological Map of Israel, 1:200,000 Sheet 1. State of Israel, Ministry of National Infrastructures. *Geological Survey of Israel*, Jerusalem, 1998.
- Weiler, Y. and Sass, E, 1972. Karstic sandstone bodies in the Turonian limestone of Judea, Israel. *Sedimentary Geology*, 7pp. 137-152.

התפתחות הנוף והטקטוניקה באזור בקעת בית הכרם.

ארי מטמון^{1,2}, עזרא זילברמן², יהודה אנזל¹

¹ המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית, ירושלים

² המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, ירושלים 95501

מטרות הסיור:

הצגת התלות החזקה של הנוף בגליל בפעילות הטקטונית.

מטרות נקודתיות:

1. הצגת ההבדלים בין מבנה הגליל העליון למבנה הגליל התחתון.
2. המחשת התלות בין התפתחות מערכות ניקוז והפעילות הטקטונית.
3. הצגת עדויות לפעילות טקטונית הולקנית.
4. קביעת מסגרות זמן לפעילות הטקטונית הניאוגנית באזור.

מבוא

הגליל מהווה יחידת נוף בעלת גבולות מוגדרים: העתק הכרמל בדרום, נהר הליטאני בצפון, בקע ים המלח במזרח והים התיכון במערב. בגליל קיימת מערכת של מבנים טקטוניים מהבולטים בארץ. מבנים אלו קשורים למערכות שבירה וקימוט שפעלו באזור מאז הסנון (Flexer et al., 1970) ועד היום. אחת מהתוצאות של התהליך הטקטוני באזור היא התרוממות צעירה יחסית של חלקים מהגליל עד לגובה של מעל ל- 1000 מטר מעל פני הים, ויצירת קו פרשת המים בין אגן הניקוז של הבקע לאגן הניקוז של הים התיכון.

ניתן לזהות בגליל ארבע מערכות טקטוניות עיקריות:

1. מערכת הקימוט של הקשת הסורית. מערכת זו יוצרת סידרה של אנטיקלינות וסינקלינות הנמשכות מצפון סיני עד לסוריה. כיוון צירי המבנים בגליל של מערכת זו הוא דרום-צפון בקירוב (Freund, 1959; Flexer, 1964; Flexer et al., 1970). המערכת הייתה פעילה החל מהסנון (ואולי אף בטורון). תהליכים טקטוניים ואירוזיביים סונוים ופוסט אאיקונים גרמו לכך שלמערכת הקימוט של הקשת הסורית אין ביטוי בנוף הנוכחי.

2. מערכת שבירה שכיוונה דרום-מזרח - צפון-מערב ו- דרום-מערב - צפון-מזרח (Freund, 1970; Ron et al., 1984). התנועה על שביר המערכת הזו היא בעיקרה תנועה אופקית (גם שמאלית וגם ימנית בהתאם לכיוון ההעתק) אך ניתן לזהות גם רכיבים של תנועה אנכית, בעיקר בקצות השברים. מערכת זו פעלה בעיקר במהלך המיוקן, וביטוייה המורפולוגי נגדע מאז ברובו.

במקומות שבהן הייתה הצערה של המערכת ניתן לזהות תנועה נורמלית אשר באה לידי ביטוי בנוף (לדוגמה שבר פקיעין).

3. מערכת שבירה נורמלית שכיוונה בקירוב מזרח - מערב (Freund, 1970; Ron et al., 1984). מערכת זו יוצרת סידרה של בלוקים מורמים ונטויים השולטים בנוף של הגליל התחתון ויוצרים מספר מבנים מורפוטקטוניים בגליל העליון. מערכת זו פעלה בעיקר בפליקון התיכון והמאוחר (Freund, 1970 ; Ron et al., 1984). תהליך המתיחה בגליל יוחס על ידי חוקרים שונים לתגובה של שולי הבקע המערביים לתנועה השמאלית לאורך בקע ים המלח (Freund, 1965).

4. מערכת קימוט באורך גל גדול (קימור - Arching). קימור זה תואר ונחקר במקומות שונים בארץ על ידי מספר חוקרים (למשל Picard, 1943; סלומון, 1987).

באזור בקעת בית הכרם ניתן להצביע על הביטוי המורפולוגי של מספר פאזות טקטוניות שפעלו מאז המיוקן ועל היחס בין תהליכים טקטונים ותהליכי ארוזים. המחקר הנוכחי מצביע על שלושה שלבים עיקריים בהתפתחות הטקטונית והנופית באזור:

1. העתקה נורמלית קדומה לזמן התפרצות בזלת הכסוי (בערך לפני 4 מליון שנים). במתלולים מסוימים (לדוגמה מתלול צורים ומתלול מירון) נוצרה בשלב הזה טופוגרפיה שנשמרה. לאורך מתלולים אחרים (כגון פקיעין וכיסרא) אין ביטוי מורפולוגי לשלב פעילות זה.

2. העתקה נורמלית מאוחרת לזמן התפרצות בזלת הכסוי. הביטוי הטופוגרפי של שלב זה בא לידי ביטוי ברוב המבנים המורפוטקטוניים של הגליל. מבנים אלו התפתחו למצבם הנוכחי כבר לפני כ- 2 מליון שנים.

3. קימור באורך גל גדול של כל הגליל בפליקון המאוחר ובפלייסטוקן, התבססות קו פרשת המים הארצי והתפתחות מערכת הניקוז הנוכחית.

התפתחות הנוף באזור (ובצפון ישראל באופן כללי) נשלטת מאז המיוקן כמעט באופן מוחלט על ידי תהליכים טקטוניים. הבליה באזור היא ברובה קרסטית ללא תוצרים קלסטיים. הסדימנטים המרובדים בעמקים הפנימיים בגליל הינם בעיקר קרקעות חרסיתיות (טרה-רוסה). היעדרותם של סדימנטים נאוגנים ורביעונים וכיסוי נרחב של שדות וולקנים בגליל מונע שימוש בשיטות גיאולוגיות מקובלות לבניית מסגרת זמנים ומסגרת מרחבית של הפעילות הטקטונית הצעירה בגליל. לשם הבנת ההתפתחות הטקטונית הנאוגנית בגליל, יושמו שיטות מחקר כגון ניתוח מורפומטרי של בלוקים טקטוניים מורמים, שיחזור מערכות ניקוז עתיקות ושימוש באיזוטופים קוסמוגניים. שיטות אלו יושמו יחד עם תיארוך רדיוגני של בזלות, אנליזות כימיות וניתוח שקפים של סלעים.

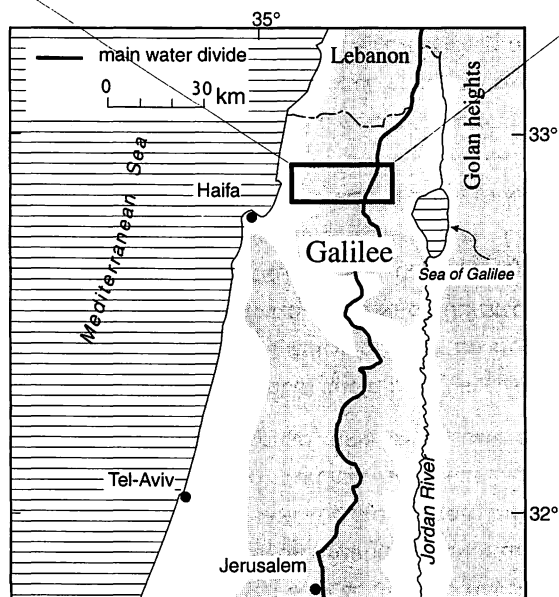
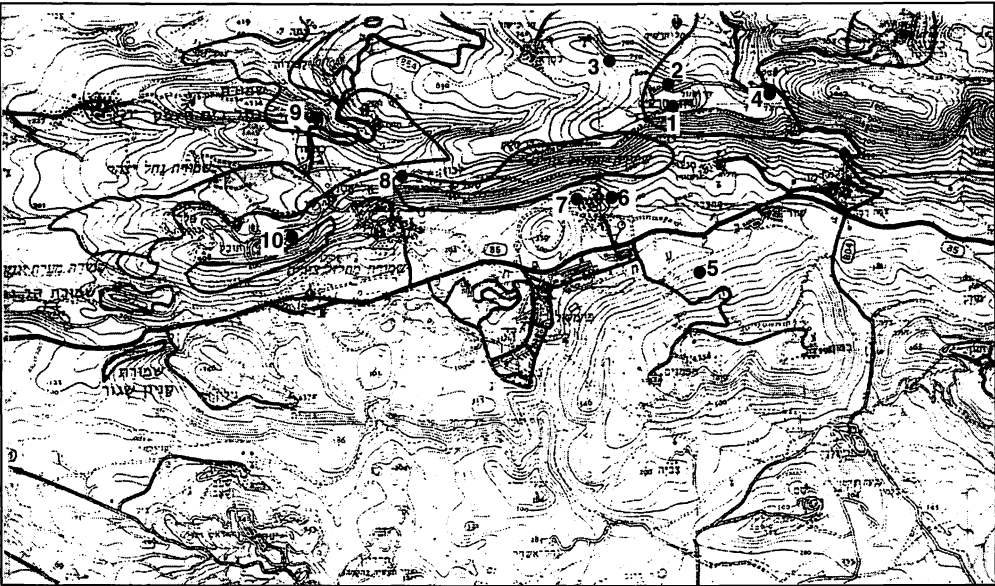


Fig. 1 Location and site map

תחנה מס' 1: תצפית מהר שזור דרומה.

מבנה הגליל התחתון (איור 2)

בתצפית מהר שזור דרומה רואים בברור את מבנה הבלוקים המורמים והנטויים של הגליל התחתון. מבנה זה תחום בין קו כרמל – פריעה בדרום לקו מתלול צורים בצפון והוא התפתח בעיקר במהלך הפליקון האמצעי והמאוחר (Matmon et al., 1998). ראשי המבנים המורמים בגליל התחתון בנויים לרוב יחידות קרבוטיות קשות של סלעי חבורת יהודה והם בעלי מבנה טופוגרפי מתון מאד. חוקרים שונים (למשל ניר, 1970) הציעו שראשי המבנים הינם שרידים של מישור גידוע נרחב שהתפתח באוליקון ובמיוקן ועבר דפורמציה בפליקון ובפלייסטוקן. ברוב הגליל הביטוי המורפולוגי של הפעילות הטקטונית המיוקנית הוסר תוך כדי תהליך יצירת מישור גידוע זה (Ron et al., 1984). חישוב היחס בין סך הזריקה הסטרטיגרפית לבין הביטוי המורפולוגי

מערכת הניקוז של בקעת בית הכרם

בקעת בית הכרם מנוקזת על ידי שלושה נחלים החוצים את העמק מצפון לדרום: צלמון, שזור ושגור ובניהם שלוש פרשות מים שהן: רמה, זקיף וגמל (איור- 5). נחל צלמון חוצה את בקעת חנניה מצפון לדרום וזורם מערבה לאורך המתלול הצפוני של הר חזון. ממערב להר חוזה הנחל פונה דרומה בזווית חדה וחוצה את רכס כמון-חזון לאורך המקטע הדרומי של שבר פקיעין. נחל שזור (אשר מקורו העליון הוא נחל רמה) זורם בבקעת בית הכרם ממזרח למערב. בשוליים המערביים של רכס כמון הנחל פונה דרומה וזורם לאורך שוליו המערביים של הרכס, ונשפך אל נחל חלזון. נחל חלזון זורם לאורך השוליים הצפוניים של רכס אשר בפיתולים חריפים עד לבקעת שעב הרחבה. נחל שגור זורם בתוך בקעת בית הכרם מאזור דיר אל אסד ועד דרומית להר גמל. בנקודה זו פונה הנחל דרומה, ובדומה לשני הנחלים הקודמים שחוצים את הרכס, חוצה את רכס צורית-גילון ונשפך לתוך נחל חלזון בתוך העמק הרחב של שעב. כלומר, כל נחלי בקעת בית הכרם מתחילים בגליל העליון, זורמים מערבה בתוך הבקעה, יוצאים מהבקעה דרומה (תוך חציית הרכסים הגובלים את הבקעה מדרום) ואז פונים מערבה או מזרחה לעבר בסיס. התנהגות זו של מערכת הניקוז הנוכחית מרמזת על האפשרות שתוואי מערכות ניקוז קדומים משפיעים על אופי מערכת הניקוז הנוכחית כפי שהוצע על ידי חוקרים נוספים (Golani, 1957; Kafri, 1997).

ב- 13 אתרים בבקעת בית הכרם ובשוליה נמצאו מאספי חלוקים המעידים על סביבות פלוביאליות קדומות. מאסף החלוקים כולל בדרך כלל סלעי בזלת, קוורצוליט, תרכיזי קוורץ (כדורי אליהו), אבני חול (חלקן מבורזלות), חואר וחלוקים קרבוטטים שונים. מאסף זה מייצג אגן ניקוז בו חשופים סלעים סדימנטריים מהקרטיקון התחתון עד לאיאוקן וכן בזלות. תיארוך של חלוקי בזלת מאתרים שונים ברחבי הבקעה ומחוצה לה נתן גילים שנעים בין 4.5 מליון שנים ל- 1.8 מליון שנים. גילים אלו מצביעים על סלעי מקור אפשריים באזור רמת דלתון, נחל עמוד או שדות וולקניים שונים בגליל התחתון וברמת כורזים (Mor et al., 1987; Kafri and Heimann, 1996;).

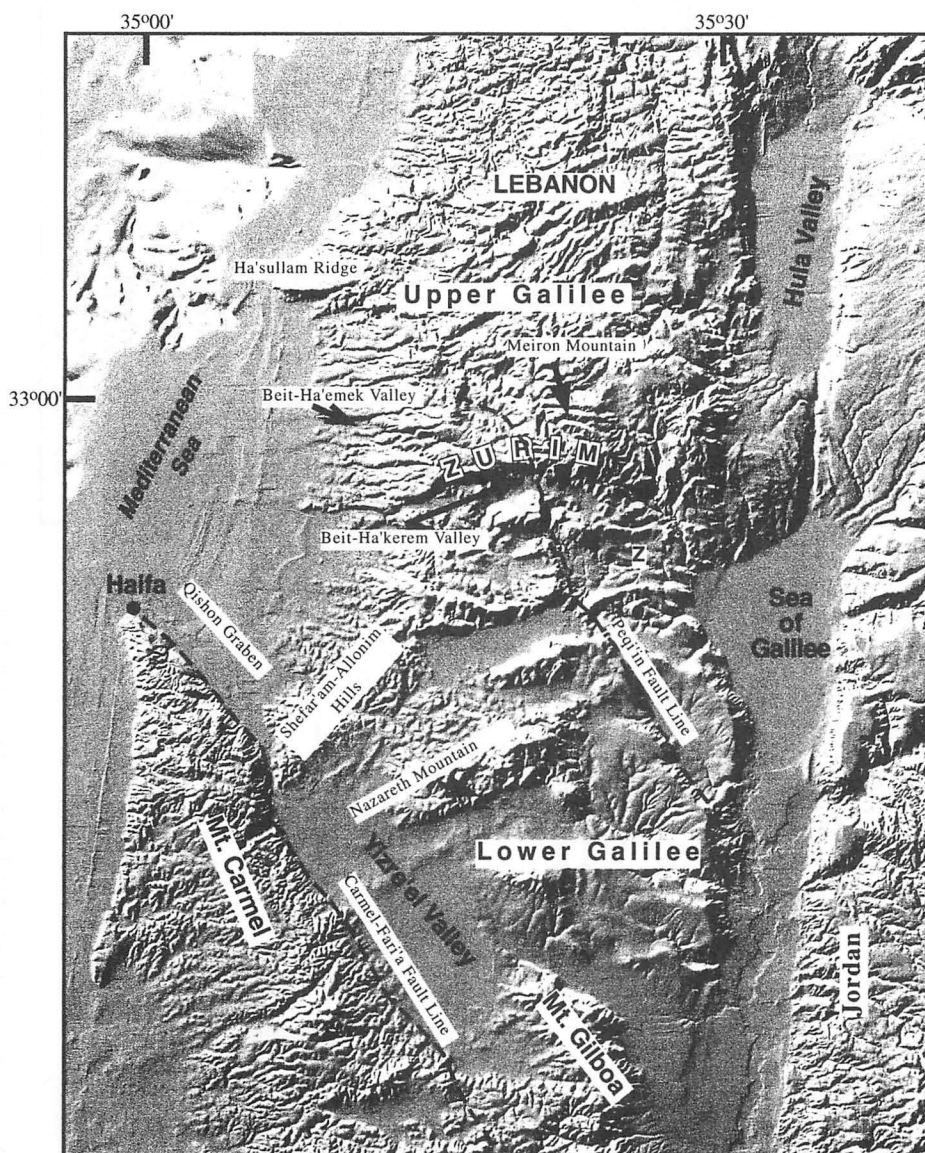


Fig. 2. DTM image of the Galilee (Hall, 1993). Notice the difference between the topography of the Upper Galilee and the Lower Galilee.

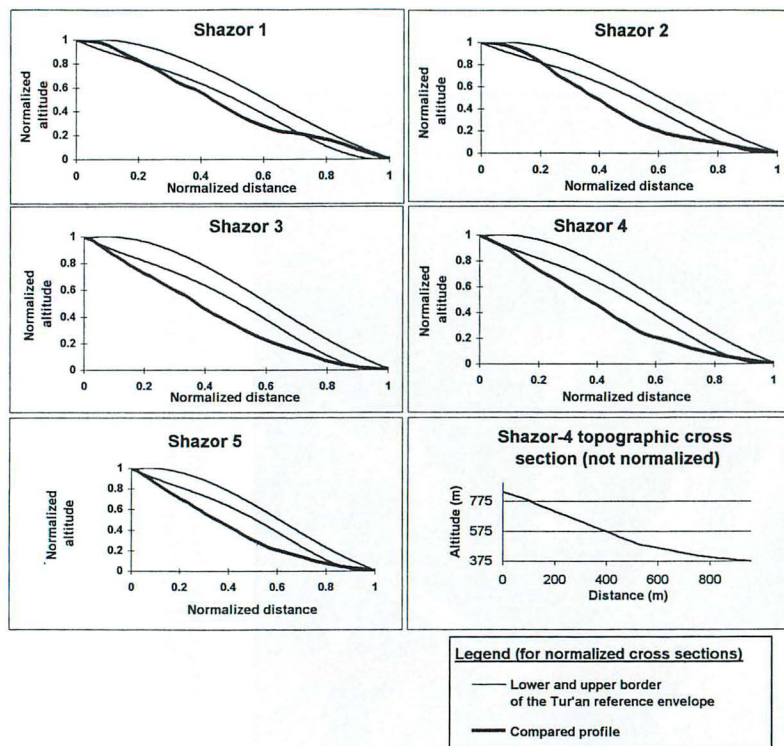


Fig. 4 Comparing the Shazor Escarpment with the Tur'an reference envelope

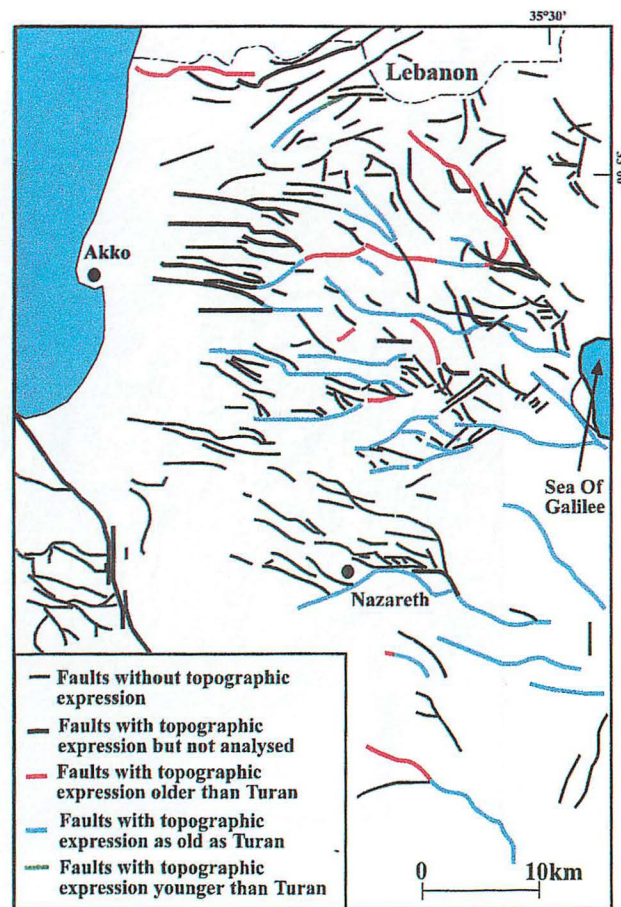


Fig. 3 Fault map of the Galilee.

Heimann et al., 1996). ניתוח טופוגרפי ופליאוגיאוגרפי של אזור בקעת בית הכרם ומשארי קונגלומרטים שנמצאו באזור הבקעה מאפשרים לזהות מספר שלבים בהתפתחות הטקטונית של הבקעה שגרמו לשינויים בתוואי מערכת הניקוז באזור זה:

1. מערכת ניקוז פליקנית ופליסטוקנית מוקדמת, שאגן הניקוז שלה כלל את אזור רמת כורזים ורמת דלתון, התנקזה לבקעת בית הכרם וזרמה מערבה אל הים התיכון. מערכת הניקוז הפליסטוקנית "הכירה" את המבנים העיקריים של הנוף הנוכחי – מתלול צורים ורכסי חזון, כמון וגילון-צורית (איור 6).
2. נתיב מערכת הניקוז בבקעה השתנה כתוצאה של פעילות של העתק פקיעין.
3. קימור באורך גל של כ- 30 ק"מ, שצירו תת מקביל לבקע ים המלח הביא להטיה רגיונית מזרחה של מזרח הגליל, גרם ליצירת קו פרשת מים ראשי בין שני בסיסי הניקוז הראשיים (ים תיכון ובקע ים המלח). תהליך זה גרם לחלקים העליונים של מערכת הניקוז של בקעת בית הכרם לשנות את מהלכם מזרחה וליצירת נחל צלמון ונחל עמוד במתכונתם הנוכחית.
4. תהליך התפתחות מערכת הניקוז מצביע על נדידת הפעילות הטקטונית במתלול צורים ממזרח למערב.

תחנה מס' 2: תצפית מהר שזור צפונה.

הגליל העליון

בניגוד למבנה הגליל התחתון נראה תבליט הגליל העליון כמישור (ארוזיבי) שמתרומם במתינות (~5°) מצפון מערב לדרום מזרח ונחתר על ידי מערכות ניקוז מפותחות. מידת הדפורמציה אינה פחותה מאשר בגליל התחתון אם כי יש מעט מאד ביטוי בנוף למערכות השבירה. אנחנו נדון בשניים מהמקרים בהם יש ביטוי טופוגרפי לדפורמציה של הגליל העליון: מערכת השבירה של פקיעין ומערכת השבירה של בית העמק. ההבדל באופי ומידת ההתרוממות בין הגליל העליון לתחתון מתבטא בגרדיאנט של מערכות הניקוז הראשיות (איור 7). מערכות הניקוז של הגליל העליון תלויות יותר ומעידות על חוסר שווי משקל עם פני השטח המתרוממים.

העתק פקיעין

התנועה על העתק פקיעין מורכבת מרכיב אופקי שמאלי ורכיב נורמלי בפאזות נפרדות. רון (1978) העריך את מידת התנועה השמאלית ב- 2.3 קילומטר תוך הסתמכות על מידת ההעתקה בין מחשופים של ברקציה סין-סדימנטרית קנומנית. ההעתקה הנורמלית של שבר פקיעין מגיעה לכ- 250 מטר (Eliezi, 1965). הביטוי המורפולוגי של ההעתק מצפון למתלול צורים הוא בסדר גודל של 200-250 מטר ומדרום למתלול צורים עד 40 מטר בלבד. מתוך שיקולים מורפולוגיים וסטרוקטורליים ניתן להצביע על היחס בשלבי ההתפתחות של מתלול צורים ושבר פקיעין (איור 8):

Fig. 7 Comparison between Upper and Lower Galilee main drainage systems

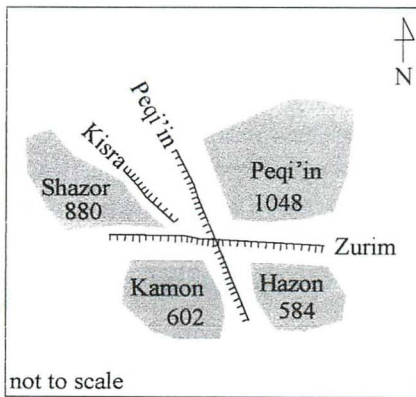
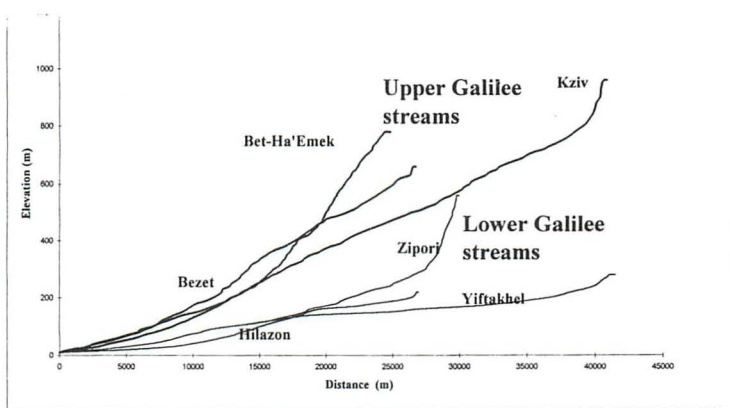


Fig. 8 Schematic cartoon illustrating the relations between the Zurim Escarpment fault system and the Peqi'in fault.

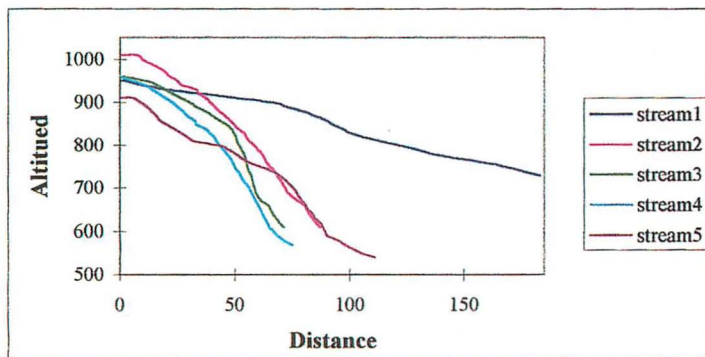


Fig. 9 Topographic cross sections of streams across the Peqi'in fault

1. העדר הסטה (במבט מפה) במתלול צורים משני צדי שבר פקיעין מעיד על כך שהתנועה האופקית של שבר פקיעין קדמה להתפתחות מתלול צורים.
2. הביטוי המורפולוגי הברור של שבר פקיעין מצפון למתלול צורים לעומת הביטוי הקטן מדרום למתלול צורים מעיד על כך שהתנועה הנורמלית על שבר פקיעין התרחשה לאחר שמערכת השבירה של מתלול צורים קטעה את שבר פקיעין לשני חלקים, צפוני ודרומי. הערכה שמתלול צורים נוצר לפני המתלול של שבר פקיעין נתמכת על ידי השוואת פרופילי המתלולים הללו: מתלול צורים קעור באופן ניכר, ועל כן עתיק יותר ממתלול פקיעין (איור 3). ההתרוממות החזקה (והצעירה?) של מתלול שבר פקיעין בא לידי ביטוי בפרופילי הנחלים היורדים מרכס פקיעין (איור 9). נחלים אלו מציגים תכונות של נחלים תלויים שאינם נמצאים בשווי-משקל עם פני השטח. הנחל היחיד שנראה ש"מתמודד" עם ההתרוממות של רכס פקיעין הוא הנחל הדרומי ביותר (נחל פקיעין) המגיע מאזור בית ג'אן.
- חלקו העליון של הפרופיל הטופוגרפי של נחל בית העמק שונה מהנחלים האחרים בגליל העליון ואינו נראה כמו פרופיל טיפוסי של מערכת פלואיאלית שלמה (איור 7). האנומליה הזו יכולה להיות מוסברת על ידי הפעילות של שבר כיסרא. התרוממות חזקה של שבר כיסרא הביאה להרמת הבלוק שעליו זורם נחל בית העמק וגרמה להחרפה משמעותית במידת התלילות של הנחל. הסבר זה מחייב שלנחל בית העמק היה המשך ברכס פקיעין שנותק כאשר שברי פקיעין וכיסרא יצרו את גרבן פקיעין. חלקו העליון של נחל פקיעין ממשיך כמעט בקו ישר (במבט מפה) את חלקו העליון של נחל בית העמק. כמו כן הוא מהווה אנומליה בין נחלי רכס פקיעין בכך שהוא אינו תלוי מעל גרבן פקיעין (איור 9), דבר המרמז על כך שהיה חלק ממערכת ניקוז גדולה וחזקה יותר.
- הפרופיל הטופוגרפי של נחל פקיעין העליון גם הוא אינו טיפוסי למערכת פלואיאלית שלמה. האוכף שבו מסתיים הנחל מעל מתלול צורים הוא אוכף רחב ושטוח התלוי גבוה מעל בקעת בית הכרם (איור- מפה אילמת). יתכן שהמשכו הקדום ביותר של נחל בית העמק קבור בתוך בקעת בית הכרם.

תחנה מס' 3 – אוכפי חרשים (איור 10).

החלק העליון ביותר של נחל בית העמק נמצא בתוך סידרה של אוכפים רחבים התלויים מעל גרבן פקיעין מעבר לשבר כיסרא. באוכפים חשוף גג תצורת סכנין (Vroman, 1958). כדורי אליהו ושברי צור קנומני נמצאו תוך חתכי הקרקע שהצטברו באוכפים. מקור כדורי האליהו והצור הוא מתצורת דיר-חנא. תצורת דיר-חנא (שקבורה בתת-הקרקע מתחת לאוכפים) חשופה ברוב שטחו של רכס פקיעין (Eliezi, 1965) (איור 11).



Fig. 10 Topographic map of the central Beit-Hakerem Valley and the Zurim Escarpment

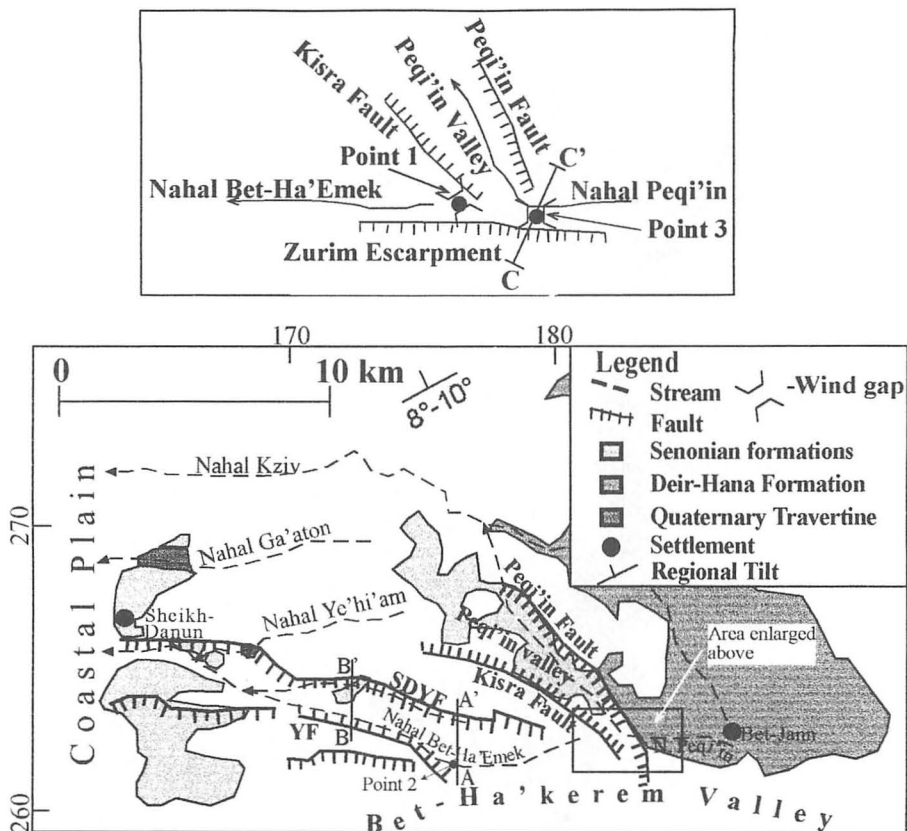
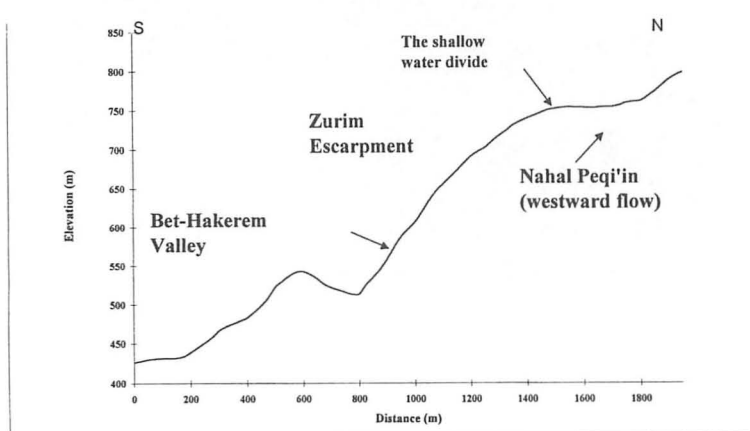


Fig. 12 Topographic cross section from the beit-Hakerem Valley to Mt. Ha'ari



ממצאים אלו מצביעים אם כך על התמונה הבאה: ראשו של נחל בית העמק היה בחלק הדרומי של רכס פקיעין לפני שהתפתח גרבו פקיעין. תצורת דיר-חנא הייתה חשובה בחלקו העליון של הנחל. התפתחות גרבו פקיעין הייתה מלווה בנייתו חלקו העליון של נחל בית העמק הקדום ושבייתו לתוך הגרבו. כמו כן, הרמת רכס כיסרא החריפה את מידת התלילות של חלקו העליון של נחל בית העמק הנוכחי. אלובים שכלל מרכיבים קנומנים נשאר תלוי באוכפים שעל רכס כיסרא. פעילות קרסטית אינטנסיבית שפעלה באוכפים מאז שמערכת הניקוז הפעילה נטשה אותם הביאה להנמכת פני השטח לארוזיה של המפלס שבו זרם נחל בית העמק הקדום. המרכיבים הסיליקטים הקנומנים שרדו את הארוזיה הקרסטית ונמצאים היום, מנותקים מסביבת ההרבדה המקורית שלהם, על גבי האוכפים הנטושים.

היחסים המורפולוגיים בין מערכת הניקוז של בית העמק למתלול שבר פקיעין ולמתלול צורים מעידים על כך שמערכת הניקוז התפתחה לפני שמתלול פקיעין נוצר ויתכן שגם לפני מתלול צורים.

תחנה מס' 4 – צומת בית ג'אן.

ההתפתחות של גרבו פקיעין ושביית חלקו העליון של נחל בית העמק אליו הביאה להמשך התחתרות הנחל. התפתחותו של מתלול צורים והמצאות בסיס ניקוז נמוך של בקעת בית הכרם לא השפיעו על מערכת הניקוז מעל המתלול. זה לא מפתיע בהתחשב בעובדה שפני השטח והמבנה נטויים לכיוון צפון מערב ואינם מאפשרים אינטראקציה בין מערכות הניקוז על גבי המתלול למערכות הניקוז מעל המתלול. נשאלת השאלה אם תהליך של נסיגת מתלול צורים יכול להשפיע על מהלך ההתפתחות של מערכת הניקוז מעל המתלול? בחתך טופוגרפי ובשטח ניתן לראות שגובהה של פרשת המים בין נחל פקיעין לנחל רמה הינה מטרים ספורים בלבד (איור 12). כלומר אנחנו עדים ל"רגעים" האחרונים בהם אזור בית ג'אן עדין מנוקז לים תיכון דרך נחל פקיעין. על גבי מתלול צורים התפתחו נחלים רק לאורך שברים שחוצים את המתלול. נחל רמה הינו אחד הנחלים הללו והוא התפתח לאורך שבר פקיעין. ראשו של נחל רמה נמצא כ- 1 קילומטר מקו המתלול (איור 10). מתוך שיקולים מורפולוגיים (השוואת פרופילים של מתלולים טקטוניים) ניתן להעריך את גילו של מתלול צורים בכ- 6 מליון שנים. כלומר קצב הנסיגה לאחור של קו פרשת המים הוא כ- 150 מטר למליון שנה. המתלול עצמו לא נסוג לאחור. לעומת נחל רמה ניתן להעריך את קצב הנסיגה של ה- Knick-point שיצר שבר פקיעין בנחל פקיעין. זה נמצא 2 קילומטר ממזרח למקום שבו חוצה שבר פקיעין את נחל פקיעין (איור 9). מתוך שיקולים מורפולוגיים דומים ניתן להעריך את גילו של מתלול פקיעין בכ- 4 מליון שנים. נסיגת ה- Knick-point בנחל פקיעין היא בקצב של כ- 500 מטר למליון שנים. כלומר: נסיגת Knick-point בתוך ערוץ פעיל מהירה פי 3 מנסיגת קו פרשת המים של ערוץ פעיל, וקו פרשת המים באזור בו אין ערוץ פעיל כמעט ואינו נסוג כלל.

תחנה מס' 5 – תצפית על מתלול צורים מהר כמון (איור 5)

מתלול צורים נמשך לאורך כ- 30 קילומטר מאזור אחיהוד במערב עד נחל עמוד במזרח. גובהו של המתלול נע בין 70 ל- 1070 מטר מעל פני הים והוא מתנשא 70 עד 700 מטר מעל הבקעות שמדרום לו.

רוב המתלול בנוי סלעים קרבונטים השייכים לחבורת יהודה (Freund, 1959). בחלקו המערבי ביותר בנוי המתלול קרטונים של חבורת הר-הצופים (Levi, 1983). חוארים ומעט אבני חול מגיל קרטיקון תחתון חשופים בחצי המזרחי של המתלול (Eliezri, 1965). המתלול התפתח על בסיס סדרה של שברים נורמלים המסודרים ב- *en-echelon* (Freund, 1959). במקומות בהם קיימת חפיפה בין שברים נוצרת מדרגה טקטונית באמצע המתלול. התהליכים הארוזיבים הדומננטים על גבי המתלול משתנים בהתאם לסוג הסלעים החשופים: בחלקים בהם חשופים רק סלעים קרבונטים עיקר הארוזיה נעשית על ידי פעילות קרסטית בעוד שבחלקים בהם חשופים חוארים הפעילות הארוזיבית העיקרית מבוססת על גלישות (Golani, 1957; Eliezri, 1965). מידת התפתחות מערכת ניקוז על פני המתלול אינה מהווה מדד לגיל המתלול (Mayer, 1986). קו הרכס של מתלול צורים מתלכד עם קו פרשת המים הצפוני של בקעת בית הכרם. מראש מתלול צורים משתפלים פני השטח והמבנה של הגליל העליון לכיוון צפון-מערב. המצב הטופוגרפי והסטרקטורלי של מתלול צורים אינו מקנה אגן ניקוז גדול מספיק לנחלים על גבי המתלול ואלו אינם מתפתחים.

המתלול מחולק על ידי העתק פקיעין לשני חלקים עיקריים: המזרחי והמערבי:

החלק המזרחי

זהו החלק הגבוה ביותר של מתלול צורים. גובהו מגיע מעל 1000 מטר מעל פני הים ובמקומות הוא מתנשא יותר מ- 700 מטר מעל בקעת בית הכרם. הזריקה הסטרטיגרפית בחלק זה מגיעה ל- 900 מטר (Cohen, 1988). המתלול נחצה על ידי שני נחלים: נחל הארי הזורם לאורך שבר בית גיאן ונחל צלמון המוזן על ידי מעינות שפר. נחל עמוד זורם לאורך שבר מירון וגובל את המתלול ממזרח. לאורך רוב אורכו של החלק המזרחי חשופות יחידות חואריות מגיל קרטיקון תחתון בבסיס המתלול. המצאות החואר בבסיס החתך החשוף מאפשרת גלישות. לא נראית חלוקה ברורה לסגמנטים טקטונים אם כי יתכן שמישורי שברים קבורים תחת חומר גלוי.

החלק המערבי

החלק המערבי נמוך מעט מהמזרחי. גובהו מגיע ל- 880 מטרים מעל פני הים והוא מתנשא עד כ- 600 מטרים מעל בקעת בית הכרם. הזריקה הסטרטיגרפית מגיעה ל- 800 מטרים (Cohen, 1988). המתלול בנוי מסלעים קרבונטים של חבורת יהודה (Freund, 1959), ובחלקו המערבי ביותר חשופים קרטונים של חבורת הר-הצופים (Levi, 1983). אין חשיפה של חוארים של הקרטיקון התחתון. תהליך הבליה הדומיננטי הוא המסה של סלעים קרבונטים. אין מערכות ניקוז שחוצות את החלק המערבי של המתלול. מספר ערוצים קטנים התפתחו על גבי המדרון. ניתן לחלק את החלק המערבי של מתלול צורים ל- 4 חלקי משנה. חלוקה זו תואמת את מיקום השברים הבונים את החלק המערבי של המתלול. קיימת התאמה טובה בין הסגמנטים הטקטונים לטופוגרפיה של המתלול. קורלאציה זו באה לידי ביטוי בהתאמה בין מיקום אוכפים בראש המתלול למקום שבו ההעתקים חוצים את המתלול. בבסיס כל סגמנט טקטוני חשוף מישור ההעתק. לא נראית

קורלאציה בין פרופיל מתלול צורים ומיקום הסגמנטים הטקטונים לבין הפרופיל הטופוגרפי של בקעת בית הכרם. חוסר קורלאציה זה מעיד על כך שלא קיים קשר בין ההתפתחות המורפולוגית של הבקעה להתפתחות הטקטונית של מתלול צורים.

תחנה מס' 6 – מישור ההעתק של נחף מזרח.

מישור ההעתק של נחף נמשך לאורך 5 קילומטרים וגובהו נע בין 1.5 ל- 11.1 מטרים. בחלקו המערבי הוא עובר בתוך הכפר נחף. הבלוק המורם מורכב גיר ודולומיט של תצורות בינה וסכנין והבלוק הירוד בנוי קרטון וחואר סנוניים (Freund, 1959). מידת הזריקה הסטרטיגרפית מוערכת בין 50 ל- 300 מטר (Freund, 1959) (איור 13).

מספר עדויות מצביעות על כך שמישור ההעתק נחשף כתוצאה מפעילות טקטונית ולא על ידי ארוזיה מואצת של הגוש הירוד:

1. מישור ההעתק חוצה את היחידות הסטרטיגרפיות ושומר באופן כללי על גובה טופוגרפי אחיד. ניתן לראות מאפיין זה באופן ברור לאורך מישורי ההעתקים מעל הכפר סגור ובין הכפרים נחף ודיר אל אסד. אם מישור ההעתק היה נחשף כתוצאה מארוזיה גובהו היה משתנה בהתאם למיקומו המורפולוגי: בערוצים גובהו היה רב יותר ולאורך השלוחות הוא היה נמוך יותר ויתכן שלא היה נחשף כלל.

2. ההעתק של נחף מזרח בנוי ממקטעים שאורכם מאות מטרים. ניתן לראות באזורי המעבר בין המקטעים כיצד מישור ההעתק מתעקל וחודר לתוך הבלוק המורם בו חשופים סלעי תצורת סכנין. כתוצאה מכך, נוצרת העתקה בתוך הבלוק המורם והיחידות משני צידי ההעתק זהות. אם מישור ההעתק היה נחשף על ידי בליה הרי שמידת הבליה שלו ושל הבלוק הירוד הייתה צריכה להיות דומה.

3. אזור הדיגום נמצא קרוב לפרשת המים המקומית ומערכת הניקוז בעמק אינה מפותחת.

4. קצב הארוזיה שחושב עבור הבלוק המורם הוא 29 מטר למליון שנה וזמן החשיפה המקסימלי של מישור ההעתק הוא 14 אלף שנים (Gran et al., 1999) (הסבר בהמשך). כדי שמישור ההעתק ייחשף על ידי בליה בפרק הזמן הזה, קצב ההנמכה של הבלוק הירוד צריך להיות 750 מטר למליון שנה. זהו קצב בליה גבוה פי 30 מזה שחושב וגבוה אף מקצבי בליה אופייניים להרים גבוהים באזורים טרופים.

משיקולים אלו ניתן להסיק שזמן החשיפה של מישור ההעתק מייצג את זמן הפעילות הטקטונית של השבר. זמן זה יכול להיות מחושב בעזרת מדידת ריכוז האיזוטופ הקוסמוגני כלור 36.

אתר הדיגום נבחר מכיוון שמישור ההעתק במקום הזה שמור באופן מיוחד, דבר המאפשר חישוב מדויק יותר של זמן החשיפה של המישור. הדיגום נעשה על ידי קידוח והוצאת גלעינים כל 30 סנטימטר מראש המישור ועד 90 סנטימטר מתחת לפני השטח (על ידי חפירה). הכלור עבר מצוי במעבדה וריכוזו נמדד במאיץ חלקיקים (איור 14). ניתן לראות שריכוז הכלור עולה ככל שעולים לאורך מישור ההעתק.

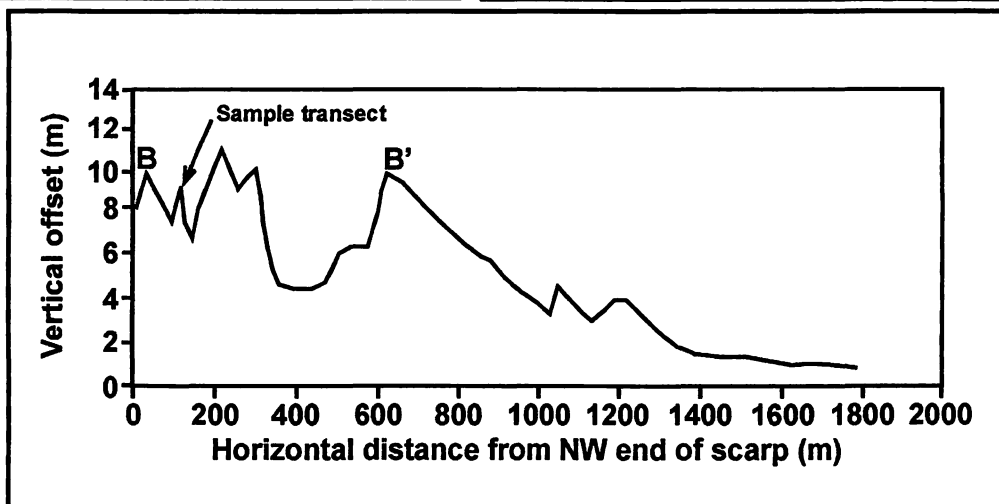
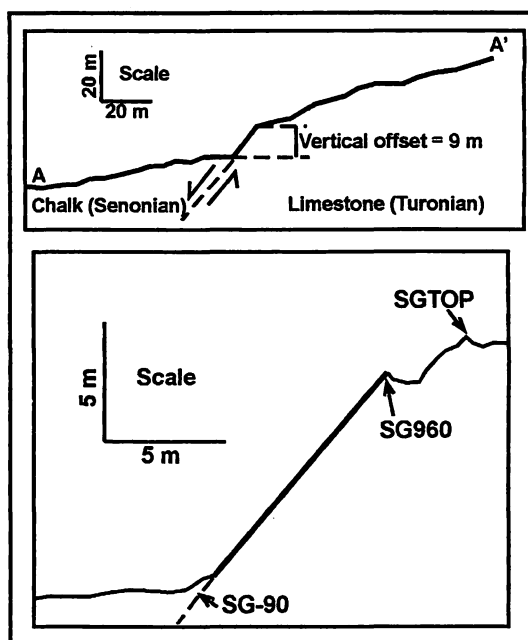
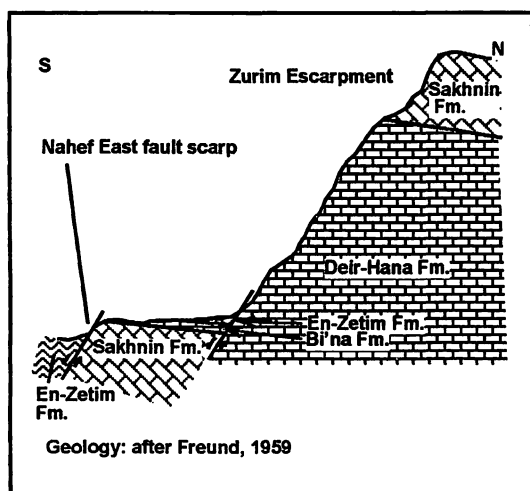


Fig. 13 A. Cross section of ^{36}Cl sampling site on the Nahef East fault scarp and location of samples (after Gran et al., in review). B. Cross section of the Zurim Escarpment in the Nahef East fault scarp area. C. Vertical displacement of the Nahef East fault scarp (after Gran et al., in review).

איזוטופים קוסמוגניים

איזוטופים קוסמוגניים נוצרים בפני השטח (ועד לעומק של כ- 2 מטרים; איור 15) כתוצאה מאינטראקציה גרעינית בין נויטרונים משניים לבין אטומים בסלעים חשופים (Liu et al., 1994; Dep et al., 1994; Nishiizumi et al., 1991; Bierman et al., 1995; Stone et al., 1996; Phillips et al., 1996; Stone et al., 1998). ריכוז האיזוטופ הנוצר תלוי בגורמים רבים כגון גובה מעל פני הים, קו רוחב, שטף הנויטרונים, חתך היצירה של האיזוטופים ועוד (Zreda et al., 1991; Stone et al., 1996; Phillips et al., 1996; Lal, 1991). במקרה הנדון קיימת חשיבות רבה לפרק הזמן שבו נקודה כלשהי בסלע חשופה לקרינה קוסמית. פרק זמן זה תלוי בקצב הבליה של פני השטח ובקצב ההרמה הטקטונית (איור 16). קצב ממוצע של 29 מטר למיליון שנה עבור הנמכת פני השטח נמדד בדוגמאות רחוקות מאוד מהעתק. הקצב הטקטוני הוערך על ידי מודל. תוצאות המדידה של ריכוזי כלור 36 בדוגמאות מושוות לריכוזים צפויים מתוך חישוב במודל שבו משתנה הקצב הטקטוני עד שמתקיימת התאמה בין הריכוזים המדודים לריכוזים המחושבים (איור 17). תוצאות המדידה וחישובי המודל מצביעים על שלוש תקופות של פעילות ההעתקה אינטנסיבית (איור 18): כ- 1.5 מטרים בפלייסטוקן העליון (12,000 עד 14,000 שנים) כ- 6 מטרים בהולוקן האמצעי (5000 עד 7000 שנים) וכ- 2 מטרים בהולוקן העליון (3000 עד היום). מידת ההעתקה בפאזה הצעירה ביותר נמצאת בהתאמה עם מצוק בגובהה 2 מטרים בבלוק הירוד הסנוני בבסיס מישור ההעתק. מצוק זה לא היה נשמר אילולא היה צעיר. מתוך התוצאות שהתקבלו לא ניתן להצביע על קצב פעילות קבוע או קצב זריקה קבוע (Constant slip rate; Shimazaki and Nakata, 1980) או אם האירועים הסייסמיים לאורך השבר יצרו רעידות בעלות עוצמה טיפוסית (Characteristic earthquake; Schartz and Coppersmith, 1984) שארעו כאשר הצטברות המאמץ הגיעה לסף מסוים. למרות זאת, ניתן תוך שימוש במשוואות אמפיריות (Wells and Coppersmith, 1994) הקושרות עוצמה על רעידת אדמה לגיאומטריה של מישור השבר (מידת הזריקה ואורך המישור), להעריך שרעידות האדמה שליוו את ההעתקה על העתק נחף יכלו להיות בסדר גודל של 6.8 עד 7.1. עדויות ארכיאולוגיות, שיתכן שמצביעות על רעידות אדמה בתקופות המקבילות לפרקי הזמן שבהם חושבה פעילות אינטנסיבית על שבר נחף, נמצאו באזור: קריסות במערת חילזון בתקופה הנטופית (11,000-12,000 שנים; ל. גרוסמן, דברים שבעל פה) קריסה במערת פקיעין בתקופה הכלקוליתית (6700 שנים; מ. בר-מטיס, דברים שבעל פה), וקריסה של כנסייה ביזנטית בכרמיאל (ע. שטרן ו-ש. מרקו, דברים שבעל פה).

מישורי שברים בעלי מורפולוגיה דומה לזו של שבר נחף הנמצאים במקומות רבים בגליל (מעמק עקרב וראש הנקרה בצפון ועד רכס נצרת בדרום) מצביעים על פעילות הולקנית (או פלייסטוקנית מאוחרת) נרחבת מאוד בגליל.

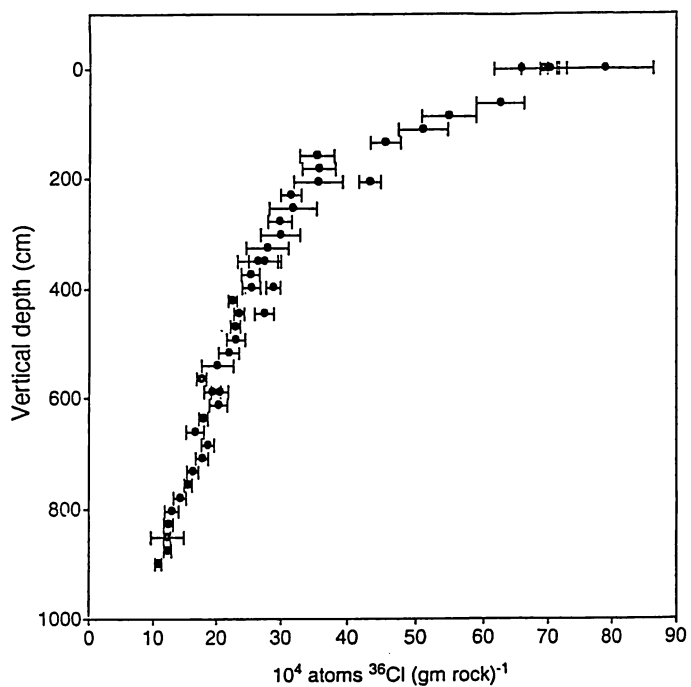


Fig. 14 Concentrations of ^{36}Cl on the Nahef East fault scarp

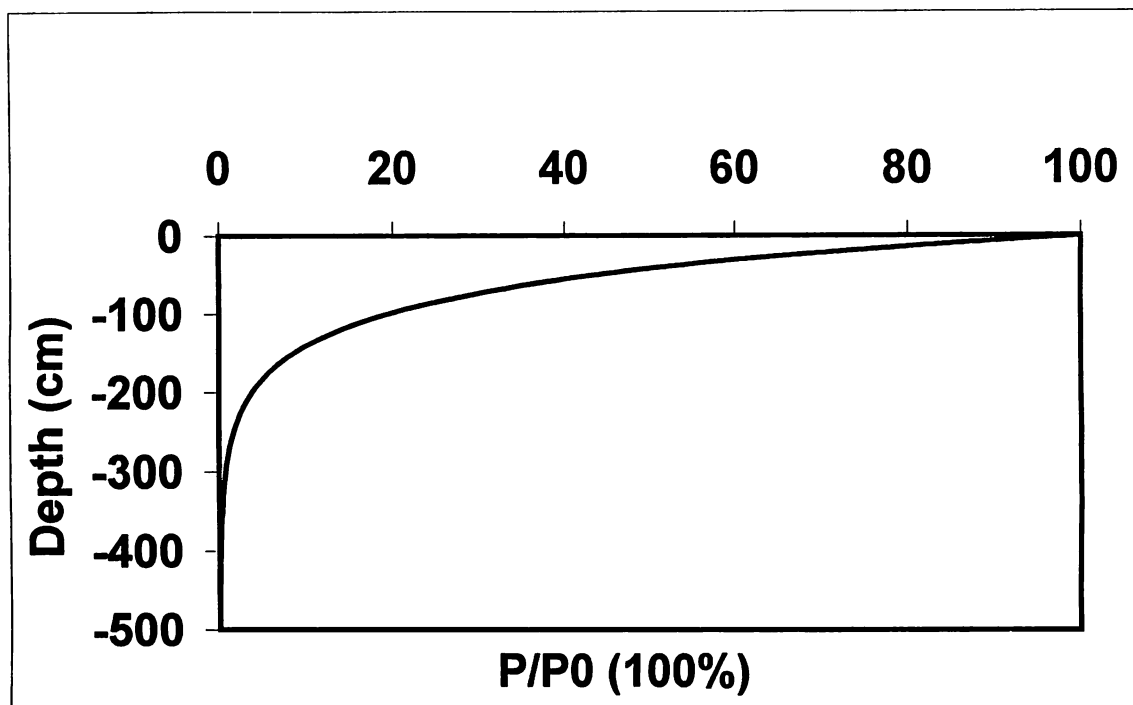


Fig. 15 Production rate of cosmogenic isotopes

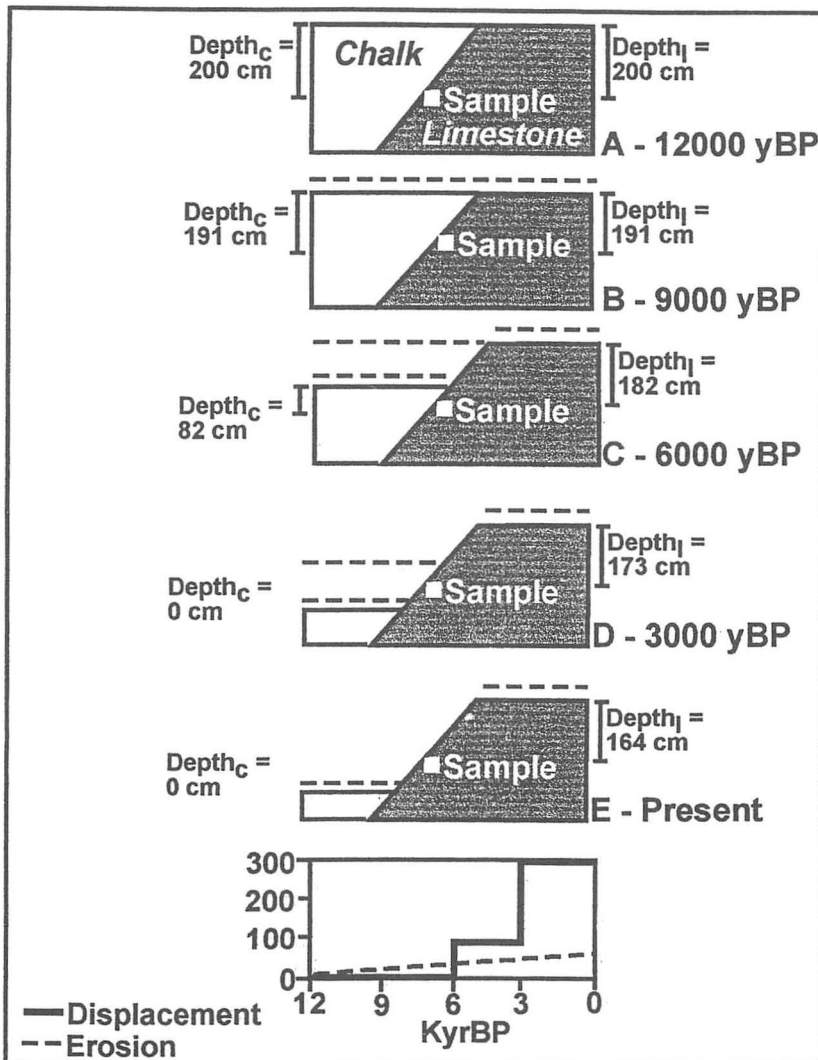


Fig. 16 A cartoon illustrating the exposure history of a sample on the fault scarp as a function of surface erosion and tectonic vertical displacement (after Gran et al., in review).

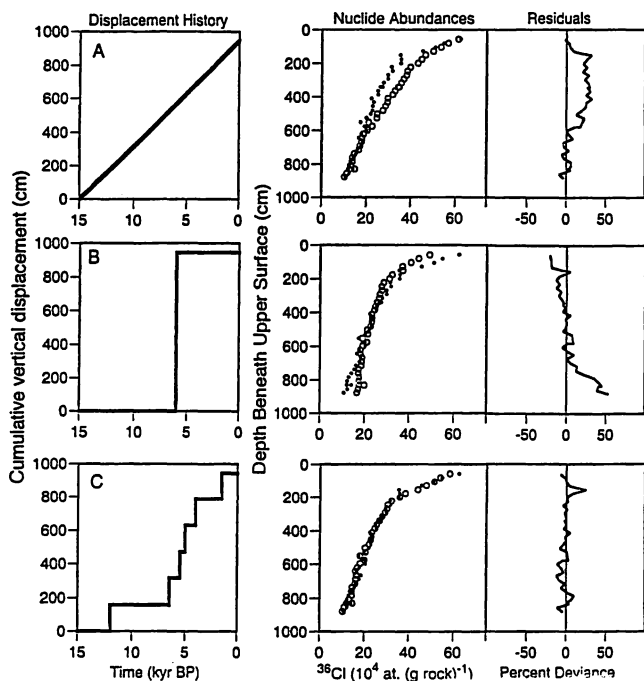


Fig. 17 Simulations of displacement histories of the Nahef East fault scarp

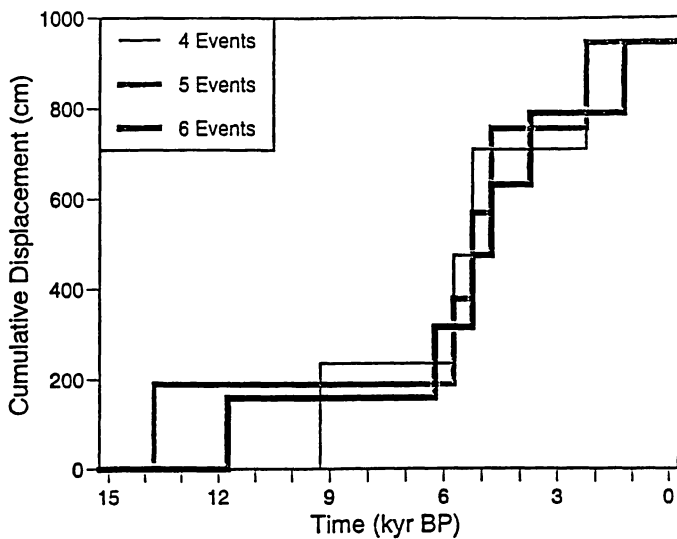


Fig. 18 Model best-fit displacement histories of the Nahef East fault scarp

המורפולוגיה של מישור ההעתק

מידת הבליה של מישור העתק טיפוסי עולה לאורך מישור ההעתק. כימות מידת הבליה נעשה על ידי מדידת העומק של גומיות (שקעי המסה קרסטית) על מישור ההעתק במקביל לנקודות הדיגום הקוסמוגני כדי להתאים ערך מספרי המבטא את המורפולוגיה של מישור ההעתק לגיל. איור 19 מראה שהעומק הממוצע של הגומיות עולה עם הגובה הטופוגרפי לאורך מישור ההעתק. יש לציין שלא ניתן לראות דירוג בעומק הממוצע של הגומיות, כפי שהיה צפוי לאור התוצאות של האיזוטופים הקוסמוגניים. יתכן שדרוג זה ממוסד כתוצאה מזמן תגובת הסלע לבליה מרגע חשיפת הקיר ועד תחילת ההמסה. למרות שנעשו עבודות הקושרות מידת בליה לגיל חשיפה של סלעים (e.g. Hereford et al., 1998), לא נראה לאור התוצאות הנוכחיות שניתן להתאים את מידת הבליה של המישור לגיל. לשם כך דרושה עבודה נוספת.

השלכה לגבי התפתחות מתלול צורים (איור 20)

קצב ההרמה המחושב מתוך מישור ההעתק של נחף הוא 0.75 עד 0.9 מטר לאלף שנים. בקצב כזה מתלול צורים במצבו בנוכחי יכול היה להתפתח תוך 1.2-1 מליון שנים. ניתן להראות שההעתקים הבונים את מתלול צורים לא פעלו בקצב קבוע. ההיסטוריה של העתק נחף כפי שניתנת על ידי האיזוטופים הקוסמוגניים מצביעה על וריאציה בקצב הפעילות הטקטונית בטווח זמן של כ- 10,000 שנים. אולם מישור ההעתק של נחף נוצר כתוצאה מזריקה של כ- 10 מטרים מתוך זריקה כללית של כ- 200-50 מטר. אי ההתאמה בין גובה מישור ההעתק הנוכחי לבין מידת הזריקה הכללית על שבר נחף מצביעה על כך ששבר נחף היה פעיל בעבר (בפליסטוקן) ויצר מישורי העתק חשופים שהתבלו בתקופות של שקט טקטוני. ניתן להסיק על שינויים בקצב הטקטוני של כלל יצירת מתלול צורים ועל פני טווח זמן של מיליוני שנים מתוך ההבדל בין הזריקה הסטרטיגרפית של שבר נחף (50-200 מטר) לזריקה הסטרטיגרפית הכוללת של מתלול צורים באזור נחף (בערך 1000 מטר) ומתוך ההבדל בין הטופוגרפיה של שבר נחף לטופוגרפיה הכללית של מתלול צורים (בערך 700 מטר). הבדלים אלו נתמכים על ידי הערכה בעזרת אנליזה מורפולוגית כי עיקר המורפולוגיה של מתלול צורים נוצרה בפעילות טקטונית לפני יותר מ- 4 מליון שנים (Matmon et al., 1998; Matmon et al., 1999).

ניתן לתאר דגם פעילות טקטונית שיכול להוביל להיסטוריה הנצפית על שבר נחף, לקיום של מישורי שברים נוספים ברמות בליה שונות לאורך מתלול צורים, לעובדה שהיום קיים שקט טקטוני ושהקצב הטקטוני הכללי לאורך מתלול צורים גם הוא השתנה עם הזמן. לכל סגמנט לאורך מתלול צורים יש מחזור חיים שבו מתחילה פעילות טקטונית שמתגברת עד לשיא ואז דועכת. בתוך המחזור הזה ישנם אפיזודות של פעילות אינטנסיבית יותר עם תקופות של שקט יחסי בין אפיזודה אחת לשנייה. לאחר שהפעילות על סגמנט אחד דועכת המאמץ עובר לסגמנט שכן. יתכן שהמעבר נעשה אחרי תקופה מסוימת של שקט (ואז ניתן לאמר שאנחנו נמצאים בתקופה כזו) או תוך חפיפה בפעילות של סגמנטים שכנים. סביר יותר שלעיתים קיימת חפיפה בזמן הפעילות ולעיתים יש תקופה של שקט טקטוני במעבר של הפעילות מסגמנט אחד לשכנו.

Fig. 19a Location of pitting measurements relative to ^{36}Cl sampling site

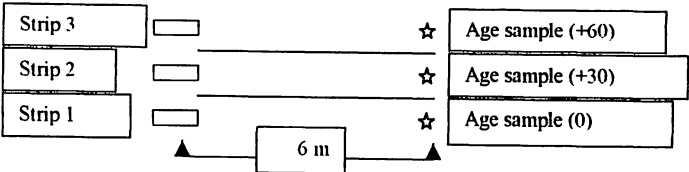


Fig. 19b mean pit depth as a function of strip location

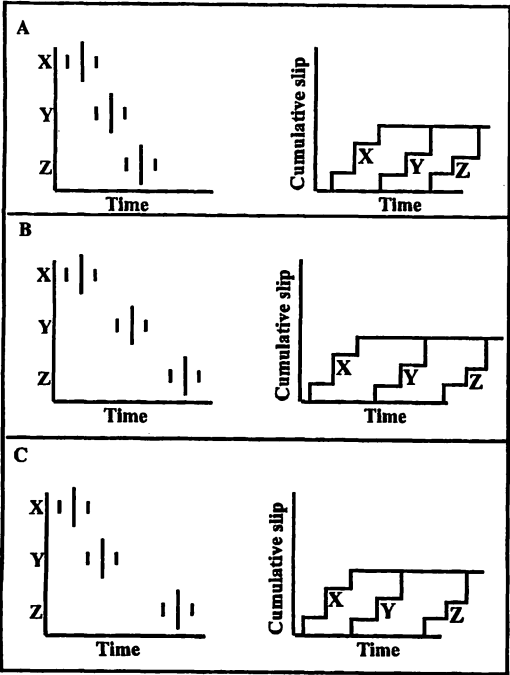
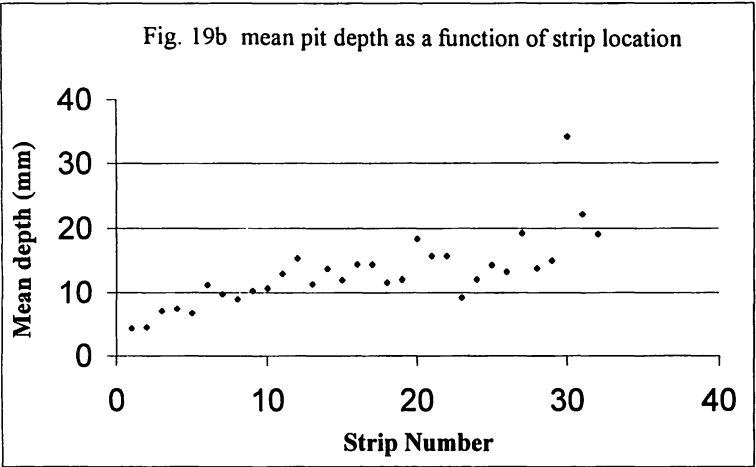


Fig. 20 Possible space-time and displacement rate diagrams for different models of tectonic activity resulting in the behavior pattern of the Nahef East fault scarp, the geomorphologic expression of other nearby fault scarps and the recent seismic quiescence. X, Y, and Z, represent individual fault scarps (after Gran et al., in review).

תחנה מס' 7 – תצפית על העתק נחף מערב (איור 21)

בתצפית על מתלול צורים ניתן לראות את המעבר בין סגמנט נחף מזרח לסגמנט נחף מערב. מידת הזריקה על סגמנט נחף מזרח קטנה מערבה ועיקר הזריקה מצטברת על הסגמנט של נחף מערב. באזור החפיפה בין הסגמנטים התפתחה מדרגה טקטונית. סגמנט נחף מזרח מעתיק את תצורת סכנין בבלוק המורם מול קרטונים של חבורת הר הצופים וסגמנט נחף מערב מעתיק את תצורת בענה בבלוק המורם מול קרטונים של חבורת הר הצופים (Kafri, 1972). זמן יצירת המופע המורפולוגי העיקרי של שני הסגמנטים אינו זהה. ניתן להצביע על זמן זה בעזרת אנליזה מורפולוגית של מדרונות ועל ידי שיקולים מורפולוגיים הקשורים לשימור החתך הסנוני בעמק ועל המדרגה הטקטונית. בבסיס שני הסגמנטים חשופים מישורי שברים צעירים.

החתך הסנוני בבקעת בית הכרם (איור 22)

במהלך האוליוקן והמיוקן היה הגליל, כמו כל שאר ישראל, נתון תחת משטר ארוזיבי שיצר מפלס גידוע רגינולי (Garfunkel, 1970; Garfunkel, 1978). סדימנטים קרבוטטים אאוקניים וסנוניים הוסרו מהאנטיקלינות של הקשת הסורית ונשמרו בסינקלינות (למשל ברמות מנשה ובקער דובה). בגליל חשופים במספר מקומות, כמו בבקעת בית הכרם, חתכים סנוניים (Kafri, 1972; Levy, 1983) שאינם שמורים בהכרח בתוך סינקלינות של מבני הקשת הסורית. במקרים מסוימים נראה ששימור החתך הסנוני קשור להתפתחות מבני השבירה בגליל. במקומות בהם החלה שבירה נורמלית בשלב מספיק מוקדם בתהליך הגידוע, כאשר עדין היו יחידות סנוניות גם על גבי האנטיקלינות, נשמרו חתכים סנוניים בעוביים שונים בגושים הירודים למרגלות השברים. מנגנון כזה של שימור חתכים צעירים על ידי העתקה ידוע גם באזורים אחרים (e.g. Garfunkel, 1970; Zilberman, 1993). שימור של חתכים הסנוניים מחייב תחילת פעילות על גבי שברי בית הכרם בשלב מוקדם יותר מאשר לאורך שברים בהם אין שימור של חתך סנוני. מכיוון שהחתך הסנוני שמור בבלוק הירוד אך חסר בבלוק המורם ניתן גם להסיק לגבי קצב ההעתקה. Matmon et al., (1998) הראו שראשי המבנים בגליל עוברים ארוזיה מאד איטית (חלק מההרים הגבוהים ביותר בגליל בנויים קרטון סנוני וגובהם זהה להרים הבנויים גיר ודולומיט של חבורת יהודה). לכן, לא סביר שהיו יחידות סנוניות על גבי הגוש המורם אשר התבלו ונעלמו. הדרך היחידה לשמר את החתך הסנוני בגוש הירוד תוך המשך גידוע של החתך הסנוני בגוש המורם היא על ידי שימור המאזן בין קצב ההרמה לקצב הארוזיה הרגינולי שהיה קיים באותו הזמן. במילים אחרות, בשלבי השבירה המוקדמים לאורך מתלול צורים לא נוצרה טופוגרפיה משמעותית, וראשי המבנים המורמים לא נותקו מהשפעת מערכת הניקוז. הסבר זה מחייב שסגמנט נחף מזרח פעל ראשון ללא יצירת תבליט חריף וזאת כדי לשמר את החתך הסנוני בגוש הירוד ולאפשר את המשך גדיעתו בבלוק המורם. בשלב מאוחר יותר החלק לפעול סגמנט נחף מערב שהביא להעתקה של החתך הסנוני וליצירת המדרגה הטקטונית בין הסגמנטים. סדר אירועים זה נתמך על ידי האנליזה המורפולוגית של מתלולי השברים הללו הבנויים סלעים קרבוטטים קשים. המתלול של הר חלוץ שנוצר על ידי שבר נחף מזרח קעור יותר, ועל כן עתיק יותר, מהמתלול שנוצר על ידי השבר של נחף מערב.

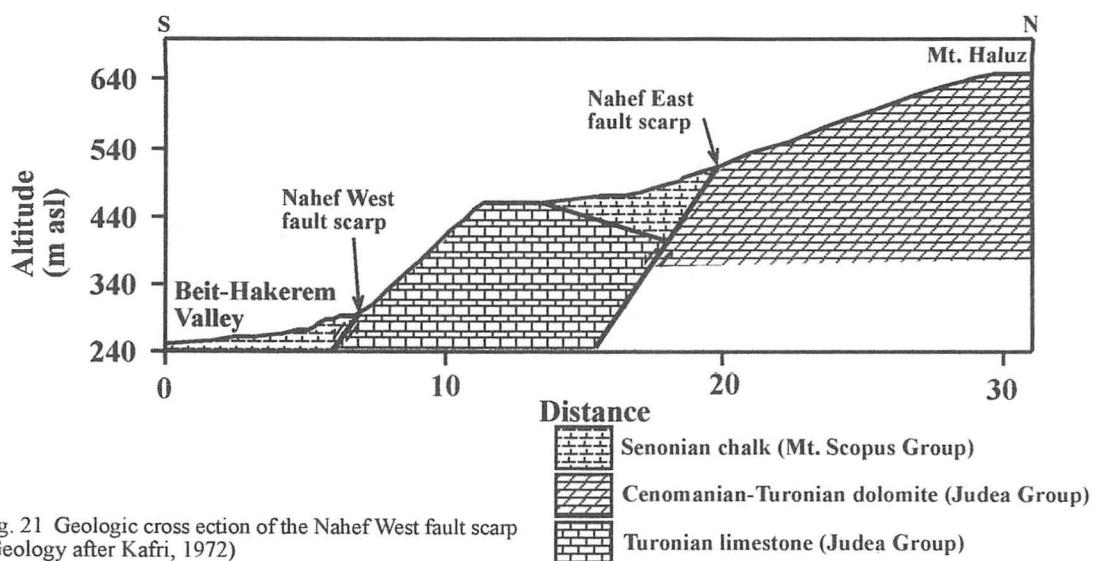


Fig. 21 Geologic cross section of the Nahef West fault scarp (Geology after Kafri, 1972)

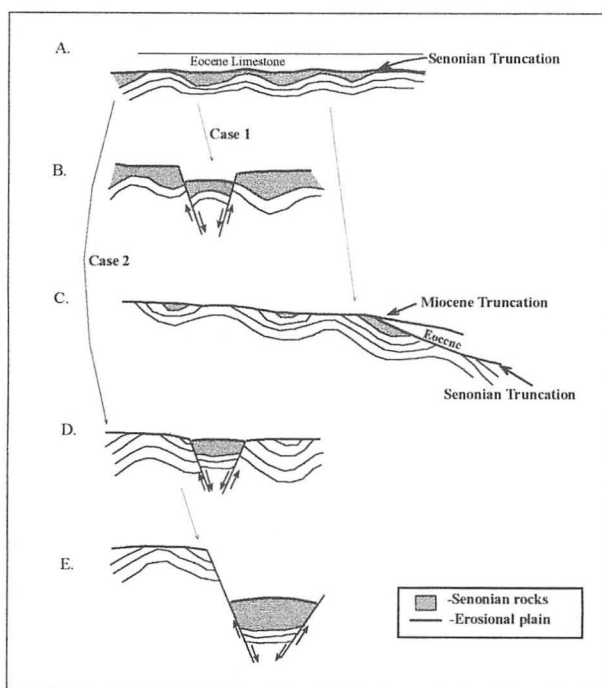


fig. 22 A schematic model illustrating the presence of the Senonian sequence on the down faulted block while eroding it away on the uplifted block.

תחנה מס' 8 – אוכף לבון

בדומה לתחנה מס' 4 ניתן לראות בתחנה זו עדויות לנסיגה המינימלית של מתלול צורים ממקומו המקורי וליחס בין מתלול צורים ומערכת הניקוז של נחל בית העמק. (איור 23). האוכף נוצר באזור המעבר בין סגמנט נחף מערב לסגמנט מגד-אל-כרום. לא נראית התפתחות של מערכת ניקוז ברורה. לעומת זאת נראית השפעה חזקה של תהליכים קרסטיים. נחל בית העמק באזור זה מגיע לקרבה המקסימלית למתלול צורים. למרות זאת, לא נראית השפעה של המתלול על הנחל. יתרה מזו, הנחל חתור עמוק במדרון הצפוני של מתלול צורים ושומר על המהלך המפותל שלו. כמו כן לא נראית השפעה של הנטייה הרגיונלית של הגליל העליון לכיוון צפון מערב על זרימת הנחל. נחל בית העמק זורם מערבה ונראה שהגורם החזק ביותר שמשפיע על מהלכו הוא גרaben בית העמק המוגבל בין שברי ינוח וירכא.

תחנה מס' 9 – חורבת תפן

בתוך גרaben בית העמק שמור חתך סנוני (Kafri, 1972) אשר מעיד על תחילת הפעילות הטקטונית המוקדמת של שברי בית העמק (ראה הסבר בתחנה מס' 7). קביעה זו נתמכת על ידי חתכים של סדימנטים מריניים מגיל איאוקן עליון (ואולי אף אוליגוקן תחתון) ששמורים באזור שייד-דנון בפתח המערבי של בקעת בית העמק. חתכים אלו הם ייחודיים לגליל העליון ומעידים שבקעת בית העמק היוותה אזור מונמך באוליגוקן, בעוד שהאזור מסביב הלך והתרומם ונגדע. נחל בית העמק אכלס את המבנה המונמך של גרaben בית העמק מאז תחילת הפעילות של שברי בית העמק. כלומר, גילו של נחל בית העמק כגיל המבנה.

נחל בית העמק וערוציו חתורים בתוך בסיס הגרaben שמוגבל בין שברי ינוח וירכא (איור 24). קיימת גם שבירה פנימית בתוך הגרaben (Kafri, 1972) המשפיעה על מהלכו של נחל בית העמק. בתצפית על נחל בית העמק ניתן לראות מעברים בין אזורים צרים ורחבים של הנחל. קיימת התאמה יפה בין מידת ההתחתרות של הנחל (פרמטר V_f ; Keller, 1986) לבין המעבר בין בלוקים מורמים וירודים (איור 25). היחס בין התחתרות הנחל לבין הבלוקים בתוך הגרaben מצביע על כך שהשבירה התקיימה תוך כדי התחתרות. כלומר, הנחל קדום לשבירה וקצב השבירה היה דומה לקצב ההתחתרות של הנחל. ההתחתרות בתוך בסיס הגרaben נובעת כנראה גם מטקטוניקה רגיונלית (קימור) שהביאה להתרוממות כל שדרת ההר בישראל (Matmon et al., 1999).

תחנה מס' 10 – תחנת סיכום (תובל)

ניתן לראות את מפלס הגידוע המיוקני של הגליל העליון (שמהווה גם את פני השטח) מתרומם במתינות מפני הים לגובה של כ- 1000 מטר באזור בית ג'אן. מפלס זה מופרע רק מעט (למשל באזור מירון ונחל בית העמק) על ידי שבירה בעלת ביטוי מורפולוגי. במתלול צורים, המפלס נשבר באופן חד וניתן לראות שרידים שלו בראשי המבנים של הגליל התחתון. המפלס הרציף חוזר להתקיים מעבר לשבר הכרמל. נתונים סיסמים, מגנטיים, גריביטריים מורפולוגיים וסטרוטורלים (May, 1987; Freund, 1970; Shaliv, 1991; Rotstein et al., 1993) (איור 26) והשוואתם למודלים של ביקוע יבשתי צעיר באזורים אחרים בעולם (e.g. Rosehdhal, 1987) מעלים את

Fig. 23 Topographic cross section from the Beit-Hakerem Valley to Mt. Sneh across the Bet-Ha'Emek valley

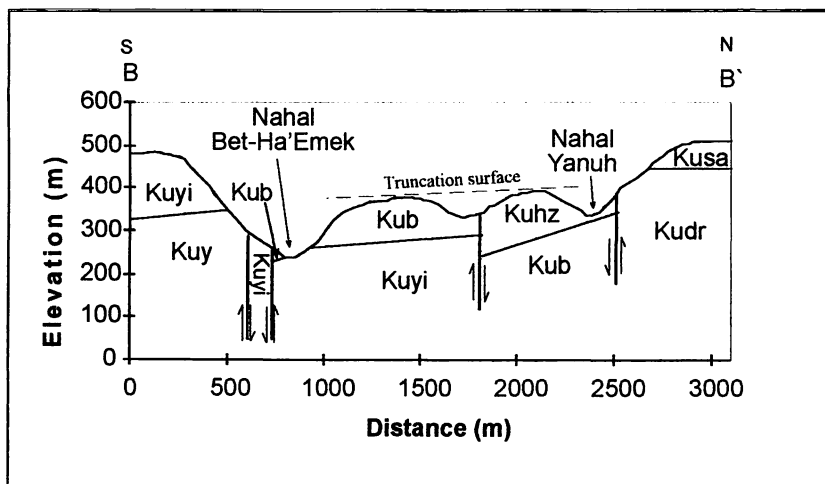
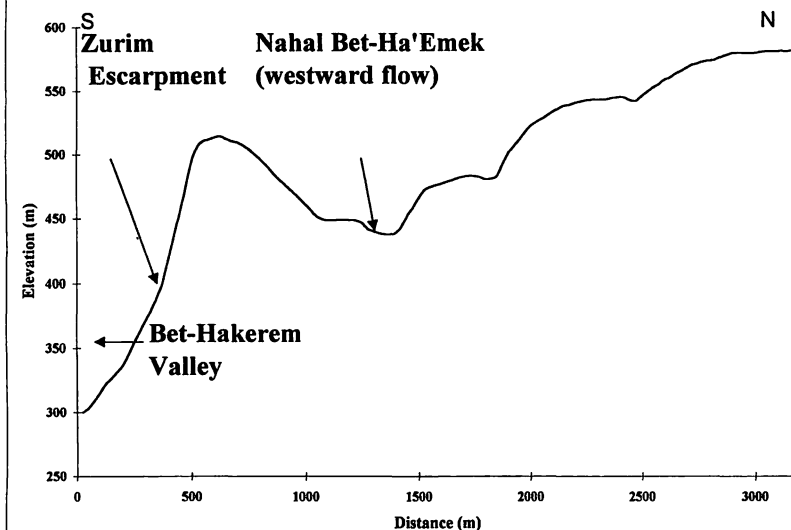


Fig. 24 Topographic and geologic cross section of the Bet-Ha'Emek graben (geology after Kafri, 1972)

	Kuhz Har-Zefat	Mt. Scoups Group	Senonian
	Kub Bi'na		
	Kuyi Yirka		
	Kuy Yanuh	Judea Group	Turonian
	Kusa Sakhnin		
	Kud Dier-Hana		
			Cenomanian

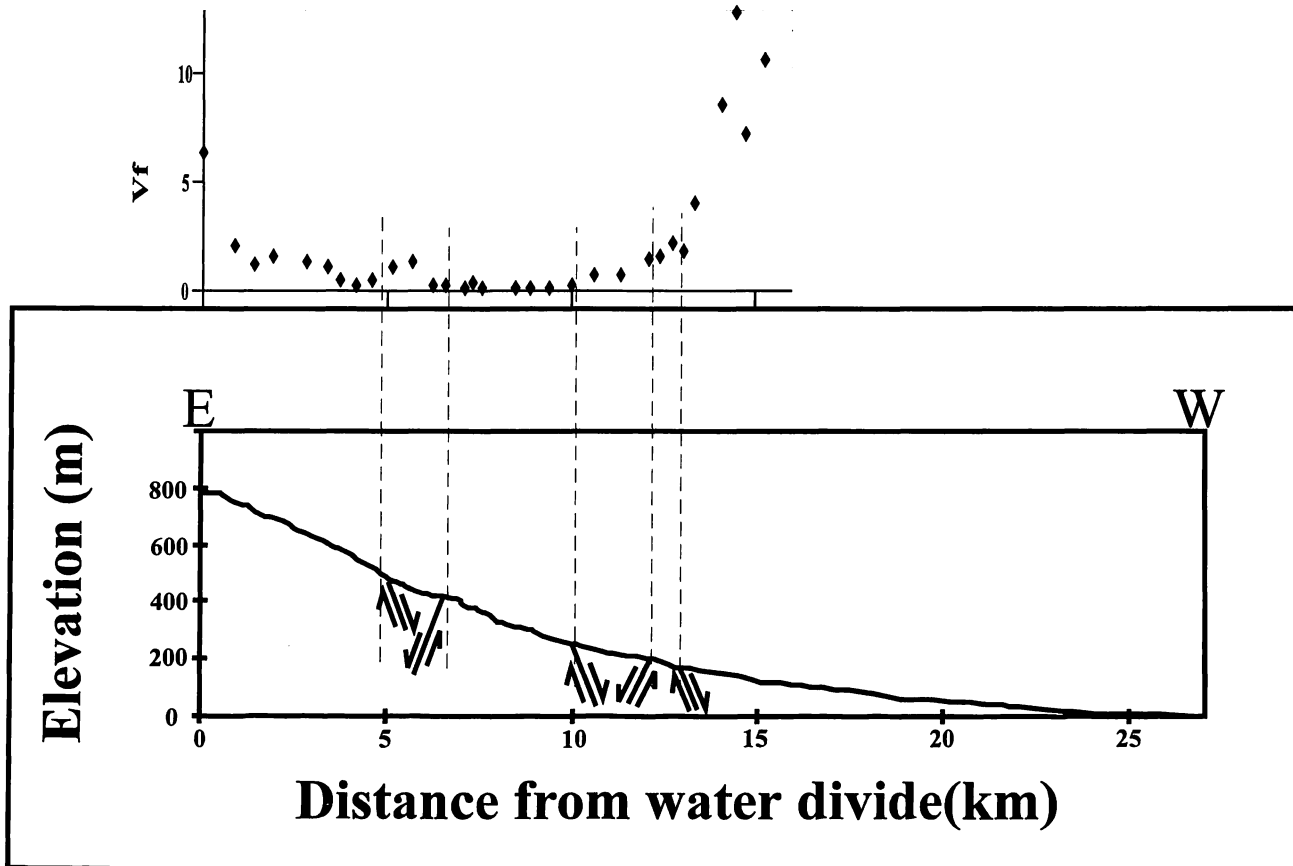


Fig. 25 Topographic profile of Nahal Bet-Ha'Emek. Notice the correlation between the steep sections of the drainage system and the location of uplifted blocks it crosses. Furthermore, there is a good correlation between variations in the parameter V_f and the structure crossed by the drainage system.

Fig. 26a The deep structure of the Galilee (after May, 1987). The extensional structure of the Galilee is bounded in the south by the deep Carmel fault that penetrates the crust and in the north by the main listric Beit-Hakerem fault. The various blocks in the Lower Galilee are bounded by listric faults that splay from the main listric fault.

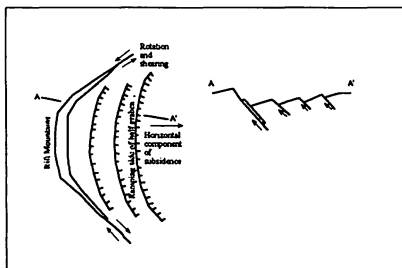
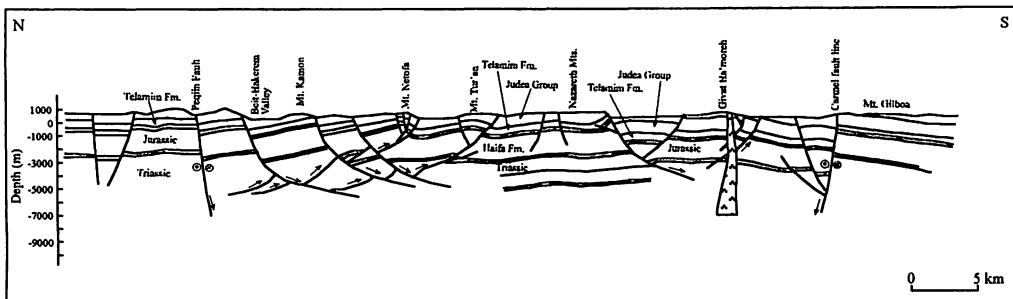


Fig. 26b Typical geometry of initial stages of continental rifting (after Rosendahl, 1987). The main fault is arched in plan view and maximum vertical displacement occurs at the hinge of the arch. There is a preference for tilted blocks as extensional features.

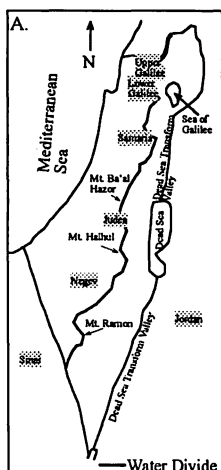
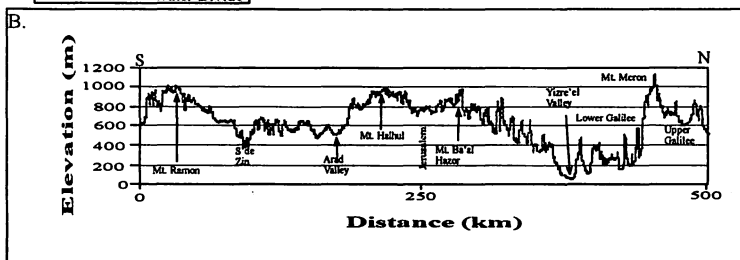


Fig. 27 A. The main water divide that separates the region into two principle watersheds of the Dead Sea Transform valley and the Mediterranean. The water divide is parallel to subparallel to the Dead Sea Transform valley and is located on the central mountainous backbone of Israel. B. The topographic profile of the main water divide. The altitude of the summits of most of the mountain ranges along the water divide is ~1000 m. The Lower Galilee is the lower mountainous region with its summits rising up to an altitude of 600 m. The lowest point along the water divide is also located in the Lower Galilee.



האפשרות שהגליל העליון והתחתון והכרמל מהווים יחד אזור של ביקוע יבשתי בתחילת התפתחותו. אפשרות זו הועלתה בעבר על ידי חוקרים שונים (Ben-Avraham and Hall, 1977; Garfunkel and Derin, 1984; Garfunkel and Almador, 1985; Achmon, 1986; Dvorkin and Kohn, 1989; Ben-Gai, 1989; Shaliv, 1991; Salamon, 1993; Salamon et al., 1996; Hofstetter et al., 1996; Achmon and Ben-Avraham, 1997). מודל כזה, בו ציר הביקוע הוא לכיוון צפון מערב, יכול להסביר את: (1) הנטייה הרגיונלית של הגליל העליון לכיוון צפון מערב, (2) הקשר בין הנטייה הזו להתפתחות מתלול צורים, (3) מבנה מתלול צורים במבט מפה, (4) האנומליה של הגליל התחתון בפרופיל קו פרשת המים הארצי (איור 27).

במהלך חסיור הוצגה השפעתה הדומיננטית של הטקטוניקה על התפתחות הנוף של הגליל. תהליך המתיחה בגליל לאורך שביר סטרייק-סליפ ושברים נורמלים, כימור באורך גל גדול ואולי ביקוע יבשתי צעיר מעצבים את האלמנטים הנופיים העיקריים. דגם מערכות הניקוז ומהלכן נקבע על ידי ההתפתחות הטקטונית המקומית והרגיונלית. תהליכים פלוביאליים וקולוביאליים משנים מעט את פני נוף הטקטוני של הגליל במסגרת הזמנים המדוברת. רוב הגליל בנוי סלעים קרבוניטים שמגבירים חלחול ומונעים נגר עילי ומערכות הניקוז קצרות. הבליה העיקרית נעשית על ידי המסה של סלעים קרבוניטים בתהליכים קרסטיים. כתוצאה מכך כמות החומר הלא מומס הזמן להסעה והרבה הוא קטן.

ביבליוגרפיה

- Achmon, M., 1986, The Carmel border fault between Yoqneam and Nesher, M.Sc. thesis, Hebrew University, Jerusalem, 56pp. (in Hebrew, English abstract)
- Achmon, M., and Ben-Avraham, Z., 1997, The deep structure of the Carmel fault zone, northern Israel, from gravity field analysis, *Tectonics*, v. 16, no. 3, p. 563-569.
- Ben-Avraham, Z., and Hall, J.K., 1977, Geophysical survey of Mt. Carmel structure and its extension into the eastern Mediterranean, *J. of Geophys. Res.*, v. 82, p. 793-802.
- Ben-Gai, Y., 1989, The border faults of the Carmel structure on the continental shelf off northern Israel, M.Sc. Thesis, Tel-Aviv University, Tel-Aviv (in Hebrew, English abstract).
- Bierman, P. R., A. Gillespie, M. Caffee, and D. Elmore, Estimating erosion rates and exposure ages with ^{36}Cl produced by neutron activation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59, 3779-3798, 1995.
- Cohen, Z., 1988, Hydrocarbon potential of Israel, Highlights of basin analysis: O.E.I.L. Exploration Department, 79 p.
- Dep, L., D. Elmore, J. Fabryka-Martin, J. Masarik, and R. Reedy, Production rate systematics of in-situ-produced cosmogenic nuclides in terrestrial rocks: monte carlo approach of investigating $^{35}\text{Cl}(n,?)^{36}\text{Cl}$. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B92, 321-325, 1994.
- Dvorkin, A., and Kohn, B.P., 1989, The Asher volcanics, northern Israel, petrography, mineralogy and alteration, *Israel Journal of Earth sciences*, 38, 105-123.
- Eliezri, I.Z., 1965, The geology of the Beit-Jann region (Galilee, Israel): *Israel Journal of Earth Sciences*, v. 14, p. 51-66.

- Flexer, A., 1964, The Paleogeography of the Senonian and Mastrichian in Northern Israel, [Ph.D. thesis] Hebrew University of Jerusalem, 157 p. (in Hebrew).
- Flexer, A., Freund, R., Reiss, Z. and Buchbinder, B., 1970, Santonian Paleostucture of the Galilee. *Israel Journal of Earth Sciences*, 19: 141-146.
- Freund, R., On the stratigraphy and tectonics of the Upper Cretaceous in the western Galilee, *Bulletin of the Research Council of Israel*, G8, 43-50, 1959.
- Freund, R., A model of the structural development of Israel and adjacent areas since Upper Cretaceous times. *Geology Magazine*, 102, 189-205, 1965.
- Freund, R., The geometry of faulting in the Galilee. *Israel Journal of Earth Sciences*, 19, 117-140, 1970.
- Garfunkel, Z., 1970, the tectonics of the western margins of th southern Arava, Ph.D. thesis, Hebrew University, Jerusalem, 204 p. (in Hebrew).
- Garfunkel, Z., 1978, The Negev – regional synthesis of sedimentary basins. Tenth Int. Cong. Sedimentol., Jerusalem, Guidebook to excursions 1: 33-110.
- Garfunkel, Z., and Derin, B., 1984, Permian-early Mesozoic tectonism and continental margin formation in Israel and its implications for the history of the eastern Mediterranean, in: Dixon, J.E., and Robertson, A.H.F., (ed.), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, Geol. Soc. Sp. Pub., no. 17, Oxford, p. 187-201.
- Garfunkel, Z., and Almagor, G., 1985, Geology and structure of the continental margin off northern Israel and the adjacent part of the Levantine basin, *Marine Geol.*, v. 62, p. 105-131.
- Golani, U., 1957, The Geology of the Meghar region. [Master Thesis] Jerusalem, Hebrew University (in Hebrew), 54 p.
- Gran, S.E., Matmon, A., Bierman, P.R., Enzel, Y., Caffee, M., 1999, Calculating fault displacement rates, In-Situ cosmogenic Chlorine-36 concentrations of a limestone normal fault scarp, northern Israel, *Geological Society of America Abstracts with Programs*, v. 30, no. 7, p. A142-A143.
- Heimann, A., Steinitz, G., Mor, D., and Shaliv, G., 1996, The Geochronology of the Cover Basalt: Revised K-Ar and new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ results, Geological Survey of Israel Report GSI/6/96, 35 p.
- Hereford, R., Thompson, K.S., and Burke, K.J., 1998, Numerical ages of Holocene tributary debris fans inferred from dissolution pitting on carbonate boulders in the Grand Canyon of Arizona, *Quaternary Research*, v. 50, p. 139-147.
- Hofstetter, a., Van-Eck, T., and Shapira, A., 1996, Seismin activity along branches of the Dead Sea-Jordan Transform system: The Carmel-Tirtza fault system, *Tectonophys.*, v. 267, p. 317-330.
- Kafri, U., 1972, The Geological Map of Israel, 1:50,000, Sheet 1-IV, Nahariyya: Geological Survey of. Israel, Ministry of Development, State of Israel.
- Kafri, U., Neogene to Quaternary drainage systems and their relationship to young tectonics: lower Galilee, Israel. Geological Survey of Israel, Report GSI/1/97, 1997.
- Kafri, U. and Heimann, A., 1994, Reversal of the Palaeodrainage system in the Sea of Galilee area as an indicator of the formation timing of the Dead-Sea Rift valley base level in northern Israel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 109, pp. 101-109.

- Keller, E. A., 1986, Investigation of active tectonics: use of surficial processes. In: Wallace, R.E. ed. Active tectonics, Washington D.C. National Academy Press, 136-147.
- Lal, D., Cosmic ray labeling of erosion surfaces: In situ production rates and erosion models. *Earth and Planetary Science Letters*, 104, 424-439, 1991.
- Levy, Y., 1983, The Geological Map of Israel, 1:50,000, Sheet 3-II, Shefar'am: Geological Survey of Israel, Ministry of Development, State of Israel.
- Liu, B., F. M. Phillips, J. T. Fabryka-Martin, M. M. Fowler, and W. D. Stone, Cosmogenic ^{36}Cl accumulation in unstable landforms 1. Effects of the thermal neutron distribution. *Water Resources Research*, 30, 3115-3125, 1994.
- Matmon, A., E. Zilberman, and Y. Enzel, Morphometric analysis for determining the age of escarpments: an example from the Galilee, northern Israel. Geological Survey of Israel, Report GSI/31/98, 1998.
- Matmon, A., Y. Enzel, E. Zilberman, and A. Heimann, Late Pliocene and Pleistocene reversal of drainage systems in northern Israel: tectonic implications. *Geomorphology*, 28, 43-59, 1999.
- May, P. R., 1987, Oil and gas potential of the Galilee, Israel, O.E.I.L., Rep. 87/12, 79pp.
- Mayer, L., 1986, Tectonic Geomorphology of Escarpments and Mountain Fronts, in: Wallace, R.E., ed., Active tectonics, Washington D.C. National Academy Press, 125-135.
- Mor, D., Levitte, D., Steinitz, G., Lang, B., 1987, The volcanic history of the Ramat Dalton (Upper Galilee) according to K-Ar dating. Israel Geological Society, Annual meeting, p. 93 (abs).
- Nir, D., 1970, Geomorphology of Israel, Jerusalem, Israel, Aqademon, 404 pp.
- Nishiizumi, K., C. P. Kohl, J. R. Arnold, J. Klein, D. Fink, and R. Middleton, Cosmic ray produced ^{10}Be and ^{26}Al in Antarctic rocks: exposure and erosion history. *Earth and Planetary Science Letters*, 104, 440-454, 1991.
- Phillips, F. M., M. G. Zreda, M. R. Flinsch, D. Elmore, and P. Sharma, A reevaluation of cosmogenic ^{36}Cl production rates in terrestrial rocks. *Geophysical Research Letters*, 23, 949-951, 1996.
- Picard, L., 1943, Structure and evolution of Palastine with comperative notes on neighbouring countries, Hebrew Univ. Jerusalem, Geol. Dept., Bull. Vol. 4(2-4).
- Ron, H., 1978, Peqi'in fault and the adjacent breccia bodies: structural and sedimentary discussion. Israel Geological Society Annual Meeting. Abstracts, p. 36.
- Ron, H., R. Freund, Z. Garfunkel, and Z. Nur, Block rotation by strike-slip faulting: structural and paleomagnetic evidence (Israel). *Journal of Geophysical Research*, 89, 6256-6270, 1984.
- Rosendahl, B.R., 1987, Architecture of continental rift with special reference to East Africa, *Ann. Rev. Earth Plannet. Sci.*, 15: 445-503.
- Rotstein, Y., Bruner, I., and Kafri, U., 1993, High resolution seismic imaging of the Carmel fault and its implications for the structure of Mt. Carmel, *Isr. J. of Earth Sci.*, v. 42, p. 55-69.
- Salamon, A., 1987, The Monoclines in the Northern Negev: A Model of Tilted Blocks and Shortening, M.Sc. Thesis, Hebrew University of Jerusalem, (in Hebrew with English abstract), 101 pp.

- Salamon, A., 1993, Seismotectonic analysis of earthquakes in Israel and adjacent areas, Ph.D. Thesis, Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, 135pp. (in Hebrew, English abstract).
- Salamon, A., Hofstetter, A., Garfunkel, Z., and Ron, H., 1996, Seismicity of the eastern Mediterranean region: Perspectives from the Sinai subplate, *Tectonophysics*, v. 263, p. 293-305.
- Schwartz, D. P., and K. J. Coppersmith, Fault behavior and characteristic earthquakes: examples from the Wasatch and San Andreas fault zones. *Journal of Geophysical Research*, 89, 5681-5698, 1984.
- Shaliv, G., 1991, Stages in the tectonic and volcanic history of the Neogene Basin in the Lower Galilee and the valleys: Geological Survey of Israel Report GSI/11/91, 101 p.
- Shimazaki, K., and T. Nakata, Time-predictable recurrence model for large earthquakes. *Geophysical Research Letters*, 7, 279-282, 1980.
- Stone, J. O., G. L. Allan, L. K. Fifield, and R. G. Cresswell, Cosmogenic chlorine-36 from calcium spallation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60, 679-692, 1996.
- Stone, J. O., J. M. Evans, L. K. Fifield, G. L. Allan, and R. G. Cresswell, Cosmogenic chlorine-36 production in calcite by muons. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 62, 433-454, 1998.
- Vroman, A., 1958, The geological map of Israel, 1:50000, Series 1, Galilee, Sheet 1: Geological Survey of Israel.
- Wells, D. L., and K. J. Coppersmith, Empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture area, and surface displacement. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 82, 974-1002, 1994.
- Zilberman, E., 1993, The Mahmal graben and Nahal Hawwa: an introduction to the paleogeography of the central Negev in the Miocene, *Israel J. Earth Sci.*, 42, 197-209.
- Zreda, M. G., F. M. Phillips, D. Elmore, P. Kubik, P. Sharma, and R. Dorn, Cosmogenic chlorine-36 production rates in terrestrial rocks. *Earth and Planetary Science Letters*, 105, 94-109, 1991.

עדויות מורפולוגיות וארכיאולוגיות לשינויים ביחסי ים-יבשה ולתנועות טקטוניות בחוף הגליל, בהולוקן.

דורית סיון¹, אהוד גלילי²

1. מכון רקנטי ללימודי ים והחוף לציויליזציות ימיות, אוניברסיטת חיפה, 31905
2. היחידה לארכיאולוגיה ימית, רשות העתיקות ענף ים, ת.ד. 180 עתלית, 30350

הסיור יערך ברכב, ובמידה ותנאי הים ביום הסיור יאפשרו, תיערך הפלגה לאיים בסירות גומי (זודיאק).

הנושאים העיקריים שיוצגו ויידונו בסיור הם:

1. המורפולוגיה והליתולוגיה של החוף ומדף היבשת הרדוד בגליל המערבי, בדגש על רכס הכורכר הטבוע ושיאיו הבולטים כאיים.
2. תרומת הממצא הארכיאולוגי לשאלות המחקר הגיאולוגי בדבר יציבותו הטקטונית של החוף ושינויי מפלס הים, בתקופות הסטוריות.

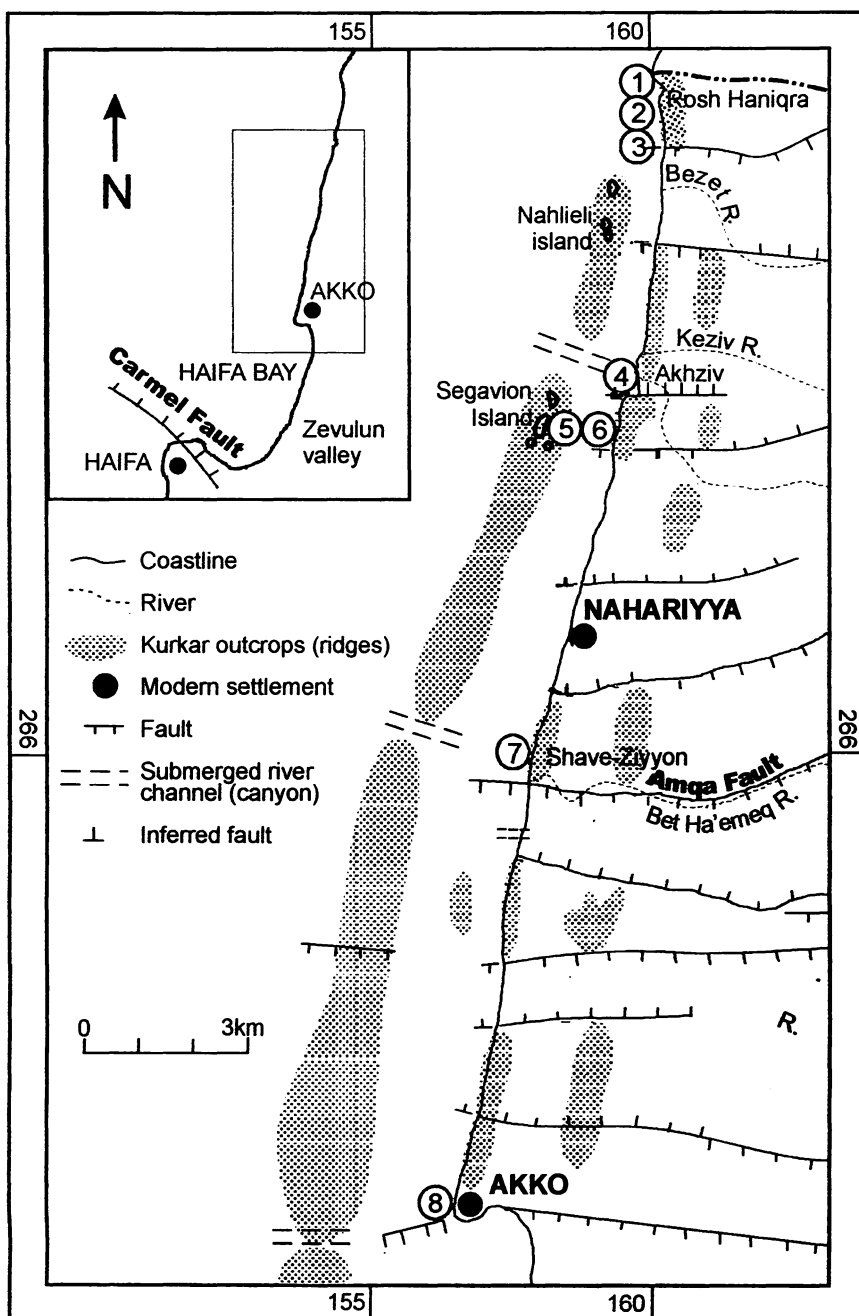
רקע כללי:

חוף הגליל מורכב משלושה רכסי כורכר אורכיים, שניים על החוף (הרכס המזרחי ורכס החוף), והשלישי המערבי בים, על גבי מדף היבשת, כשרק חלקים משיאיו בולטים מעל המים כאיים. רכס החוף הינו למעשה גבעות כורכר מקבילות לקו החוף, לא רציפות, המגודדות כיום על ידי הים. לכן מורכב אזור החוף לסירוגין מקטעי חוף סלעיים וחוליים. הרכס הטבוע במערב הינו הרכס הרצוף יחסית מבין השלושה, רוחבו כ- 600 מ' בקטע המדף של עכו – נהריה והוא מדקק לכ- 250 מ' בין איי אכזיב לאיי ראש-הנקרה. בין קו החוף לרכס הטבוע מצויה המרזבה שרוחבה בדרום כ- 2 ק"מ וכלפי צפון מצטמצם רוחבה לכ- 1 ק"מ וקרקעיתה סלעית ברובה. המרזבה מצויה ברובה בעומקים של 12-14 מ' ורובה מכוסה בחול (סיון, 1996: Sivan and Galili, 1999).

מבנים מורפולוגיים כגון תעלות, אפיקי ניקוז, קירות תלולים, מדרגות ואף קניונים החצובים בכורכר שכוונם הכללי מזרח-מערב, ניתן ליחס (לא באופן גורף) לתמורות ביחסי ים-יבשה ולפעילות טקטונית צעירה באזור זה. על תמורות אלה ניתן ללמוד באזור זה גם ממבנים וחציבות מעשה ידי אדם, המשמשים עדות לפעילות טקטונית ובעיקר לקצביה בפרקי זמן הסטוריים, ועדות לתמורות ביחסי ים-יבשה באזור החוף (Galili and Sharvit, 1998; Sivan and Galili, 1999).

1. תצפית מראש-הנקרה על החוף (ראה מפה – תחנה 1).

תצפית על שלושת רכסי הכורכר: האיים במערב, רצועת החוף הסלעית המתחלפת בקטע חוף חולי באזור שפך נחל בצת והופכת שוב סלעית לעבר אכזיב, והרכס המזרחי עליו מצוי קבוץ גשר הזיו.



Location Map

תצפית על החציבות בכורכר בחוף שלמרגלות רכס ראש-הנקרה, והצגת מקומו הסטרטיגרפי של הכורכר החצוב (Sivan et al., 1999).

2. החציבות בראש הנקרה (ראה מפה – תחנה 2).

החציבות בקו-החוף הן דוגמא לטכניקת חציבה לפיה השאירו החוצבים שוליים במערב להגנה מפני נתז הגלים (רבן, 1986). לא ניתן לקבוע את גיל החציבה, מאחר ולא ניתן לתאריך חציבות בכלל. בהנחה שהחוצבים כוונו אל המפלס הנמוך ביותר המוכתב על ידי השפל, תואם מפלס בסיסה את גובה הים הנוכחי ואין בחציבות עדות לשינויים ביחסי ים-יבשה מאז שנחצבו.

3. תל משרפות ים (ראה מפה – תחנה 3).

תל זה המצוי מעט צפונית לשפך נחל בצת, באזור המגע בין הקטע הסלעי הנמשך מראש-הנקרה דרומה, ובין קטע החוף החולי של מוצא נחל בצת. ראשיתו של האתר בתקופת הברונזה התיכונה 2. מאוחר יותר היה האתר מאוכלס גם בתקופה הביזנטית. בדרום מערב התל קיימת תעלה בכורכר, הנמשכת מהחוף לים בקשת שאורכה כ- 150 מ'. יתכן ונחצבה בידי אדם כהמשך לשפך הנחל שניקז אותה ושמר עליה נקייה מסדימנטים, במטרה לאפשר כניסת כלי שיט לאזור מוגן מדרום לתל (Raban, 1987). פרט לחולות שהצטברו מדרום לתל, ויתכן ומכסים על המשכה ביבשה, תואם מפלסו את מפלס הים שהיה נחצב כיום עבור ספינות עם שוקע נמוך.

4. אכזיב (ראה מפה – תחנה 4).

סיור רגלי המתחיל מצפון לתל אכזיב, עובר בשפך הנוכחי של נחל כזיב, עובר דרומה לאורך החוף עד האזור החולי של נחל שעל (מועדון הים התיכון), ומסתיים במינת א-זיב. הדגש בסיור הינו על העדויות הארכיאולוגיות ליחסי ים-יבשה בעת ישוב התל.

תל אכזיב יושב לראשונה בתקופת הברונזה התיכונה 2 והיה מאוכלס כמעט ברציפות עד סוף התקופה הצלבנית (שטרן, 1993). בחזיתו המערבית של התל הפונה לים, מצויים מבנים ובעיקר חציבות של בריכות ותעלות שטיפה הניזונות ממי ים. מבנים אלה מהווים אינדיקציה לגובה פני הים המשוער בעת ששימשו את יושבי התל. החציבה המרכזית הינה של בריכה טרפיזית ברוחב 5 מ' בצפונה, 14 מ' בדרומה ו 17 מ' במזרחה. עומקה משתנה מ- 0.9 מ' בדרום ל 0.3 מ' בצפון. חלקה הרדוד מופרד מהחלק העמוק על ידי קיר רוחב שנותר בעת החציבה. גג הקיר מצוי מתחת לפני המים. גם חלקה העמוק של הבריכה חולק לשלושה אגני משנה באמצעות קיר שכוונו מזרח-מערב ובו פתחים המאפשרים מעבר חופשי של מים. רצפת התא המרכזי מבין השלושה מעט גבוהה מזו שבתאים ממזרח וממערב, ועומק המים בתא זה אינו עולה על 0.6-0.7 מ'. תעלת מים חצובה שאורכה 14 מ' מזינה את הבריכה במי ים דרך מעבר שנחצב בקיר הים. התעלה נכנסת לבריכה באמצעות מינהרה תת-קרקעית החצובה בכורכר לאורך כ- 2 מ'.

המבנים הללו, שלא ברור אם שימשו כבריכות דגים, לתעשית הארגמן או לשימושים אחרים, מעידים על שני שלבי שימוש במתקנים. בשלב הראשון נעשה שימוש בבריכה ובתעלה החצובה בהן מצוי הגג ב- 0.2-0.3 מ' מתחת למפלס הים הנוכחי. בשלב השני מולא והורם המשטח שסביב לבריכה ולתעלה בכ- 0.5 מ'. התעלה הורחבה מ- 0.8 מ' ל- 1.3 מ' והתוואי הישן, העמוק יותר מולא

בחלוקים. ההגבהה בשלב השני היתה ככל הנראה תגובה לעלית מפלס הים בכ- 0.5 – 1 מ'. לא ניתן לתארך את השלבים השונים הללו (Raban and Galili, 1985).
מדורם לתל, במגע בין החוף הסלעי לחולי, מצויה תעלה נוספת החצובה בכורכר והנמשכת בקשת לצפון מערב, למרחק של כ- 150 מ' בתוך הים, בדומה לתעלה בתל משרפות ים. יתכן שנחצבה במוצא נחל שעל ואולי אף במוצא המשותף עם נחל כזיב לפני שהוטח צפונה כפי שהוצע על ידי באומן (1972).

5. איי ראש הנקרה ואיי אכזיב (ראה מפה – תחנה 5)

הפלגה בסירות גומי סביב האי נחליאלי מקבוצת איי ראש-הנקרה וירידה וסיור על האי שגביון מקבוצת איי אכזיב. על האי נחליאלי לא ניתן לעלות מאחר והינו שמורה מוכרזת. ניתן הסבר על הבתימטריה, כולל הרכס הטבוע שהאיים הם שיאיו הבולטים, ודיון על החציבות. באיים אלה ובעיקר באי שגביון, קיימים שני מפלסי בסיס לחציבות המעידים ככל הנראה על תמורות במפלס הים בתקופות ההסטוריות בהן נחצבו. חזרה בסירות לאכזיב.

6 מינת א-זיב (ראה מפה – תחנה 6)

המשך סיור ברגל דרומה לחוף החולי של מפער נחל שעל – אכזיב (מועדון הים התיכון), ומשם למינת א-זיב (ארוחה קלה על מדרגות התיאטרון). דיון באפשרויות העגינה במקום בתקופות הסטוריות.
על סמך מחקר שנערך באתר זה, הוצג דגם שבירה טקטונית ותנועות אנכיות מקבילות לחוף (Lewy et al., 1986), בשונה מהדגם שהמוצג בסיור (סיון, 1996 : Sivan and Galili, 1999). יערך דיון בנושא.

7 שבי ציון (ראה מפה – תחנה 7)

תצפית על ושפך נחל בית העמק: בתצ"א, בצילומים תת ימיים ובחתכים הבתימטריים שבוצעו ממערב לשפך נחל בית העמק, אובחנה מדרגה מורפולוגית שכוונה מזרח-מערב ובה מורם הצד הצפוני כ- 1-2 מ' ביחס לדרומי. מדרגה תת ימית זו מצוייה בהמשכו המערבי של שבר בית העמק (Sivan, 1996), והיא מהווה ביטוי להמשכו מערבה על המדף ולפעילותו הצעירה יחסית (Galili and Sivan, 1999; Eytam, 1988; Sivan, 1996; Sivan and Galili, 1999). שבר בית העמק, כמו שבר אחיהוד שמדרום לו, הם שבירי רוחב, הנמשכים מערבה לים ונראה שפעילותם נמשכה גם בהולקן.

8. עכו (ראה מפה – תחנה 5)

קו החוף שמצפון לעכו, כמעט עד שפך נחל יסף, הינו חוף סלעי בו רכס הכורכר חצוב כולו בידי אדם. הדרשה לאבני בנין לאורך ההסטוריה של עכו גרמה לחציבה אינטנסיבית שיצרה באזור זה טבלת גידוד שרוחבה כ- 100 מ', מעשה ידי אדם. בסיסי החציבות הנמוכים ביותר תואמים את מפלס הים הנוכחי (Sivan and Galili, 1999). בחלק מהחציבות נעשה שימוש משני כבריכות דגים, בריכות רחצה או בריכות מלח. כל הבריכות באזור עכו מצויות בגובה המתאים לתפקודן במפלס הים הנוכחי (Galili and Sharvit, 1998). טבלת הגידוד כוללת גם מחצבת אבני

ריחיים המצויה מצפון לעכו ומכילה כמה עשרות שקעים בקוטר של 1.4-1.5 מ' ובסיסם נמצא בגובה שבין 0.2 מ' ל- 0.2 מ'. גם מחצבת אבני הריחיים תואמת בגבהיה את מפלס הים כיום (Sivan and Galili, 1999).

סיכום

בניגוד לממצא המורפולוגי והגיאולוגי המעיד על המשך פעילות טקטונית אנכית בהולוקן, במספר שברי מזרח-מערב בחוף הגליל ובמדף היבשת, מעיד הממצא הארכיאולוגי על יציבות בקטע חוף זה. הפתרון לסתירה זו מצוי בקצבי הפעילות הטקטונית, שהנים נמוכים ומצויים בתחום הדיוק של הממצא הארכיאולוגי ושל תנודות הגאות והשפל המקומיות, ולא ניתן לזהותם ברקורד הארכיאולוגי של אלפי השנה האחרונות (Sivan and Galili, 1999).

ביבליוגרפיה

- באומן, ד., 1972. אכזיב – ראש הנקרה, מורפולוגיה וסדימנטים של רצועת החוף. החוג לידיעת הארץ של המועצות סולם צור וגעתון, 54 עמ'.
- סיון, ד., 1996. פליאוגיאוגרפיה של חוף הגליל ברביעון. המכון הגיאולוגי, דו"ח GSI/18/96.
- רבן, א., 1986. מתקנים חצובים לאורך חופו של הגליל המערבי. ב"קדמוניות הגליל המערבי", מ. ידעיה (עורך), ע"מ 209-234.
- שטרן, א. (1993). אינציקלופדיה חדשה לחפירות ארכיאולוגיות בארץ ישראל. החברה לחקירת ארץ ישראל ועתיקותיה, כרטא, ירושלים.
- Galili, E., and Eytam, Y., 1988. Young faulting in the shallow continental shelf: evidence from northern Israel. En Boqueq, p.30. *Israel Geological Society Annual Meeting*
- Galili, E., and Sharvit, J., 1998. Ancient coastal installations and the stability of the Israel coast in historical times. In: (Stewart I.S and Vita-Finzi C., eds.) *Coastal Tectonics*. Special Publication of the Geological Society of London, 146;147-163.
- Lewy, Z., Neev, D., and Prausnitz, M. W., 1986. Late Holocene tectonic movements at Akheziv, Mediterranean coastline of northern Israel. *Quaternary Research* 25;177-188.
- Sivan, D., and Galili, E.1999. Holocene tectonic activity in the Galilee coast and Shallow shelf, Israel, a geological and archaeological study. *Israel Journal of Earth Sciences* 48: 47-61.
- Sivan, D., Gvirtzman, G., and Sass, E., 1999. Quaternary stratigraphy and paleogeography of the Galilee coastal plain, Israel. *Quaternary Research*, 51; 280-294.
- Raban, A., 1987. Alternated river courses during the Bronze age along the Israeli coastline. *Colloques Internationaux C.N.R.S.* pp. 173-189.
- Raban, A., and Galili, 1985. Recent maritime archaeological research in Israel – a preliminary report. *The International Journal of nautical archaeology and underwater exploration*, 14.4; 321-356.

סיור מס' 5:

שינויי מסלע בתצורות אאוקניות ונאוגניות והשפעתם על תמוצת היער באזור אלונים-שפרעם.

ניר הר

המחלקה לקרקע ומים, האוניברסיטה העברית בירושלים, ת.ד. 12 רחובות 76100

הסיור יערך באזור אלונים-שפרעם בחלקו המזרחי. הוא מבוסס בעיקרו על עבודת גמר לתואר מוסמך בהדרכתם של פרופ' איתן שש (גאולוגיה), פרופ' אריה זינגר (קרקע) ופרופ' יוסי ריב (פיסיוולוגיה של עצי יער). הנושא כולל היבטים גאולוגיים, גאומורפולוגיים, פדולוגיים, הידרולוגיים, גאובוטניים ואקולוגיים כלליים. בסיור יוצגו במקביל היבטים אלה וההשפעות ההדדיות שביניהם. המבנה הגאולוגי הוא גורם השונות הראשוני המניע את כל המערכת. לאחר הכרת הקשר גאולוגיה-צומח, מבנה הצומח עשוי להצביע על הבדלים גאולוגיים שלא תמיד נראים לעין בבדיקה ראשונה.

מבוא

1. מבנה השטח

איפיון מורפולוגי: גבעות נמוכות, עד גובה של כ- 250 מ' מעל פני הים, שפסגותיהן יוצרות מעין מישור הנוטה דרומה ומערבה, כנראה כתוצר גידוד של הצפה ימית בתקופת הנאוג המוקדם.

איפיון סטרוקטורלי כללי: אזור אלונים-שפרעם הוא סינקלינה המהווה חלק ממערכת של קמרים וקעררים מקבילים בכיוון כללי של צפון-דרום המהווים חלק מהקשת הסורית. סינקלינה זו נמצאת ממערב לקמר הגליל באזור הגליל התחתון. בסינקלינה זו שקעו והשתמרו תצורות צעירות מתקופות הסנון, האאוקן והנאוגן. הסלעים רכים ברובם: קרטון, חואר וקונגלומרט המכוסים בנארי. בחלק מהאזור המסלע הוא אבן גיר (ראה להלן). מערכת שברי רוחב בכיוון ניצב בקירוב לצירי הקימוט גורמים להסטות אנכיות של בלוקים במגמה כללית של הנחתת האזור לכיוון עמק יזרעאל התוחם את האזור מדרום.

2. סטריגרפיה ופלאוגאוגרפיה

סלעים מחבורת הר הצופים חשופים בעיקר מצפון מערב לאזור הסיור (פלכסר, 1959). משקעים שיצרו את הסלעים הצטברו ב"שקע שפרעם" שהיה קיים בתקופת הסנון. מרכז האגן נע מזרחה בזמן שקיעת סלעי החבורה, ובזמן הרבדת תצורת טקיה הוא עבר דרך צפון האזור הנידון וכתוצאה מכך קיים חתך עבה למדי של תצורה זו באותו מקום.

גרינברג (גרינברג 1962 ; Greenberg, 1963) הגדיר ומיפה באזור 3 תצורות גאולוגיות של חבורת עבדת מתקופת האאוקן. עדכון שמות התצורות ומבט פלאוגאוגרפי ניתן ע"י Sneh (1988). להלן תיאורן:

- א. תצורת *עדולם* (אאוקן תחתון) המהווה את התצורה התחתונה ובנויה גיר קרטוני וקרטון מצורר.
- ב. תצורת *תמרת* (אאוקן תחתון-תיכון) הנמצאת מעליה ובנויה בעיקר גיר, כשכלפי מערב מתרבים בה רבדים קרטוניים עד לחתך שרובו או כולו קרטוני.
- ג. תצורת *מראשה* (אאוקן תיכון) הקרטונית נמצאת במעבר לטרלי מתצורת *תמרת* באיזבוע מערבה וכלפי מעלה (איור 1).

בתצורת *עדולם* ובחלקה העליון של תצורת *מראשה* קיימת אחידות יחסית בהשתרעותן המרחבית. תצורת *תמרת* שקעה תוך כדי תהליך של הצפות ונסיגות, במגמה הכללית של העמקת הים עם הזמן. בים הרדוד במזרח שקע גיר, ובאדן היבשת ובים הפתוח במערב שקע קרטון. כתוצאה מכך מכילה תצורת *תמרת* שכבות אבן גיר וקרטון לסירוגין, כשהשכבות הקרטוניות מתרבות כלפי מערב ועם העליה בחתך הסטרטיגרפי.

תופעה אפיינית נוספת לתצורת *תמרת* (כמו גם למקבילותיה במרכז ובדרום הארץ), היא גלישות רבות של קטעי שכבות ושל סדימנטים בלתי מלוכדים ובלתי יציבים, שהתקיימו בבוץ הקרבונטי בחלק העליון של מדרון היבשת בים תוך כדי שלבי התלכדות הסלע (בוכבינדר וחובי 1986; קורנגרין 1993). מעברי השיכוב המקורי, הגלישות ושברים קטנים רבים שנוצרו לאחר מכן, גורמים למעברים רבים ובלתי רגולריים מאבן גיר לקרטון. למעשה המעברים בשטח הינם רבים מאלה המופיעים במפות.

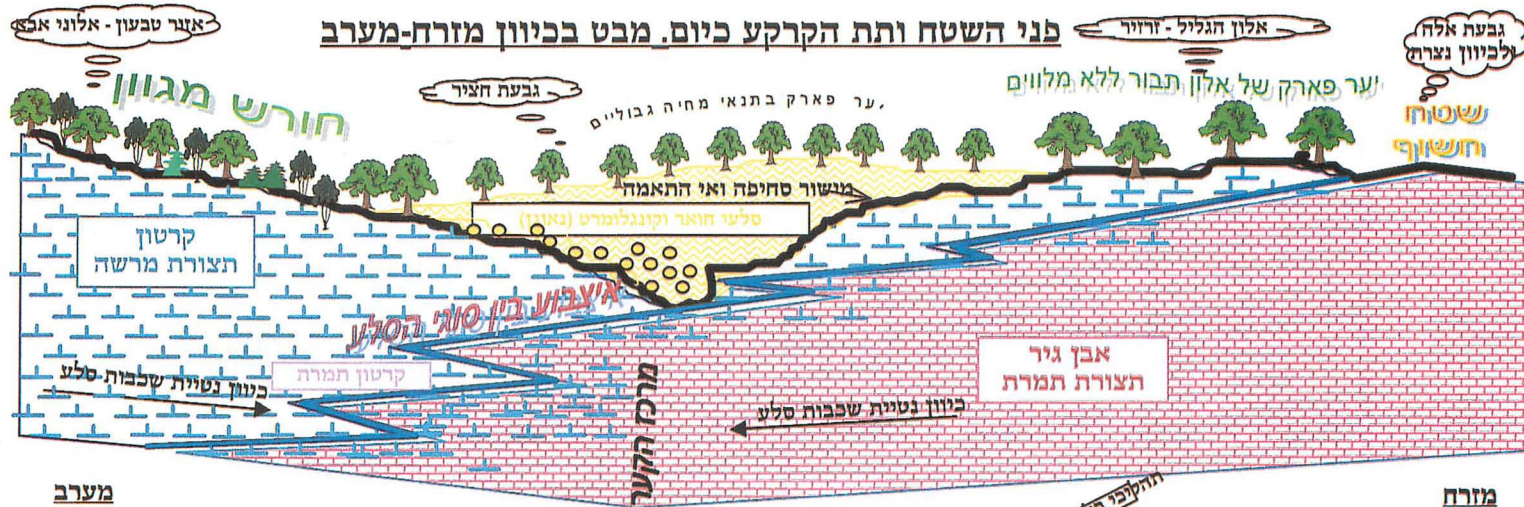
מעל סלעים אלה, באי התאמה אירוזיבית וזויתית, קיימות שתי תצורות מתקופת הנאוגן:

א. קונגלומרט שנבדק והוגדר ע"י שליב (1991) כתצורת *אום סבונה* (שולמן, 1962) המוכרת ממזרח לאזור זה. גבירצמן (1970) מבדיל בין הקונגלומרט של תצורת *בית ניר* הקיימת בעמק זבולון לקונגלומרט בן גילו הקיים בעמק יזרעאל ומשוך לתצורת *אום סבונה*. הקונגלומרט בשטח העבודה בנוי מחלוקים שמוצאם בעיקר מסלעי חבורת עבדת, המלוכדים חלקית ע"י קלציט. עובי חתך הקונגלומרט הכולל הוא עד מספר עשרות מ' (שליב, 1991). כפרי (כפרי, 1995; Kafri, 1997) מזהה קונגלומרט בלתי ממין זה כחלק ממערכת של ניקוז מקומי שפעלה בנאוגן משולי הגליל התחתון דרומה אל עמק יזרעאל. קו פרשת מים עתיק תוחם מערכת ניקוז זו מצפון והוא חופף בקירוב את הורסט שפרעם של היום, ומתחיל בשוליים הצפוניים של אזור הסיוור.

ב. חואר המונח מעל הקונגלומרט שתואר לעיל, שוייך ע"י שליב (1991) לתצורת *גידה* (שולמן, 1962). התצורה באזור בנויה שכבות של חואר, חרסית וקרטון בעובי כולל של 5-20 מ'. תצורה זו היא ביטוי לחדירה ימית דרך עמק יזרעאל, כשלאורך מרכז העמק אובחן פציאס של אגן עמוק מים, שהמשיך להתעמק תוך כדי השקעת החואר. בשולי העמק ובגאיות המתקשרים אליו, נמצאים משקעי מים רדודים שהורבדו בגדות אותו אגן. באזור הסיוור נחשף הפציאס הרדוד בלבד.

התמונה הפלאוגאוגרפית היא של תבליט שנוצר כתוצאה מקימוט טקטוני שהחל עוד לפני האאוקן, והמשיך בהפסקות תוך כדי תקופה זו וגם לאחר נסיגת הים. הפעילות הטקטונית בנאוגן התבטאה בעיקר בפעילות של שבירה שבמהלכה נוצרו עמק יזרעאל ושברים תת מקבילים אליו, שגרמו ליצירת טופוגרפיה בולטת. פעילות ארוזיבית שהתרחשה בתקופה של שקט טקטוני בתחילת המיוקן המאוחר, שגרמה להתמתנות הנוף, התבטאה בשלב הראשון בסחף של סלעים שהורבדו

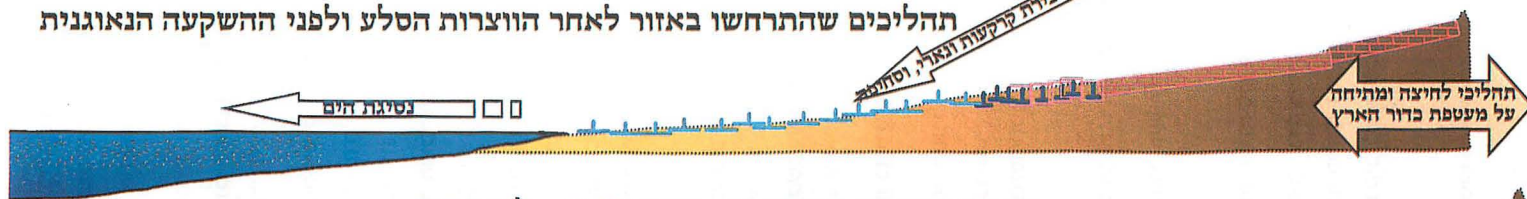
איור 1: שינויי מסלע כתוצאה מעומק הים, תהליכים מאוחרים והתפתחות היער על המסלע המשתנה



מערב

מזרח

תהליכים שהתרחשו באזור לאחר הוצרות הסלע ולפני ההשקעה הנאוגנית



בתקופת האאוקן התחתון-תיכון (40-50 מליון שנה)



כחלקים בקונגלומרט. בהמשך נסחפו קרקעות שנוצרו במקום, והן הורבדו כ"סדרת החרסית" (Picard, 1936) בעמק יזרעאל הסמוך. על התבליט המתון נכנסה החדירה הימית ממערב דרך עמק יזרעאל שהשקיעה את החוואר. שטח המחקר נמצא בשוליים הצפוניים הרדודים של חדירה ימית זו.

הנטיה האזורית של שכבות הסלע היא לכיוון קו סינקלינלי החוצה את אזור המחקר מצפון-מזרח לדרום-מערב [מתבטא מצירוף עבודותיהם של רבינוביץ (1954), גרינברג (1962), מובשוביץ (1975) ולוי (1979)]. הכביש החוצה את אזור הסיור באלכסון עובר לאורך סינקלינה זו.

קוי שבר נמתחים לרוחב האזור בכיוון כללי של צפון-מערב – דרום-מזרח, ומחלקים אותו להורסטים, גרביים ומדרגות טקטוניות. השבירה שהחלה להתהוות כאמור תוך כדי היווצרות עמק יזרעאל, מקבילה בקירוב לעמק בכיוונה, ומאוחרת בעיקרה לקימוט שיצר את הסינקלינה שהוזכרה. בנוסף לקוי השבר העיקריים, קיימים שברים קטנים וסדקים רבים, תופעות של משיכת שכבות מקומית בסמוך לקוי השבר, ותופעות של ריסוק ויצירת ברקציה.

מיקום התצורות הנאוגניות הוא מעל חלקן הנמוך של השכבות הנטיות, בעיקר בגרביים, ובמיוחד לאורך הסינקלינה המרכזית. הטופוגרפיה תואמת בקירוב את המתווה הסטרוקטורלי, ונראה שקוי המתאר הכלליים לא השתנו מאז השקעת התצורות הנאוגניות. הצטברות הקונגלומרט ולשון הים שהשקיעה את חוואר בירה היו לאורך אותה סינקלינה, כנראה עד אותו סף-פרשת מים בצפון שהוזכר לעיל.

גורם נוסף בעיצוב פני השטח היה גידוד ימי כתוצאה מעליית מפלס הים שחלה בנאוגן עוד לפני היווצרות עמק יזרעאל (ניר, 1970; גבירצמן, 1970). הצפה זו לא השאירה את רישומה באזור במשקעים, אך קרקעית אותו ים גודדה ויושרה. גידוד זה גורם כנראה לראשי הגבעות להיות מיושרות יחסית ודומות בגובהן. אותה הצפה גרמה לגידוד דומה גם ברמת מנשה ובשפלת יהודה.

3. קרקע ותופעות פדוגנטיות.

כיסוי הנארי. כיסוי הנארי נפוץ בשטח העבודה על קרטון וחואר. הנארי תואר ע"י Yaalon & Singer (1974) כתהליך פדוגנטי* של שטיפת הגיר מקרקע הרנדזינה הגירנית לתוך נקבובי הסלע הרך שמתחתה, שחל בתקופות גשומות בפלייסטוקן. הם תיארו שלוש שכבות בנארי, שעוביו הכולל הוא עד 3 מ'.

א. קרום עליון דק וקשה, "הקרום הלמינרי", בעובי של 20-2 מ"מ.

ב. מתחתיו "הנארי העליון" הקשה במעט מסלע האם, שאינו הומוגני ומגוון בפסים וכתמים חומים-אדומים.

ג. "הנארי התחתון" שהוא סלע רך, פריך, לווחי ונקבובי יותר מסלע התשתית הנמצא מתחתיו.

שהרבי (1982) שבדק ביסודיות את מבנה הנארי בדרום, מתאר שני שלבי יצירה: שלב פדוגנטי, ולאחר מכן סחיפת הקרקע והמשך התפתחות ללא קרקע שכלל הקשיה, סידוק והתגבשות מחדש של חומר קרקעי בסדקים במקביל להפחתת מסה בנארי התחתון והיווצרות המבנה הלווחי.

* ראה מילון המונחים בסוף מדריך הסיור

בצפון הארץ נבדק הנארי ע"י גולדברג (1958). מסקנתו בדבר היווצרות הנארי כתוצאה מעליה נימית של תמיסה גירנית בסלע אינה מקובלת היום.

הנארי באזור הסיוך מכסה את הסלעים הרכים ואת הקונגלומרט (גרינברג, 1962). הנארי על התצורות האאוקניות קשה וצפוף מזה שעל התצורות הנאוגניות.

קרקעות שתי הקרקעות הנפוצות על גבי הגבעות הן **טרה רוסה חומה-אדומה** מעל אבן גיר **ורנדיזינה חומה-אדומה** (או חומה) שהתפתחה על קרטון וחואר המכוסים בשכבת נארי. שתי קרקעות אלה ניתנות לחלוקת משנה על פי אחוז הגיר, צבע, תאחיות מים ועוד, כפי שניתן להבחין במקומות שונים בשטח הסיוך.

ההקשר של סלע תשתית קשה, גוון אדמדם חזק יחסית, רמה נמוכה יחסית של חומר אורגני וגירניות נמוכה או חסרה, מאפיינים את הטרה רוסה. הרנדיזינה החומה מאופיינת על ידי סלע תשתית קשה למחצה (נארי במקרה זה), גירניות* מסויימת בקרקע, חומר אורגני רב יחסית, הרכב מינרלי חרסית בעלי תאחיות מים גבוהה יחסית (בעיקר מונטמורילוניט) וגוון הנוטה יותר לחום כהה.

4. צומח

א. עץ אלון התבור (*Quercus ithaburensis*) ויער אלון התבור

מיפוי צומח של הגליל התחתון נעשה ע"י אלוני (1968). כללית, ביער אלון התבור מוגדרת חברת אלון התבור והלבנה הרפואי עם מספר וריאנטים. באזור הסיוך קיים בעיקר מופע של יער-פארק* של אלון התבור ללא עצים נוספים המפותח בכל המפנים* (הר, 1998) ומופע הכולל מרכיבי חורש ים תיכוני רבים כשבמפנה* הצפוני מפותח חורש בשלטון* של אלון מצוי (מכונה "וריאנט אלון מצוי של חברת אלון התבור והלבנה הרפואי").

אלון התבור הוא אחד משלושת מיני האלון הגדלים בא"י. הוא נשיר והמותאם ביותר מבין מיני האלון הקיימים בארץ לתנאים שחונים יותר (זהרי, 1955; רבינוביץ-וין, 1986).

אזור תפוצת היער הוא מארץ ישראל והגלעד וצפונה, ברצועה שרוחבה אחיד למדי במקביל לחוף הים התיכון, עד לפינה הצפון מזרחית של הים התיכון ומעט מערבה בתחומי תורכיה (איג, 1935; אבישי, 1967; Zohary, 1973). העץ אינו גדל בדרך כלל מעל לגבהים של 500 מ' מעל פני הים.

התפשטות אלון התבור אל ארץ ישראל ותפוצתו בה. על סמך דוגמאות של מאספי אבקת צמחים (מקידוחים בכנרת, בעמק החולה, בבקעת רם ומצפון לישראל) וניתוח של השתנות האקלים (על פי מחקרים בלתי תלויים שונים), ניתן להעריך את מקורו הגאוגרפי של אלון התבור ומועד הגעתו לאזורנו (ברוך, 1987, 1986; בר-מטיס וחובי, 1998; סיוון וחובי, 1998; שילמן וחובי, 1998; Zohary, 1973). על פי סיכום מחקרים אלה, נראה שבתקופת הקרחונים האחרונה, במהלך תקופת הפלייסטוקן, שרדו בתורכיה מיני אלון שנכחדו באירופה ובאירן. תקופה של התחממות ועליה במשקעים עד לכ- 1000 מ"מ באזור החר בארץ ישראל התרחשה מלפני 19,000 שנה עד לפני כ- 9,000 שנה, עם תקופת ביניים של התקררות וירידה במשקעים לפני 11,000-13,500 שנה. תקופות ההתחממות והעליה במשקעים סייעו להתפשטות יער אלון התבור לכיוונו. מקובל לראות את

תחילת ההתפשטות עם תחילת ההתחממות האחרונה בתחילת החולקן (לפני כ-11,000 שנה), ונראה שלפני 5,000 שנה לפחות כבר היה אלו תבור מפותח כיער בצפון הארץ (ראה להלן).

נראה, כאמור, שיער אלוניים נשירים (קרוב לודאי של אלו תבור) שלט בחגורה התחתונה של הרי הגליל, לפחות סביב הכנרת, לפני כ-5,000 שנה (ברוך, 1987), אך יתכן שלמרכז הארץ הוא הגיע רק לפני כ-4,000 שנה. לפני 3,500 שנה היתה ירידה משמעותית במספר העצים. תקופה זו מקבילה לתקופת ההתנחלות וכריתת היערות שהתקיימה אז, אך גם לתהליך של התקררות והתיבשות שהתחיל במקביל. לפני כ-2,000 שנה, בתקופה ההלניסטית, היתה נטיעת זיתים נרחבת על חשבון עצי היער. בין השנים 500-1500 לספירה התחדש היער תוך כדי המשך כריתה מסוימת, וחורש בו שלט אלו מצוי (במרבית המקרים) השתלט, בין השאר, גם על בתי גידול שאלו תבור היה קיים בהם קודם לכן באחוזה גבוהה. ב-250 השנים האחרונות הצטמצם היער בכלל, ובעיקר פחת מספר עצי אלו תבור שהינו נוה לכריתה. תהליך זה גבר החל מהמחצית הראשונה של המאה ה-19 (אייג, 1935; קרשון, 1982; ברוך, 1987; שפר, 1990). כיום אלו תבור גדל בארץ בעיקר במספר ריכוזים בגולן, בגליל התחתון ובמערב רמת מנשה, ומגיע בדרום עד לשרון. הריכוז הגדול ביותר הוא יער אלוניים-שפרעם. (אזור הסיור).

ב. התאמת יער אלו תבור למערכת המסלע והקרקע באזור הסיור

תפוצת יער אלו תבור באזור אלוניים-שפרעם נמצאת בהתאמה לשינויי המסלע (איור 1): היער נמצא על שטחי הקרטון והחואר בלבד ומידת התפתחותו משתנה בהתאם לשינויי מבנה והרכב הקיימים באתרים שונים (הר, 1998). על פי מיפוי גאולוגי מפורט שנעשה בשטח ובחינה מפורטת במיוחד של אזורי המעבר בין הגיר לקרטון נמצאה שונות רבה מאד בחתך הסלע בכל קני המידה, ברמה המיקרוסקופית, בטווחים של מטרים, עשרות ומאות מטרים ועד למגמות בקנה מידה של קילומטרים. הגורמים לשונות הם שינויי פציעה מקומיים אופקיים ואנכיים, גלישות, קטעי גיר מוטבע בתוך הקרטון והעתקים רבים. שלוש שכבות הנארי שתוארו לעיל (הקרום הלמינרי, הנארי העליון והנארי התחתון) נראות בדרך כלל בחתך, ומידת התפתחותן ואופיין משתנה בהתאם לשינויי המסלע והטופוגרפיה. הקרום הלמינרי יוצר רצף של משטחים שבחלקם רצופים על פני השטח, והם ממשיכים אל מתחת לפני הקרקע (איור 4). השונות הרבה בסלע גרמה, לפיכך, לשונות בהתפתחות הנארי וליצירת נקודות חולשה שבהם נקטע רצף הנארי ונוצרו כיסי קרקע רבים.

המבנה המורכב של מערכת המסלע והקרקע שתואר, יצר בית גידול המתאים במיוחד ליער אלו תבור. בכיסי הקרקע של הרנדזינה שעל הנארי והקרטון נשמרת רטיבות לאורך כל השנה. הקרטון שומר על דרגת רוויה גבוהה במים, ומתבצעת דרכו תנועת מים בהולכה איטית אל הקרקע בקצב המספק את תצרוכת העצים ובכמות המספיקה לכל העונה. בנוסף לכך, נוצר נגר עילי מקומי מידי על משטחי הנארי כבר בתגובה לגשמי אביב וסתיו קלים, הקרקע מורטבת בעקבות אירועים אלה ומתקצרת תקופת היובש בקרקע. לעומת זאת, אדמת הטרסה רוסה שעל הגיר הסדוק מתייבשת במהלך הקיץ ואינה מאפשרת קליטה והשרדות של צומח עצי.

בתחום יער הפארק של אלו תבור אפשר לדרג את אתרי הקרטון והחואר על פי רמת הרטיבות הנשמרת במערכת הקרקע והסלע. יער הפארק הטיפוסי של אלו תבור מפותח בבית

הגידול של הנארי הקרטוני. באתרי קרטון הנמצאים בקרבת חואר נאוגני ושהיו כנראה מכוסים על ידו בעבר, משתמרת בדרך כלל רטיבות גבוהה יותר מהממוצע (כנראה כתוצאה מקרקע עמוקה יותר במעט). לעומת זאת, בית הגידול של הנארי שעל בסיס החואר הנאוגני (ללא קרטון) הינו יובשני יותר מהרגיל, בעיקר כתוצאה מתכולת מים זמינים* נמוכה יותר במרכיב החרסיתי שבחואר. התפתחות היער עוקבת אחר מידת הרטיבות הנשארת בקרקע בסוף הקיץ וכמות המים הזמינים. מיער מפותח באתרי הרטיבות הגבוהה, ליער גבולי בהתפתחותו על הנארי החוארי ועד להיעדר יער לחלוטין על סלעי הגיר.

בית הגידול של "וריאנט אלון מצוי" (ראה לעיל) נמצא עדיין בשלבי מחקר וההסבר לקיומו הוא בשלב זה ברמה של היפותזה מבוססת למדי. צורת הצומח של חורש* צפוף הקיימת בוריאנט זה, מפותחת על קרטון רך ובעל נקבוביות נימית גבוהה יחסית של תצורת מראשה. אלון מצוי (*Quercus calliprinos*), שהוא העץ הנפוץ בחורש הים תיכוני, מופיע בבתי גידול שמשתמרת בהם רטיבות גבוהה יחסית בקרקע בסוף הקיץ. בחבורת יהודה בשדרת ההר המרכזית הוא נהנה מלשונות קרקע הממלאים סדקים שהורחבו בהמסה קרסטית, ואילו בקרטון של תצורת מראשה, הוא מנצל מים מהאגירות* הגבוהה של הסלע. תכונות משק המים ואופי מערכת השורשים שלו מאפשרים לעץ להתקיים במבנה הצפוף של חורש ולנצל מים מעומק רב יותר מאשר אלון התבור.

תחנות הסיור

תצפית בנסיעה: מבנה חתך הסלע-קרקע והצומח המפותח עליו בחבורת יהודה בגליל העליון. נראים לשונות קרקע חודרים לתוך סדקים שהורחבו בהמסה קרסטית, וחורש אלון מצוי. תצפית זו תשמש להשוואה למערכת הקרקע-סלע-צומח השונה הקיימת באזור הסיור.

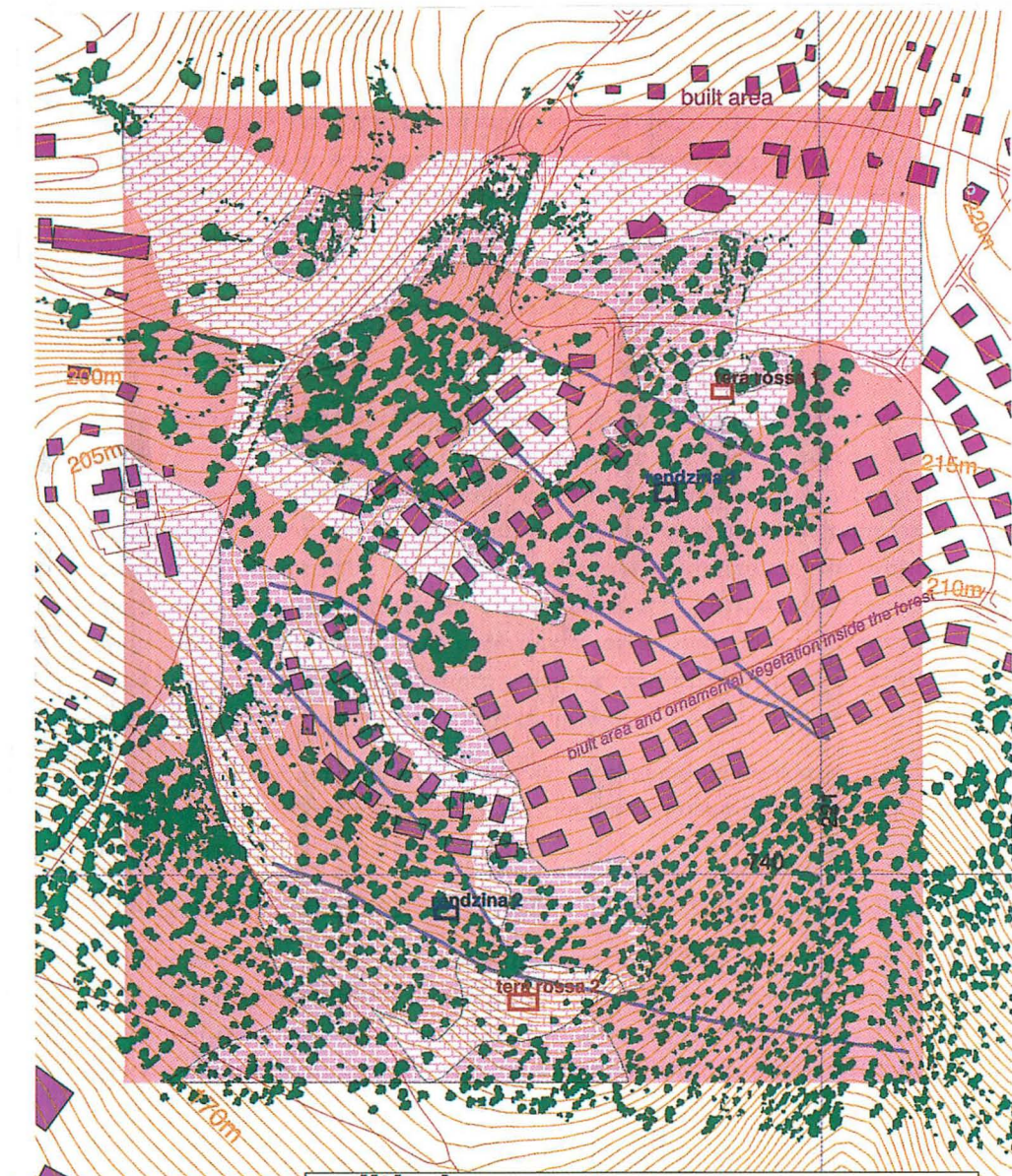
תחנה 1. חנתון (בקעת בית נטופה), בריכת המים

תצפית כניסה לאזור הסיור. צפונה ומזרחה נראים רכס הרי יוטבת (יודפת) והר תורען כחלק מהמבנה של קמר הגליל הבנוי בעיקרו מסלעי חבורת יהודה. לכיוון דרום מזרח נראים הרי נצרת הממוקמים בחלקו הנוחת דרומה של הקמר ובנויים מסלעי חבורת הר הצופים וחבורת עבדת. מאזור התצפית ודרומה באזור הנמוך טופוגרפית נראה יער הפארק של אלון התבור. מיקום קטעי היער באזור זה מסמך במדויק את מחשופי הקרטון של חבורת עבדת האאוקנית. על הר יונה הבנוי גיר אאוקני הנראה בתצפית בדרום מזרח (בנויה עליו שכונה חדשה של נצרת עילית), השטח חשוף ללא יער או צומח אחר הניכר לעין.

תחנה 2. אלון הגליל

א. בכניסה לשוב הזמני של אלון הגליל – קו שבר, גיר, קרטון וחתך הנארי.

קו שבר בכיוון השולט הכללי באזור, של צפון-מערב – דרום-מזרח, מבדיל בין מחשופים של פציאס הגיר ופציאס הקרטון של תצורת תמרת (איורים 2,3). נראות שלוש שכבות הנארי המכסה את הקרטון: הקרום הלמינירי, הנארי העליון הקשה והנארי התחתון הלווה. ניכרים גיוון רב וחוסר רגולריות במבנה הנארי המשקפים את השונות הראשונית הרבה של סלע הקרטון ואת חוסר ההומוגניות של מבנה הנארי עצמו.



1 meter topographic vertical distance

0 50 100 Meters

1:3500

1meter.apr
GIS Center 1998
Nir Herr

lithology (middle Eocene Timrat formation)

- ck** Variable chalk
- l/c** shallow or relict limestone layer on chalk
- lm** limestone
- lineaments**
- trees**
- roads**

The buildings in the center were built after the forest mapping

איור 3: מפת גאולוגית של אלון הגליל עם עצי יער-פארק אלון התבור

ב. תצפית לאגן נחל ציפורי

בחזית התצפית, מדרום לנחל ציפורי נראות גבעות נמוכות עם קטעי מחשופים של הקונגלומרט הנאוגני המכוסה נארי ויער אלון התבור. בין הגבעות קיימים שטחים נרחבים של שדות חקלאיים על קרקע קולובית-אלובית שנוצרה על הקונגלומרט. על גבעת אלון הגליל ומערבה, מצפון לנחל ציפורי, קיים בית הגידול האופייני של יער-פארק אלון התבור על קרטון של תצורת תמרת המכוסה בנארי. לכיוון דרום-מערב, מדרום לנחל, עובר יער הפארק למבנה של חורש על תצורת מראשה. מבט על המפה הגאולוגית הכוללת את שכבת היער של אלון הגליל (איור 3) מראה מספר מעברים מקרטון לגיר, כשמיקום עצי אלון התבור תואם את קטעי הקרטון.

ג. כיסי הקרקע ושורשי העצים

בהליכה לאורך "שכונת ה-40" של אלון הגליל נראית השונות הרבה שבסלע הקרטון, הכולל מעברים לגיר, קטעי גיר מוטבעים, שינוי נטיית שכבות, שברים קטנים וכו'. נראית בליה שונה של קטעי הגיר והקרטון, ושכבות הנארי המותאמות לשונות של סלע התשתית. קרקע שטחית מכסה חלק ממשטחי הנארי העליונים. **כיסי קרקע** מתפתחים על קוי חולשה, על שכבות נטיות, בצמוד לשברים קטנים וכו'. כיסי הקרקע מהווים מעין עציץ לשורשים (איור 4). רטיבות גבוהה במיוחד נשמרת בקו המגע בין הנארי העליון לנארי התחתון המכיל לעיתים פס של קרקע, בסדקים נוספים בשולי הכיס, בתחתית הכיס ובנקודות מתחת אבנים גדולות שבכיס. מערכת השורשים מורכבת מחלק עליון המפותח בתחתית הקרקע השטחית, ומחלק עמוק יותר המפותח בכיסי הקרקע כשהשורשים מתרכזים באתרים שצוינו שנשמרת בהם רטיבות עד סוף הקיץ.

לכל עץ יש לפחות כיס קרקע אחד. אפשר לראות את ההמשכיות ממשטחי הנארי הבולטים על פני השטח אל מתחת לשכבת הקרקע השטחית ואל כיסי הקרקע. המשכיות זו חשובה לצורך תנועת נגר תוך כדי ארועי גשם קלים אל הקרקע והשורשים.

ד. חתך קרקע הטרסה רוסה על אבן הגיר בקרחת היער (ליד המרפאה וליד מגרש המשחקים).

נראה חתך של קרקע טרסה רוסה חומה-אדומה שעומקה כ- 0.5 ס"מ המכילה אבני גיר כשריד של שכבת גיר שהתבלתה, וגיר סדוק בתשתית. בקטעים של קרקע זו אין עצים (קרחות יער), אין כיסי קרקע סגורים, והסלע אינו שומר על רטיבות. כאשר קרקע זו והאבנים שבתוכה מהווים רק שריד של שכבת גיר ובעומק של כ- 0.5 מ' מופיעה שכבת קרטון, ישנה אפשרות להופעה של עצים בודדים (איור 13).

ה. תחום היער ; קרחת על פני השטח ותחנות מדידה ("הריאה הירוקה").

נראה בבירור המעבר מקרחת יער על תשתית של טרה רוסה ואבני גיר מפורזות, אל יער המופיע עם המעבר למשטחי הנארי וקרקע הרנדזינה החומה-אדומה, הכהה יותר. מודגמת תחנת מדידה רציפה הכוללת בלוקי גבס שמודדים התנגדות חשמלית (המתורגמת לתכולת רטיבות), מדידת טמפרטורת קרקע ומדידות מטאורולוגיות שנתונייהם נרשמים בעזרת אוגר נתונים (Data logger). המדידה בקרקע השטחית (בעומק 20 ס"מ) מראה הבדל ברור במהירות ההרטבה ובקצב ההתייבשות של קרקעות הטרסה רוסה והרנדזינה באתרן בשדה. אירועי גשם קטנים בסתיו גורמים מיידית להרטבת הרנדזינה לעומת הטרסה המורטבת רק בעקבות אירועים גדולים יותר. הטרסה רוסה מגיעה למצב של רטיבות היגרסקופית* כבר באמצע הקיץ ואילו הרנדזינה שומרת על רטיבות מסויימת עד סוף הקיץ (איור 5). בעומק רב יותר נשמרת רטיבות גבוהה יותר. מדידות רטיבות נוספות שנעשו באזור (בשיטה הגרווימטרית המקובלת) מראות מגמות דומות ברטיבות של שתי הקרקעות.

תחנה 3. תצפית מעל כביש אלון הגליל- ביר אל מכסור

השטח נמצא מחוץ לתחום היער ואין בו צומח מעוצה כלשהו. אפשר לעקוב אחר קו מפריד התוחם את היער הטבעי שחוצה שטחים שבהם מימשי שימוש שונים (יער נטוע, שדות מעובדים, שטחי מרעה) בלי שיושפע אותו קו תוחם המבטא שינוי ליתולוגי. בחתך הכביש נראה פציאס הגיר של תצורת תמרר. נראות תופעות של גלישת סלע תוך היווצרותו. גלישות אלה עשויות להסביר חלק מהתופעה של נוכחות קטעי אבן גיר בתוך חתך הקרטון כפי שנראה באלון הגליל. בתוך סלע הגיר של השכבה שבנקודת התצפית נראים עורקי בריט ; בחציבות שנעשו באלון הגליל (במהלך בניית שכונה) נמצאו בולבוסי בריט. על האפשרות של השפעת Ba ויסודות אחרים על תפוצת היער ראה בהמשך.

מנקודת התצפית נראים גם מחשוף תצורת טקיה בביר אל מכסור ובכניסה לאלון הגליל.

תחנה 4. הסוללים : שכונת נוף אלונים ושמות יער הסוללים

בגבעת הסוללים מפותחים חורש אלון מצוי, בעיקר במפנה הצפוני לצד של קטעי יער-פארק של אלון התבור. בחתך הסלע שבתשתית החורש נראה קרטון אחיד למדי ורך יחסית של תצורת מראשה. בחתך הסלע-קרקע של יער הפארק נראה שוב המבנה המוכר של קרטון בלתי הומוגני המכוסה נארי וכיסי קרקע.

בהשוואת עקומי תאחיזה* של שני סוגי הקרטון (איור 6, עקומי הסוללים ואלון הגליל) נראה שתכולת הרטיבות ברוויה גדולה יותר בקרטון של תצורת מראשה (בדגימת הסוללים ; כתוצאה מהנקבוביות הגבוהה יותר של הקרטון הרך) וכתוצאה מכך האגירות ותחום המים הזמינים בסלע זה הינם גבוהים יותר. מבנה העקומים של סלעי הקרטון נובע מהיחס בין תחומי הקוטר של הנקבובים הנימיים בסלע. במתח יניקה נמוך אין יציאת מים מהנקבובים. עם הגדלת המתח (בהגיעו לערך פריצת אוויר*) יוצאים מים תחילה מהנקבובים הגדולים יחסית ועם עליית המתח בכסדר גודל אחד יוצאת כמעט כל כמות המים שבסלע. טווח יניקה זה תואם את תחום המתחים שהצמח יכול להפעיל לצורך יניקת מים.

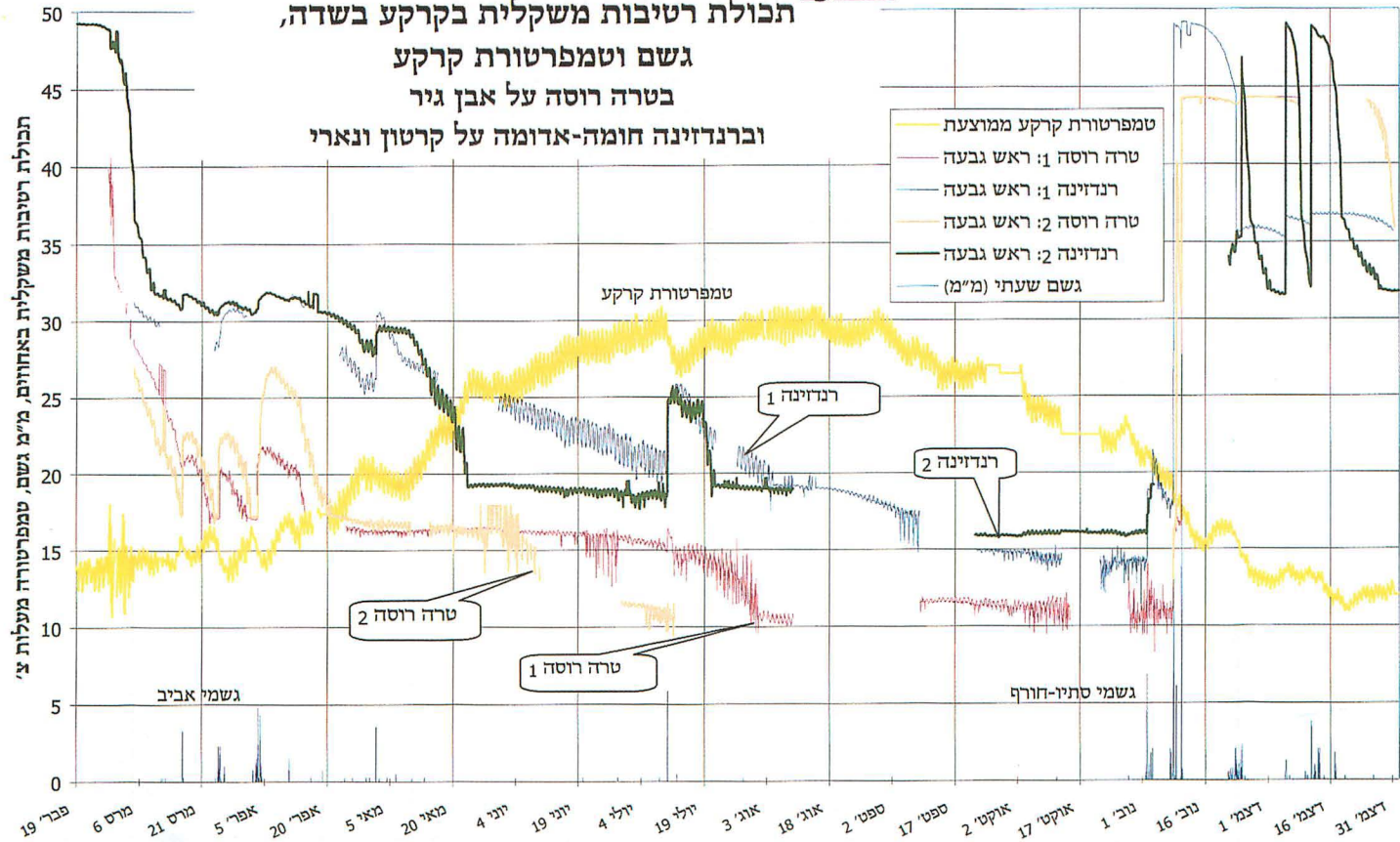
איור 5:

תכולת רטיבות משקלית בקרקע בשדה,

גשם וטמפרטורת קרקע

בטרה רוסה על אבן גיר

וברנדזינה חומה-אדומה על קרטון ונארי



ימים, 1995. צפיפות המדידה שעתית

בבית הגידול של אלון התבור, הקרקע וכיסי הקרקע מהווים את התווך שבו נמצאים השורשים. נפח הקרקע אינו מספיק לצריכת המים על ידי העצים ועיקר המים הנקלטים מגיע מנפח הסלע/איור 7). בתחילת העונה המים נקלטים מהקרקע בלבד. ערך פריצת האוויר הגבוה יחסית בקרטון של תצורת תמרת (איור 6, עקום אלון הגליל) מונע קליטת מים מהסלע עד שמתח המים בקרקע שבשולי הכיס מגיע ל- 1-3 בר". עם עליית מתח המים בקרקע מתחילה תנועת מים דרך הסלע בעקבות הפרשי פוטנציאלים* לכיוון הקרקע והשורשים. קצב התנועה המחושב תואם את קצב קליטת המים כפי שנמדד בעצים. נפח המים הזמינים* בקרטון גדול בהרבה מנפח המים הזמינים בקרקע, וכ- 90% מהמים הנקלטים בעצים בבית גידול זה מגיע מהסלע.

חורש אלון מצוי דורש אגירות גבוהה יותר מזו של יער הפארק של אלון התבור, והוא מותאם, לכן, לקרטון הנקבובי יותר שאגירותו גבוהה יותר.

תצפית בנסיעה: מגע באי התאמה של הקונגלומרט הנאוגני (תצורת אום סבוניהובית ניר) על המסלע האאוקני. באזור מחלף כעביה נראה קונגלומרט נאוגני וקרקע שהתפתחה עליו.

תחנה 5. גבעת חציר

הגבעה בנויה מחואר נאוגני (תצורת זירה) המונח על הקונגלומרט. נראים גם קטעי קונגלומרט בחלקו העליון של חתך החואר. החואר והקונגלומרט מכוסים בנארי שהוא רך מנארי הקרטון. בחתך הכביש ארעו גלישות חואר בחורף הגשום של 1991/2 ונשתלה צמחיה מייצבת.

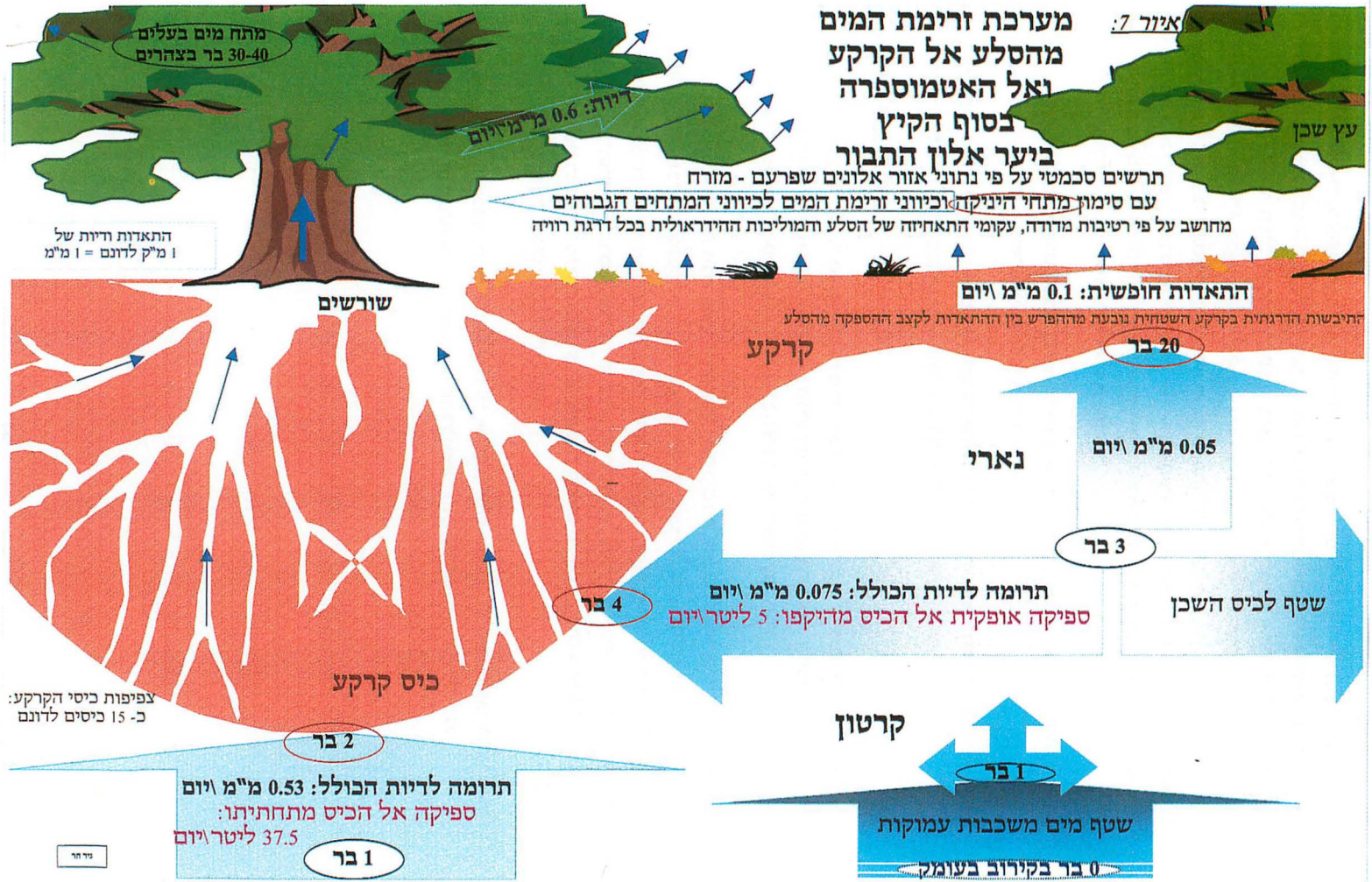
החואר מהווה בית גידול גבולי ליער אלון התבור באזור זה, כתוצאה מכמות נמוכה של מים זמינים בסלע ובקרקע. מגבלה זו ניכרת על מבנה העצים – הם קטנים/איור 8, שים לב לגודל העצים בהשוואה לגבעה האאוקנית השכנה) ונכנסים מוקדם לשלכת. בדיקת הרטיבות בקרקע במהלך הקיץ מצביעה על התיבשות קרקע הרנדזינה הגירנית, הקיימת כאן, במידה רבה מזו של הרנדזינה החומה שעל הקרטון האאוקני. מדידת מתח המים ומשתנים נוספים של משק המים בעצים מראה מצב של עקה גבוהה במיוחד בעצים של בית גידול זה.

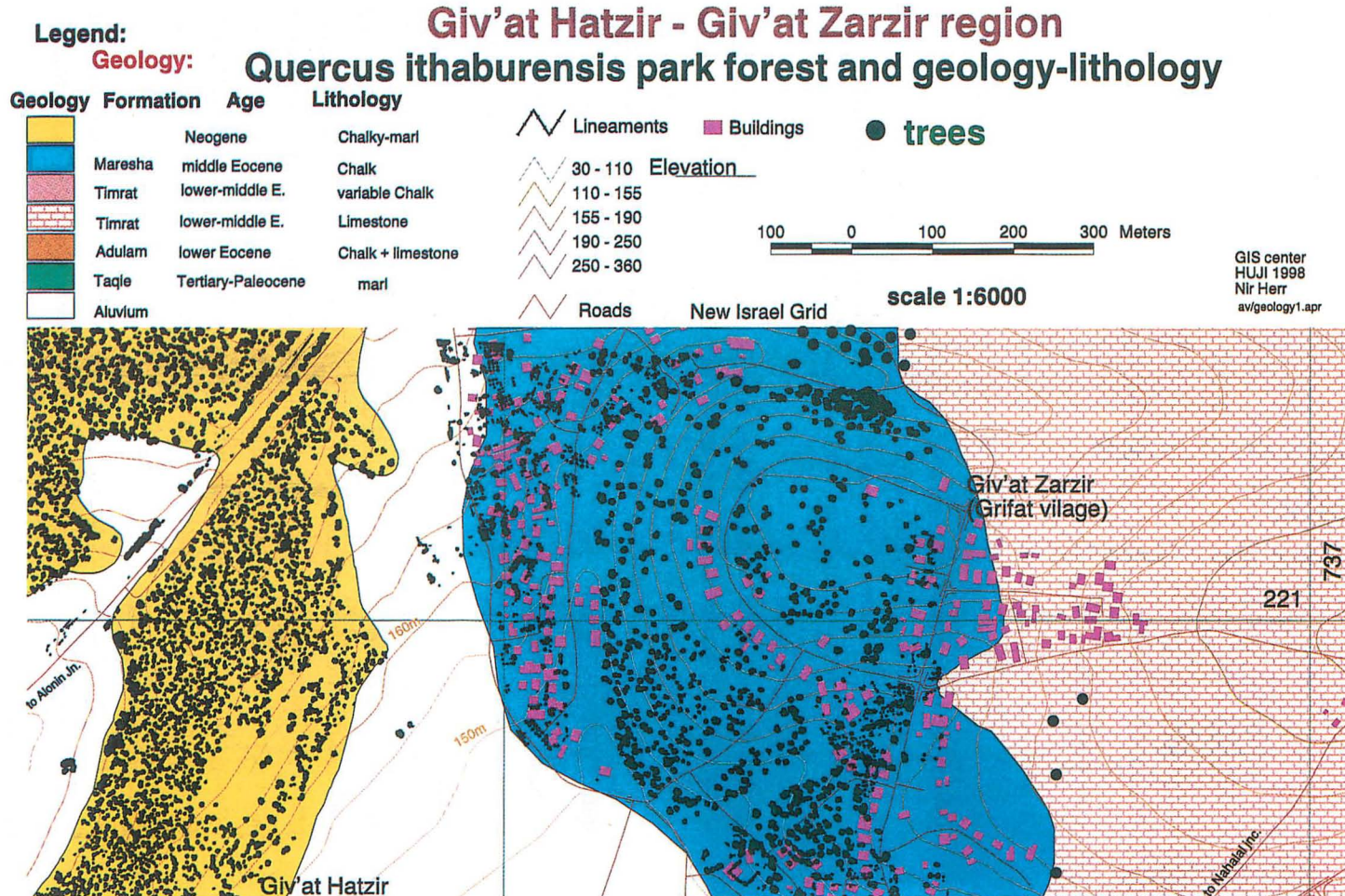
תצפית בנסיעה: בנסיעה מזרחה חולפים על פני קטע נוסף של יער על נארי-קרטון (בכפר גריפת [גבעת זרזיר] וסביבתו) ועוברים לאזור החשוף על פציאס הגיר של תצורת תמרת (איור 8).

איור 7:

מערכת זרימת המים מהסלע אל הקרקע ואל האטמוספירה בסוף הקיץ ביער אלון התבור

תרשים סכמטי על פי נתוני אזור אלונים שפרעם - מזרח עם סימון מתחי היניקה וכיווני זרימת המים לכיווני המתחים הגבוהים מחושב על פי רטיבות מדודה, עקומי התאחיה של הסלע והמוליכות ההידראולית בכל דרגת רוויה





תחנה 6. ערב אל היב (בית זרזיר) – תצפית לגבעת אלה וסביבתה

המיקום הוא אזור פציאס הגיר של תצורת תמרת. נראה השטח החשוף ללא יער על פציאס זה, ונראים מעברים חדים לקטעי יער בעקבות שינויי מסלע על קוי שבר. בחלק הנמוך של החתך נראית תצורת עדולם (אאוקן תחתון).

ניסוי נביטה של אלון התבור שנערך באזור של פציאס הגיר בהשוואה לפציאס הקרטון הראה הישרדות נמוכה של עצים צעירים בבית גידול זה. נראו סימני חסר בעצים ובדיקת הרכב העלים הצביע על קושי בקליטת K ו-P (מיסודות ההזנה החשובים) וקליטה בלתי מבוקרת של Cu ו-Al (יסודות בעלי השפעה רעילה). בדיקת הרכב הקרקעות באזור (הר, 1996; אילני, לא פורסם) מאשרת שאכן קיימים ריכוזים נמוכים במיוחד של K ו-P בקרקע זו וריכוז Cu גבוה במעט. השפעה שלילית של יסודות קורט נוספים (כמו למשל Ba שהוזכר לעיל והובעה השערה שיש לו השפעה שלילית) לא הוכחה. נראה שהשפעת ההרכב הכימי בקרקע על הצלחת הצומח הינה משנית והיא באה לידי ביטוי במצבים של עקת מים בקרקע.

תצפית בנסיעה: נסיעה דרך הכפרים עידאת (גבעת בר) ומזאריב (מכפרי בית זרזיר). מבט על הקונגלומרט הנאוגני במקומות הנמוכים.

תחנה 7. מזאריב (בית זרזיר)

רצועה צרה של יער הפארק אלון התבור בתוך אזור של חורש, המציינת תנאי מסלע השונים מסביבתה. התשתית במקום זה היא קרקע שהתפתחה על קונגלומרט נאוגני כשמתחתה סלע קרטון אאוקני. נוצר מצב של דמוי כיסי קרקע על קרטון. בשולי הרצועה, על קרטון כמעט ללא קרקע, קיימות גריגה* צפופה של אלת המסטיק. בחפירות שנעשו לצורך המחקר אפשר לראות את ההבדלים במבנה חתך הסלע-קרקע-שורשים.

מבט לאגן הנאוגני המשתרע בחלק הנמוך טופוגרפית, עד לגובה של כ- 180 מ' מעל פני הים וכולל את גבעת חציר החוארית, גבעות קטנות הבנויות קונגלומרט עם כיסוי של יער-פארק אלון התבור, וקונגלומרט בחלק התחתון של מדרונות גבעות זרזיר האאוקניות. בוצע שחזור מקורב של קו החוף של תצורת כידה ושל מערכת הניקוז הנאוגנית באזור זה.

חינוך למדעי הסביבה, כולל נושאי גאולוגיה. יוצגו עבודות גמר שנעשו על ידי תלמידי תיכון זרזיר בנושאי סלע-קרקע-יער שסייעו רבות להבנת המערכת באזור.

תחנה 8. מדרון תמרת

א. חורש אלון מצוי במפנה הצפוני על תשתית של תצורת מראשה. מבט על חדירת שורשי אלון מצוי דרך סדקי סלע הקרטון.

ב. בחלקת "המרובע". זהו שם מקומי לרחבה שבה נפגשים 3 ואדיות הממשיכים בואדי אחד. תואי הואדיות מוכתבים בחלקם על ידי קוי שבר והואדי המרכזי שימש כפי הנראה קו ניקוז גם בנאוגן. הסלע קרטון אאוקני, קיימת התפתחות של מעין כיסי קרקע ונוכח יער-פארק של אלון התבור. עם התמעטות הקרקע במעלה המדרון מתמעטים עצי אלון התבור ומתרבים שיחי אלת המסטיק.

ג. בשכונה הצפונית של הישוב תמרת. המקום הוא המשך המדרון של חורש אלון מצוי. נראה חתך בסלע של תצורת מראשה הדומה לחתך בחורש בתחנת הסוללים. מנקודת תצפית זו נראים בתי הגידול השונים: חורש אלון מצוי, יער-פארק אלון התבור, גריגת אלת המסטיק, וכלפי צפון – האזור החשוף ללא יער על פציאס הגיר של תצורת תמרת. על פי נטית השכבות ביחס לטופוגרפיה, אפשר לראות שההבדל בין בתי הגידול נובע ממעברים בין תצורות ושכבות ופחות מסיבות טופוגרפיות.

סיכום והשלכת העקרונות לאזורים אחרים. העקרון החשוב שנלמד כאן הוא שתפוצת עצי היער והחורש העיקריים נובעת בעיקר מכמות המים הזמינים העומדת לרשותם במערכת הקרקע והסלע, והאפשרות הפיסיולוגית של המינים השונים לנצל מים אלה. מאגר המים העיקרי באזור הסיוור הוא בסלע הקרטון, והתכונות ההידראוליות של הסלע הם הגורם המכריע לתפוצה ולמצב העצים. בתצורת תמרת הגירית אין אגירות של מים בסלע, שכבת הקרקע רדודה למדי ואין אפשרות לקיום של עצים. על הגיר והדולומיט של חבורת יהודה בשדרת ההר המרכזית ובכרמל, אין תרומת מים של הסלע, אך הצמחים נהנים מקרקע עמוקה מתחת לאזור ההתיבשות בקיץ. ההתאדות הפחותה באזורים ההרריים מאפשרת צריכת מים נמוכה יחסית והאגירות שבנפח הקרקע מספיקה לקיום של חורש באותם אזורים.

מערכת הסלע-נארי-קרקע באזור זה הינה מורכבת ובעלת גורמי שונות רבים כשכל נדבך מוסיף למורכבות המערכת. הצומח מגיב לגורמי שונות אלה ולימוד הקשר שבין הצומח לגורמי התשתית מאפשר להעריך את תכונות התשתית ולסייע במיפוי של היבטים שונים.

מילון מונחים

אגירות (storativity). נפח המים (או נוזל או גז כלשהו) המאוחסן בנפח של תווך (בסלע נקבובי למשל) במצב רוויה. שווה לנפח הנקבובים בגוף התווך.

ב_r יחידת מדידה של לחץ או מתח. שווה ללחץ עמוד מים של 10 מ'. שווה בקירוב ללחץ של 1 אטמוספירה. מתחים נמוכים מקובל להציג במ' (ע"פ גובה עמוד המים השווה ללחץ). כך לדוגמא 0.1 בר = 1 מ' (ראה הסקלה האנכית של איור 6)

גירניות (Calcareous) ביטוי לאחוז הפחמות האי אורגניות בקרקע. מבוטא במספרי אחוזים או בדרגת הגירניות.

גריגה (garriage) צורת צומח פתוחה של שיחים ירוקי עד בעלי עלים גלדניים בגובה 0.5-1.5 מ', עם קומה תחתונה המורכבת מבני שיח ועשבונים. הצורה נפוצה סביב הים התיכון.

דרגת רוויה (effective saturation) היחס של תכולת הרטיבות הנמצאת בקרקע או בסלע במתח נתון אל הרטיבות שבמצב רוויה. מבוטאת בשבר עשרוני מתוך השלם.

חברת צמחים הרכב של מיני צמחים הכולל צמח או צמחים שולטים וצמחים מלוים, החוזר על עצמו באותם יחסים בקירוב בתנאים אקולוגיים דומים בדרך כלל. נקרא על שם הצמח השולט ולעיתים על שם צמח נוסף שהוא השני בחשיבותו או שמאפיין במיוחד את החברה.

חורש (maquis) צורת צומח צפופה של עצים קטנים ושיחים ירוקי-עד בעלי עלים גלדניים שגובהם 1-3 מ', עם שכבה תחתונה של שיחים נמוכים בגובה 0.5-1.5 מ', עשבים רב שנתיים ומטפסים. החורש נפוץ באזורים ים-תיכוניים.

יער-פארק (park-forest, woodland) יער מרווח שנופי העצים בו אינם נוגעים בדרך כלל אחד בשני.

מוליכות הידראולית תכונה של תווך (קרקע, סלע) המבטאת את קצב העברת המים דרכו. מבוטא בערכי דרך לזמן (dx/dt). קבוע המוליכות ההידראולית של הקרקע הוא שטף* המים המתקיים כאשר מפל הפוטנציאלים* (ביחידות גובה; ראה לעיל בערך בר*) לאורך דרך הזרימה הוא 1:1 ($dh/dx=1$). כשהתווך אינו רווי, יורדת המוליכות הבלתי רוויה בקצב לוגריתמי ביחס לירידת דרגת הרוויה*.

מים זמינים ראה קיבול שדה, נקודת כמישה, מים זמינים

מפנה הכיוון אליו פונה המדרון. מונח מקובל בשימוש בגאובוטניקה. הבדלים בצומח הגדל במפנים השונים נובעים בעיקר מהעובדה שבמפנה הצפוני זווית קרינת השמש נמוכה מזו שבמפנה הדרומי, וכתוצאה מכך, מפנה זה מתחמם פחות ונשמרת בו רטיבות גבוהה יותר.

סלע תשתית סלע הנמצא בתחתית חתך הקרקע, ובמרבית המקרים שימש כחומר מוצא עיקרי ליצירת הקרקע (חומרי מוצא נוספים: שכבות סלע שונות בהרכבן שהיו בעבר מעל לשכבת סלע זו, ואבק איאולי).

עקום תאחיזה (retention curve) עקום המתאר את מתח היניקה בקרקע או בסלע כפונקציה של תכולת הרטיבות המתקבלת בתהליך של התייבשות. מקובל להציג את העקומים בסקלה לוגריתמית בערכי pF (ראה איור 6).

ערך פריצת אוויר מתח היניקה שבו מתחיל להכנס אוויר לנקובים של תווך (סלע, קרקע) רווי. במתחים נמוכים יותר התווך ברוי ומכאן מתחיל תהליך של התייבשות.

פדולוגיה תורת הקרקע. **פדוגנזה**: תהליך הווצרות הקרקע.

פוטנציאל מצב אנרגטי המבוטא במידות של לחץ. פוטנציאל שלילי מבוטא מתח. מתח מים או מתח יניקה בקרקע או בצמח ניתן למדידה, והמים בכל מערכת ינועו מהפוטנציאל הגבוה אל הפוטנציאל הנמוך (ממתח נמוך למתח גבוה).

קיבול שדה, נקודת כמישה, מים זמינים מצבים של רטיבות קרקע. **קיבול שדה**: הרטיבות לאחר התנקזות מי הכובד אחרי גשם; אינו מצב מדויק אך לצרכים מעשיים מוערך כרטיבות במתח קרקע של 1/3 בר. **נקודת כמישה**: רטיבות הקרקע במצב שבו צמחים אינם יכולים לקלוט ממנה מים יותר; מוערך כמתח מים של 15 בר לגידולי תרבות. **מים זמינים**: ההפרש בין נקודת הכמישה וקיבול השדה.

רטיבות היגרוסקופית (hygroscopic coefficient) מצב של רטיבות קרקע בסיום של תהליך התייבשות טבעית במגע עם האוויר החופשי. הרטיבות הנותרת היא של מים הספוחים בעיקר לחלקיקי החרסית.

שטף מים (flux, flow) קצב התקדמות המים דרך תווך מבוטא בערכי דרך לזמן (dx/dt) (שונה ממהירות זרימת המים בנקובים). הוא מהווה מכפלה של המוליכות ההידראולית* (k) בהפרש

הפוטנציאלים* (dh/dx) עפ"י חוק דרסי $(q = k dh/dx)$. ספיקה (*discharge*): שטף המים העובר דרך שטח חתך מוגדר = נפח ביחידת זמן.

שלטון, צמח שולט ראה חברת צמחים.

תמיסת הקרקע המים במערכת הקרקע המכילים מרכיבים מינרליים ואורגניים מומסים. גם התמיסה המתקבלת במיצוי מימי של הקרקע מכונה תמיסת הקרקע (תוך ציון היחס המשקלי שבין המים והקרקע בתערובת שהוכנה למיצוי).

ספרות

- אבישי מ., 1967. מחקר טקסונומי-גאוגרפי באלונים של המזרח הקרוב. עבודת גמר לתואר מוסמך, המחלקה לבוטניקה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- איג א., 1935. מחקר היסטורי פיטוסוציולוגי על יערות האלון בארץ ישראל בהווה ובעבר. הטבע והארץ, ג' (ב): 115-127; (ד): 209-215; (ה): 328-334.
- אלוני ר., 1968. צומח הגליל התחתון. עבודת גמר לתואר מוסמך, המחלקה לבוטניקה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- בוכבינדר ב., מימרן י., בנימיני ח., גבירצמן ג., 1986. גלישות סדימנטים פלגיים בחלק העליון של מדרון היבשת האוקני באזור השפלה. החברה הגאולוגית הישראלית, כנס מעלות מאי 1986, חוברת הכנס עמ' 14.
- ברוך א., 1986. שינויי אקלים באזור הבקע ברבעון המאוחר לאור המחקר הפליולוגי (מאספי גרגירי אבקה). רותם, 20: 135-139.
- ברוך א., 1987. עדות פלינולוגית להשפעת האדם על הצומח באזור הכנרת ב- 4000 השנים האחרונות. רותם 22 + חלמיש 5 (חוברת משותפת): 18-20.
- בר-מטוס מ., אילון א., קאופמן א., 1998. פליאואקלים במזרח הים התיכון במשך 60,000 השנים האחרונות כפי שמשתקף במשקעי מערת שורק. החברה הגאולוגית הישראלית, כנס מצפה רמון, חוברת הכנס עמ' 14.
- גבירצמן ג., 1970. חבורת סקיה (אאוקן מאוחר עד פלייסטוקן מוקדם) במישור החוף והשפלה, ישראל. המכון הגאולוגי, דו"ח מס' OD/5/67.
- גולדברג א., 1958. מחקר לבעיות הנארי בישראל ובעיקר בעמק יזרעאל המזרחי. עבודת דוקטור, המחלקה לגאולוגיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- גרינברג י., 1962. הגאולוגיה של אזור כפר החורש - עילוט. עבודת גמר לתואר מוסמך, המחלקה לגאולוגיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- הר נ., 1996. השפעת הרכב היסודות בקרקע ובסלע ברמת מנשה ובתצורות האאוקניות באזור על תפוצת עצי אלון התבור. דו"ח מסכם, מוגש למדען הראשי, רשות שמורות הטבע.
- הר נ., 1998. מסלע וקרקע כגורם אקולוגי ביער אלון התבור באזור אלונים-שפרעם. עבודת גמר לתואר מוסמך, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- זהרי מ., 1955. גאובוטניקה. הוצאת ספרית פועלים.
- כפרי א., 1995. מערכות ניקוז יבשתיות נאוגניות ורביעוניות בגליל התחתון בין הבקע לים התיכון. החברה הגאולוגית הישראלית, כנס זכרון יעקב מרס 1995, מדרוך סיורים: סיור מס' 1 עמ' 1-11.
- לוי י., 1979. שפרעם - מפה גאולוגית ומפה סטרוקטורלית. הוצ' המכון הגאולוגי.
- ניר ד., 1970. גאומורפולוגיה של ארץ ישראל. הוצאת אקדמון, ירושלים.
- סיון ד. דובינסקי ש. רבן א., למבק ק., 1998. עדויות ארכיאולוגיות מחופיה הים תיכוניים של ישראל, לשינויים במפלס הים בחולוקן. החברה הגאולוגית הישראלית, כנס מצפה רמון, חוברת הכנס עמ' 58.

- פלכסר ע., 1959.** הפליאוגאוגרפיה של הסנון והמסטרסכט בצפון ישראל. עבודת דוקטור, המחלקה לגאולוגיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- קורנגרין ד., 1993.** נסיגת הים האאוקני בערבה. עבודת גמר לתואר מוסמך, המחלקה לגאולוגיה, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.
- קישון ר., 1982.** סגוריה על התורכים - מחקר על השמדת יער אלון התבור בשרון הדרומי. ליערן 50-53: 32.
- רבינוביץ ד., 1954.** הגיאולוגיה של אזור קישון-נטופה. עבודת גמר לתואר מוסמך, המחלקה לגאולוגיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- רבינוביץ-וין א., 1986.** סלע-קרקע-צומח בגליל. הוצאת הקיבוץ המאוחד ורשות שמורות הטבע.
- שהרבני מ., 1992.** השפעת התנאים הסביבתיים על הווצרות הנארי בישראל. עבודת גמר לתואר מוסמך, המחלקה לגאוגרפיה, אוניברסיטת בר אילן.
- שולמן נ., 1962.** הגאולוגיה של עמק הירדן המרכזי. עבודת דוקטור, המחלקה לגאולוגיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- שילמן ב., לוז ב., אלמוגי-לבין א., בר-מטיוס מ., 1998.** שינויים בפליאואאוקינוגרפיה של מזרח הים התיכון בהולוקן המאוחר עפ"י איזוטופים של חמצן. החברה הגאולוגית הישראלית, כנס מצפה רמון, חוברת הכנס עמ' 92.
- שליב ג., 1991.** שלבים בהתפתחות הטקטונית והוולקנית של האגן הנאוגני בגליל התחתון ובעמקים. מבוסס על עבודת דוקטור באוניברסיטה העברית. המכון הגאולוגי דו"ח GSI91/11/.
- שפר א., 1990.** על כריתת יער אלון התבור בגבעות טבעון במלחמת העולם הראשונה. גבעות אלונים-טבעון נוף ואדם בעריכת י. שורר וא. שפר, הוצאת החברה להגנת הטבע ומשרד החינוך והתרבות.
- Greenberg Y., 1963.** The Geology of Kfar Hahoresht-Illut region. *Isr. J. Earth Sci.* 12.
- Kafri U., 1997.** Neogene to Quaternary drainage system and their relationship to young tectonics: lower Galilee, Israel. *Report GSI/1/97, Geological Survey of Israel, Jerusalem.* pp. 50.
- Picard L., 1936.** Conditions of underground water in the western Emeq. *Hebrew Univ. Jerusalem, Geol. Dep. Bull.* 1, 24 p.
- Sneh A., 1988.** Regional lithostratigraphy of the eocene Avdat group, Israel. *Report GSI/26/88.*
- Yaalon D. H., Singer S., 1974.** Vertical variations in strength and porosity of calcrete (Nari) on chalk, Shefela, Israel, and interpretation of its origin. *J. of Sedimentary Petrology*, 44: 1016-1023.
- Zohary M., 1973.** Geobotanical foundations of the Middle East. *Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Amsterdam.* 683 pp.

מחצבות - תכנון הפעלה נטישה ושיקום

יעקב מימרן ואלכס ורשבסקי

יחידת המכרות, משרד התשתיות הלאומיות

מטרת הסיור להציג נושאים שונים הקשורים בכריה וחציבה ומטופלים ביחידת המפקח על המכרות במשרד התשתיות הלאומיות ובקרבן לשיקום מחצבות. הצגת הנושאים תיערך באמצעות ביקור באתרים שונים בגליל. להלן פירוט הנושאים והאתרים שנבחרו להדגמתם (ציור 1):

1. איתור שטח מתאים למחצבה כחלופה לאתר הר גרשום (המאוסר "על תנאי" בתמ"א 14 תכנית מתאר ארצית לכרייה ולחציבה) .
2. מחצבה פעילה - מחצבת חנתון המופעלת על ידי חברת פיוניר.
3. מחצבה עזובה בלתי משוקמת.
4. מחצבה משוקמת - שלב א' - מחצבת נשר בק"מ ה- 4.5.
5. מחצבה משוקמת - שלב ב' - מחצבת כרמיאל.
6. קבורה בקומות במחצבה נטושה - חרבת טורית .

הערה: סדר הצגת הנושאים הינו מתודי . סדר הביקור באתרים ייקבע בהתאם לשיקולים לוגיסטיים .

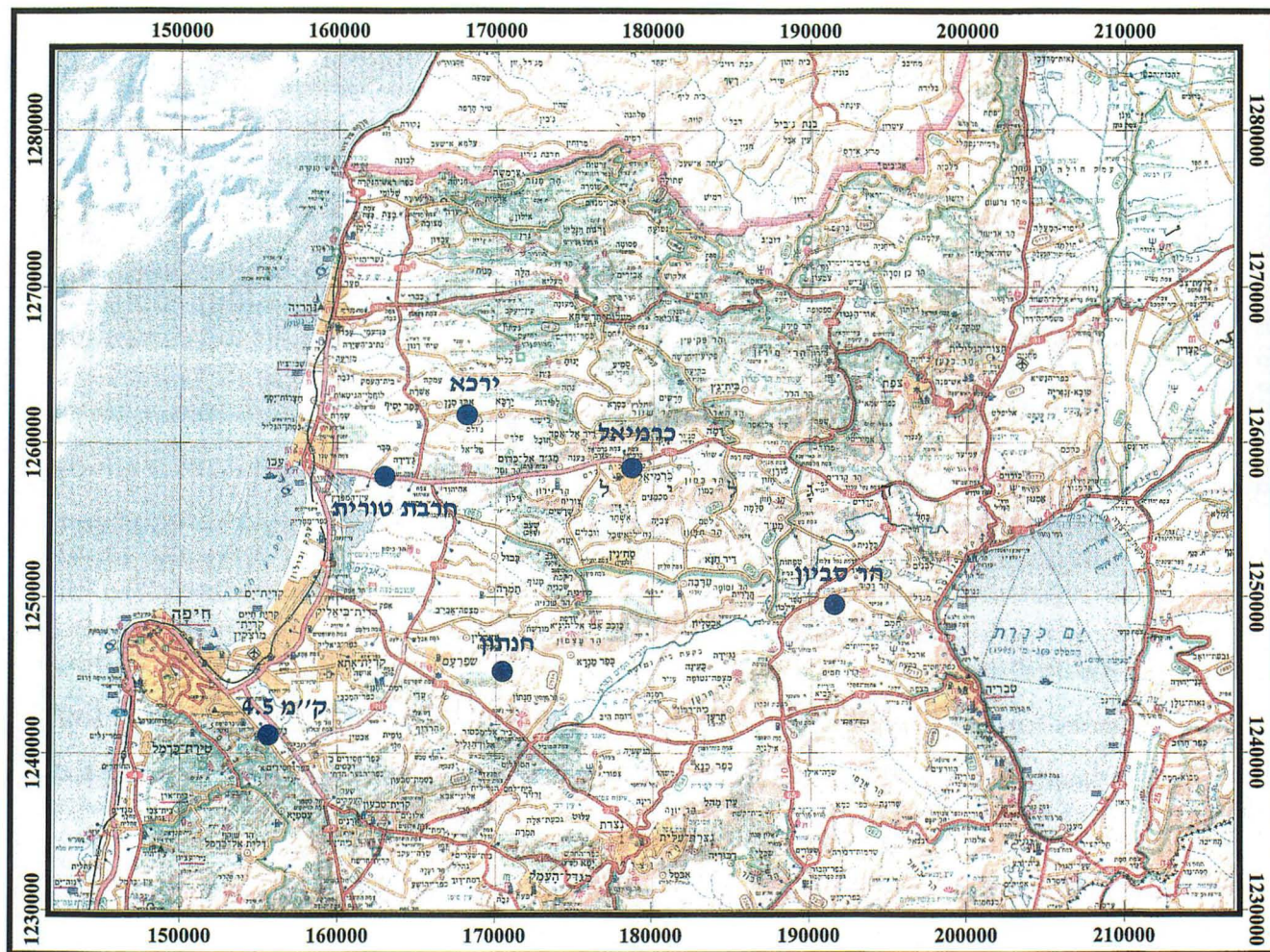
להלן פירוט הנושאים:

1. איתור שטח מתאים לפתיחת מחצבה

הר סביון

בתמ"א 14 החלקית למחוז הצפון נכלל אתר הר גרשום, הנמצא מערבית לעמק החולה. לגבי אתר זה מפרטות הוראות התמ"א כדלהלן: "במהלך שנה אחת מיום אישור התכנית תבדוק ועדת מעקב חלופות לאתר במידה וימצא אתר חלופי, יבוטל אתר הר גרשום".

באמצעות מערכת המידע הגיאוגרפי (GIS) ביחידת המכרות נסרק הגליל על מנת לבחור אתר חלופי. הבדיקה כללה 115 אתרי גיר ודלומיט הכלולים בסקר פוטנציאל חומרי הגלם של המכון הגיאולוגי, מקו רוחב 245 צפונה ומן הים התיכון עד הירדן. מתוכם נבחרו 67 אתרים אשר בהם איכות החומר מעל בינונית והעתודות בכל אחד מעל 100 מיליון טון. המשך מיון האתרים



ציור 1. מפת תחנות הסיור

נעשה לאור המגבלות התכנוניות והנתונים הבאים: שטחי אש, שמורות טבע, שטחי יער ואתרי כרייה ו/או חציבה על פי תמ"א 14. לאחר שלב זה של הניפוי נותרו 10 אתרים.

בשיתוף פעולה של נציגים ממינהל התכנון במשרד הפנים, מינהל מקרקעי ישראל, הרשות לשמירת הטבע והגנים הלאומיים, המשרד לאיכות הסביבה, החברה להגנת הטבע ומשרד התשתיות הלאומיות נבחנו עשרת האתרים על פי הקריטריונים הבאים: כמות החומר ואיכותו, ייעודי קרקע בתכנית המחוזית, נוף וסביבה, קירבה ליישובים, מיקום ביחס לצרכנים ולמרכזי הצריכה ובעלויות קרקע. מתוך האתרים נותרו חמישה ל"סיבוב הגמר" (ציור 2) אשר בו הם נבחנו בקפדנות רבה על פי קריטריונים גיאולוגיים וסביבתיים שונים אשר לכל אחד מהם יינתן משקל וציון. בסופו של התהליך המורכב ייקבע אם ואיזה אתר עשוי להחליף את אתר הר גרשום בתמ"א 14.

לצורך הדגמת הנושא נבחר אתר הר סביון הנמצא מדרום לצומת נחל צלמון (ציור 3) בסיוע באתר ייסקרו יתרונותיו וחסרונותיו בתחומים שונים: המיקום, טיב וזמינות האבן עתודות ומטרדים סביבתיים.

2. מחצבת חצץ פעילה

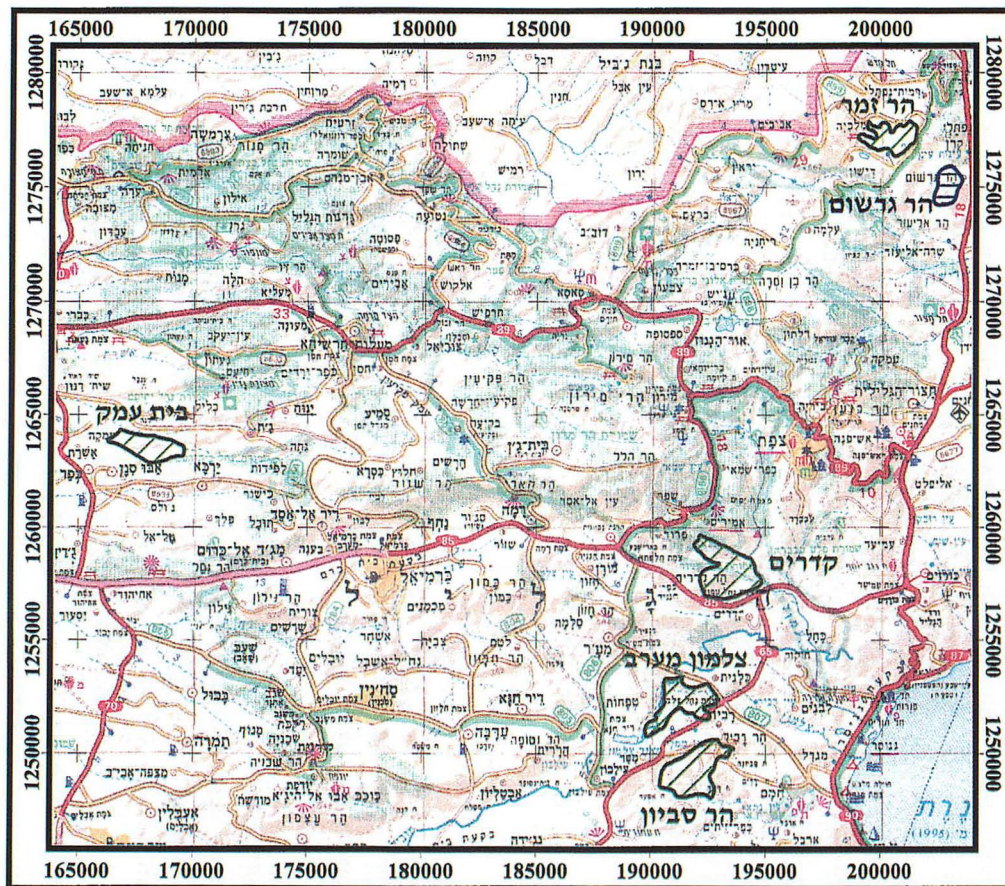
מחצבת חנתון (ציור 4)

מחצבת חנתון הינה מחצבת חצץ מהגדולות בארץ. המחצבה נמצאת בהר חנתון, ליד שפרעם, בתחום המועצה האזורית משגב. היא מפיקה דולומיט הנגרס לחצץ מסוגים שונים ומופעלת על ידי מחצבות פיוניר (ישראל) בע"מ.

המחצבה החלה לפעול בשנת 1986 בשטח תוכנית של 540 דונם הכולל שטחי חציבה, מתקנים ואיחסון. התפוקה השנתית של החצץ כ- 2.5 מליון טון והוא משמש למפעלי בטון ואספלט, כמצע לכבישים ומסילות ברזל ועוד. המחצבה עומדת בכל דרישות הבטיחות על פי חוקי העבודה הנהוגים בישראל ועל פי נהליה המחמירים של החברה. כמו כן נעשה תסקיר השפעה על הסביבה והמחצבה עונה על כל הדרישות בהתאם לתקנות למניעת מפגעים.

במסגרת הדיון על נושא מחצבות פעילות יוצג גם השימוש בתצלומי אוויר מיושרים (אורתופוטו), ובתוכנת מחשב לצורך בדיקת חריגות מתוכניות החציבה המאושרות וחישוב התפוקות. על תצלום אוויר מיושר שורטטו באמצעות מערכת ה-GIS גבולות תוכנית של מחצבה הכלולה בה ניתן להבחין בקיומה של פעילות חציבה החורגת מגבולות אלה (ציור 5), מסיבות מובנות הושמטו אלמנטים מזהים כמו רשת הקואורדינטות.

מחצבה אחרת נבחרה לצורך הדגמת חישוב נפחי החציבה (ולפי הנפחים והמשקל הסגולי ניתן בקלות לחשב התפוקות במשקל). חישוב הנפח נעשה על פי נתונים ספרתיים של מדידות בהפרש של שנתיים, וביישום תוכנת מחשב המעבדת את הנתונים להפרשי הנפח בין שני פני השטח בזמן ביצוע שתי המדידות (ציור 6). גם כאן הושמטו אלמנטים מזהים.



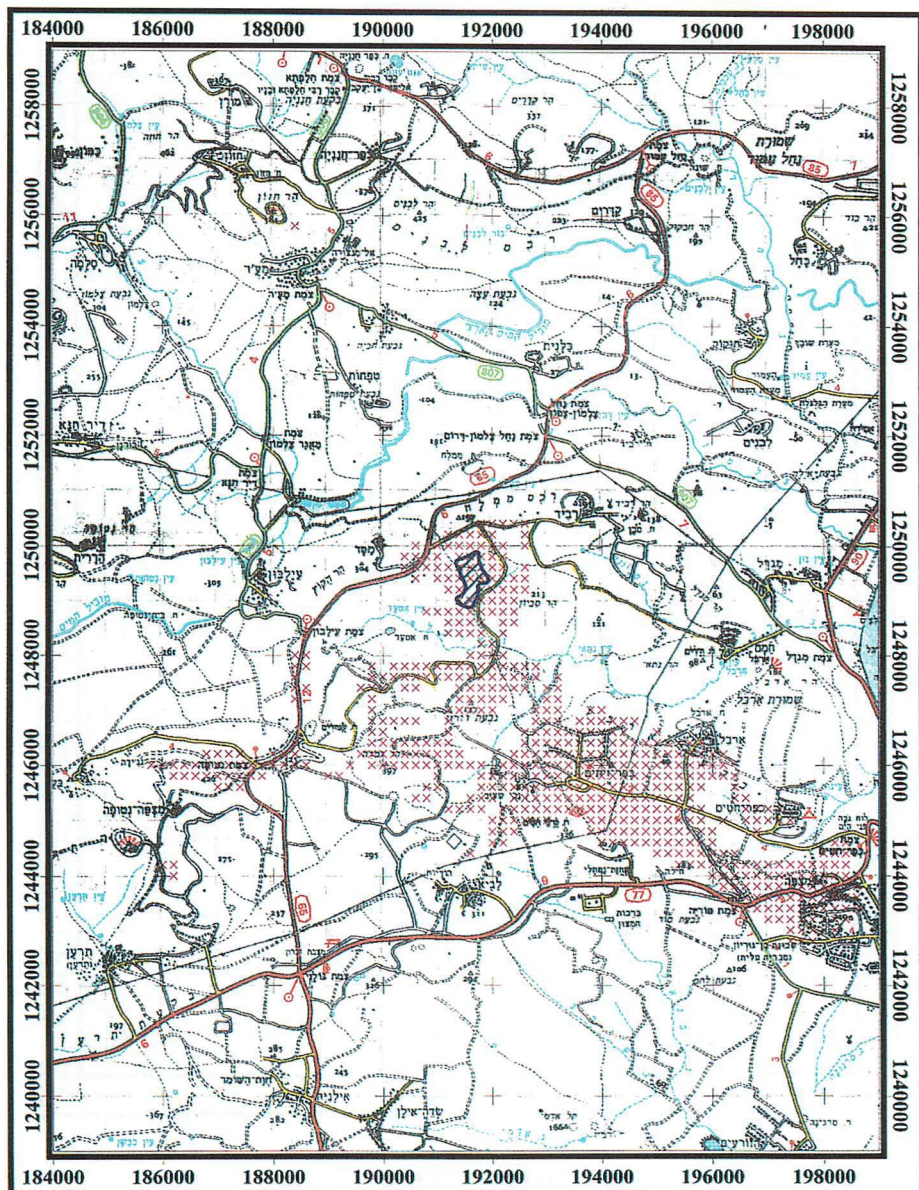
חלופות מועדפות לאתר הר גרשום

הר גרשום, תמ"א 14

ציור 2. חלופות מועדפות לאתר הר גרשום

נבחרו מתוך סקר פוטנציאל חומרי גלם של המכון הגיאולוגי

ציור 3. מפת נצפות של אתר הר סביון



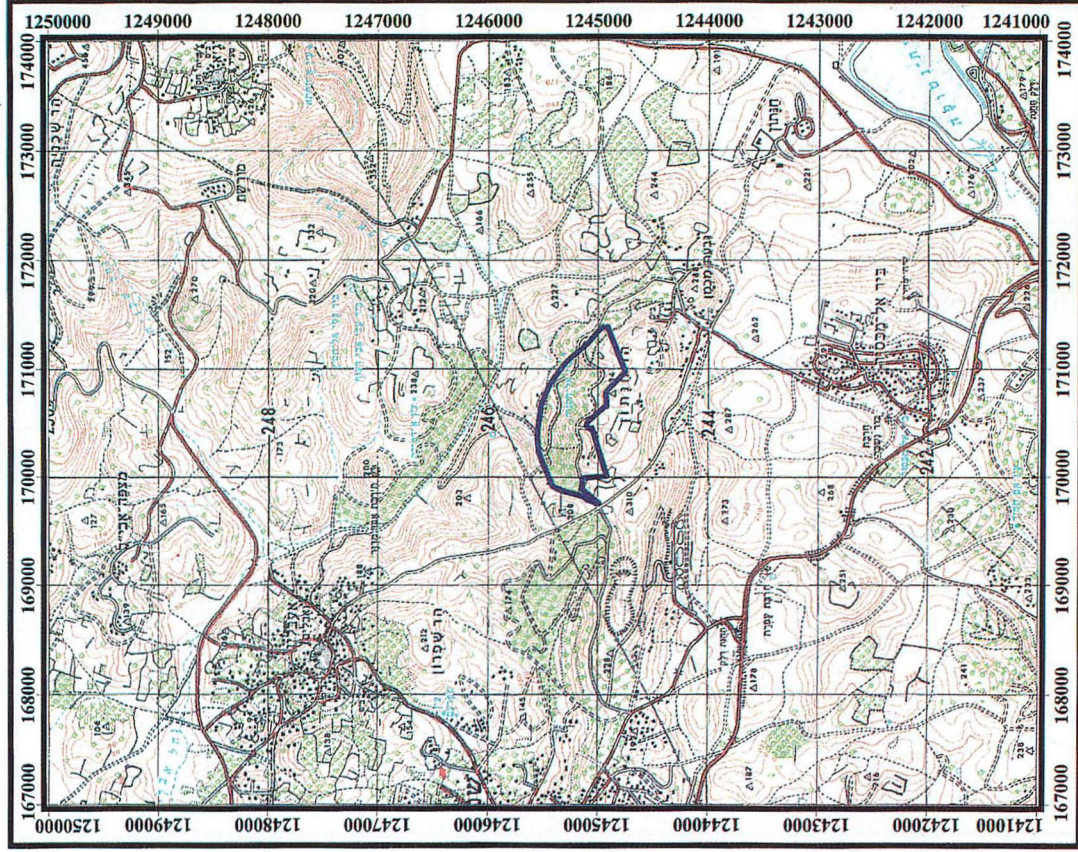
שטח נצפה מהאתר



אתר מוצע



ציור 4. מחצבת חנתון



גבול תב"ע ג/5068 

ציור 5. הדגמת שילוב של תחום תכנית מאושרת לחציבה

עם אורטופוטו במחצבת אבן

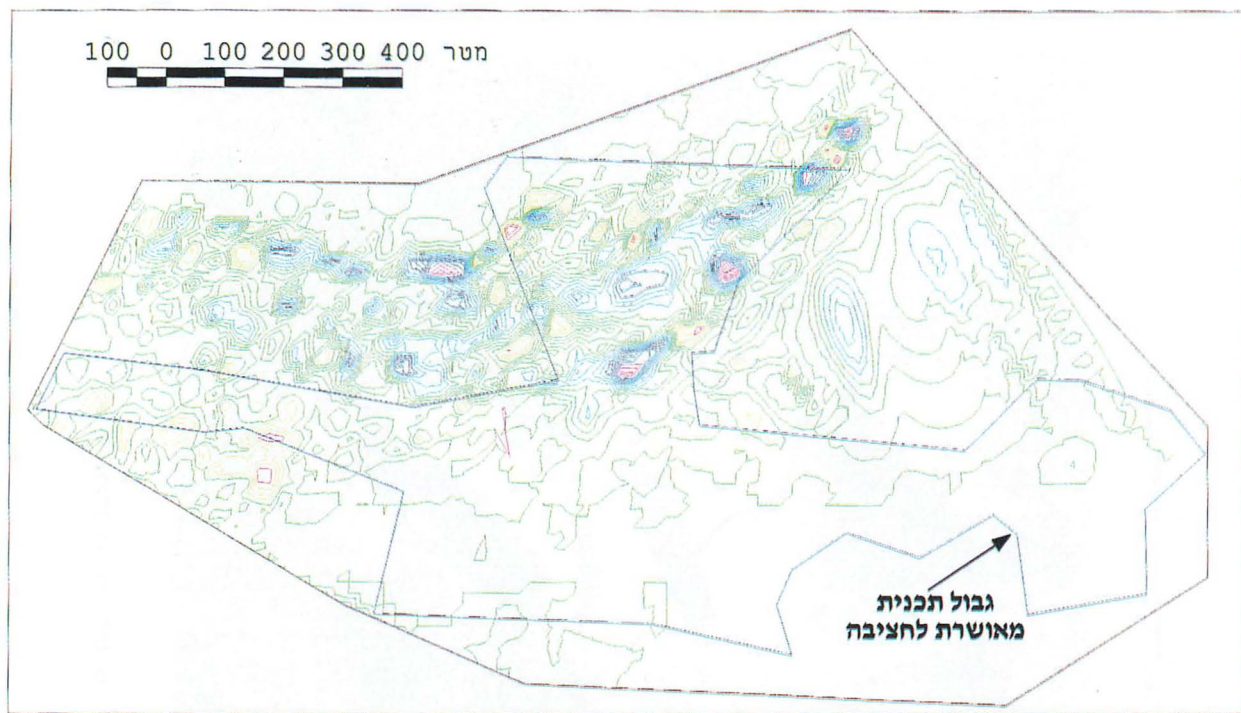
(רשת הקואורדינטות הושמטה במתכוון)

מטר 100 0 100 200 300 400



תחום תכנית מאושרת לחציבה





ציור 6. חישוב נפח חציבה ע"פ שתי מפות מדידה

(רשת הקואורדינטות הושמטה במתכוון)

סה"כ תפוקה
לפי דיווח - 3.1 מיליון טון
לפי חישוב הנפח - 3.5 מיליון טון

הקונטורים במפה מציינים הפרשי גבהים בין שתי מדידות

הפרש גובה בין קונטורים במפה 2 מטר

12 מטר	6 מטר	0 מטר	-8 מטר
14 מטר	20 מטר	26 מטר	

מחצבת ירכא (ציור 8)

המחצבה נמצאת כשני ק"מ מערבית לכפר ירכא, שטחה כ- 30 דונם ונפח החציבה כ- 450,000 מ"ק. במחצבה הופקה אבן גיר שנגרסה לחצץ וכיום היא עזובה ובחלקה מכוסה מצבורים של פסולת המוטלת בצורה בלתי חוקית.

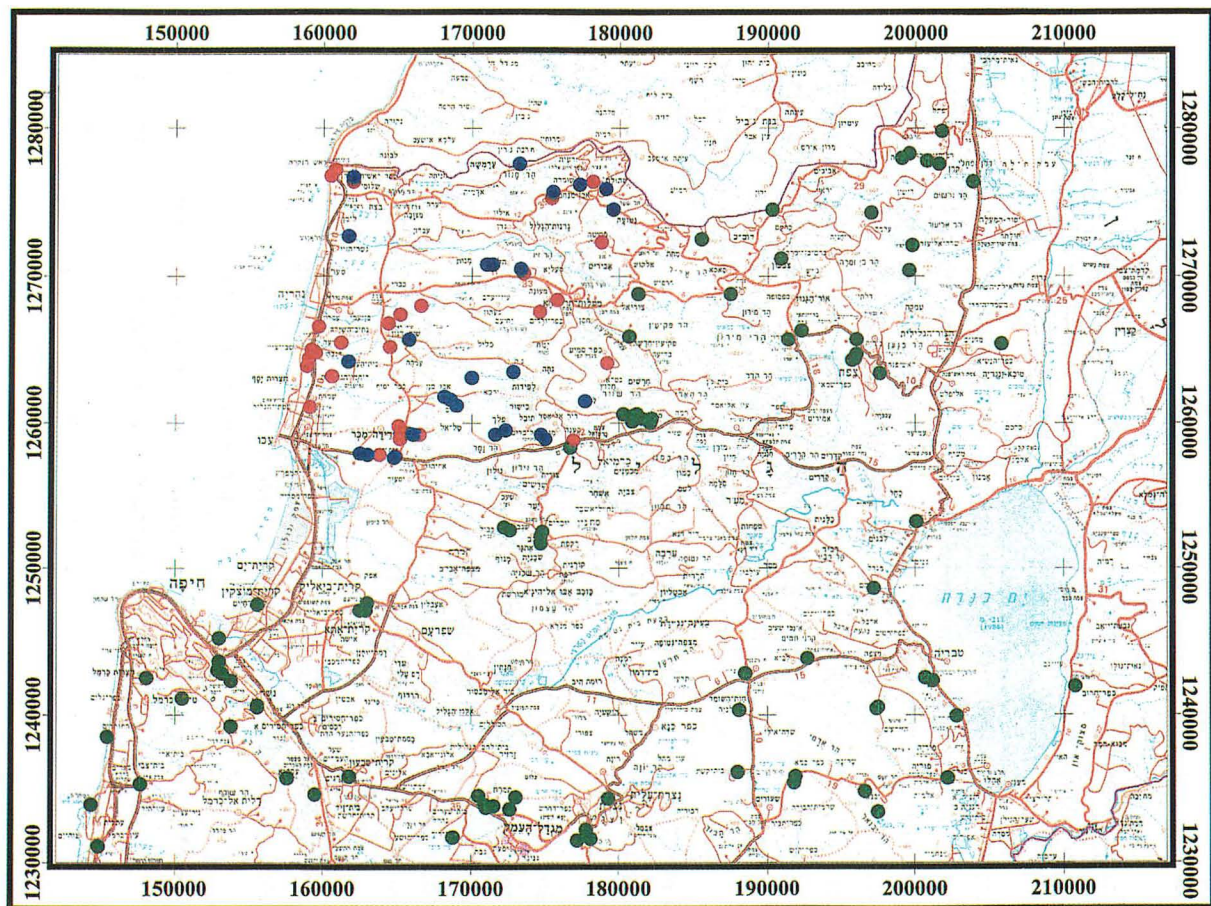
המחצבה נבחרה כדי להציג פרוייקט רחב היקף אשר הקרן לשיקום מחצבות החלה בביצועו בשנת 1999. מדובר בסקר ארצי של מחצבות עזובות. השטח שבו הוחלט להתחיל את הסקר הינו הגליל המערבי בין גבול הצפון לכביש עכו - כרמיאל ומחוף הים עד קו אורך 180. השטח נסקר על ידי צוות המכון הגיאולוגי שכלל את ד"ר שמעון אילני וד"ר משה שירב. כבסיס לסקר שימש דו"ח גפני אשר מומן על ידי הקרן לשיקום מחצבות עם הקמתה בשנת 1978. באותו תא שטח נכללו בדו"ח גפני 29 מחצבות, ובדו"ח המכון הגיאולוגי - 56 (!). ברור כי חלק מהמחצבות העזובות נוספו עם השנים, חלקן נמצאות כבר בטיפול הקרן לשיקום מחצבות, או ששיקומן הושלם, וחלקן משמשות ליעדים שונים, כגון כבישים, מאגרי מים או אתרים לסילוק פסולת.

הנתונים הפיזיים על כל מחצבה נסקרת תועדו בטופס מיוחד, וצולמו תמונות המציגות את מצב המחצבה. הנתונים נקלטו באמצעות בסיס הנתונים של הקרן לשיקום מחצבות (מבוסס על תוכנת Microsoft Access), תמונות המחצבות נסרקו ונשמרו על גבי CD.

הדו"ח ערוך בצורה המאפשרת עדכונים מעת לעת ועיקרו טופס המרכז פרטי כל מחצבה ותצלום. כמו כן נכלל בו ריכוז נתונים של המחצבות העזובות, הכולל מצב השיקום, המלצה לביצוע שלב ב', אינדיקציה לאפשרות הפקה נוספת של חומר גלם וכן הערות לגבי היבטים סביבתיים בולטים. ציור 7 מציג את מפת המחצבות העזובות בצפון ישראל. ניתן להבחין בקלות שבאזור הגליל המערבי נוספו בסקר המכון הגיאולוגי (1999) מחצבות רבות, בעוד שביתר האזור עדיין מצויינות המחצבות שמופו בדו"ח גפני (1978).

עם סיום כל דו"ח, מכינה הקרן לשיקום מחצבות מפות מפורטות (הכוללות את המחצבות העזובות הדורשות שיקום) לכל אחד משטחי השיפוט של המועצות האזוריות שנסקרו, ודנה עם ראשי המועצות על האפשרויות לקדם את שיקומן.

לאחר הפקת הלקחים מהסקר הראשון הוחלט להתקדם בסקירה במקביל באזורים שונים על פי סדר עדיפות שייקבע בהנהלת הקרן לשיקום מחצבות.

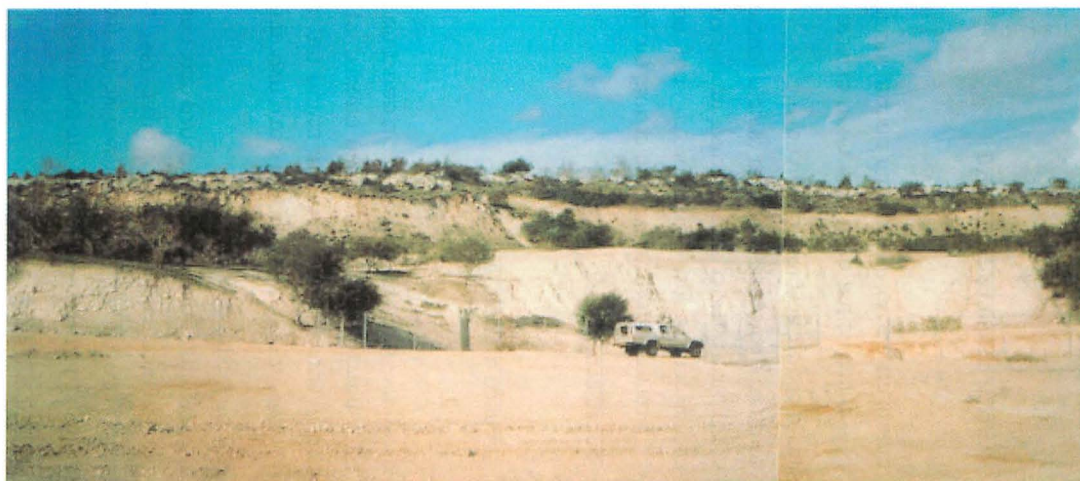


ציור 7. מפת מחצבות עזובות בצפון ישראל
(בגליל המערבי עודכן המיפוי ע"פ סקר המכון הגיאולוגי)

● גפני 1978 ● מג'ל 1999 ● מג'ל 1999 + גפני 1978



ציור 8. מחצבת ירקא



ציור 11. מחצבת חרבת טורית

4. מחצבה משוקמת (שלב א')

4.5 מחצבת ק"מ 4.5

מחצבת הק"מ ה- 4.5 נמצאת ליד נשר והיא נקראת כך על שם המרחק מצומת הציפוסט. מדובר במחצבת אבן ענקית שהופעלה על ידי תעשיות אבן וסיד בע"מ במשך עשרות שנים. המחצבה הוכרזה כנטושה וטעונת שיקום ב- 1993, בתוך המחצבה היה קיים מתקן צבאי לאחסון דלק. בגבולות המחצבה היו מחסנים. חלק מבור החציבה היה ממולא באדמת מילוי ובפסולת בניה של המועצה המקומית נשר.

ייעוד הקרקע שעליו הוחלט הוא מבני תעשיית היי-טק והקרן לשיקום מחצבות טיפלה בפינוי הפסולת, בעיצוב וייצוב המדרונות, בפיתוח גינון בתנאים קשים במיוחד (עקב השיפוע התלול ואורך המדרונות) ובהכשרת קרקעית המחצבה. סך כל השקעות הקרן בשיקום המחצבה כ- 14 מיליון ש"ח. ציור 9 מציג שלושה שלבים ממהלך השיקום של המחצבה.

5. מחצבה משוקמת (שלב ב')

מחצבת כרמיאל

בפרוורים הצפוניים של העיר כרמיאל היו בעבר מספר מחצבות שיש. מחצבות שיש אלה הפכו בעקבות שיקומן ל"פארק הגליל". הנוף הפגוע על ידי המחצבות שוקם והפך לגן פורח המושך אליו מטיילים רבים מכרמיאל ומחוצה לה. תכנון אינטנסיבי, ביצוע עבודות עפר וגינון בהיקף גדול במימון הקרן לשיקום מחצבות (בסכום של כ- 4 מיליון שקל), ותחזוקה מסורה של עיריית כרמיאל חברו יחד לפרויקט המרהיב.

להצגת הפארק משתי זוויות ראייה מצורפים שני תצלומים (ציור 10), אולם כדי להנות מהאתר המשוקם על ידי התרשמות מהתמונה הכוללת - אין תחליף לביקור בו.

6. קבורה בקומות במחצבה נטושה

מחצבת חרבת טורית

במחצבה הנטושה אשר בחרבת טורית, מערבית לצומת יסיף (ציור 11) נחצב קירטון מצורר של תצורת עדולם. קיים בה קיר חציבה תלול בגובה 15 מטר (שני מפלסים) ומלפני כשנה היא החלה לשמש כאתר קבורה בקומות של עכו והאזור. במהלך הביקור באתר נתן סקירה על קבורה בקומות במחצבות נטושות. נושא הקבורה בקומות כבר מבוצע הלכה למעשה במספר אתרים בארץ מזה שנים אחדות, לאחר שמועצת הרבנות הראשית אישרה כבר לפני 13 שנה את השיטה

ציור 9. מחצבת ק"מ 4.5 בתהליך השיקום



ציור 10. מחצבת כרמיאל



אשר היתה מקובלת במסורת היהודית בגולה ובארץ ישראל. על פי שיטה זו ניתן לטמון כאלף נפטרים לדונם, פי 4 מהממוצע בקבורה רגילה. יתרונה הגדול של השיטה הוא כמובן ניצול מושכל יותר של משאבי הקרקע לאור העובדה ששימוש הקרקע לקבורה סותם את הגולל על מיחזור בעתיד.

אתרי קבורה בקומות מתוכננים בין היתר במחצבות נטושות. התכנון המתקדם ביותר קיים לגבי מחצבת ברקת ובו מדובר על כ- 320,000 קברים, אשר אמורים לתת פתרון לישובי מטרופולין תל אביב.

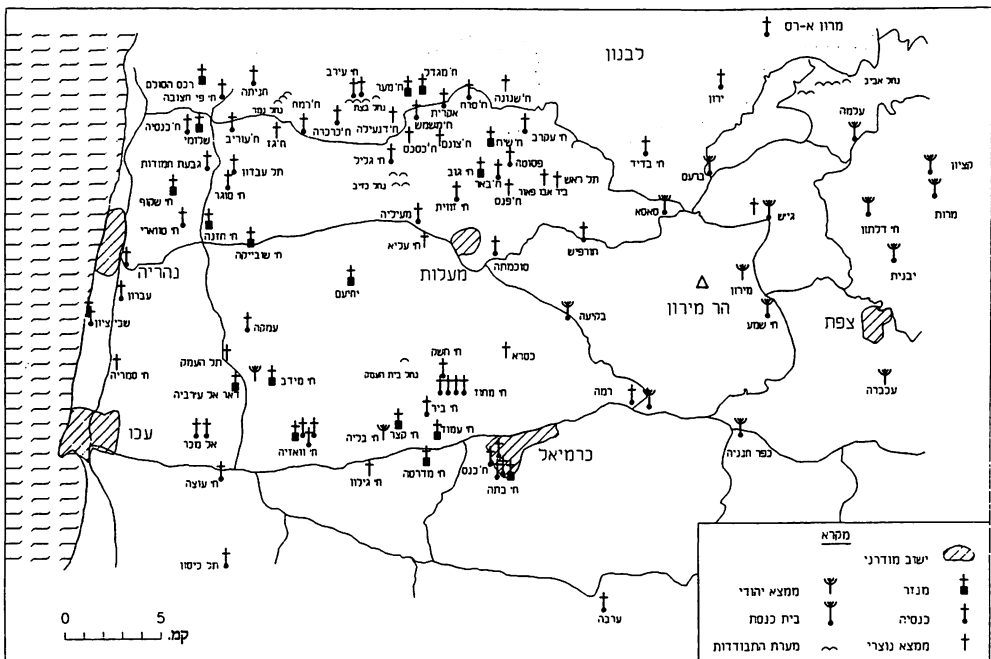
המאמר המצורף התפרסם בקדמוניות, חוברת 1 (109), 1995, 47-59.

שרידי כנסיות ומנזרים בגליל המערבי

מרדכי אביעם

מצפון לכינרת. האחת, "דומוס אַקְלִסְיָה" שבכפר-נחום, היתה, לדעת החוקרים הפראנציסקנים, מבנה פולחני שהוקם על ביתו של פטרוס, ובמאות הר'-ה' לסה"ג. עד הקמת הכנסייה המתומנת במאה ה' לסה"ג, שימש מרכז פולחני לנוצרים. הכנסייה השנייה, הקאפלה הקדומה בטבחא, היא משלהי המאה הר' או מראשית המאה ה' לסה"ג. שרידי הכנסיות שנתגלו בנצרת ובהר-תבור אינם מלפני המאות הר'-ה' לסה"ג, אף שברור, שבמקומות אלה היו מבני פולחן נוצריים במאה הר' לסה"ג. כאשר בודקים את מסלול סיורם של הצליינים בארץ הקודש, אי-אפשר לאתר אף לא מקום אחד בגליל המערבי,

מבוא עם עליית הנצרות כדת המדינה והפיכתה של ארץ-ישראל מפרובינקיה נידחת לארץ-קודש החל הגליל, ובעיקר הגליל התחתון, לתפוס מקום חשוב במפת המקומות הקדושים והצליינות הנוצרית. בראשית התקופה הביזנטית צמחו 3 מרכזי פולחן בגליל התחתון: נצרת, הר-תבור וסביבותיו ואיזור הכינרת. מרכזים אלה כבר נזכרים כאתרי פולחן וצליינות בכתביהם של ראשוני הנוסעים שתיעדו את המקומות הקדושים. שתי הכנסיות הקדומות ביותר בצפון הארץ נמצאות מאמר זה הוא תמצית כמה פרקים מתוך חיבור לשם קבלת התואר מוסמך, שנכתב באוניברסיטה העברית בירושלים בהדרכתו של פרופ' יורם צפירי.



מיקום הכנסיות והמנזרים בגליל המערבי לעומת מיקום בתי-הכנסת בגליל המזרחי

פרט לעכו/פטולמאס, העיר הגדולה באזור והנמל ששימש את הצליינים. גם בתעודות היסטוריות אחרות נזכרים יישובי הגליל המערבי רק לעתים רחוקות. כך, למשל, נזכר שמו של בישוף כבול(?) באחד הסינודים של הבישופים, ויוהאנס מוסי' כוס מזכיר את "פריסימה הסמוכה לעכו", שאני מציע לזהותה עם הכפר סאמי או סאסי שבמקורות התלמודיים. שמקומו, כפי הנראה, בחורבת סאסי שמדרום-מזרח לעכו.

מן המקורות הכתובים עולה אפוא, לכאורה, שלא היה יישוב נוצרי גדול בגליל המערבי, והנה, מן הממצא הארכיאולוגי עולה מסקנה הפוכה. עוד בשלהי המאה ה"ט איתר ויקטור גירן שרידי כנסיות בגליל המערבי, שנעלמו בחלקן מאז. משנות השלושים ועד אמצע שנות השמונים נחפרו בגליל כמה כנסיות: כנסייה קטנה בסוכמתה, הסמוכה למעלות של ימינו. הקיר הצפוני של המבנה נחצב בסלע. נחשפו רצפות-פסיפס, ובהן גם כתובת יוונית המציינת את שנת 555 לסה"נ.

בחניתה נתגלו שרידי כנסייה מתחת למבנה הערבי שעמד במקום שהתיישבו בו ראשוני הקיבוץ. רצפת-הפסיפס מעוטרת, בין השאר, בדמויות של בעלי-חיים, אך הפסיפסים לא נשתמרו במלואם, והכתובת היחידה שנתגלתה אינה שלמה. בעברון נתגלתה כנסייה ששרדו בה כמה רצפות-פסיפס, ובהן 13 כתובות יווניות, השופכות אור על שלבי הבנייה השונים של הכנסייה. כן נתגלו ברצפה סמלים נוצריים, כמו, למשל, צלבים.

בשביצ'ון נחשפה כנסייה גדולה בקירבת המעגן של היישוב הקדום. המבנה מוקם בצדו הדרומי של שפך נחל בית-העמק, בעוד שהיישוב שכן מצפון לשפך. רצפות-הפסיפס נשתמרו היטב. נתגלה נארתקס כפול; המערבי הוקם במחצית השנייה של המאה ה' לסה"נ, כפי שמעידה כתובת שבמרכז רצפתו. גם בנהריה נתגלתה כנסייה גדולה, אלא שלא שרד ממנה הנארתקס או האטריום. רצפת-הפסיפס נשתמרה כמעט בשלי-מותה. ייתודה ברצועה עירונית של מקלעות סביב קירות המבנה, המתארות מחוזות ציד.

בחורבת בתה נחשפה כנסייה קטנה במרכזו של כפר מברצר מן התקופה הביזנטית. רצפת-הפסיפס כוללת עיטורים גיאומטריים ומספר רב של כתובות-הקדשה. לדעת זאב ייבין, חופר האתר, הוסיפה הכנסייה להתקיים גם אחרי הכיבוש הערבי. בקירבת מקום נתגלו שתי כנסיות נוספות, שעדיין לא נחפרו, וכן הכנסייה בחורבת כנס, שנחפרה לאחרונה.

בראש תל כיסן נמצאה כנסייה, שממנה שרדו יסודות בלבד. קשה לדעת אם השתייכה לכפר או למנזר.

בערבה נחשפה קאפלה קטנה בעלת רצפת-פסיפס, ובה דגמים גיאומטריים.

גם בחורבת כרכרה ובכפר רמה נחשפו קטעים של כנסיות. בכפר מכר שממזרח לעכו נחשפו שתי כנסיות, אך תוצאות החפירות לא פורסמו. לכנסייה אחת הייתה רצפת-פסיפס בעלת "מקלעות מאוכלסות", ובהן בעלי-חיים על רקע שחור. לכנסייה השנייה הייתה רצפת-פסיפס בעלת דגמים גיאומטריים, ששול-בו בהם "צלבים תווים".

מחפירות אלו עולה, כי בגליל המערבי היה יישוב נוצרי צפוף מאז המאה ה' לסה"נ. אשר עובדיה אמנם ריכו בפרסומיו גם את הכנסיות שבגליל המערבי שהיו ידועות לו, אלא שלא ייחד דיון מיוחד לאזור זה.

הדעת נותנת, כי הכנסייה הקדומה ביותר שהוקמה באזור הייתה בעכו/פטולמאס. בירת האיזור ומקום מושבו של הביי-שוף. הכנסייה הקדומה ביותר שנחשפה עד כה בגליל המערבי היא הכנסייה בעברון, שהוקמה בשנת 417 לסה"נ, כפי שמעידה כתובת שנחשפה בה. לדעת חופרי הכנסייה בשבי-ציון מעיד כיסוי הצלבים ברצפה בשלב השני של קיום המבנה, כי הכנסייה נבנתה לפני החלת החוק משנת 427 לסה"נ, שאסר עשיית צלבים ברצפה. אביזיונה אף הוסיף, כי אופייה של רצפת-הפסיפס והעדר דמויות מצביעים על קדמות הכנסייה, וכי יש לייחסה, לדעתו, לשלהי המאה ה' או לראשית המאה ה' לסה"נ.

בעשר השנים האחרונות ערכתי סקר ארכיאולוגי מקיף, במטרה לאתר שרידי כנסיות ושרידים נוצריים אחרים בגליל המערבי. בסקר בדקתי מחדש אתרים ידועים וסקרתי אתרים חדשים, תוך שימוש רב בתוצאות סקר הגליל המערבי שערך רפאל פרנקל. במסגרת הסקר שערכתי במגמה לעמוד על היישוב הנוצרי בגליל המערבי איתרתי מספר רב של כנסיות נוספות, וכן בדקתי אתרים שיש לראות בהם, לדעתי, מנזרים. כמו-כן בדקתי ויהייתי יישובים נוצריים מן התקופה הביזנטית, בעיקר על-סמך חרסים מתקופה זו ומשקופים וקברים המעוטי-רים בצלבים. נוסף על הסקר נערכו בשנים האחרונות חמש חפירות ארכיאולוגיות, שבהן נחשפו כנסיות מן התקופה הביזנטית. להלן תיאור החפירות.

שרידי כנסיות בגליל המערבי

חורבת חשק

בשנים 1985-1988 קיימתי 3 עונות חפירה מטעם המכון לארכיאולוגיה של האוניברסיטה העברית בירושלים במבנה קטן ובודד שבאיזור תפן הנקרא חורבת חשק (נ"צ 2619/1757). למבנה קומת-קרקע הבנויה מאבני-גזית, ולה שני פתחים. הפתח המקורי, הנמצא במזרח, מוליך אל חדר-קבורה קטן בעל תקרת קמרון. את הפתח המערבי פרצו רועים בבקשם להגיע אל מאגרימים בנוי ומטויה, שנשתמר היטב, כולל תקרה של לוחות-אבן המונחים על 7 קשתות. מעל לקומה זו נבנתה כנסייה קטנה בעלת 3 אפסיסים. ללא הנארתקס והאטריום שבמערב וללא החדרים הנספחים שבצפון אורך המבנה 11.00 מ' ורוחבו 8.50 מ'. האפסיס האמצעי נשתמר לגובה של יותר מ-4 מ'. עוד לפני החפירה אפשר היה לראות את משקוף הפתח הצפוני באתרו. הוא מעוטר בצלב חרות, ומשני צדדיו חורי מסמרים, שנעדרו, כנראה, לקיבוע האותיות A ו-W. גם משקוף הפתח האמצעי ומשקוף הפתח הדרומי, שנמצאו נפולים, מעוטרים בצורה דומה.

החדר הנספח מצפון היה, כפי הנראה, חדר-מדרגות, שהיו ליך אל היציעים. בסקר אף אותרו כמה מדרגות ושברי מדרגות



חורבת חשק; תצלום אוויר של הכנסייה

בעייה מפולת שבחדר. האולם הצפוני ביותר היה, כפי הנראה, מסדרון הכניסה אל הכנסייה. שכן ממערב ומדרום אי אפשר היה להיכנס למבנה בשל הפרשי גובה. בחפירה נחשפו אולם התווך, הסיטרה הדרומית, האפסיס האמצעי והאפסיס הדרומי. ברצפת הפסיפס נתגלו 5 כתובות, שפוענחו על ידי לאה דיסגני. ב-4 מוקד נזכרים דמטריוס



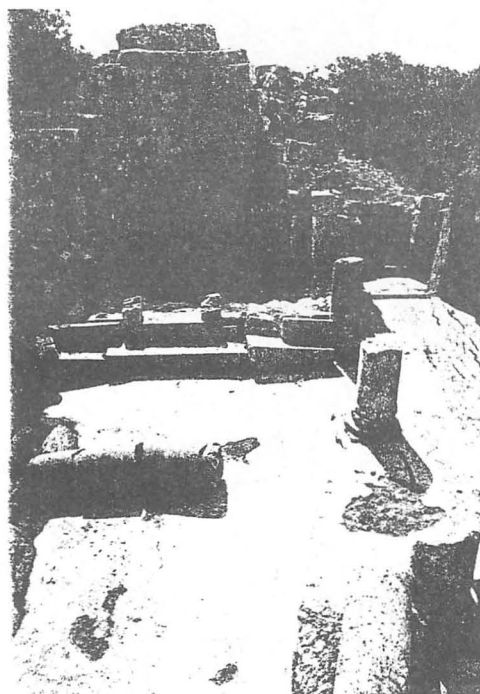
חורבת חשק; מבט כללי לצפון



חורבת חשק; כתובת הקרשה ברצפת הפסיפס

במרכז האפסיס האמצעי נמצאה אבן גדולה, ששימשה בסיס לרגלי שולחן המזבח. במרכז יש שקע להנחת שריד קדוש (רליקוואריום). באפסיס הדרומי נמצא רליקוואריום נוסף, הבנוי בתוך במה בעלת רצפת־שיש. מכסה־השיש נמצא באתרו, מהדקי־הברונזה היו פתוחים, והרליקוואריום היה ריק. על רצפת־הפסיפס נתגלה רליקוואריום נייד של אבן־גיר, שעוטר בצלב. מאחת הדפנות הקצרות יוצאת זרובית־ברונזה, דבר המעיד, שאפשר היה להחזיק את החפץ בידיים ולצקת מתוכו שמן לבקבוקים שבידי המאמינים.

את הבמה המוגבהת שבאפסיס האמצעי סגר סורג, שהיה עשוי שני לוחות־שיש. אחד הלוחות נמצא באתרו. הוא מעוטר



חורבת חשק; האתר בתום עונת החפירות האחרונה; מבט למזרח

בזר, ובתוכו צלב מסוגן בדגם מעולם הצומת. בין שני הלוחות היה מעבר אל הבמה, שהיה סגור בדלת־עץ, כפי שמעידים חורי הצירים שנתגלו בעמוד הסורג הפנימי. על הבמה, מאחורי לוחות הסורג, נמצאו חלקיהם של שני שולחנות מאבן־גיר. אחד מזה ואחד מזה, שניצבו על רגלי־שיש.

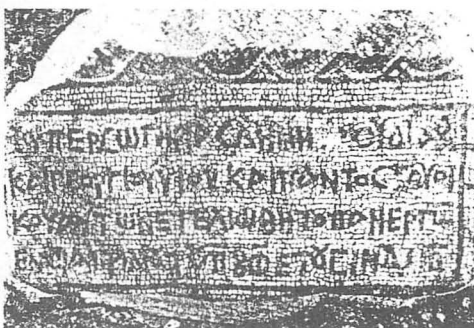
בחזית הבמה נמצאו עמודים דקים, שעוצבו יחד עם כותרת־יהם הקורינתיות. קוטרם 18 ס"מ. אולי השתייכו לקיבורים



חורבת חשק: הכתובת שבכניסה לאפסיס הדרומי המוקדשת לסרגיוס הקדוש

הדיאקון גיאורגיוס בנו. בכתובת שמול הבמה נאמר, כי הכנסייה היקדשה לגיאורגיוס הקדוש ולכל בני ביתו של דמטריוס. לפי הכתובת שבכניסה הראשית הוקם המבנה באפי־ריל 518 (עלי־פי הפומפיאני). בכתובת שבחזית הבמה של האפסיס הדרומי נזכרים בני משפחה נוספים של דמטריוס, כגון שניים מילדיו שהלכו לעולמם ואביו סומס. בכתובת הסמוכה, הקבועה בכניסה אל האפסיס הדרומי, נזכר סרגיוס הקדוש, ששרידיו הונחו, כנראה, ברליקוואריום שבמרכז האפי־סיס. הכתובת שבפתח הדרומי היא פסוק מתוך ס' תהילים: "אהב ה' שערי ציון מכל משכנות יעקב" (פז:ב).

רצפות־הפסיפס של אולם־התווך, של הסיטרה הדרומית ושל הבמה כוללות דגמים גיאומטריים בארבעה גוונים.



חורבת חשק; כתובת נושאת תאריך ברצפת־הפסיפס שבכניסה הראשית של הכנסייה



חרבת חשק; מזבחון־שיש ועליו כתובת לאטינית

מיעוט הממצא בכנסייה, העובדה שהרליקוואריום באפסיס הדרומי היה ריק למרות היותו סגור ושכבת־העפר הדקה שכיסתה את רצפת־הפסיפס מלמדים, כי הכנסייה ניטשה בצורה מסודרת ועמדה ריקה שנים מספר, עד שתקרחה עלתה באש והיציעים התמוטטו.

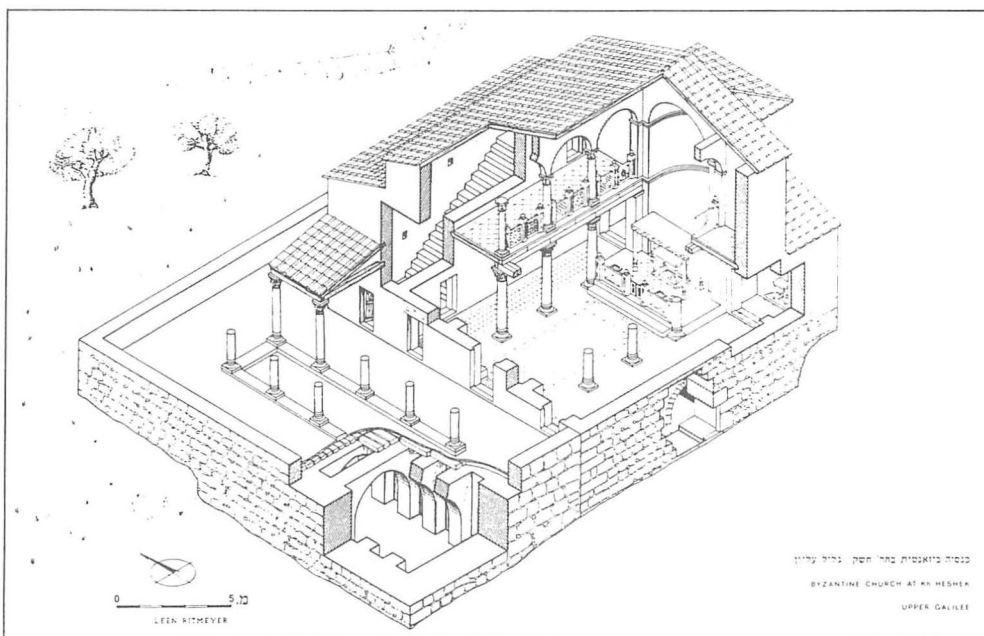
(חופה מעל לשולחן המזבח). ואולי השתייכו לחלקם העליון של עמודי הסורג.

עמודי הקומה הראשונה, שנשאו כותרות קורינתיות והת־נשאו לגובה של כ־3 מ', נתגלו נפולים באתרם.

אחת התגליות המרשימות של הרפירה היתה חשיפת מופלת היציע שבצדה הדרומי של הכנסייה. על רצפת־הפסיפס נתגלו קטעים גדולים של פסיפסים הפוכים. כן נתגלו במפולת עמודים ובסיסים בעלי קוטר קטן מאלה של הקומה הראשונה וכן עמודי מעקה ולוחות מעקה מגולפים, שכיסו אותם רעפים של חרס.

ממצא זה מאפשר לנו לעמוד לראשונה על מבנה היציעים במבני־ציבור מן התקופה הביזנטית בארץ. לוחות המעקה נעשו מאבן־גיר מקומית וגולפו בידי אומן מקומי בדגמים גיאומטריים יפים, הכוללים גם דגמי צלבנים ופרחים. לוח אחד מעוטר בדמויות של בעלי־חיים. כותרותיהם הקורינתיות של עמודי היציעים היו מעוטרת בפרחים ובצלבנים.

על הרצפה נמצאה גם נברשת־ברונזה, שבזרועותיה עדיין היו אחוזות ידי־הזכוכית של נרות־השמן. כן נמצאו שברים של מזבחון־שיש, ועליו כתובת לאטינית המוקדשת לשלישייה הקאפיטולנית יופיטר, ונוס ומרקוריוס. מזבח זה, שגובהו כ־30 ס"מ, היה בשימוש משני בלי שאיש הבין את משמעותו המקורית.



חרבת חשק; שחזור הכנסייה הביזנטית

על־סמך החרסים המעטים שנמצאו בשוליים יש לייחס אר הכנסייה לשלדו התקופה הביזאנטית. לפי סגנונו של ריצוף הנארקס לא מן הנמנע, שהוא מראשית המאה ה' לסה"נ.

חורבת ואזיה

זהו אתר גדול, המשתרע על שטח של כ־60 דונאם (נ"צ 1682/2597). האתר נפגע בצורה קשה בעת הכשרת הקרקע בידי תושבים מן הכפר הדרוזי ג'וליס ועקב שוד עתיקות במשך שנים רבות. בסקר נמצאו שרידים מתקופת־הברזל ו מן התקופה ההלניסטית, אך מרבית הממצא ורוב שטחו של האתר קשורים לתקופה הביזאנטית. בראש הגבעה נסקרה כנסייה, שבחזיתה גרם־מדרגות שרוחבו כ־15 מ'. במקום נמצאו פריטים אדריכליים משיש ומאבן־גיר. בעקבות שוד עתיקות בקצהו המזרחי של האתר נחשף קטע של רצפת־פסיפס, ובעקבות זה נערכה חפירת־הצלה במקום מטעם רשות העתיקות בראשותו של כותב שורות אלו. בחפירה זו נחשפה הכנסייה הגדולה ביותר שנתגלתה עד כה בגליל המערבי. ללא הנארקס והאטריום אורכה כ־42 מ' ורוחבה כ־37 מ'. לכנסייה 3 אפסיסיים, 2 חדרים נספחים, אחד מזה ואחד מזה, ומתחתם מחסנים. שהכילו פיטסים גדולים, קנקנים, קערות ומשפך של חרס.

הכנסייה היתה מרופפת בפסיפס בעל דגם של ניצנים. לאורך הקירות עוצבה רצועה עיטורית, ובה עלי קוציץ. היוצרים מדאליונים המכילים דמויות. העיצוב דומה מאוד לזה

הכנסייה בחורבת חשק היא מיוחדת מכמה היבטים: זהו המבנה היחיד שנחשף עד כה שבו בנויה הכנסייה בקומה שנייה. מעל לקומת־הקרקע. גם מצב השתמרותה יוצא דופן בהשוואה לכנסיות אחרות בצפון הארץ. בקיר הדרומי אף נשתמרו שני חלונות קטנים, והאפסיס האמצעי נשתמר עד לגובה היציעים. זו הכנסייה הראשונה בגליל שנמצאו בה עדויות על סגירה לשני קדושים, לפחות, תופעה המוכרת היטב מן הנגב. זו גם הכנסייה הראשונה שנמצאה בה עדות, כי הקמתה קשורה למשפחה, אולי מן הכפר הסמוך שבחורבת מחו. מבלי־מקום, שמוותיהם של בני שלושה דורות נזכרים בכתובות. דומה, כי בכנסייה נערכו גם טקסים משפחתיים, בדומה לכנסיות שחשפו הפראנציסקנים באום אל־ראסאס שבעבר־הירדן. הודות לריחוקה מיישוב מודרני נשתמרו בה גם עדויות ליציעים. ממצא זה עשוי ללמדנו על צורת היציעים בבתי־הכנסת העתיקים ולסייע בידנו ביהודים של שרידי יציעים בכנסיות אחרות בגליל, ובארץ בכלל.

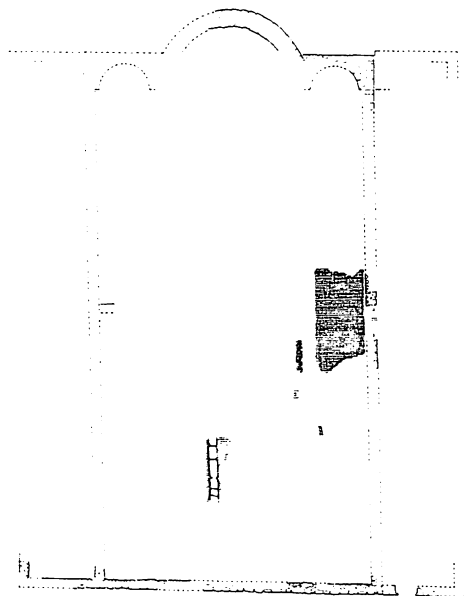
חורבת עזרייב

בחורבת עזרייב (1653/2746) שמצפון לקיבוץ מצובה חשפתי כנסייה קטנה, שממנה שרדו מחצית אולם־התווך, הסיטרה הדרומית, הנארקס וחלק מן האטריום. האתר נפגע בצורה קשה בעת הקמת הלולים של הקיבוץ ובחפירות בלתי־מסודרות בעבר. באולם־התווך שרד קטע מרצפת־פסיפס, ובה תשליב צבעוני. ברצפה משולבות אבני־גיר ובהן חור ריבועי להצבת עמוד של סורג, עובדה המעידה, שלוחות הסורג הוצבו לפני הבמה בתוך אולם־התווך, כמו בכנסיות בשכניציון, בעב־רון ובנהריה, וכנראה גם בחורבת כנס (וראה להלן). בין הבסיסים של טור העמודים הדרומי נתגלו קטעי פסיפס, ובהם מוטיבים מעולם הצומח.

בחדר נספח שבדרום־מזרח נחשפה רצפת־פסיפס, ובה דגם של ניצנים ומסגרת גיאומטרית. מעבר לקיר החדר, בתשתית הרצפה וביסודות הקיר, נתגלו פריטים אדריכליים השונים מאלה של הכנסייה. ייתכן, שפריטים אלה, שבחלקם אף היו מצופים בסטוק, השתייכו לכנסייה קדומה או למבנה־ציבור אחר מן התקופה הרומית.

בנארקס נשתמר קטע גדול של פסיפס, שהוא יחיד במינו בגליל המערבי. במרכז הפסיפס יש מסגרת בצורת שריג גפן מתפתל, היוצר מקלעות. השריג יוצא מתוך אמפורה המונחת על צדה. סביב המסגרת מתוארת תהלוכה של בעלי־חיים. מצד דרום מופיעים שני בעלי־חיים משני צדי אמפורה. עבודת הפסיפס היא ברמה נמוכה ביותר. האבנים גדולות ובלתי־ריגולאיות. ועיצוב הדמויות סכימאטי ואי־אפשר לזהותן, מה־גם שראשיהן נפגעו. מדרום למסגרת מופיעים אמפרות ומוטיב מעולם הצומח, המעוצבים אף הם בפשטות ובלא סימטריה.

רצפת־הפסיפס של האטריום עשויה אבנים גסות בצבע לבן, ובה דגם של מעינים, שמסגרותיהם אפורות. מן האטריום כלפי דרום עולה גרם־מדרגות רחב, המחבר אותו לחלקים האחרים של המבנה.



חורבת ואזיה; תכנית הכנסייה

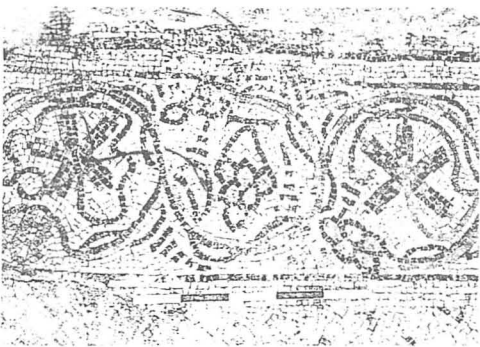


חורבת ואזיה; קטע של רצפת-פסיפס ובו מדאליונים הכוללים תיאורי בעלי-חיים; מימין לשמאל – גמל, אנפה, ארנבת בתוך סל וכלב הצד ארנבת

האטריום היה מרוצף בלוחות-אבן. מן האטריום עלה גרם מדרגות אל הנארתיקס, שהיה מרוצף אף הוא בפסיפס. בחלקיה השונים של הכנסייה נתגלו 3 קברים: אחד בחלקו הדרומי של האטריום, אחד בחדר הנספח שמצפון ואחד בצפון הנארתיקס. בקברים נמצאו עצמות מעטות וחפצים קטנים. וביניהם עלב קטן מכסף. באחד הקברים נתגלו 3 קנקנים. זו הפעם הראשונה שנתגלו קבורות מתחת לרצפת כנסייה בגליל המערבי.

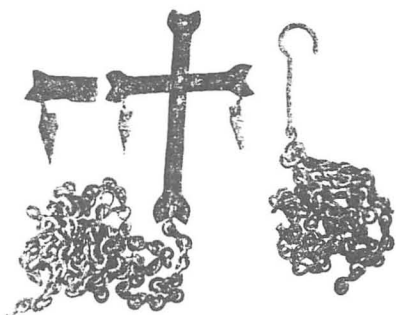
מן הפרטים האדריכליים נשתמרו כמעט כל הבסיסים, כמה קטעי עמודים, כותרות, שברים של לוחות סורג משיש, רגלי שיש של שולחנות, עמודים וכותרות של קיבורים. אף הם של שיש, וכן שברי לוחות של מעקה מאבן-גיר.

במבנה אפשר להבחין בכמה שלבי בנייה. כך, למשל, הורחב האטריום על-ידי הוספת 2 פרוודורים בעלי רצפת-פסיפס, אחד מצפון ואחד מדרום. ברצפת הפרוודור הצפוני נקבעה כתובת הקדשה יוונית בתוך מעגל. בשלב האחרון של המבנה חולק הפרוודור הצפוני לחדרים, ואחד הקירות כיסה חלק מן הכתובת. למרות העדויות על שלבים מספר בחלקי המבנה דומה, כי הכנסייה נבנתה במאה ה' לסה"נ וניטשה במאה ה'.



חורבת כנס; דגם של מקלעות גפן ברצפת-הפסיפס

של רצפת-הפסיפס בנהריה, אלא שרוחבה של הרצועה שלפני נינו כ-60 ס"מ, לעומת 40 ס"מ בנהריה. נשתמרו 4 מדאליונים בלבד. הראשון מכיל גמל, ובשני מתוארת אנפה. במדאליון השלישי צוירה סצינה ייחודית, בעלת נימה הזויריסטית שעד כה לא נמצאה כמותה: ארנבת האוכלת מתוך סל, ורק אחוריה נראים. המדאליון הרביעי הוא כפול, ובו כלב הצד ארנבת. איכות הפסיפס גבוהה: האבנים קטנות, מיגוון הצבעים נרחב, והדמויות נאטוראליסטיות. הרקע שחור, דבר המבליט את צבעי הדמויות. על רצפת-הפסיפס נתגלתה שרשרת-ברונזה, שבמרכזה צלב-מתכת גדול. השרשרת, שאורכה כ-2 מ' (1), היא חלק מנברשת שהיתה תלויה בתקרה. כן נמצאו על הרצפה רעפים רבים של חרס ומסמרי-ברזל גדולים. על-סמך מטבע משנת 566/9 לסה"נ, שנתגלה על רצפת המחסן, נר' שמן מעוטר שנחשף בחדר הצמוד לאפסיס הדרומי, כלי-חרס, ובייחוד הקערות הממוקרות, יש לייחס את חורבן הכנסייה לראשית המאה ה' לסה"נ, אולי בעת הפלישה הפרסית.

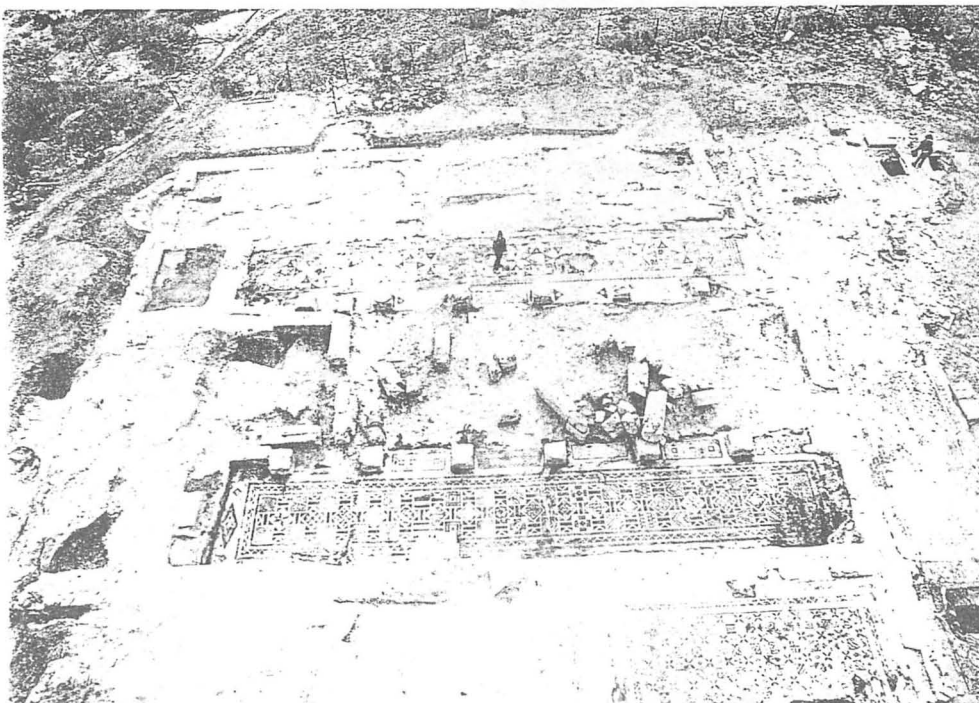


חורבת ואזיה; חלקים של נברשת-ברונזה מעוטרת בצלבים שנמצאו על רצפת-הפסיפס של הכנסייה

חורבת כנס

באתר זה, הנמצא בלב העיר כרמיאל (נ"צ 1779/2580), בסמוך לחורבת בתה, נערכה לאחרונה חפירה מטעם רשות העתיקות ועיריית כרמיאל בראשותם של דינה אבשלום-גורני וכותב שורות אלו ובסיוע לאה פורת¹. נחשפה כנסייה גדולה בעלת אפסיס מרכזי, ומשני צדדיו חדרים, אחד מזה ואחד מזה. מדרום לאפסיס נחשפה קאפלה, ובה אגניטבילה. אולם-התווך היה מרוצף באריחים משיש ומאבן אדומה בשיטת אופוס סקטילה. הסיטראות היו מרוצפות ברצפות-פסיפס צבעוניות, ובחן דגמים גיאומטריים וכן 2 ציפורים. בכנסייה ובחדרים הנספחים נתגלו 6 כתובות יווניות, המזכירות כולן שמות של תורמים ושל דיאקונים, ברובם ממוצא שמי. סורג המבנה הוצב באולם-התווך, כמו בהרבה כנסיות אחרות בגליל המערבי.

¹ אני מודה לדינה אבשלום-גורני על עזרתה בהכנתו של תיאור החפירה.



חורבת כנס; מראה כללי של הכנסייה

האמצעי ומרצפת הפסיפס של אולם התווך, שכללה דגמים גיאומטריים צבעוניים. לכנסייה היו כמה שלבים, דבר המשתקף בתוספות ברצפת הפסיפס ובהגדלת שטח הבמה. הבמה הוגדלה בשלושה שלבים, לפחות. בשלב האחרון כיסה הקיר כתובת וצלבים שהיו ברצפה. הכתובת, שהיא אפוא מן השלב השני של הכנסייה, מזכירה את שמו של אב המנזר, ויש לייחסה למאה ה' לסה"נ. אם זה אכן תאריך השלב השני, לפנינו עדות הראשונה לבנייה מחודשת של כנסייה בגליל המערבי בתקופה הערבית. לכך ניתן אולי לקשור את כיסוי הצלבים עלידי קיר השלב האחרון של הבמה. כתובת אחרת מזכירה את שמו של סרגיוס הקדוש, הנזכר גם בכתובת אשר נתגלתה בחורבת חשק. מן הפריטים האדריכליים ראוי לציין לוח סורג מאבן גיר וחלקי רגליים של שולחן מוזהב, שנמצאו באתרם בחזית הבמה המזרחית. כן נתגלו כותרת מאבן גיר המעוטרת בצלב ועמוד מונומליטי מאבן גיר, שנחשף עלידי הטראקטור שעבד במקום, ובעקבות חשיפתו נערכה חפירת ההצלה. הכנסייה חרבה בשריפה עזה, אשר אותותיה נראו במפולת, שהכילה גם רעפייחרס רבים.

חפירת הכנסייה מצטרפת לחפירה בחורבת שובייקה אשר נערכה לפני כשנתיים בנייהולן של דינה אבשלום-גורני ואיילת טאצ'ר. בחפירה ההיא נחשפו מבנים, בית יבד וקברים. כן נתגלה בה גרשמן מברונזה, ועליו כתובת יוונית המזכירה את

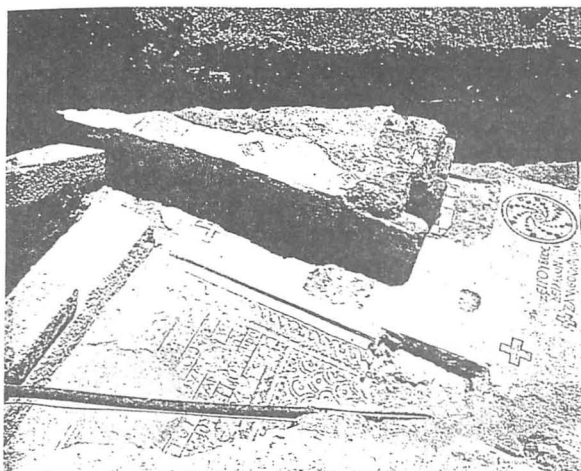


חורבת כנס; דגם ברצפת הפסיפס ובו כתובת הקדשה

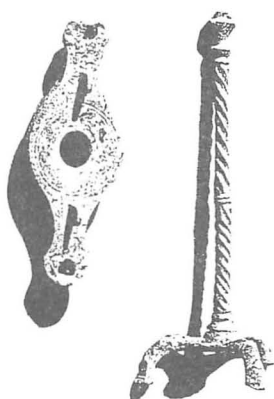
חורבת שובייקה

באתר זה, השוכן ליד כביש נהריה-מעלות (נ"צ 1663/2690), נערכה חפירת ההצלה מטעם רשות העתיקות בראשות איילת טאצ'ר ודני שיאון.² במקום נחשפו חלקים מכנסייה, שהמשכה חבוי מתחת לכביש. נחשפו קטעים מן הבמה, מן האפסיס

² אני מודה לדינה אבשלום-גורני, לאיילת טאצ'ר ולדני שיאון על שהתירו לי לרדן בממצא לפני פרסומו הסופי.



חורבת שובייקה: הבמה והכתובות שברצפת האפסיס



חורבת שובייקה: גרברונזה ועליו כתובת הקדשה

התחנתה ושתי הכנסיות הקטנות שמצפון לה. חורבת מחוז (הכנסייה המערבית) והכנסייה שממזרח לחורבת מחוז. לכנסייה שנחפרה בראש תל כסין יש אפסיס אחד, אלא שנשמרו רק היסודות, ולפיכך ויתכן, כי ההררים שמושני צדי האפסיס נוספו בשלב שני. בחורבת כנס שבכרטיאל נבנו חדרים ריבועיים מושני צדי האפסיס.

לעניות דעתי אין מקום לסברה שהעלה שלמה מרגלית, כי בגליל היה מעבר מכנסיות בעלות אפסיס אחד וחדרים ריבויים עיים מצדי האפסיס אל כנסיות בעלות 3 אפסיסים. בדומה לתהליך שהתרחש בנגב, שם אפשר להבחין בשוני בין מבנה הכנסיות מן המאה ה-4 לסה"ל ובין זה של הכנסיות מן המאה ה-5. לאור האמור לעיל נראה לי כי בגליל המערבי היו גם כנסיות בעלות אפסיס אחד וגם כנסיות בעלות 3 אפסיסים, וכי רק פה ושם נוספו חדרים ריבועיים מושני צדי האפסיס. מכלי מקום, אין לדבר שום משמעות כרונולוגית, שהרי מסקירה זו עולה בבירור, שכמעט כל הכנסיות בגליל המערבי נבנו במאה ה-4 לסה"ל.

האפסיסים

כל כנסיות הגליל המערבי שנחשפו עד כה מרופפות בפסיפס. הדגם השליש ברצפות אלו הוא של ניצנים, כמו למשל, בשבי ציון, נהריה, ואזיה. חורבת עזריים (קטעים), סוכמחה, חורבת מידב, חורבת סרח העליונה והניתה (קטעים). בכמה כנסיות נעשה שימוש ברצועה עיטורית של "מקלעות מאוכלסות", כמו, למשל, בנהריה, ואזיה, אלימכר ורמזה. בכנסיות רבות הדגמים העיקריים הם גיאומטריים. כמו, למשל, בחורבת חשק, אלימכר, שבי ציון, סוכמחה, מעיליא, שלומי, תל עבדון, חורבת כנס וחורבת עירב ויתכן, שניתן להבחין בכנסיות בעלות דגמים גיאומטריים זהים, כמו, למשל, בחורבת כנס

סאבאס הקדוש. בעקבות גילוי הכנסייה והכתובת המזכירה את אב המנזר ניתן לקבוע, כי המכלול כולו אינו אלא מנזר.

במהלך הסקר שערכתי ברחבי הגליל המערבי זיהיתי שרידי 51 (!) כנסיות, לרבות הכנסיות שנחפרו בשנים עברו. וזהו השרידים נעשה עליי שרידי קירות ואפסיסים בציר מערב-מזרח וכן עליי פריטים אדריכליים, כגון עמודים, כותרות, שברי סורגים, שברים של פריטים אדריכליים משיש ורעפים. ניתן להבחין בכנסיות של עיירות גדולות, שאופייניים להן גודלן ופריטים אדריכליים של שיש, כגון עמודים, בסיסים וכותרות. עם סוג זה נמנות הכנסיות של נהריה, שבי ציון, ואזיה, חורבת כנסייה שליד מושב בצת ואולי אף זו שהיתה בחורבת פימצועה שממזרח לשלומי. כן ניתן להבחין בכנסיות של כפרים גדולים, כמו, למשל, בחורבת עירב ובחורבת בתה, ובכנסיות פרטיות, כגון זו שבחורבת חשק, שתי כנסיות שבסי ביבת חורבת מחוז והכנסיות הקטנות שליד חורבת בתה. מלבד זה נמצאו כנסיות של מנזרים, כמו, למשל, אלו שבחורבת שובייקה ובחורבת מער.

מאפייניהן של כנסיות הגליל המערבי

התכנית

יותר ממחצית הכנסיות שנסקרו ונחפרו בגליל המערבי הן כנסיות בעלות 3 אפסיסים. בחלק מהן האפסיסים הם פנימיים, ואילו בחלק אחר מהן בולט האפסיס האמצעי מן הקיר המזרחי של הכנסייה. הכנסיות בעלות 3 אפסיסים הן אלו של ואזיה, עברון, שבי ציון (?), חורבת בתה (הכנסייה העליונה), נהריה, חורבת עירב (שתי הכנסיות), חורבת מחוז (הכנסייה המערבית), כפר מכר וחורבת סוגר. לכנסיות האחרות עליפירוב אפסיס אחד, כגון הכנסיות בסוכמחה, חורבת בתה (הכנסייה

גם במקרה זה דוצבו שולחנות מנחה משני צדי המעבר. גם בעברון הוזז הסורג כ־5 מ' אל תוך אולם־התווך. בכנסייה זו ניצבו עמודי הסורג בתוך אבנים בעלות חור ריבועי, שהוצבו על־גבי רצפת־הפסיפס בלי לפגוע בה. הדבר מרמז אולי, כי הסורג היה מעץ. אבנים ריבועיות להצבת עמודי סורג נמצאו גם בחזית הכמה בחניתה, בחורבת ע'וריב ובחורבת כנס. לדעת צפיריס נעדרה הגדלת שטח הבמה לאפשר למספר רב יותר של אנשים להשתתף בטקס שנערך על הבמה. כמעט אין ספק, שזו תופעה אוורית, שכן בכנסיות שמדרום לגליל המערבי וממזרח לו לא נתגלתה כמותה. עם זאת היא מופיעה בכמה כנסיות בדרום לבנון. מצפון לשם לא נמצאו עדויות לתופעה זו.

הרס הכנסיות ונטישתן

שאלה היסטורית וארכיאולוגית מעניינת היא מתי ניטשו כנסיות הגליל המערבי, ואם נטישתן היתה קשורה לאירועים ברחבי האיזור.

כמעט כל חופי הכנסיות בגליל המערבי מייחסים את נטישת הכנסיות לכיבוש הפרסי בשנת 613 לסה"נ. בכמה כנסיות שנחפרו נתגלו עדויות לשריפה שפגעה בהן. לדברי החופרים בנהריה נמצאו על־גבי הפסיפס בלי־חרס ושרידי בנייה דלים, דבר המצביע אולי על תושבים שנמלטו אל הכנסייה בעת התקרבות הצבא הפרסי. מכל־מקום, לאחר־מכן נהרס המבנה. גם בחורבת ואזיה נתגלו עדויות דומות. הכניסה אל המחסן הדרומי נחסמה בבנייה, שכללה גם פריטים אדריכליים קטנים. על רצפת המחסן נתגלה, כאמור, מטבע משלדי התקופה הביזנטית. על רצפת־הפסיפס נבנה קיר דל. הכנסייה נהרסה בשריפה גדולה.

לפי העדויות ההיסטוריות נע הצבא הפרסי לאורך החוף מצפון לדרום והגיע לארץ־ישראל מכיוון צור, שם נערך טבח בנוצרים ונהרסו כנסיות. בידת עדויות על התקפות שערכו יזהדי עכו על הנוצרים בהתקרב הפרסים. מיחס הפרסים לנצרים בירושלים ולכנסיות בעיר זו ניתן אולי ללמוד על יחסם לריכוז הנצרי בגליל המערבי ולכנסיותיו. דומה, שהפר־סים הרסו את הכנסיות הגדולות ואת העיירות הנוצריות החשובות, בעיקר לאורך חוף הים. כגון שב־ציון, ואזיה ונהר־ריה. מאתרים אלה אין בידנו שום ממצא קיראמי, נומיסמאטי או אפיגרפי העשוי להעיד על המשך קיומם בתקופה הער־בית. כפרים וכנסיות קטנות באזורי ההר ניטשו, אולי מתוך חשש מפני העתיד, כמו, למשל, חורבת חשק. כפרים אחרים הוסיפו להתקיים גם אחרי הכיבוש הפרסי. על המשכיות מסוימת מעיד השלב האחרון בכנסייה של חורבת בתה, שבו נתגלו כמה מטבעות מן התקופה הערבית הקדומה. בחפירה שערכו יעל גור־קירחן וערנה שטרן בחורבת קב הסמוכה נתגלה מטמון של מטבעות־זהב ביזאנטיים, רובם בהקשר מן התקופה הערבית הקדומה. חופרת המנזר בשלומי טוענת, כי המקום התחדש בתקופה הערבית, ולאחרונה העלו החפירות בחורבת שובי־יקה עדות לשלב בנייה מתקופה זו. עד כה אין בידת אף לא

ובחורבת בתה, הסמוכות זו לזו. בדגמים גיאומטריים רבים ניתן להבחין ב"צלבים חבויים", שנעדרו, כפי הנראה, לעקוף את האיסור לעשות צלבים ברצפה. ריצוף בשיטת אופוס סקטילה באולם־התווך של הכנסייה בחורבת כנס הוא חריג. אולי דומה לו ריצוף הקאית־דאלה בסוּסיתא.

מוטיב גיאומטרי מעניין בעל גדלים שונים מופיע בכמה רצפות־פסיפס. המדובר במעגל דמוי רוטטה מסוגגנת, שבו נעשה ניסיון לשוות לפסיפס פרספקטיבה באמצעות הצללה. המרשימה מכולן היא הרוטטה שבמרכז רצפת־הפסיפס בכני־סייה של נהריה, שעוצב בה צלב קטן, רוטטה נוספת, אף־כי פשוטה יותר, נמצאה בחדר 1 במנזר בשלומי. רוטטה נוספת, שלא נשתמרה בשלימותה, נתגלתה ברצפת־הפסיפס שבכני־סייה של חניתה. רוטטה קטנה יותר נמצאה בכנסייה בחורבת שובי־יקה, וכך גם בחורבת כנס.

גרמי־מדרגות

בשלוש כנסיות גדולות בגליל המערבי יש גרמי־מדרגות מונומנטאליים. המוליכים מן האטריום אל הנארתקס: בשב־ציון, בכנסייה המערבית של ואזיה ובחורבת כנס. בכנסייה המזרחית של ואזיה סף הכניסה למחסנים נמוך ב־2 מ', בקירוב. ממיפילס רצפת־הפסיפס של הכנסייה, ולכן מותר להניח, שגם לכנסייה זו עלה גרמי־מדרגות.

היציעים

בכנסיות הגליל המערבי נתגלו עדויות רבות ומעניינות לקיום יציעים. העדות הברורה ביותר נתגלתה בחורבת חשק, שבה נמצאו כל חלקי היציעים. חופר חורבת בתה מזכיר את קיומם של יציעים, אך בדין־וחשבון לא הובאו שום ממצאים, וכך גם בדין־וחשבון על חפירות הכנסייה של נהריה. כמעט אין ספק, כי ברוב הכנסיות, ואפילו בקטנות שבהן, כמו זו של חורבת חשק, סורג הבמה היה משיש, ולכן ניתן להניח, כי הלוחות מאבן־גיר שנמצאו הם ממעקות היציעים. שברים של לוחות מסוג זה, המעוטרים בדגמים גיאומטריים וצבעים בצבע אדום, נתגלו בכנסיות רבות בגליל המערבי, כגון בחורבת מחוז (הכנסייה המערבית), חורבת טוורי, חורבת ואזיה (שתי הכני־סיות), חורבת שובי־יקה, חורבת כנס וחורבת גוב. גם בכנסייה בנהריה נתגלו שברים מלוחות של אבן־גיר, אלא שהחופרים ייחסו אותם בטעות לסורג.

הזת הסורג

בכנסיות מספר בגליל המערבי בלטה תופעה מעניינת: הזזת הסורג אל מעבר לחזית הבמה אל תוך האולם. בשב־ציון הוזז הסורג כ־5 מ' אל מעבר לק הבמה. בצדו הפנימי של הסורג הוצבו שולחנות משני צדי המעבר. גם בכנסייה הצפונית של שב־ציון (שלא נחפרה) נראים סימנים ברורים של הזזת הסורג אל תוך האולם. אגב שכינת רצפת־הפסיפס ותיקונה לאחר־מכן. בכנסייה של נהריה הועבר הסורג אל תוך אולם־התווך, אגב הריסת הרצפה העיטורית ותיקונה באבני־פסיפס לבנות.

רים. במקרה חריג זה לוחות הסורג עשויים אבן גיר. מנזר נוסף נתגלה, לדעת, בחורבת שוביקה (וראה לעיל). בחורבת קצ'ר שבאיזור תפן חשף רפאל פרנקל כמה בתיבד בתוך שני מכלולים ריבועיים, שאורך צלעותיהם כ־50 מ'. באחד מהם נמצאו פריטים אדריכליים האופייניים לכנסייה, ועיצובם דומה לזה של הממצא בחורבת חשק הסמוכה. סבורני, שניתן לראות במכלולים אלה מנזרים, וכך גם בחורבת מע'ר שליד מושב שומרה. במקום זה נתגלה מכלול של מבנים במיתחם מלבני, שאורכו כ־50 מ' ורוחבו כ־45 מ'. נחשפו 5 (!) בתיבד, משקוף המעוטר בצלב וכנסייה. במרחק של כ־400 מ' ממזרח לחורבת מע'ר נמצא מכלול נוסף, הנקרא חורבת מג'דל. למכלול ממדים דומים לאלה של המכלול בחורבת מע'ר, ובו 2 בתיבד, כנסייה ומשקופים מעוטרים בצלבים. דומה, ששני מכלולים אלה הם מנזרים, כמו המכלול בחורבת קצ'ר.



חורבת מע'ר; מיתקן־סחיטה (הבתולות) של בתיבד שניצב בקצה המערבי של מיתחם המנזר

בשנות השמונים ערכתי חפירת־העלה מצומצמת בחורבת גוב. נתגלו בה שרידי מבנים על שטח של כ־2.5 דונאם. מבנים אלה נחרסו בחלקם הגדול בעת הכשרת הקרקע, אך למרות זאת עדיין ניתן להבחין במכלול מוגדר היטב, ואפשר לקבוע, שאין המדובר בבתיים בודדים הפזורים בשטח. באחד המבנים נחשף מחסן תת־קרקעי, ובו חרסים האופייניים לשלהי התקופה הביזאנטית. בשטח אחר נחשפה חצר גדולה ומרצפת, שבארבעת קירותיה פתחים לחדרים. אחד הפתחים הוליך לבית־בד, שממנו שרדו אג'יריסוק, מרסק ואג'י־אבן. במפולת שכיסתה את החצר, כפי הנראה מקומה שנייה, נתגלו פריטים אדריכליים האופייניים לכנסייה, כגון לוחות סורג ורגלי־שיש

עדות אחת על קיומה של כנסייה שנבנתה בתקופה הביזאנטית והוסיפה להתקיים אחרי המאה ה' לסה"נ. אין פירוש הדבר, שהאוכלוסייה הנוצרית נעלמה לחלוטין מן הגליל המערבי. לדעתי נפגעו מן הכיבוש הפרסי בעיקר שכבות האוכלוסייה הגבוהות, הן אלו שהשתייכו למינהל הביזאנטי הן אלו שהשייכו למימסד הנוצרי. כנסיות גדולות ששכנו במסלול התקר־מותו של הצבא הפרסי ובקירבתו נחרסו. והדעת נותנת, שתושבי בים רבים נפגעו. למרות זאת נדמה, כי האוכלוסייה הנוצרית הכפרית הוסיפה להתקיים באיזור זה גם בתקופה הערבית הקדומה. ייתכן, כי במאה ה' היתה פגיעה נוספת בנוצרים, כעדות הבניין בחורבת קב שנתגלה בו המטמון, אשר חרב וניטש בתקופה זו. גם בכנסייה בחורבת שוביקה לא נמצאה עדות לקיום המבנה בימי הביניים.

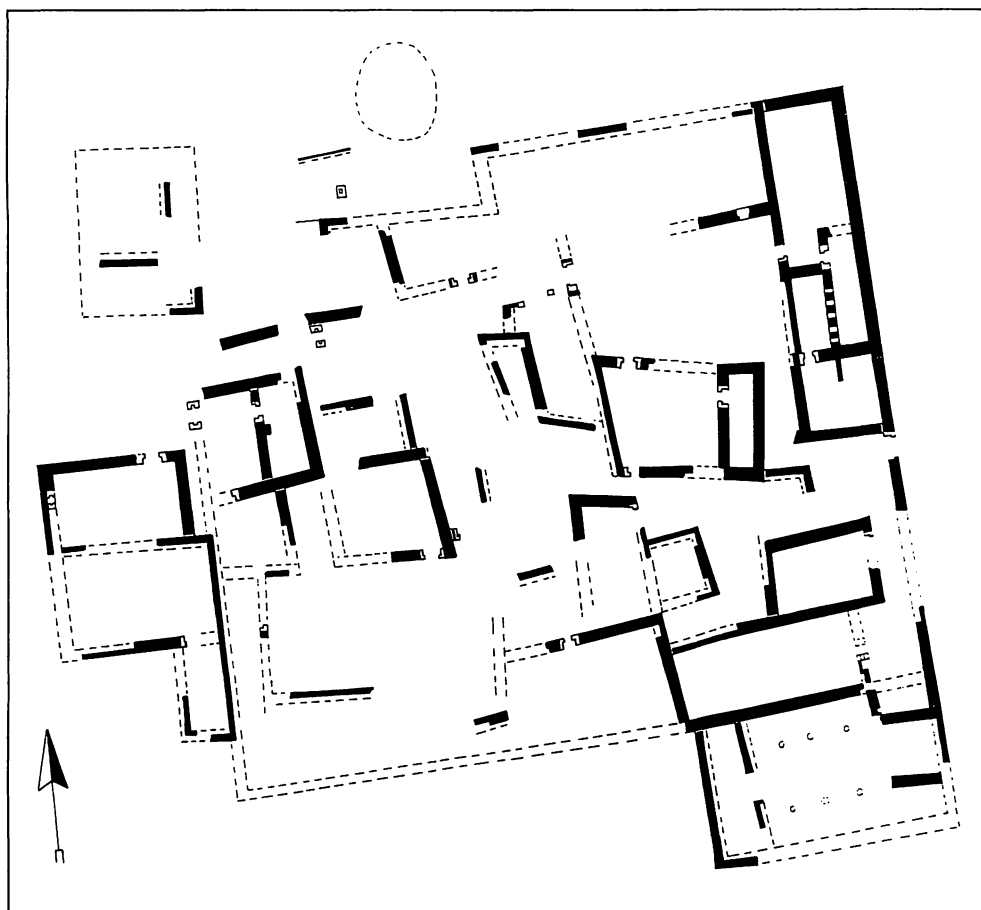
חיווך לטענה בדבר הפסקת פעולתן של רוב הכנסיות בעת הכיבוש הפרסי ניתן למצוא בעובדה, שאין תופעות של איקר נוקלאום ברצפות־הפסיפס של הכנסיות שעוטרו בדמויות. הכנסיות בעבר־הידרן המזרחי לא נפגעו בימי הכיבוש הפרסי, והן הוסיפו להתקיים בתקופה הערבית הקדומה, אך הדמויות שברצפות־הפסיפס הוחלפו באבני־פסיפס לבנות. לעומת זאת חרבו הכנסיות בגליל המערבי ובאזורים אחרים של הארץ, ועל־פירוב פסקה פעולתן עוד לפני הכיבוש הערבי.

כאשר הגיעו הצלבנים לארץ, מצאו בה אוכלוסייה נוצרית מקומית, ברובה מן־הסתם צאצאי האוכלוסייה הנוצרית של התקופה הביזאנטית. בצדק מגיש רוני אלנבלום את העובדה, שריכוזי היישוב הפראנקי בארץ־ישראל, כולל הגליל המערבי, תואמים בדיוק את ריכוזי האוכלוסייה הנוצרית בתקופה הביזאנטית. הכנסייה בהר בריניקי שכתבירה הוסיפה להתקיים אחרי התקופה הביזאנטית, שוקמה בתקופה הערבית הקדומה אחרי רעידת־אדמה ושימשה אף בתקופה הצלבנית.

שרידי מנזרים בגליל המערבי

בסקר שערכתי בגליל המערבי ויהיתי כ־15 מנזרים.

אין בידנו שום מידע על הנזירות בגליל המערבי, כשם שאין לנו מידע היסטורי על היישוב הנוצרי באיזור. רמז ראשון לקיומה של נזירות בסביבה העלו חפירותיה של קלודין דופן בשלומי. במקום נחשף חלק ממבנה בעל רצפת־פסיפס, שכללה כתובת המזכירה את אב המנזר. לדעת החופרת זהו חלק מחוזה של נזירים, אך לדעתי המדובר במנזר ששכן ליד הכפר העתיק שבחורבת כנסייה הסמוכה, בדומה למנזר והכנסייה אשר נחשפו בשולי חורבת בתה. מכלול זה נתגלה בשוליו הדרומיים־המערביים של היישוב העתיק בחורבת בתה, ודומה, כי החומה שהקיפה את האתר כללה גם את המנזר בתחום המוגן. עם זאת ייתכן, כי המנזר נבנה מלבתחילה בפינת החומה. חומה זו נבדקה על־ידי פאני ויט, אלא שעדיין לא פורסמו תוצאות בדיקתה. לאחרונה נוקה קו החומה בידי רשות העתיקות, וניתן להבחין בחומה סביב היישוב כולו. בחפירה נתגלו כמה חדרים, שאחד מהם הוסב לבית־בד. כן נחשפה כנסייה קטנה מעוצבת היטב, ובה עמודים ולוחות סורג מעוטר



חורבת מעיר; תכנית המנזר

מעברים צרים ומרוצפים. כמעט ככולם נמצאו בתיכוד: 2 בחורבת מגידל, 5 בחורבת מעיר, כ"5 בחורבת קציר, 2-1 בחורבת גוב, 1 בחורבת בתה ר' בחורבת שובייקה. בחורבות מגידל, מעיר, גוב, קציר, בתה ושובייקה נתגלתה כנסייה. ברוב

המכלולים נמצאו עיטורים של צלבים. צורתם המשווערת של מנזרים אלה שונה מזו של המנזר הגדול של בורסי שממזרח לכינרת, מזו של מנזר מארטיריוס שבמעלה-אדומים וגם מזו של המנזרים הגדולים של מדבר יהודה. גודלם ואופיים מזכירים יותר את המנזרים הקטנים של מדבר יהודה, ואולי אף את המנזר בדיר-קרוח שבכרמתי-הגולן. הכולל זה נובע אולי מן העובדה, שמנזרי הגליל המערבי לא שכנו על צירי-התנועה של עליה-הרגל, ולא נועדו לקלוט

של שולחנות מזבח. כן נמצאו שברים רבים של פסיפס צבעוני. בסמוך לחצר נמצאה מחציתו של חותם מאבן-גיר, ששימש מן-הסתם להחתמת לחם-קודש. קוטר החותם כ"5 ס"מ. במרכזו צלבים קטנים, המחלקים את השטח לריבועים, ומסביב כתובת ברכה לישו ביוונית. מאפיינים אלה של מכלול קטן שהכיל פריטים של כנסייה מרמזים, כי במקום היה מנזר.

בגליל המערבי עדיין לא נחשף מכלול שלם של מנזר, אך ממצאי הסקר והחפירות החלקיות מצביעים על מכלולים בגודל בינוני, המשתרעים על שטח של כ"50x50 מ'. מקיפה אותם חומת-מגן רצופה. בחורבות מגידל ומעיר נתגלה רק שער אחד. לרוב המכלולים חצר מרכזית, כמו, למשל, בחורבות מעיר, גוב ומגידל. בחורבת קציר ובחורבת שובייקה נמצאו

צליינים, שהרי באיזור לא היו מקומות קדושים לנצרות. פיזור בגליל המערבי ובגליל התחתון, שם אספתי עדויות נוספות לקיום מנזרים. קשור מן־הסתם לגורמים אחרים מאלה של מנזרי מדבר יהודה. הפיתוח החקלאי הנרחב, כעדות עשרות בתי־הבד במנזרים, נועד אולי להפוס שטחים כמשקל שכנגד ליישוב היהודי בגליל המזרחי. אף ייתכן, כי השלטונות היו מעוניינים במתן שירותי־דת בתחומי צור, עכו וציפורי.

מערת נזירים

בערוץ העליון של נחל בית־העמק גיליתי מערת התבודדות מן התקופה הביזנטית, החצובה במצוק. שטח המערה 3×2 מ', בקירוב. כן נתגלה בור־מים מטיח, ובו חרסים מן התקופה הביזנטית. בקירות המערה חרותים צלבנים וכן האות היוונית Φ.

מערת התבודדות נוספות נמצאות במצוקים הגבוהים של נחלי הגליל העליון. בנחל אביב נסקרו קבוצות של מערות, בחלקן במרומי המצוקים. יש מערות שחצובים בהן חלונות, ויש מערות שחצובים בהן מיתקנים לאיסוף מים או מקומות להנחת קנקנים. אף נתגלה בית־בד חצוב. בנחל נמר נסקרו מערות שהכילו מיתקנים חצובים. באחת מהן ניצב קנקן מן התקופה הביזנטית. מערה אחת אף נקראת בערבית "מערת הנזיר". במצוקי נחלי כזיב ובצת נמצאות מערות נוספות הנראות כמו מערות התבודדות. מערות אלו עדיין לא נחפרו, אך הן מצביעות על תופעה של נזירים מתבודדים, בדומה למתבודדי מדבר יהודה. ראוי לציין, כי בגליל לא נשתמרו קטעי טיח מצוריים כמו במערות מדבר יהודה.

הגבול בין תחום הנוצרים לתחום היהודים

אחת התוצאות החשובות של הסקר היא האפשרות לשרטט את קו הגבול בין הקהילות הנוצריות בגליל המערבי ובין הקהילות היהודיות בגליל המזרחי.

הקו נמשך מפסוטה בצפון, דרך פקיעין, ועד כפר־רמה בדרום. קו זה חופף על־פירוב את הגבול הגיאוגרפי של הרי הגליל העליון ומפריד בין הגליל העליון המערבי ובין הגליל העליון המזרחי. בגליל העליון המערבי נתגלו, כאמור, עשרות כנסיות ומנזרים ואף לא מבנה אחד שניתן לראות בו בית כנסת. עם זאת בידנו עדויות ארכיאולוגיות וספרותיות ספורות להימצאותם של יהודים בגליל העליון המערבי, כמו, למשל, עיטור של מנורה ושופר בכפרי־סיף, מנורה בקבר בתפן ושמו של שגביון, ראש בית־הכנסת של אכזיב, המופיע במקורות התלמודיים. בגליל העליון המזרחי, לעומת זאת, נתגלו עשרות שרידים של בתי־כנסת וכתובות עבריות, ואף לא שריד אחד של כנסייה. הרמז היחיד להימצאותם של נוצרים באיזור הוא קבר נוצרי שנתגלה בגושי־חלב. קו הגבול נמשך גם ממזרח למערב. מצפון לקו סאסא–ברעם–עלמא–קצין לא נתגלה אף מבנה אחד של בית־כנסת, אך באיזור מצויות כנסיות רבות. מדרום לקו זה לא נמצאו שום שרידי כנסיות. רק במקום אחד בגליל המערבי נמצאו זה ליד זה שרידי כנסייה ובית־כנסת:

בכפר רמה. בשנות השלושים גילה יצחק בן־צבי משקוף של בית־כנסת, ובו כתובת ארמית, ובשנות השבעים נחשף בכפר קטע מכנסייה ביזנטית. לא מן הנמנע, כי לפנינו עדות לכפר יהודי שאוכלוסייתו התחלפה באוכלוסייה נוצרית במאות ה'ה'–ה' לס'.

בגליל התחתון אין הברלים כה חדים בין הקהילות הנוצריות לקהילות היהודיות כמו בגליל העליון. הסיבה לכך היתה, לדעתי, שבגליל התחתון היו כמה מרכזים נוצריים חשובים, ומכאן החדירה הנוצרית אל האיזור היהודי, שלא כמו בגליל העליון.

החפירות והסקרים בגליל המערבי שנזכרו מעידים על יישוב צפוף של אוכלוסייה נוצרית בתקופה הביזנטית. אמנם אין בידנו מידע היסטורי על האיזור, אך הממצא הארכיאולוגי מצביע על עשרות כפרים ומנזרים ועל חלוקה טריטוריאלית בין הבישופות של עכו לבישופות של צור, ואולי אף הבישופות של ציפורי. הכתובות שנמצאו בכנסיות, הן היווניות הן הסוריות, מרמזות על המקור השמי של חלק מן האוכלוסייה הנוצרית של הגליל.

ביבליוגרפיה

- צ' אילן, "החפירה בכנסייה המערבית בחרבת עירב (עירבין)", בתוך: מ' ידיעה (עורך), קדמוניות הגליל המערבי, תל־אביב 1986, עמ' 503–515.
ר' אלנבלום, "היישוב הפראנקי בארץ־ישראל בתקופה הגלבנית", חיבור לשם קבלת התואר דוקטור לפילוסופיה של האוניברסיטה העברית בירושלים, 1991.
צ' ברס, "הכינוש הפרסי ושלדו השלטון הביזנטי", בתוך: צ' ברס ואחרים (עורכים), ארץ ישראל מחורבן בית שני ועד הכיבוש המוסלמי, א. ירושלים תשמ"ב, עמ' 300–349.
ק דופן, "חפירות שלום", בתוך: מ' ידיעה (עורך), קדמוניות הגליל המערבי, תל־אביב 1986, עמ' 485–502.
ר' צפירי, "כנסיות ביזנטיות וכתובות שנתגלו בארץ־ישראל", ארץ־ישראל, י. ירושלים תשל"א, עמ' 241–244.
M. Aviam, "Horvat Hesheq — A Unique Church in Upper Galilee; Preliminary Report", in: G.C. Bottini, L. Di Segni & E. Alliata (eds.), *Christian Archaeology in the Holy Land — New Discoveries*, Jerusalem 1990.
M. Avi-Yonah, "A Byzantine Church at Suhmata", *Quarterly of the Department of Antiquities in Palestine*, III (1934), pp. 92–105.
J. Briand & J.B. Humbert, *Tell Keisan (1971–1976) — Une cité phénicienne en Galilée*, Fribourg 1980, pp. 37–99.
J.W. Crowfoot, *Early Churches in Palestine*, London 1941.
C. Dauphin & G. Edelstein, *L'église byzantine de Nahariya, Thessalonica* 1984.
A. Ovadia, *Corpus of the Byzantine Churches in the Holy Land*, Bonn 1970.
M. Prausnitz, *Excavations at Shavei-Zion*, Rome 1967.
V. Tzaferis, "The Greek Inscriptions from the Early Christian Church at Evron", *Eretz-Israel*, XIX, Jerusalem 1983, pp. 36*–53*.
Z. Yeivin, "Excavations at Horvat Bata", *Atiqot*, XXI (1992), pp. 109–128.

The Geological Society of Israel thanks the following for their contribution:

The Geological Survey of Israel

British Gas International Ltd.

Ratio Oil Exploration Ltd.

Nesher Cement Industries Ltd.

The Recanati Institute for maritime studies - University of Haifa

Rotem Amfert Negev Ltd.

Negev Industrial Minerals Ltd.

Geoprospect Ltd.

The Geophysical Institute of Israel

Ministry of National Infrastructure

Pioneer Concrete (Israel) Ltd.

Albatross Aerial Photography Ltd.

Geological Society Committee 1999 - 2000

Gidon Baer - President

Moshe Shirav - Vice-President

Shimon Wdowinski - Activities Coordinator

Rany Calvo - Treasurer

Yoav Avni - Secretary

Oded Katz - Member

Dov Ginzburg, Manager, Scientific Fund in honor of the late Dr. Peretz Grader

Produced by:

Dan Hafakot

Tel/Fax: 02-5354972



Israel Geological Society
Annual Meeting, 2000

Field Trips Guidebook

Edited by:
Shimon Wdowinski

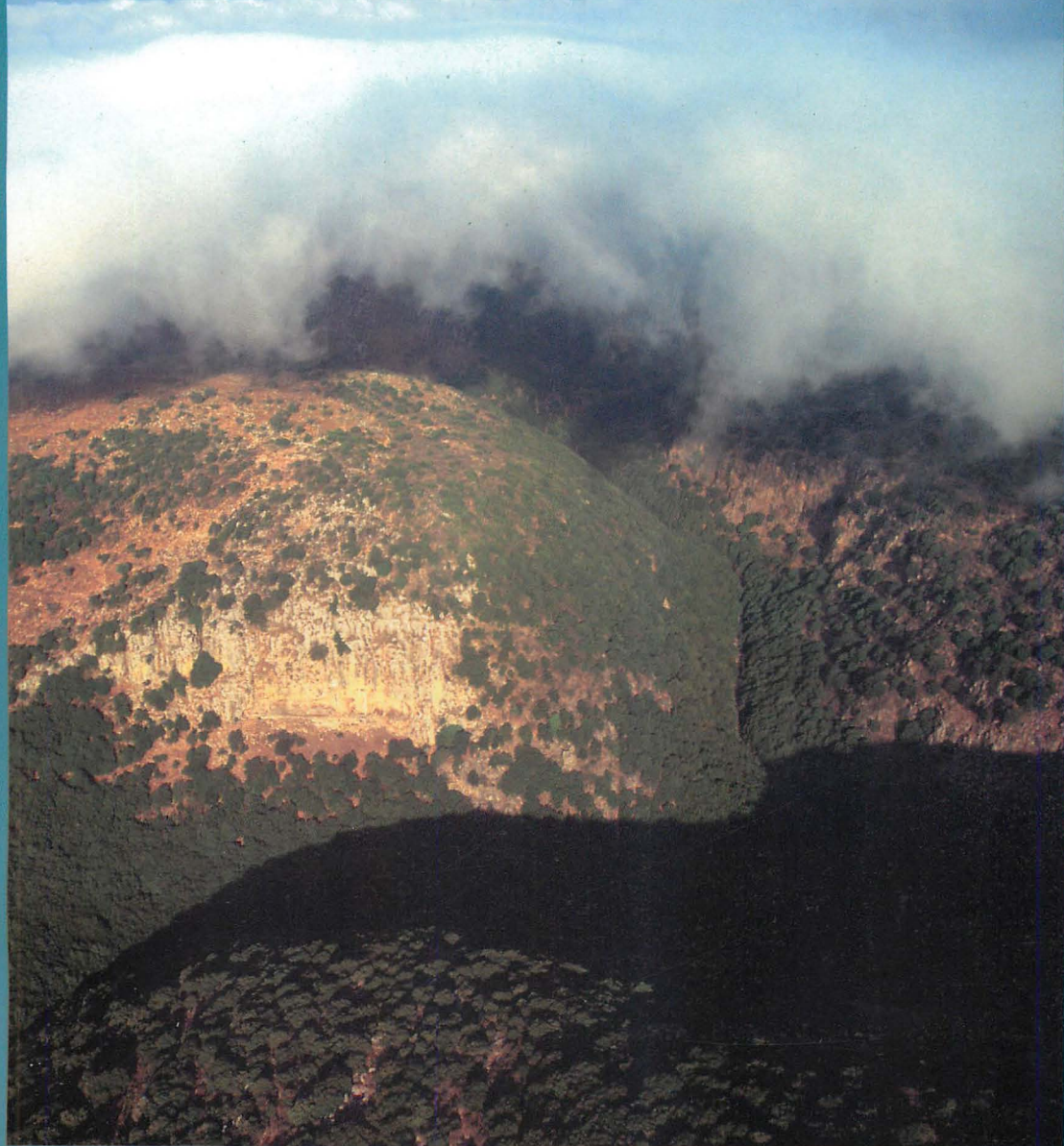
Ma'alot
3-5 April, 2000

English cover: Keziv wadi, western Galilee. Photo: Albatross Aerial Photography.

Hebrew cover: Qeshet Cave and western Galilee. Photo: Albatross Aerial Photography.



FIELD TRIPS GUIDEBOOK



ANNUAL MEETING

MA'ALOT, 2000