

החברה הגיאולוגית הישראלית
Israel Geological Society

מדריך סיורים

אשקלון 1992

30 במארס - 1 באפריל 1992

כה' - כז' אדר ב' תשנ"ב

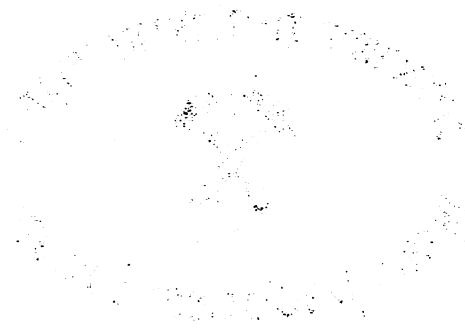




הכנס השנתי
אשקלון 1992

מדריך סיורים

כה' - כז' אדר ב' תשנ"ב 30 במארס - 1 באפריל 1992



משרד המשפטים

מחלקת המבחנים

מבחן הכניסה לתואר

מדריך סיורים

עורך:

א. גילת

חוברת סיורים זו יוצאת לאור לרגל כנס החברה הגיאולוגית המתקיים
באשקלון 1.4.92-30.3.92.

המסלולים והתחנות בכל אחד מן הסיורים המוצעים, מפורטים ומתוארים
בפרוטרוט, וניתן להשתמש במדריך הסיורים גם לצרכי סיור בקבוצות
ויחידים, שלא במסגרת כנס החברה. מסלולי הסיורים סומנו על גבי מפות
הכלולות בתוך כל סיור וסיור; כלל המסלולים סומנו על גבי המפה בעמוד
הבא.

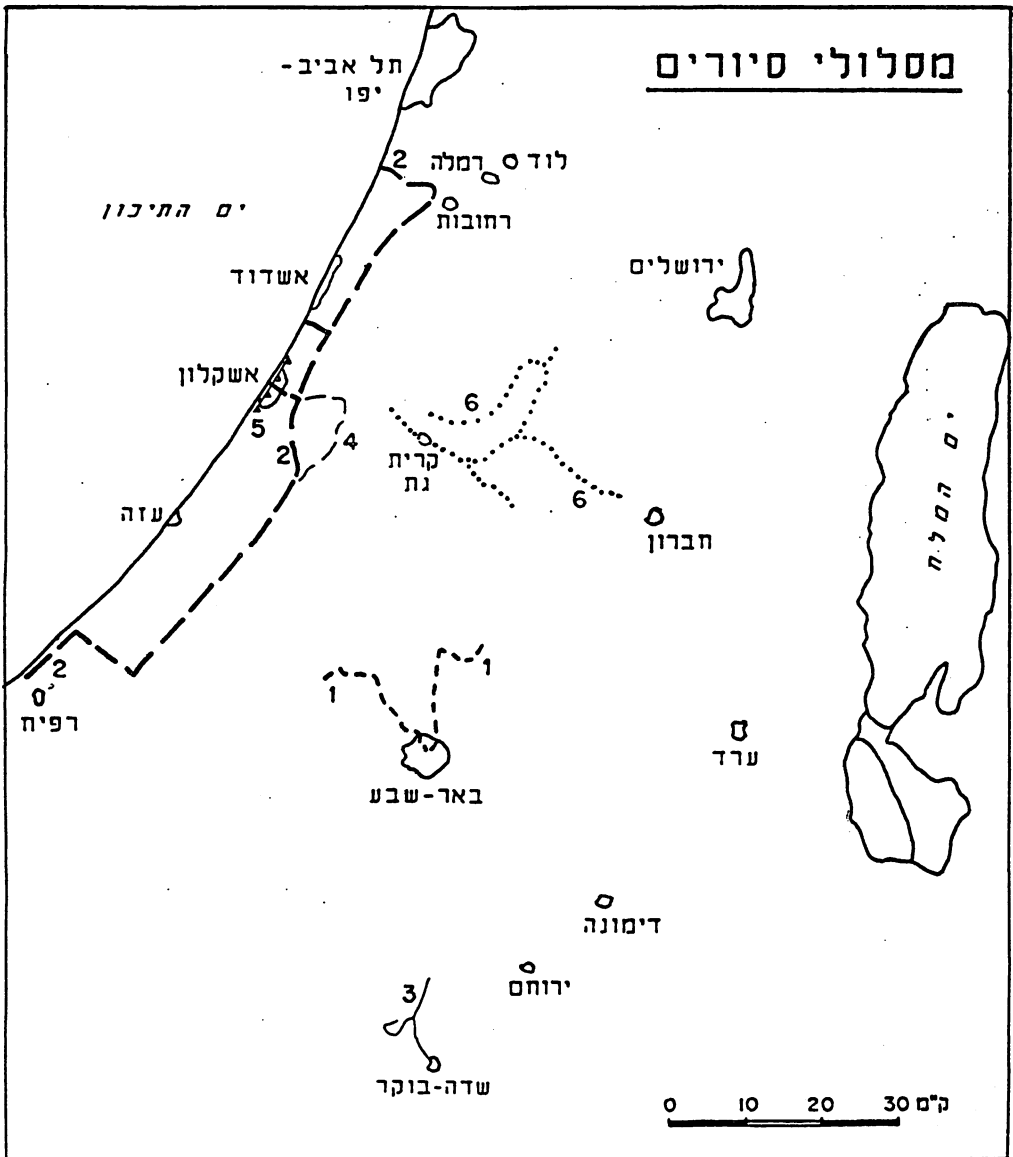
העטיפה: רכס הכורכר בחוף אשקלון
צילום: י. ניר - המכון הגיאולוגי, ירושלים



תוכנית הכנס השנתי

כ"ה-כ"ז באדר ב' תשנ"ב

1.4.92 - 30.3.92



תוכן העניינים

1	מחזורים סדימנטריים נאוגניים והתפתחות הנוף באיזור הנגב הצפוני (גבעות להב, באר-שבע ואופקים) בוכבינדר ב., זילברמן ע.	סיור 1
21	הרביעון של מישור החוף הדרומי גבירצמן ג.	סיור 2
35	עדות מורפולוגית למעוות ניאוטקטוני באזור רכס בקר גולץ ס. ובליצקי ש.	סיור 3
44	שדה הנפט של חלץ גלבוע י.	סיור 4
53	הגיאולוגיה של חופי ותל אשקלון ניר י. חלק מהסיור ינתן ע"י לס א. ראה תאור באנגלית	סיור 5
	ראה תוכן עניינים באנגלית.	סיור 6

סיוור 1

מחזורים סדימנטריים נאוגניים והתפתחות הנוף באיזור הנגב הצפוני (גבעות להב, באר שבע ואופקים)

בוכבינדר ב., זילברמן ע.

המכון הגיאולוגי, ירושלים

הקדמה

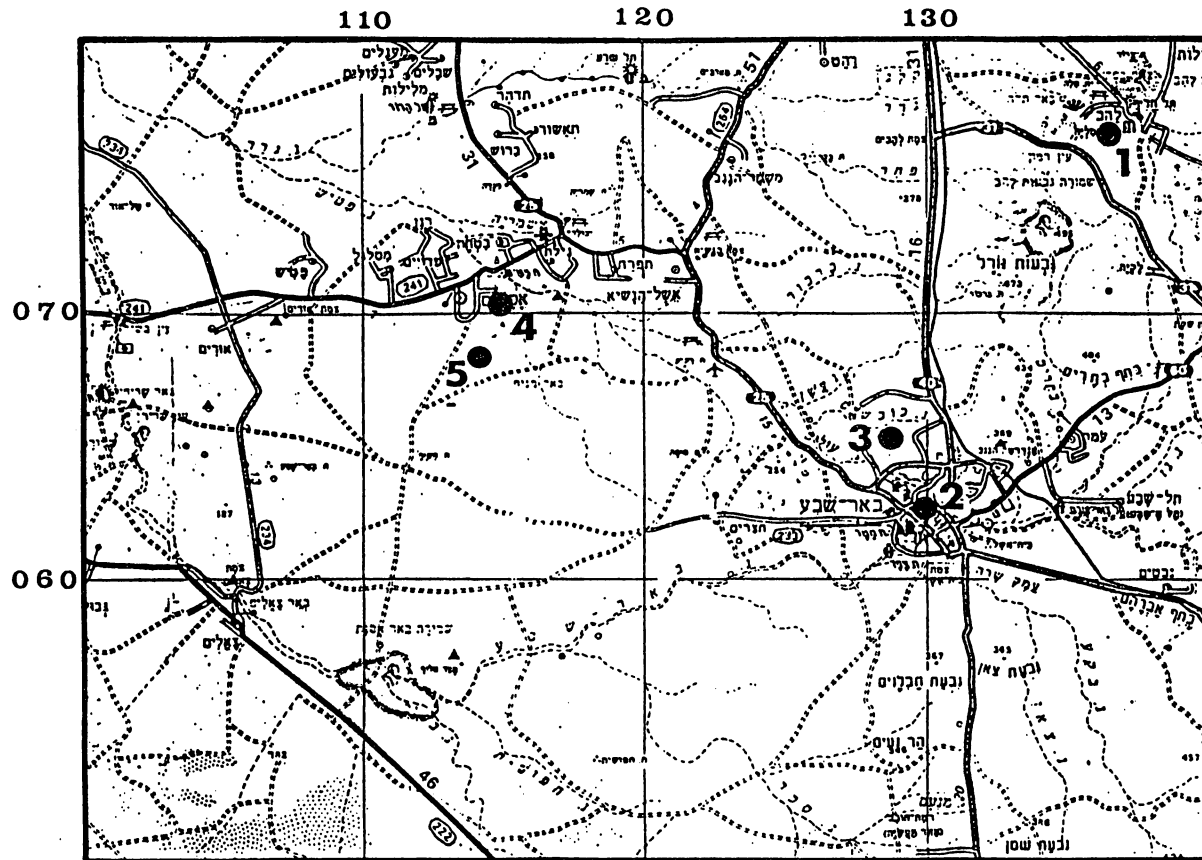
הסיוור יכלול מספר מחשופים המייצגים את סלעי המשקע הנאוגניים הימיים הנחשפים באיזור דרום שפלת פלשת ובאיזור באר-שבע (ציוור 1). במסגרת הסיוור יוצגו עדויות סדימנטריות לסביבת ההשקעה של היחידות השונות ויבחן הקשר בין תפוצתם להתפתחות המורפולוגית של האיזור.

יחידות הסלע שישקרו בסיוור מייצגות שלוש או ארבע חדירות ימות, שהן ביטוי לעליה גלובלית של מפלס פני הים בזמן המיוקן התיכון, המיוקן העליון והפליוקן התחתון. כל עליה כזו מתבטאת במחזור סדימנטרי של הצפה ונסיגה (טבלה 1).

טבלה 1 - המחזורים הנאוגניים ונפיצות הסדימנטים המיוחסים להם בתחנות השונות של הסיוור

גילים של מחזורים ימיים עיקריים	אופקים	באר שבע	גבעות להב
מחזור פלשת פליוקן	תצורת פלשת בלתי מחולקת	תצורת פלשת: יחידות I-IV	-
מחזור יפו ? פליוקן תחתון	-	תצורת יפו	-
מחזור פטיש מיוקן עליון טורוניאן-מסיניין N16-N17	תצורת פטיש קלינופורמים של אצות גירניות ואלמוגים מטיפוס <u>Porites</u> בלבד	תצורת בית אשל (תת-קרקע). תצורת שכע: קלינופורמים קלקרניטים ועדשות ביוקלסטיות (כשוו ציקלג)	-
מחזור ציקלג מיוקן תיכון חלק תחתון N8-N9	ציקלג שוניתי, אלמוגים מטיפוסים שונים	-	ציקלג קלקרניטי של אדן היבשת

שני המחזורים המיוקניים מייצגים סביבות השקעה בהן התפתחו שוניות, והם כוללים סדימנטים קרבונטיים המכילים אלמוגים וסדימנטים ביוקלסטיים. סדימנטים אלה מרכיבים את תצורות ציקלג ופטיש (הגדרה חדשה ראה, Buchbinder and Martinotti, in press ו-Buchbinder et al. בחוברת



- ציור 1 - מפת התחנות בסיוור.
 תחנה מס' 1 - הר להבים; תחנה מס' 2 - המחצבה הגדולה בבאר שבע;
 תחנה מס' 3 - נחל כובשים; תחנה מס' 4 - מצודת פטיש ממזרח לאופקים;
 תחנה מס' 5 - מחשוף כביש מדרום לאופקים.

התקצירים). המחזורים השלישי והרביעי הנם מגיל פליוקן והם מייצגים סביבות השקעה של סדימנטים קלסטיים וביוקלסטיים של תצורות יפו ופלשת. מפאת החשיפה החלקית של המגעים בין תצורות יפו ופלשת, האופי של תצורת יפו כמחזור נפרד מצריך בדיקה נוספת על ידי קידוחי גלעין רדודים.

בכל תקופת המיוקן ובפליוקן התחתון הווה איזור השפלה את אדן היבשת הקדום ואיזור מישור החוף את מדרון היבשת הקדום. קניונים תת ימיים התחתרו באיזור אדן היבשת החיצוני ובאיזור המדרון החל מהאוליגוקן המוקדם. הבולט מביניהם הנו קניון אפיק (עזה, באר שבע) שחצה את כל רוחב אדן היבשת (ניב, 1960; דרוקמן ואחרים, ראה חוברת תקצירים).

באיזור מדרון היבשת (מישור החוף) שקעו בתקופת המיוקן סדימנטים קלסטיים דקי גרגר ממוצא טרום נילוטי. בתקופות של מפלסי ים גבוהים, כשהים כיסה את איזור השפלה (אדן היבשת), שקעו סדימנטים קרבונטיים שונתיים. בזמן הפליוקן גבר קצב ההספקה של הסדימנטים הנילוטיים והתקופה מתאפיינת בהשקעת חתר עבה של סדימנטים קלסטיים דקים וגסים שגרם לנדידת מדרון היבשת (פרוגרדציה) מערבה למיקומו הנוכחי.

מחזור ציקלג (מיוקן תיכון)

סלעי המשקע של מחזור ציקלג הם מגיל מיוקן תיכון, חלק תחתון (ביוזונים N8-N9) ולא מיוקן עליון (טורטוניאן) כפי שהיה מקובל עד כה. קביעת הגיל מבוססת על המאסף של הפורמניפרים הפלקנטוניים שנמצא בחווארים המתאצבעים עם הסדימנטים הגיריים וכן על מציאות הפורמיניפר הבנתוני

Borelis melo curdica. בתקופת המיוקן התיכון התפתחו שוניות אלמוגים לאורך קצה אדן היבשת ובשולי הקניונים. המחשופים העיקריים של שוניות אלו נמצאים באזור אופקים (ציור 2), לאורך הגדה הדרומית של קניון אפיק, שם הם יוצרים שרשרת גבעות נמוכות בכיוון מערב צפון מערב - מזרח דרום מזרח. השוניות מאופיינות על ידי אלמוגים פאבידיים מאסיביים דמויי ראשים, אלמוגים ענפיים מטיפוס *Stylophora* ואלמוגים מסיביים קרומיים מטיפוס *porites* (Buchbinder, 1979).

באיזור אדן היבשת (השפלה) שקעו סדימנטים ביוקלסטיים המורכבים משברי אצות, פורמניפרים, וקונכיות של רכיכות. המחשופים הנרחבים ביותר קיימים באיזור גבעות להב.

מחזור פטיש (מיוקן עליון)

המשקעים של מחזור פטיש הם מגיל מיוקן עליון (טורטוניאן, מסיניאן N16, N17). ההצפה של מחזור פטיש כיסתה רק את החלק המערבי של אדן היבשת, אך חדרה מזרחה לאיזור באר שבע דרך הקניון של אפיק. המחשופים של מחזור זה הינם מועטים, והמחשופ העיקרי קיים באיזור מצודת פטיש ליד אופקים. באזור זה זוהו בעבר הסדימנטים של תצורת פטיש כחלק מקידמת השונית של תצורת ציקלג. תצורת פטיש מורכבת כאן מקלינופורמים (שכבות נטויות ששקעו על המדרון הדרומי של

תעלת אפיק, הנוטים בתלילות כלפי צפון (ציורים 2,3) ומכוסים ע"י מעטה דק של אלמוגים ענפיים מטיפוס porites. השכבות בנויות מחילופיו של גיר אצות (אדומיות) וחואר. הנטיות הינן דפוזיציונליות ומייצגות את נטיית המדרון המקורי בזמן ההשקעה. הסדימנטים של מחזור פטיש החשופים באיזור אופקים או מצויים בתת-קרקע לאורך שוכי הקניון מערבית לאופקים, עברו דולומיטיזציה חלקית או מוחלטת.

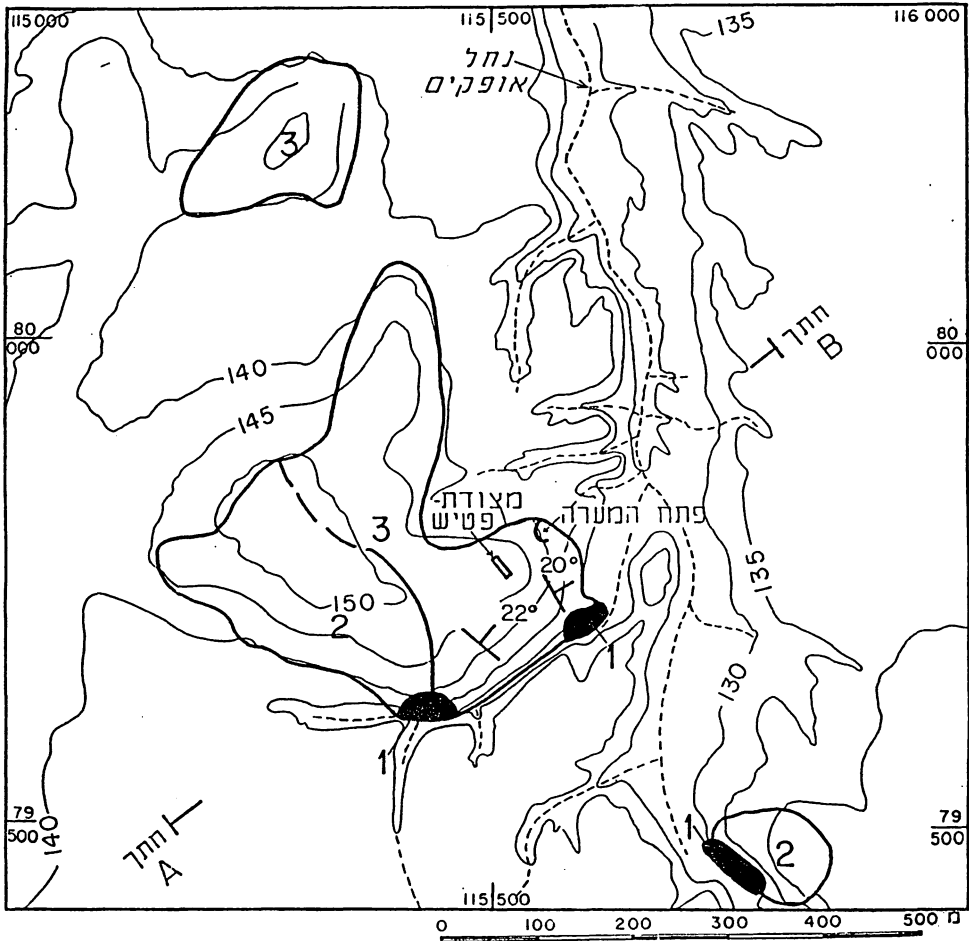
בקידוחי גלעין כ-1 ק"מ ממערב למצודת פטיש, נמצאו בתוך יחידה זאת פורמיניפרים פלנקטוניים השייכים לביוזונים N16-N17 (טורטוניאן-מסיניון). מיעוט מספר המינים של האלמוגים (porites בלבד) והאצות האדומיות (Mesophyllum laffittei בלבד) וכן הדולומיטיזציה, מעידים ככל הנראה על סביבת השקעה בה שררו תנאי קיום מוגבלים יחסית לאלה שאפיינו את זמן השקעת תצורת ציקלג. תנאים דומים מאפיינים גם את סביבות ההשקעה של כל השוניות מגיל מיוקן עליון באגן הים התיכון.

סדימנטים של מחזור פטיש הורבדו גם בקניון אפיק בבאר שבע, שם הם כוללים את תצורות בית אשל ושבע (Martinotti et al., 1978). מאסף הפורמיניפרים בתצורת בית אשל הנו מגיל מיוקן מאוחר (N16-N17). בתצורת שבע לא נמצאו מאובנים מנחים אך מאחר והיא מונחת מעל תצורת בית אשל ומתחת למשור אי-ההתאמה שבבסיס תצורת פלשת, יש להניח שגם היא הורבדה במחזור פטיש.

מלימוד מחודש של המחשופים באיזור באר שבע אנו מסיקים שתצורת שבע נחשפת במחצבה הגדולה של באר שבע בלבד. במקום זה (ציור 4) התצורה בנוייה קלינופורמים של סדימנטים ביוקלסטיים חוליים (עם חלוקים או בולדרים בודדים, הצפים בתוך הסדימנט) הנוטים לכיוון דרום מערב (כיוון מרכז הקניון) וממלאים את הקניון בדגם של פרוגרדציה. מערכת הקלינופורמים גדועה בגגה ע"י מערכת תעלות בכיוון צפון מערב שגם ביניהן נצפו יחסי גידוע. הגידוע הנו תת-מימי וארע עוד לפני התקשות הסדימנט. סדימנטים ביוקלסטיים גסים המייצגים זרימה במשטר של debris flows, ממלאים את אחת התעלות כשקרקעית התעלה מאופיינת ע"י תופעות ארוזיה של זרימה (gutter casts ענקיים). גוף סדימנטרי זה כונה בעבר "לשוני ציקלג" בהסתמך על המרכיבים הביוקלסטיים שלו. עדשות ביוקלסטיות, כנראה ממוצא דומה, נמצאו גם במקומות אחרים מצפון מערב לבאר שבע. לדעתנו, המונח "לשוני ציקלג" ("Zigzag tongue") אינו מתאים לעדשות אלו מכיוון שהן צעירות מתצורת ציקלג. שברים של אלמוגים הרמטיפיים שנמצאו בתוך עדשות אלה במחצבת באר שבע, מעידים על גיל שאינו צעיר ממיוקן עליון. זאת מכיוון שאלמוגים הרמטיפיים נעלמו כליל מאזור הים התיכון לאחר הארוע המסיני.

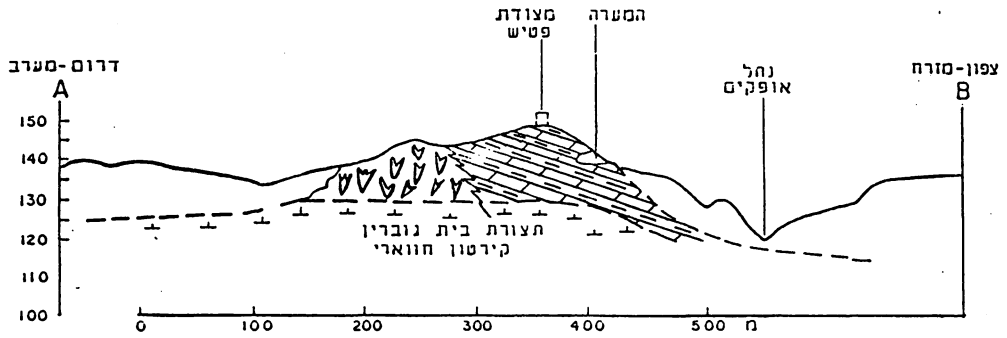
מחזור יפו (פליוקן מוקדם)

סלעי המשקע של מחזור יפו כוללים את תצורת יפו החווארית, המייצגת סביבה עמוקה יותר (offshore - ראה סביבות השקעה בציור 5) מאבני החול הגיריות של תצורת פלשת.

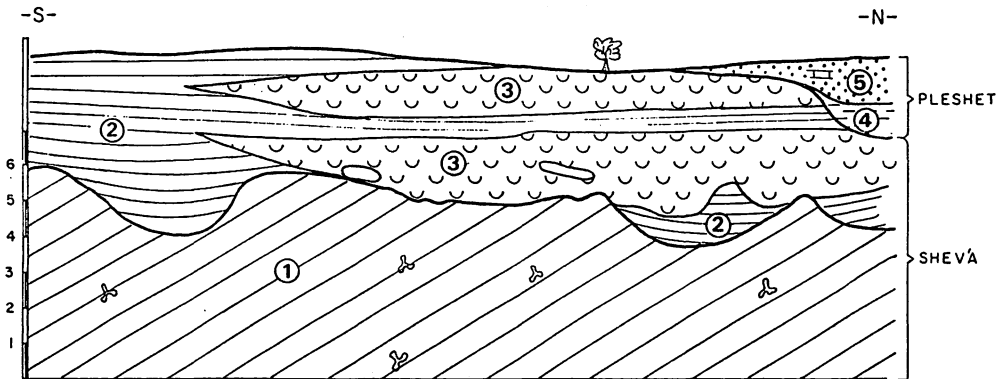


- | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| ■ | □ | □ |
| תצורת בית-גוברין (אוליגוקן) | שונית צקלג | קלינופורמים של תצורת פטיש |
| קירטון חווארי | כיוון זווית נסיית הקלינופורמים | כיסוי קרקע וליס |

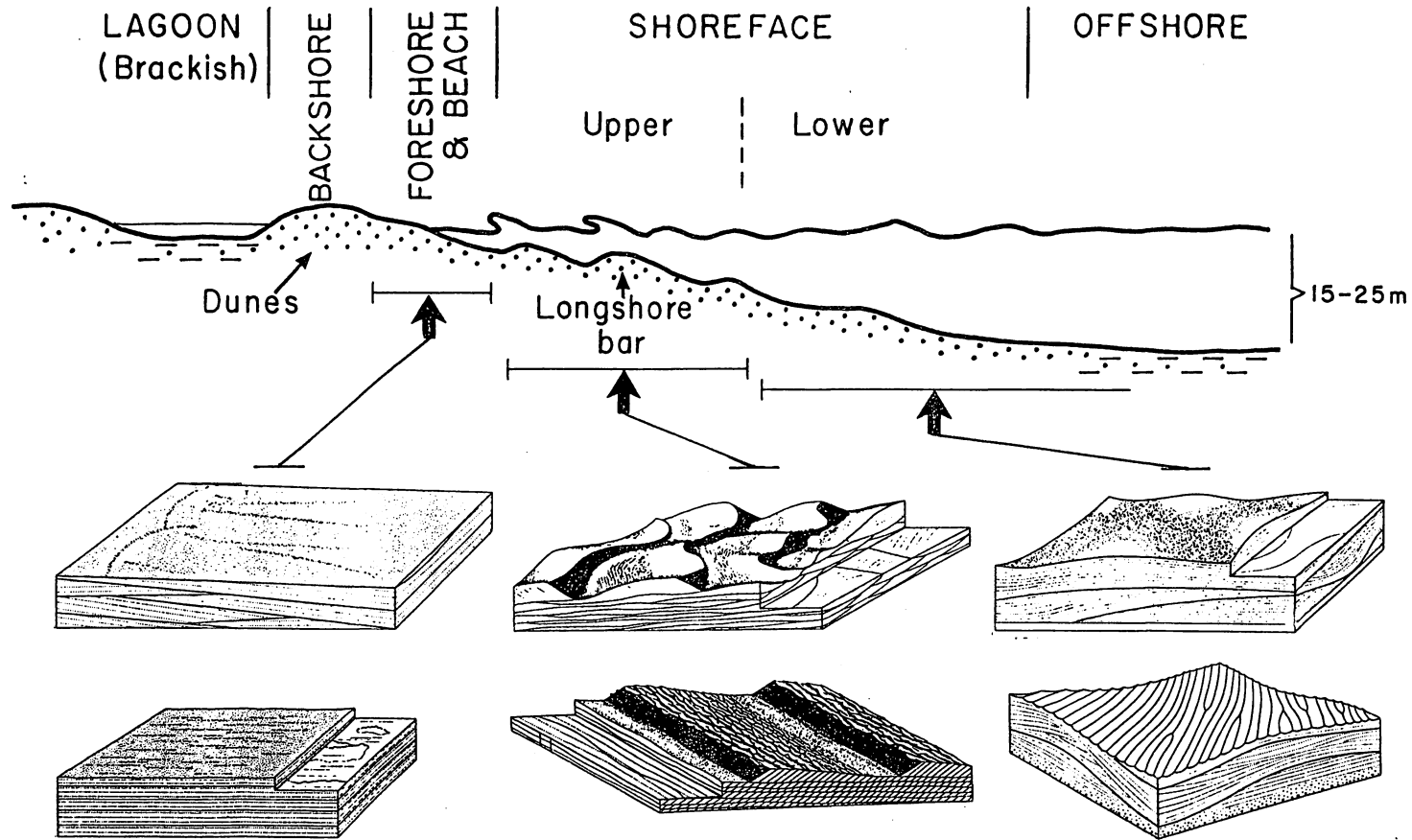
ציור 2 - מפה של מחשופי תצורות ציקלג ופטיש במצודת פטיש (תחנה מס' 4).



ציור 3 - חתך דרך מחשופי תצורות ציקלג ופטיש במצודת פטיש - תרשים סכמתי (תחנה מס' 4).



ציור 4 - הקיר המערבי במחצבת באר שבע - תרשים סכמתי (תחנה מס' 2).



ציור 5 - חתך סכמתי המציג את סביבות ההשקעה באזור החוף ומדף היבשת. האיורים של הסטרוקטורות הסדימנטריות נלקחו מ - Harms et al. (1982); Duke (1985). איזור shoreface מתחיל מהעומק בו תנועת הגלים משפיעה על קרקעית הים.

מחשופי תצורת יפו מעטים והם בונים את בסיס החתר החשוף בנחל כובשים (ציור 6) בסמור לשוליים הצפוניים של קניון אפיק. מחשוף נוסף נמצא בסמור לשוליים הדרומיים של הקניון, בגדה הצפונית של נחל באר שבע באזור "מעברת חצרים" לשעבר. בעבר נכלל חתר חווארי זה בתצורת שבע (Gvirtzman and Buchbinder, 1969). מושקוביץ, (1968) ייחס גיל פליוקו מוקדם למחשוף זה וציין את הדמיון של מאסף הרכיכות המאפיין אותו לזה של מחצבת נשר בחיפה.

מחזור פלשת (פליוקן)

תצורת פלשת נחשפת על פני שטחים נרחבים באזור באר שבע, בעיקר באפיקי הנחלים ובמחשופים לאורך דרכים. Goldbery (1980), תאר חתר אופייני של התצורה שנחשף ברחוב שאול המלך (פינת רחוב מבצע עובדה). הוא חילק את החתר לשש יחידות אשר כל אחת מייצגת סביבת השקעה שהוגדרה על סמך אנליזה של גודל גרגר ומאפיינים נוספים. החלוקה שהוצעה על ידי גולדברי אומצה גם בעבודה הנוכחית, אך בדיקות של חתכים נוספים בצפון מערב העיר (נחל כובשים, נחל עולים, מחצבות החול של חצרים, אזור הקאונטרי קלב) הביאו לשינוי בהבנה של אופי סביבות ההשקעה של היחידות השונות.

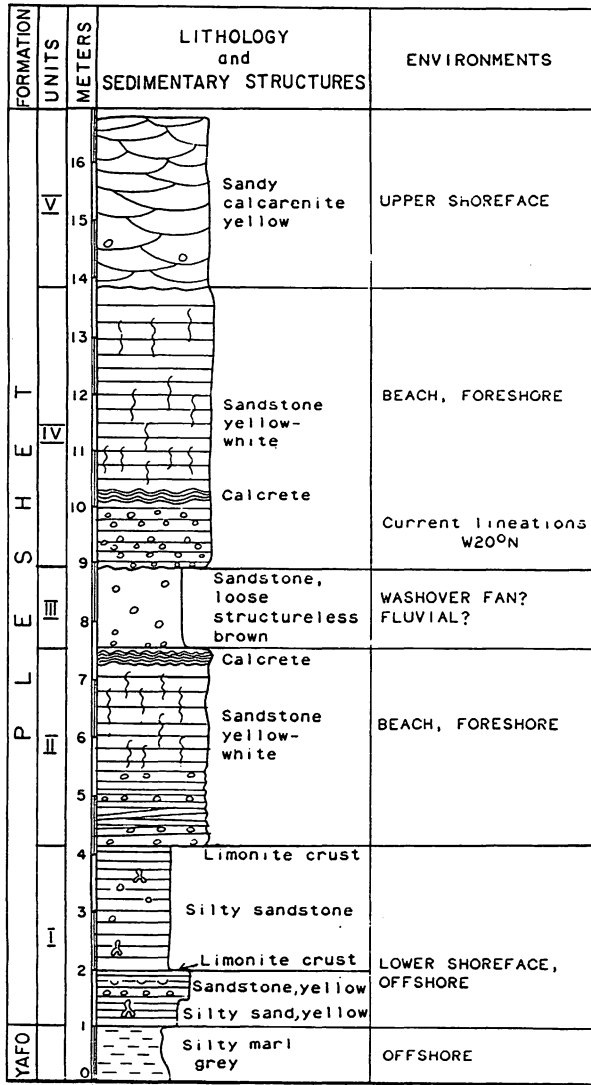
יחידות של תצורת פלשת

נתוח היחידות של תצורת פלשת מעלה שהחתכים באזור רחוב שאול המלך ונחל כובשים (ציורים 6,7), מייצגים סביבת השקעה חופית רדודה בה נחשף החתר לעיתים מזומנות לסביבה יבשתית והתפתחו בו קרקעות וקרומי קלקריט. לעומת זאת, החתר של נחל עולים (ציור 8) הנמצא מצפון מערב להם, מייצג סביבת השקעה עמוקה יותר ומרוחקת מהחוף.

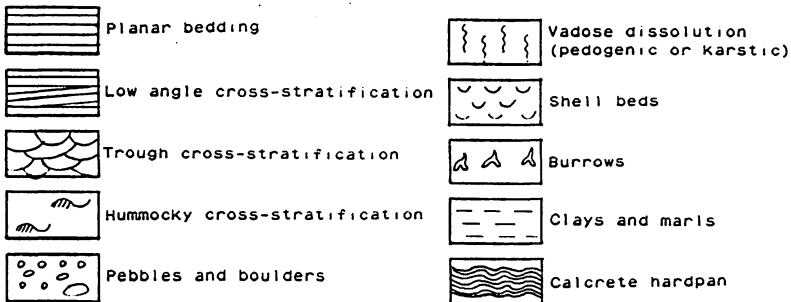
יחידה I - בנויה ברחוב שאול המלך מאבן חול לבנה, פריכה, עם *trough cross-stratification* ופזורים בה מעט חלוקים קטנים ומעוגלים וצדפים בודדים. בנחל כובשים ונחל עולים היחידה בנויה מאבני חול סילטיות-חוואריות עם למינציה אופקית ותופעות נבירה. האחרונים מייצגים סביבה עמוקה יחסית של ה *lower shoreface* או *offshore*, עם השפעה מעטה של גלי הים על תנועת הסדימנט בקרקעית (לגבי מונחי סביבות ההשקעה, ראה ציור 5). ברחוב שאול המלך מצביעות הסטרוקטורות של השיכוב הצולב על תופעות של יצירת *megaripples* כנראה בסביבה של זרמי אורך בשקעים בין שרטונות באזור ה-*upper shoreface*.

יחידה II - בנויה מאבני חול מלוכדות עם חלוקים רבים במיוחד בחלק התחתון. החלוקים הם לרוב קטנים (5-1 ס"מ), צורניים, ממוינים ומעוגלים היטב. ברחוב שאול המלך ובנחל כובשים, אבני החול הן בעלות שיכוב אופקי או שיכוב צולב שטוח ומראות פרופיל של יצירת קרקע המתפתחת לקרום קלקריט קשה בגג היחידה. את האזור שמתחת לקרום הקלקריט מאפיינות תופעות שטיפה והמסה אינטנסיבית.

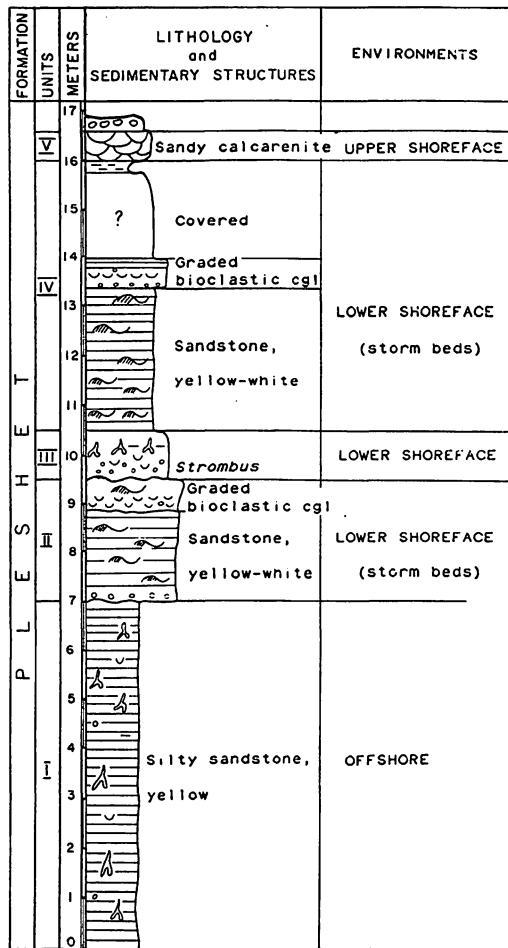
סביבת ההשקעה של יחידה זאת הייתה כנראה של *beach* או *foreshore*. בנחל עולים (ציור 8) נמצא ביחידה זאת שיכוב אופקי ושיכוב של



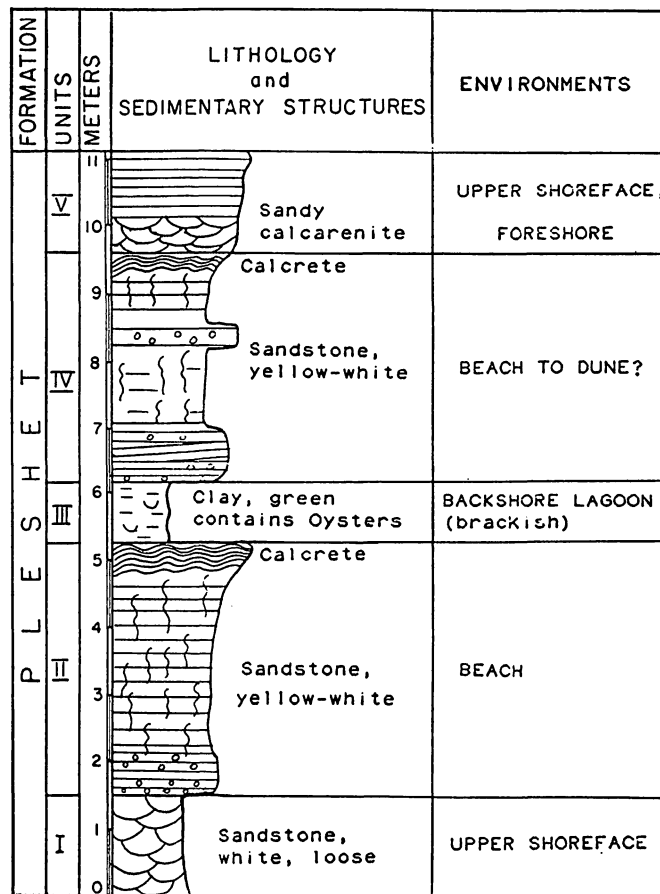
ציוור 6 - חתך עמודי של מחשופי תצורות יפן ופכשת
בנחל כובשים (תחנה מס' 3).



מקרא לחתכים העמודיים



ציור 8 - חתך עמודי של מחשוף תצורת פלשת בנחל עוקים.



ציור 7 - חתך עמודי של מחשוף תצורת פלשת ברחוב שאול המך (החתך שתואר ע"י גוכדברי, 1980).

hummocky cross-stratification, שהוא צורה של סטים צולבים עם שיכוב למינרי בעל נטיות שטוחות המונחים על משטח אירוזיבי בצורת תלוליות או קערות שטוחות. מבנים מסוג זה אופייניים לסביבת השקעה ימית בה קיימים זרמים נגדיים חזקים (oscillatory flow) כתוצאה מגלי סערה גדולים (Harmes et al. 1975) ורבים אחרים). עדשות ביוקלסטיות עם חלוקים וסטרוקטורות של שיכוב מדורג (graded bedding) שנמצאו ביחידה זאת, מייצגות אף הן תהליכי סחיפה והשקעה מחודשת על קרקעית הים על ידי גלי סערה. סביבת ההשקעה המוצעת ליחידה II בנחל עולים היא קרקעית ים שהושפעה מגלי סערות באזור ה lower shoreface. יחידה III - אינה רציפה והיא משנה את הופעתה מאזור לאזור ואף חסרה בחלק מהמחשופים. ברחוב שאול המלך (ציור 7) היא בנויה מחרסיות ירקקות המכילות שפע קונכיות של אוסטראות ואוסטרקודים ברקיים (Rosenfeld in Goldbery, 1980). סביבת ההשקעה המשווערת של יחידה זאת היא לגונה ברקית שהתפתחה מאחורי תלולית החול של החוף. בנחל כובשים היחידה בנוייה מחול חום ללא סטרוקטורות סדימנטריות ששקע ככל הנראה עקב סערה שזרקה סדימנטים מעבר לתלולית החוף (washover fan). בנחל עולים היחידה המקבילה היא קונגלומרטים בפאציאס חולי-ימי עם נבירות, צדפים ושבולולים רבים (Strombus) המייצגים כנראה פאציאס עמוק יותר של ה lower shoreface. יחידה IV - בנויה מאבני חול גיריות עם חלוקים בחלקה התחתון. בחתכים של נחל כובשים ושאול המלך (ציורים 6,7), מאפיינות את חלקה התחתון סטרוקטורות פלנדיות שטוחות המצביעות על סביבת השקעה חופית (foreshore או beach). החלק העליון של התצורה הושפע מתהליכים פדוגניים עד כדי טשטוש הסטרוקטורות הסדימנטריות ויצירת ציפוי קלקריט בגוון. יתכן וחלק זה של החתר מייצג גם דיונות חוף. בנחל עולים (ציור 8), בנויה יחידה זאת מאבני חול עם hummocky cross-stratification ועדשות ביוקלסטיות גסי גרגר עם שיכוב מדורג (Graded Bedding). המייצגים משקעי סערות בסביבה של ה lower shoreface. יחידה V - בנוייה קלקרניטים חוליים מלוכדים. היא מופיעה בפאציאס אחיד בכל האזור ומאופיינת בסטרוקטורות של trough cross stratification ובמקומות אחדים tabular cross-stratification תלול בעל ממדים גדולים. סביבת ההשקעה המשווערת של יחידה זאת הוא ה upper shoreface עם קרקעית מכוסה בשרטונות (longshore bars) שביניהם התפתחו זרמי אורך שיצרו megaripples. השיכוב הצולב גדול הממדים מייצג את המדרון התלול של שרטונות החול. הפאציאס האחיד של יחידה זאת על פני כל האזור בשונה מהיחידות הקודמות, מעיד על תהליך של פרוגרדציה ומלוי האגן, כנראה במפלס ים גבוה כפי שמעידים יחסי onlap בשולי האגן בין יחידה V והיחידות שמתחתיה.

עיצוב הנוף של אזור באר שבע והנגב הצפון מערבי בנאוגן

עיצוב תוואי הנוף העיקריים באזור באר שבע הושפע מקרבת האזור אל הים במשך כל תקופת הנאוגן. כל מחזור הצפה השאיר את חותמו על האזור הן בצורת

סלעי משקע והן ביצירת מישורי גדוד ומתלכוי חוף. ניתן להבחין באזור זה בשלוש מדרגות נוף בולטות (ציור 9): המדרגה הגבוהה המיוצגת על ידי רכס גבעות להב, המדרגה האמצעית המיוצגת על ידי שפלת הנגב והמדרגה הנמוכה המשתרעת על פני קניון אפיק ומנוקזת על ידי נחל פטיש. מדרגה זאת מכוסה בחלקה בלס ואלוביום.

הרכס הבולט ביותר מצפון לבאר שבע הנו רכס גבעות להב המתנשא עד לגובה של 518 מ' באזור הר להבים. הרכס בנוי מיחידות של חבורת עבדת הנוטות לצפון מערב כאשר חלקיו הגבוהים של הרכס, החל מגבעת גורל (נקודת טריג. 473) בדרום ועד להר להבים בצפון, מכוסים בתצורת ציקלג. עובי התצורה גדל בהדרגה ממטרים ספורים בגבולות גורל שם נשמר רק חלקה התחתון ועד לכ-50 מ' באזור הר להבים. התצורה מונחת על מישור גידוד נרחב כמעט אופקי שגובהו 460-470 מ' הגודע את החתר הנטוי של חבורת עבדת (ציור 10). העליה בגובה פסגות הרכס מגבעת גורל (473 מ') בדרום להר להבים (518 מ') בצפון, נובעת מעליה בעובי החתר של תצורת ציקלג שנשמר על גביו.

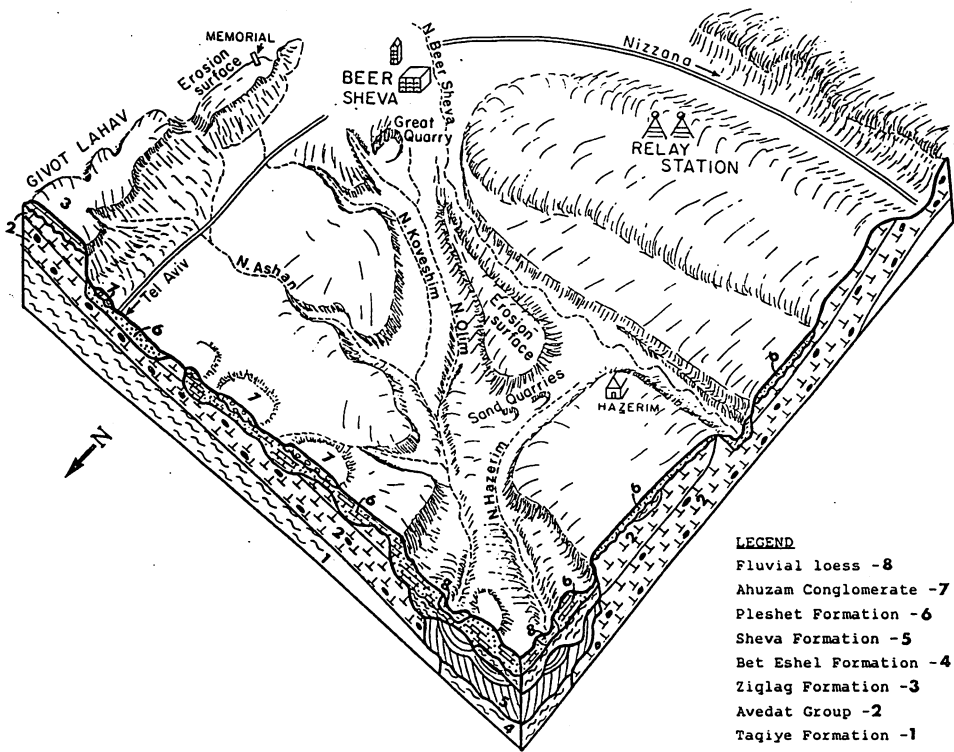
בין גבעת גורל לחלקו הדרומי הנמוך יותר של הרכס, מפריד עמק רדוד החוצה את הרכס ממזרח למערב והנו כנראה שריד למפער קדום. על חלקו הדרומי של הרכס לא נמצאו סדימנטים כלשהם, אך נראה שחלקים נרחבים מחלקו הגבוהים עוצבו גם הם על ידי משורי גידוע.

מדרונותיו המערביים של של רכס גבעות להב שגובהם 150-180 מ', מפרידים את מערכת הפסגות המכוסה בתצורת ציקלג ממישור נרחב המשתרע מערבה לאזור משמר הנגב. זהו מישור שפלת הנגב (המהווה את החלק הייחודי של השפלה הנמוכה), המשתרע ברצועה רחבה לדרום מערב לאזור חלוצה וצאלים. על גבי מישור זה מונחים סדימנטים של תצורת פלשת וקונגלומרט אחוזים (ציור 9).

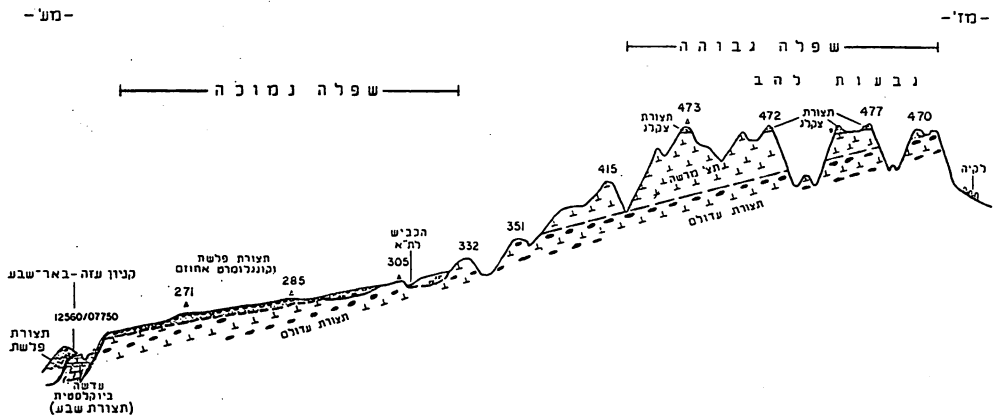
מחשופי תצורת פלשת אשר שקעה בים רדוד, משתרעים עד למדרגות המדרונות של רכס גבעות להב. בקרבת קו החוף שקעו בעיקר אבני חול שבחלקן עברו תהליכי פדוגנזה ויצרו סלעים דמויי כורכר. בצמוד למתלול החופי הצטברו מניפות סחף וטלוסים תת-מימיים שמרכיביהם נגזרו בעיקר מבלייה מכנית של סלעי חבורת עבדת, אך במקומות אחדים הם מכילים חלוקים מעוגלים שנגזרו מתצורת ציקלג, הבונה את ראשי הפסגות.

נראה לפיכך שהעיצוב הסופי של המתלול המערבי של רכס גבעות להב נוצר עקב פעולת גידוד ימית בזמן המחזור שהשקיע את תצורת פלשת. אותה הצפה עיצבה גם את מישור הגידוד הנרחב של שפלת הנגב במתכונתו הנוכחית. המדרגה הטופוגרפית המפרידה בין מישור הגידוד של תצורת ציקלג לזה של תצורת פלשת, משקפת הרמה של רכס גבעות להב לאחר השקעת תצורת ציקלג. יתכן שהרמה זאת קשורה להרמה של אנטיקלינת חברון המאוחרת גם היא להרבדת תצורת ציקלג. הרמה נוספת בשעור של כ-200 מ' מיוצגת על ידי הגבהים בהם נמצאים היום סדימנטים ימיים של תצורת פלשת באזור באר שבע (320-360 מ'). העלייה של פני הים בפליוקו המוקדם (מעל מפלס הים הנוכחי) מוערכת בכ-90 מ' בלבד (Haq et al. 1987).

עם זאת, מראים Buchbinder et al. (in prep.) שהשפלה הנמוכה לרגלי



ציור 9 - יחסים גיאומורפיים וסטריגרפיים בין תצורות ציקלג, שבע ופלשת. באזור באר שבע וגבעות כהב - איור תלת-ממדי סכמתי.



ציור 10 - חתך מגבעות כהב כתעלת באר שבע דרך מפלסי תצורות ציקלג, שבע ופלשת.

הרי יהודה עוצבה לראשונה במיוקו התיכון כנראה עקב תנועה טקטונית שהרימה את הרי יהודה בין שני מחזורים של תצורת ציקלג. למרות שאין עדויות לתהליך דומה באזור באר שבע, יתכן וחלק מתהליכי ההרמה והגידוד באזור היו מוקדמים יותר אך העדויות לקיומם הוסרו בזמן ההצפה והגידוד שקדמו להרבת תצורת פלשת. המדרגה הנמוכה באזור באר שבע נוצרה על ידי התחתרות מערכת הניקוז הנוכחית בסדימנטים הממלאים את תעלת אפיק. שיעור ההתחתרות הנו 20-40 מ' והוא גרם לחשיפת שולי התעלה מצפון מערב לבאר שבע ולהתחתרות של מערכת אפיקים עמוקה בתוך המפלס של שפלת הנגב שהבולט שבהם הוא העמק הנוכחי של נחל עשן.

תאור התחנות

תחנה מס' 1 - הר להבים (ציוור 11)

התחנה מייצגת חתר אופייני של תצורת ציקלג בפאציאס של אדן היבשת הפנימי הנתון להשפעת הגלים. עובי החתר 42 מ'.

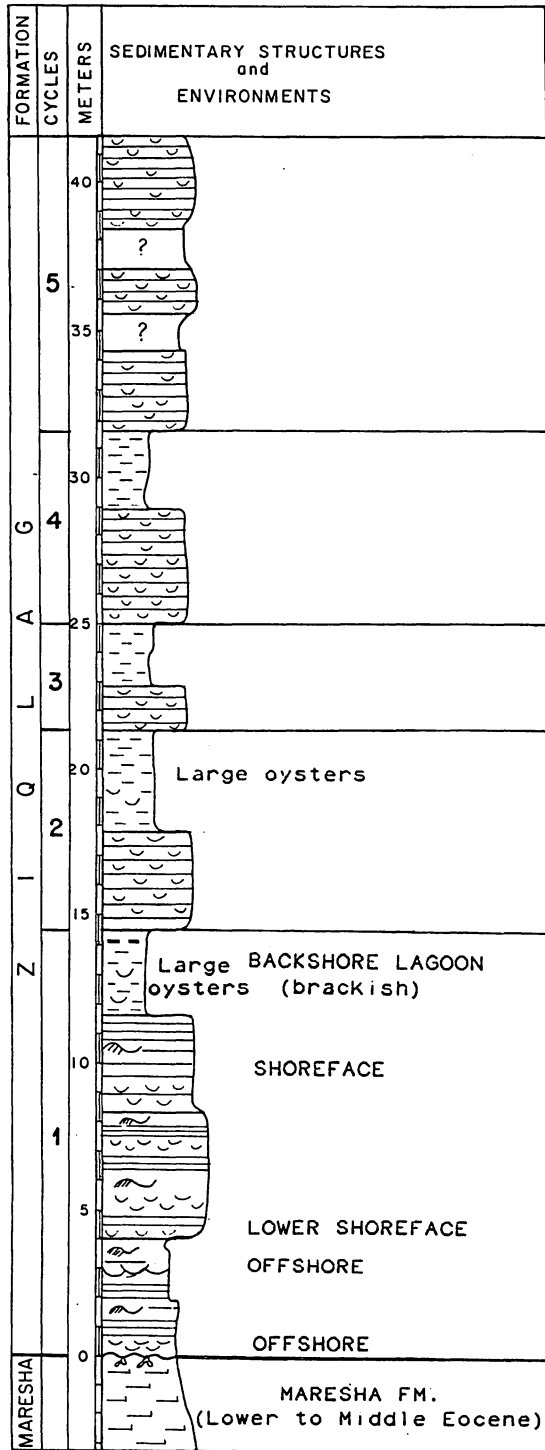
התצורה מונחת מעל תצורת מרשה על פני מישור גידוע בתוכו קיימות נבירות צפופות מהסוג *Thalassinoides*. בסיס היחידה מורכב משכבה של כ-0.5 מ' של Packstone עשירה בצדפים עם שרידים מטושטשים של גלונים.

בסיס התצורה מייצג טרנסגרסיה מהירה והרבדה בסביבה של ים עמוק יחסית. כלפי מעלה קיימת התרדדות הדרגתית עד למצב של לגונה ברקית בה שקעו חרסיות עם אוסטראות גדולות (גג מחזור מס' 1). בחתר קיימים כ-חמישה מחזורים דומים המתחילים בהשקעת סלעים גיריים עם קוקינות ומסתיימים בהשקעת חרסיות ברקיות בסביבה לגונרית.

המחזור הראשון מורכב בבסיסו מכ-4 מ' של קלקרניטים דקים ופריכים עם שיכוב פלנרי *trough cross-stratification* שטוח מאד, או *hummocky cross-stratification*. הסטרוקטורות הסדימנטריות מעידות על השקעה בסביבה שהושפעה מסערות בתנאים של *combined flow*, כלומר, סביבה בה התפתחו זרמים בכוונים נגדיים עם תנועת הגלים בשילוב עם זרמים בעלי כווון זרימה אחיד היוצרים *megaripples* שטוחים (Nottvedt and Kreisa, 1987). סביבת ההשקעה המשוערת של יחידה זאת היא *lower shoreface - offshore*.

מעל יחידה זאת חשוף מצוק בולט, מאסיבי, עם מערות בחלקו התחתון שעוביו כ-5 מ'. במבט מקרוב ניתן להבחין שהמצוק מורכב ממחזורים של 20-30 סמ' המתחילים בגיר ביוקלסטי המורכב משברים גסים שעיקרם צדפים ההופכים בהדרגה כלפי מעלה לקלקרניטים דקי-גרגר עם למינציה אופקית ולעיתים עם סטרוקטורות של *hummocky cross-stratification*. מחזורים אלה מאפיינים סערות המערבלות את הקרקעית, מסלקות את הפרקציה הדקה ומותירות את החלקיקים הגסים שרובם שברי צדפים. עם שוך הסערה מורבדים הסדימנטים הלמינריים הדקים מעל המאסף גס-הגרגר (Kreisa, 1981; Kumar and Sanders, 1976; Kidwell, 1991). מעל מופיעים שוב סדימנטים למינריים דקים יותר עם מבנים של H.C.S.

אינטרוול זה (בין 4 ל 13 מ') מייצג כנראה את אזור ה *shoreface* ומעליו



ציור 11 - חתך עמודי של תצורת ציקלג בפאצ'יאס קקדניטי (ביוקסטי) בהר להבים (תחנה מס' 1).

מסתיים המחזור הראשון בסדימנטים חרסיתיים המכילים אוסטרואות ואוסטרקודים ברקיים (א. רוזנפלד, דוגמא 55822Z). חרסיות אלב מייצגות את הלגונה הברקית שהתפתחה מצידה האחורי של תלולית החוף. התמונה חוזרת על עצמה במחזורים העליונים אך קשה לעקוב אחריהם עקב חשיפה גרועה.

תחנה מס' 2 - מחצבת באר שבע (צוּר 4)

היחידות החשופות במחצבת באר שבע מייצגות בעיקר את מחזור פטיש מגיל מיוקן עליון (טורטוניו, מסיניו). בעבר נכללו מחשופים אלה בתצורת שבע ולשון ציקלג (Gvirtzman and Buchbinder, 1969). יחידה 1 בונה את החלק התחתון של החתר החשוף במחצבה. היא בנוייה מקלקרניטים דקים, חוליים המורכבים בעיקר משברים מקרוסקופיים של שיכדי קיפודים, היוצרים שכבות בעובי של 20-50 סמ' הנטויות 12° - 18° כלפי דרום מערב. שכבות אלה עשירות בנבירות, במיוחד בבסיסו והן מכילות במקומות אחדים מעט חלוקים קטנים ובוולדרים בודדים צפים. לדעתנו שכבות אלה מייצגות פרוגרדציה של clinofolds לכוון מרכז קניון אפיק (עזה-ב"ש), לאחר שלב המלוי הראשוני בחוואר של תצורת בית אשל. זווית כה חדות של קלינופורמים ידועות מסדימנטים קרבונטיים העוברים צמנטציה מהירה. המחצבה ממוקמת בקרבת השוליים העמוקים ביותר של הקניון התוחמים את תפוצתה של תצורת בית אשל (כפי גבירצמן, 1978).

החלק העליון של החתר (יחידות 2,3) מאופיין על ידי מערכת תעלות החזותיות אחת את השנייה שכוונן הכללי צפון מזרח-דרום מערב. רוב התעלות ממולאות בסדימנטים קלקרניטיים חוליים דקי-גרגר ומיעוטם בסדימנטים ביוקלסטיים גסי-גרגר המכילים מעט חלוקים ואף בוולדרים ספורים (יחידה 3). סדימנטים ביוקלסטיים אלה נכללו בעבר ב"לשון ציקלג". הסדימנטים הביוקלסטיים גסי הגרגר נוצרו על ידי זרמי בוץ (debris flows) שחרצו תלמים רחבים בבסיס התעלה (gutter casts). ניתן להבחין במספר זרמים כאלה בעזרת השינוי בגודל הגרגר המאפיין את מאספי הצדפים המרכיבים אותם. חלק זה של החתר נוצר במפלס ים גבוה יותר, לאחר מלוי הקניון על ידי הקלינופורמים של החלק התחתון. שברים של אלמוגים פאבאידים בסדימנטים הביוקלסטים שבתעלה מעיד שהגיל אינו צעיר ממיוקן.

Goldbery and Givon (1980), הסבירו את הנטיות בתצורת שבע כשיכוב צולב בקנה מידה גדול, האופייני לגלי חול ענקיים המתפתחים בסביבה תת-ימית כתוצאה מזרימות חזקות של גאות ושפל. הנטיות לדרום מערב תואמות לדעתם את הכוון המשוער של זרימת השפל. בעבודה הנוכחית לא נמצאו עדויות התומכות בקיומו של מנגנון זרימה המושפע ממשטר של גאות ושפל, כגון: למינות חרסית המצויות בדרך כלל בסדימנטים השוקעים בסביבה כזאת. גם הבולדרים המעטים שנמצאו בתצורת שבע, מעידים על הרבדה גרויטציונית על מדרון תלול ולא השקעה על ידי זרמי traction.

יחידה 4, המונחת באי התאמה על החתר שמתחתיה, בנוייה מחווארים עם שרידי צמחים ופורמיניפרים בנטוניים ומעליה אבני חול של תצורת פלשת. יחידות אלה שייכות למחזור הפליוקני.

תחנה מס' 3 - נחל כובשים (צוור 6)

המחשופים בנחל כובשים מייצגים את מחזור יפו ופלשת. מחזור יפו מיוצג על ידי החווארים האפורים בחלק התחתון של החתר ומחזור פלשת על ידי היחידות הבונות את המצוק בשולי הנחל.

יחידה I של תצורת פלשת מורכבת מחול סילטי חווארי למינרי עם אופק ביוקלסטי באמצעה המכיל חלוקים קטנים. סביבת ההשקעה של יחידה זאת הוא בים עמוק יחסית באזור ה-offshore - lower shoreface.

יחידה II בנויה מאבני חול עם שיכוב פלנרי ואופקי חלוקי צור קטנים ומעוגלים ששקעו בחלק התחתון של החוף באזור ה-Foreshore. קרום קלקריט למינרי קשה המצפה את גג היחידה מעיד על תקופת חשיפה ארוכה.

יחידה III בנויה מאבן חול פריכה, חומה המייצגת כנראה washover fan שנוצרה משקיעת סדימנטים שהוטלו על ידי סערות אל צידה האחורי של תלולית החוף.

יחידה IV בנויה בחלקה התחתון מאבני חול עם חלוקים מעוגלים במטריקס ביוקלסטי, עם קרום קלקריט מעליהם ותופעות המסה מפותחות בחלקה העליון השיכוב הינו פלנרי. היא שקעה בסביבה חופית beach או foreshore והייתה נתונה לחשיפה ארוכה לאחר ותוך כדי השקעתה.

יחידה V בנויה מקלקרניטים מלוכדים עם מבנים סדימנטריים של trough cross-stratification. היא שקעה באזור ה-upper shoreface שהושפע מזרמי אורר.

החתר של נחל כובשים דומה לזה שתואר על ידי Goldbery (1980) ברחוב שאול המלך. יחידות II, I ו-IV, מייצגות שני תת-מחזורים של עליית מפלס כשביניהם סדימנטים כמעט יבשתיים (יחידה III). יחידה V יוצרת תת-מחזור שלישי עם עליית מפלס חזקה ויחסי onlap וגידוע כלפי שולי האגן במזרח.

תחנה מס' 4 - מצודת פטיש (אופקים) (צוורים 2,3)

המחשופים בתחנה זאת מייצגים את המחזור של תצורת ציקלג מגיל מיוקן תיכון תחתון ותצורת פטיש מגיל טורטוניין-מסיניין. תצורת ציקלג (מס' 2) בנויה משוניות אלמוגים מטיפוס פאביאידים (דמויי ראש) וסטילופורידים (ענפיים) כשביניהם סדימנטים מטיפוס Packstone המכילים פורמיניפרים, שיברי אצות וקיפודים. המחשופים של השוניות נמצאים מדרום-מערב למצודת פטיש ומעברו המזרחי של נחל אופקים. מחשופים אלה הם חלק ממערכת גבעות עם שוניות המסודרות בכוון דרום מזרח - צפון מערב לאורך השוליים הדרומיים של קניון אפיק. במחשופים בגדה המזרחית של נחל אופקים נראות שוניות אלמוגים המצפות את מדרונות האפיק מבסיסו ועד כתפיו, כאשר גופי האלמוגים יושבים על

AGE	FORMATION	SAMPLE	THICKNESS (m)	LITHOLOGY	REMARKS
P L I O C E N E	P L E S H E T	EZ 552	5.5		<p>Conglomerate, consists of flat, well-rounded and very well-sorted pebbles (2-5cm). At the base, scattered larger, rounded pebbles (10-15cm) are found. Hard calcareous sand units are interbedded in the sequence. The top is cemented by caliche and contains brown loamy matrix, probably derived from the overlying loess.</p>
		EZ 551	3.5		<p>Conglomerate, well-rounded chert pebbles cemented by calcareous sand. Contains coarse-grit sand units. The coarsest pebbles (7-15cm) occur at the lower part. The upper part consists of alternations of small chert pebble lenses (1-3cm) and coarse sand. The matrix of the conglomerate and the grit fraction contain fossil remains.</p> <p>The lower part fills an erosional relief and shows post-depositional collapse in the underlying sand unit. The top is eroded and modified by collapse sometimes at a vertical continuation with the lower collapse sites.</p>
		EZ 550	0		<p>Sand, yellow-white, various degrees of cementation by carbonate, vague sedimentary structures such as cross bedding and lamination. At the base, concretions of calcareous sand. A few small pebbles are scattered in the sequence. The lower part is stained by secondary limonite. The top is eroded by the overlying unit and the upper contact is also modified by post sedimentation collapse structures.</p>

ציור 12 - חתך של תצורת פלשת במחשוף כביש מדרום לאופקים.

סדימנטים אוליגוקניים קירטוניים-חואריים. תצפית זאת מעידה על כך שהתוואי הנוכחי של הנחל עוקב אחרי ערוץ קדום שנחתר ביחידות אוליגוקניות ועל מדרונותיו התפתחו מאוחר יותר גופי האלמוגים.

תצורת פטיש מכסה את צידה הצפון מערבי של שונת ציקלג והיא בנויה באזור מצודת פטיש מקלינופורמים הנטויים כלפי צפון בזוויות תלולות (עד 22°). הקלינופורמים בנויים מחלופין של שכבות רודוליטים (כדורי אצות אדומיות) ושבריהן ומשכבות חוואריות ממוצא טריגני. האצות מייצגות מין אחד בלבד (*Mesophillum Laffittei*). נמצאו כמה מושבות של אלמוגים פוריטידים בגג הקלינופורמים. הוורסטילות הנמוכה בפאונת האלמוגים והאצות מראה על תנאי מליחות קיצוניים בתצורת פטיש. תנאים אלה מאפיינים את השונות של המיוקן העליון בכל אגן הים התיכון, והם מבשרים את תחילת ההתיבשות של תקופת המסניין (הארוע המסיני).

תחנה מס' 5 - תצורת פלשת מדרום לאופקים (צו"ר 12)

במחשוף כביש מדרום לאופקים נחשף חתך של תצורת פלשת הבנוי משלוש יחידות המצביעות על השקעה בסביבה חופית. בסיס החתך הנו יחידה חולית כמעט ללא סטרוקטורות סדימנטריות, ששקעה ככול הנראה באזור עמוק של ה-offshore, מתחת לתחום ההשפעה של הגלים. מעליה באי התאמה מונחת יחידה של סלע חוף (beach rock), המורכבת מחלוקים מעוגלים, רובם צורניים, הצפים במטריקס ביוקלסטי. את גג החתך בונה שכבה של חלוקים שטוחים, ממוינים היטב ומעוגלים, המצביעים על תהליכי שחיקה בסביבה חופית רדודה (upper shoreface) בתחום המישברים. בין היחידות מפרידים מישורי גידוע המלווים בתופעות של פדוגנזה והמסה, המעידים על חשיפה לסביבה יבשתית. היחידות הליתולוגיות החשופות בתחנה זאת מאפיינות את תצורת פלשת בכל המרחב המשתרע לדרום מערב לאזור צאלים ונחל בשור.

REFERENCES

- Buchbinder, B., 1979. Facies and environments of Miocene reef limestones in Israel. *J. Sediment. Petrol.*, 49:1323-1344.
- Buchbinder, B. and Martinotti, G.M. (in press). Miocene reef development within a clastic setting in Israel reevaluated. In: C. Jordan, M. Colgan and M. Esteban (eds.): *Miocene reefs: a global comparison*. Springer Verlag.
- Buchbinder, B., Martinotti, G.M., Siman-Tov, R. and Zilberman, E. (in preparation). Temporal and spatial relations of Miocene reefs in Israel.
- Duke, W.L., 1985. Hummocky cross-stratification, tropical hurricanes, and intense winter storms. *Sedimentology*, 32:167-194.
- Goldberg, R., 1980. Use of grain-size frequency data to interpret the depositional environment of the Pliocene Pleshet Formation, Beer Sheva, Israel. *J. Sediment. Petrol.*, 50:843-856.
- Goldberg, R. and B. Givon, 1988. The Beer Sheva quarry: a geological window of the buried canyon excursion guide notes. Ben Gurion University, Beer Sheva, 26 p.
- Gvirtzman, G. and Buchbinder, B., 1969. Outcrops of Neogene formations in the central and southern coastal plain, Hashephela and Beer Sheva regions, Israel. *Isr. Geol. Surv. Bull.* 50:52p.
- Harms, J.C., Southard, J.B., Spearing, D.R. and R.G. Walker, 1975. Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. SEPM Short Course No. 2, 161 p.

- Harms, J.C., Southard, J.B. and Walker, R.G., 1982. Structures and sequences in clastic rocks. Short Course No. 9, SEPM, Tulsa.
- Kidwell, S.M., 1991. The stratigraphy of shell concentrations. In: P.A. Allison and D.E.G. Briggs (eds.): Taphonomy: Reseasing the data locked in the fossil records. Plenum Press, N.Y.
- Kreisa, R.D., 1981. Storm-generated sedimentary structures in subtidal marine facies with examples from the Middle and Upper Ordovician of southeastern Virginia. *J. Sediment. Petrol.*, 51:823-848.
- Kumar, N. and Sanders, J.E., 1976. Characteristics of shoreface storm deposits: Modern and ancient examples. *J. Sediment. Petrol.*, 46:145-162.
- Martinotti, G.M., Gvirtzman, G. and Buchbinder, B., 1978. The Late Miocene transgression in the Beer Sheva area. *Isr. J. Earth-Sci.*, 27:72-82.
- Neev, D., 1960. A pre-Neogene erosion channel in the southern Coastal Plain of Israel. *Isr. Geol. Surv. Bull.* 25.
- Nottvedt, A. and Kreisa, R.D., 1987. Model for the combined-flow origin of hummocky cross-stratification. *Geology*, 15:357-361.
- גבירצמן, ג., 1978, גיאולוגיה וגיאומורפולוגיה של בקעת באר שבע: עיצוב מורפוטקטוני של אגן בין הררי. מתוך: "באר שבע - קובץ מחקרים ומאמרים בעריכת י. גרדוס, א. שטרן וג. רבלין.
- מושקוביץ, ש. 1968, הרכיכות בשכבות הימיות של הפליוקן והפליסטוקן באגן הדרום-מזרחי של ים-תיכון (קפריסין-ישראל). עבודת דוקטור, האוניברסיטה העברית ירושלים, 153 עמ'.

סיור 2

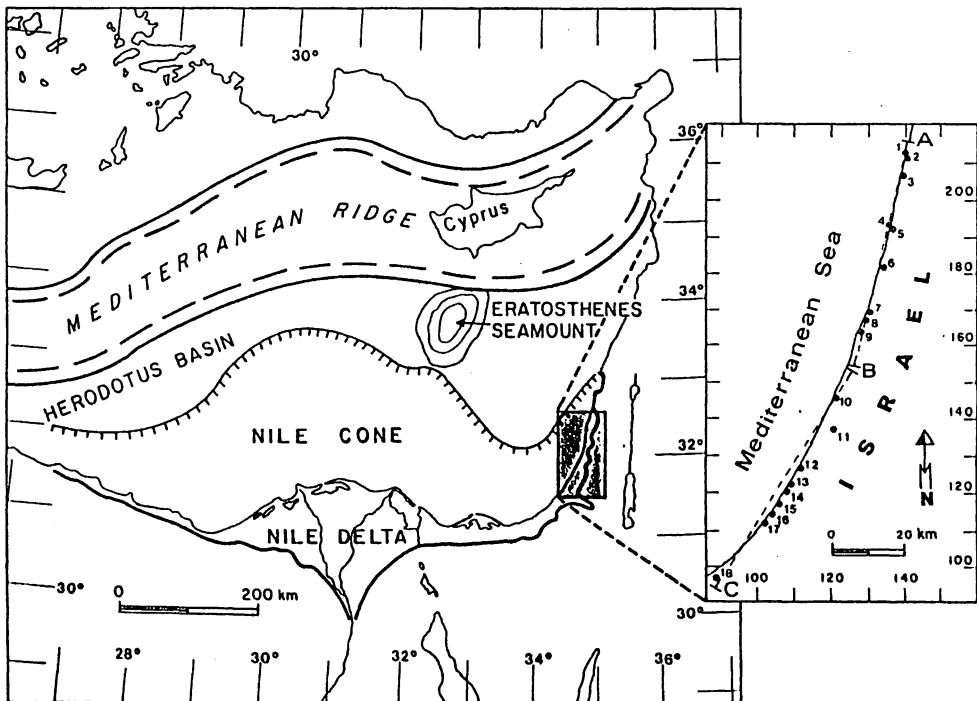
סיור להכרת הרביעון של מישור החוף הדרומי (סטרטיגרפיה, גאומורפולוגיה וטקטוניקה)

גבירצמן ג.

המכון הגאולוגי, ירושלים

הקדמה

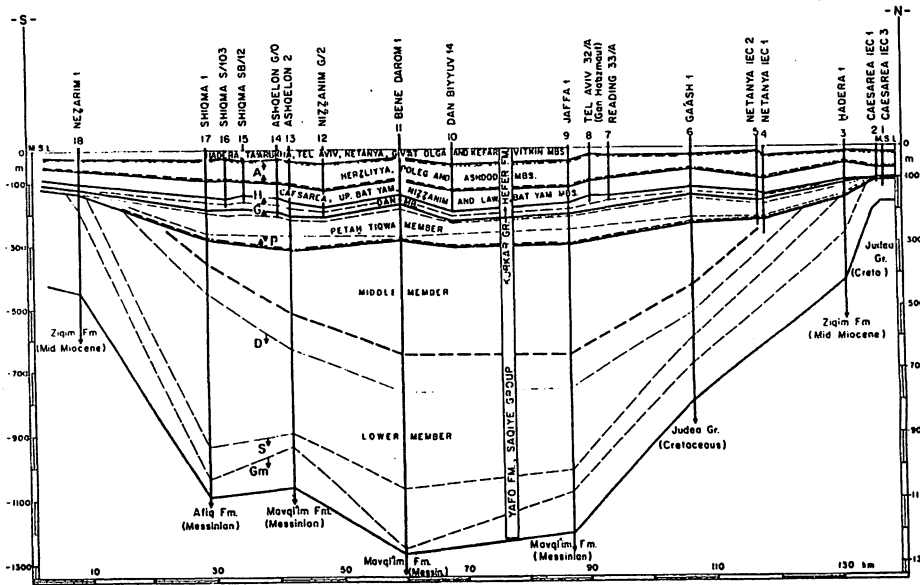
הסיור יערך במישור החוף הדרומי, ברצועה סמוכה ומקבילה לקו החוף. אזור זה מכוסה בסדימנטים צעירים ורק חלק קטן של החוף הרביעוני חשוף. מטרת הסיור הינה להכיר את הסטרטיגרפיה של החלק החשוף של הרביעון ולנסות לראות קשר אפשרי בין הגאולוגיה התת קרקעית של מישור החוף ובין תופעות גאומורפולוגיות על פני השטח. הגאולוגיה התת קרקעית מקפלת בתוכה תבליט סטרוקטורלי חריף והסטוריה רב גוונים בניגוד לחוף גוונים של פני השטח כיום. הרקע הגאולוגי של תת הקרקע מוצג בקצרה בפרקים הבאים ובציורים הקשורים בהם. בחלק מתוך שבע תחנות הסיור יעשה נסיון לבחון את הקשר שבין מה שנראה על פני השטח ובין מה שידוע ממתת הקרקע.



ציור 1 - מישור החוף של ישראל הינו חלק מן הקונוס של הנילוס מאז הפליוקן המוקדם. מתוך: Gvirtzman, Martinotti and Moshkovitz (1989 and in press). התתן A-B, B-C מוצג בציורים 2 ו-3. הקידוחים 6 (געש 1), 9 (יפו 1), 10 (דן ביוב 14), 12 (ניצנים NF1-62), ו-14 (אשקלון 6/0) נידונים בטקסט ומוצגים בציורים 5, 11 ו-12.

הרקע הסטריגרפי

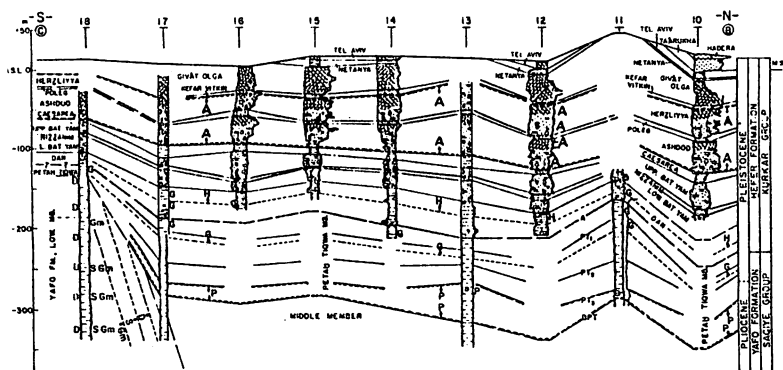
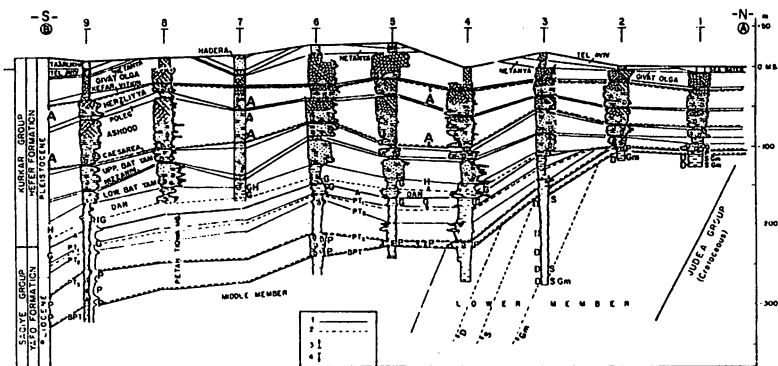
מישור החוף ומדף היבשת של ישראל הינם חלק מאגן ההשקעה של הנלוס. שטח זה הינו חלק אינטגרלי של הקונוס הענק (ציור 1). האונה המזרחית של הקונוס כוללת בתוכה את מרבית אורכם של מישור החוף ומדף היבשת של ישראל. וקטע שבין קיסריה ועזה והמשכו מערבה למוף הינשון של היום, הינו אגן הצטברות אזורי, המהווה חלק בלתי נפרד של הקונוס. אגן זה שוקע בהתמדה מאז הארוע המסיני, כאשר הדפוסנטר נמצא בערך באזור גוש דן (ציור 2). העובי במרכז זה, בקו החוף, הינו כ-1200 מ'. מתוכם תצורת יפו החרסיתית צברה כ-1000 מ', במשך כ-3.4 מליון שנה, והיינו, בקצב ממוצע של כ-300 מ' למליון שנה. תצורת חפר צברה עובי של כ-200 מ' בקרוב, במשך כ-1.6 מליון שנה, דהיינו, בקצב ממוצע של כ-125 מ' למליון שנה. קצבי השקעה אלו גבוהים למדי ומאפיינים שוקיעה אגנית אינטנסיבית. סדימנטים אלו מסתירים ומטיחים דפורמציות טקטוניות אפשריות, אם אמנם הן מתחוללות באזור. גם הפרטים של תצורת חפר (חבורת כורכר) מראים אותה מגמה של התעבות בדפוסנטר (ציור 3), משום שתהליך שקיעת האגן נמשכת עד היום. הבנה של הסטריגרפיה של הרביעון מחייבת הכרה של הרצף התת קרקעי (ציור 4), שכן רק כ-10% מעוביו הכולל חשופים על פני השטח. החלוקה הסטריגרפית (Gvirtzman et al., 1984), גבירצמן, 1990), המאושעת על ידי לוגים חשמליים, מאפשרת פרוט רב, עד לעובים של מטרים בודדים. קורלציה בין חמישה קידוחים נבחרים (ציור 5), מראה כי היחידות הנחשפות על פני השטח הינן: גבעת אולגה, נתניה,



ציור 2 - חתך מקביל לקו החוף בישראל, מקיסריה לנצרים. מישור החוף הינו אגן צבירת סדימנטים המיובאים מן הנלוס מאז הפליוקן המוקדם. בדפוסנטר, הממוקם באזור גוש דן, תצורת יפו החרסיתית מגיעה לעובי של יותר מ-1000 מ' ותצורת חפר החולית לכ-200 מ'. שים לב לגידוע ואי התאמה בין תצורות יפו וחפר בקצה הדרומי והצפוני של החתך. מתוך: Gvirtzman, Martinotti and Moshkovitz (1989 and in press). מיקום הקידוחים בציור 1. המאובנים הדיאגנוסטיים, המסומנים באותיות, מוצגים לפי הופעתם והעלמותם. שמותיהם ניתנים בציור 4.

תל אביב, תערוכה וחדרה. יחידות אלו, אשר לא נחשפות ברציפות, ניתנות לצפייה לאורך מצוק החוף של השרון ולאורך קטעים במצוק החוף הדרומי.

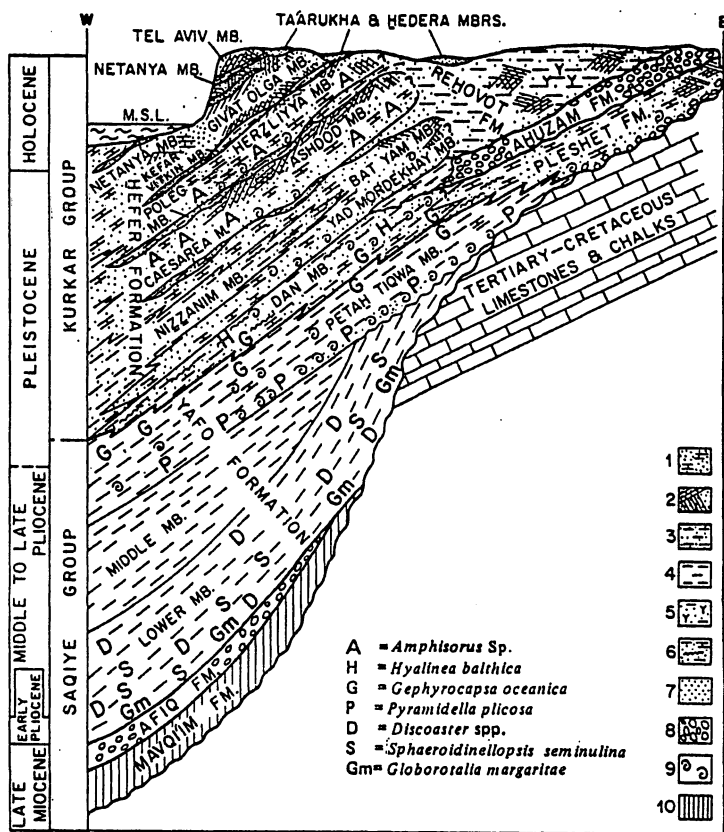
הגבול הכרונוסטרטיגרפי האוניברסלי בין הפליוקן לפלייסטוקן, כפי שהוצע על ידי קבוצת העבודה של פרויקט IBCP 41, הינו ההופעה הראשונה של הננופוסיל *Gephyrocapsa oceanica*. מאובן זה נמצא בקידוחי מישור החוף סמוך לגגו של פרט פתח תקוה (תצורת יפן), מטרים בודדים מתחת לבסיס פרט דן (תצורת חפר, דהיינו סמוך לבסיס חבורת כוונר, וראה ציורים 2, 3, ו-4). הופעה ראשונה זו נמצאת בווריקה באיטליה, באתר אשר נבחר כסטרטוטיפ של הגבול פליוקן-פלייסטוקן. המאובן מופיע שם לראשונה מטרים בודדים מעל גג הטווח הפאליאומגנטי הנורמלי של ארוע אולדובאיי, דהיינו לפני 1.65 מליון שנה (ראה Gvirtzman et al, 1989, ובדפוס). משום כך, ברצועת החוף של ישראל, באזור שבו המעבר בין חבורת סקה לחבורת כורכר הוא ימי ורציף, מעבר זה נמצא סמוך לגבול פליוקן-פלייסטוקן וגילו כ-1.65 מליון שנה.



ציור 3 - חתך מקביל לקו החוף בישראל, מקיסריה לנצרים, מוצג בשני קטעים. חלוקה של תצורת חפר לפרטים וקורלציות בין קידוחים בעזרת לוגים חשמליים. מתוך: Gvirtzman, Martinotti and Moshkovitz (1989 and in press). השוה עם ציור 2. מקרא: 1. קורלציה ליתוסטרטיגרפית, 2. קורלציה ביוסטרטיגרפית, 3. הופעה ראשונה של מאובן, 4. הופעה אחרונה של מאובן. הסמלים הליטולוגיים בציור 4.

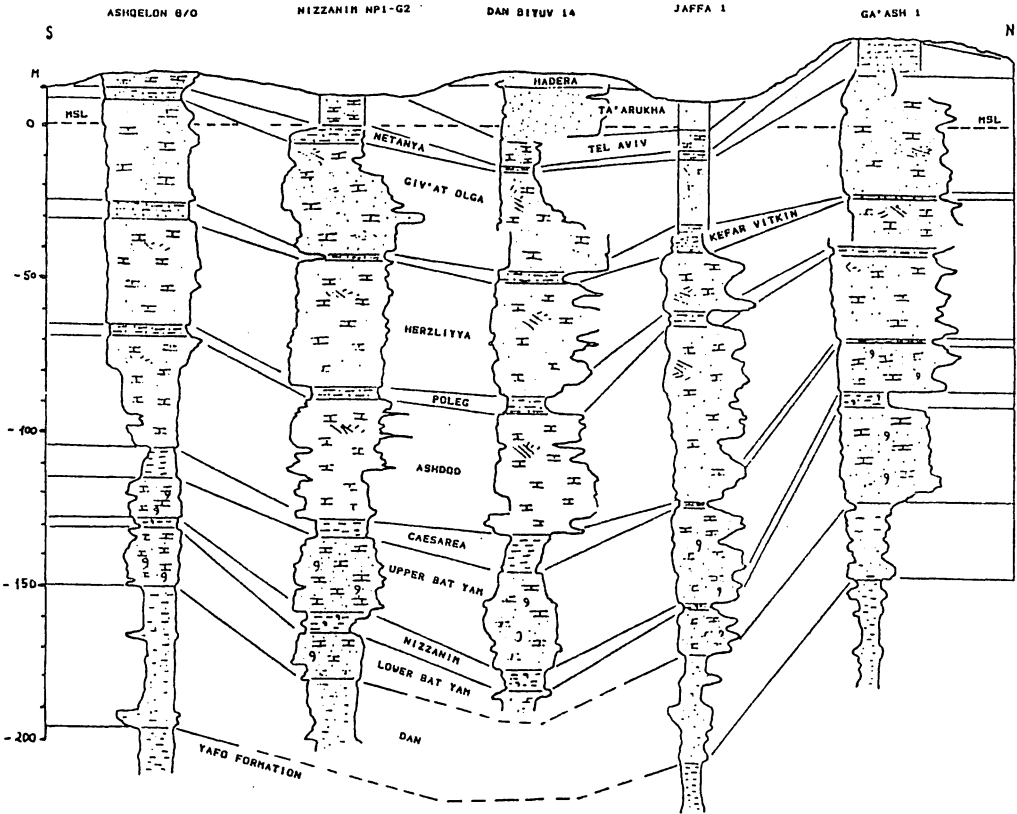
רקע סטרוקטורלי

משור החוף ומדף היבשת הינם חלק מן השוליים הפסיביים של הפלטפורמה הערבית אשר החלו להוצר בתחילת היורה וממשיכים להתקיים עד היום. בשוליים אלו נבנית והולכת הפריסמה הסדימנטרית של שולי היבשת. תצורות יפו וחפר הינן המוצר האחרון של פריסמה זו. מתוך הבט כולל זה יש לראות את החפיפה בין משור החוף הנוכחי, בחלקו הדרומי, ובין המעבר הקדום, בתת הקרקע, מן הפלטפורמה הקרבונטית של הקרטיקון ובין מדרון היבשת דאז. קצה הפלטפורמה (ציור 6) מבוטר על ידי שברים רוחביים, בכוון צפון-מערב, המחלקים אותו לגוש של בארי, מדרום לעזה, לגוש

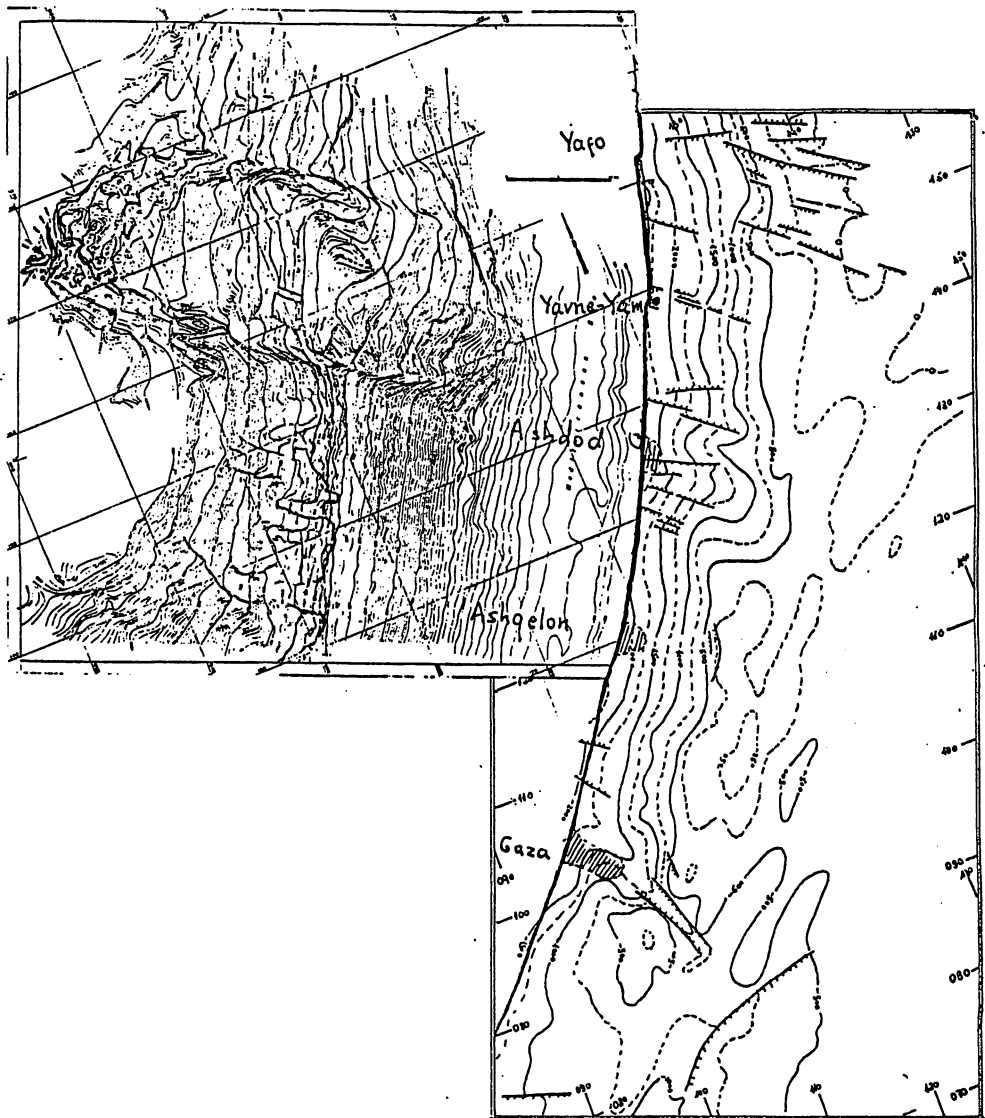


ציור 4 - דיאגרמה סטרוטוגרפית ונומנקלטורה של יחידות הפליוקן והפלייסטוקן במישור החוף. מתוך: Gvirtzman, Martinotti and Moshkovitz (1989 and in press). מקרא ליתולוגי: 1. אבן חול גירית ימית (כורכר), 2. אאוליניט (כורכר), 3. חרסית סילשית חולית אדומה (חמרה), 4. פצלים ימיים, 5. חרסית ביצתית כהה עם שרידי צמחים, 6. אבן חול גירית סילשית, חרסית ימית, 7. חול דיונות לא מלוכד, 8. קונגלומרט, 9. מאובנים (קוקינה), 10. אנהידריט.

המרכזי המורם יחסית של סעד-ניר עם-ברור-חלץ-כוכב-נגבה, ולגוש הנמוך יותר של אשדוד-יפו בצפון. קצה הפלטפורמה הקרטיקונית שימש גם כקצה פלטפורמה בזמן המיוקן ומשום כך, עבר ארוזיה חזקה בעת הארוע המסיני. המיוקן המאוחר, כאשר בסיס הסחיפה ירד בבת אחת (ציורים 7 ו-8). הקניונים שנוצרו, חלקם רק חודשו, בארוע זה (ציור 9), נמשכים מערבה לתוך מערכת ניקוז קבורה מתחת לאגן המזרחי של הים התיכון. מתוכם, קניוני עזה-באר שבע וקניון אשדוד (ציור 9) מפותחים ביותר. מערכת הניקוז הנוכחית חופפת במידה רבה את מערכת הניקוז של הארוע המסיני. תשומת הלב מופנית במיוחד למערכת הניקוז הנוכחית של נחל שורק. חלק ממנה חופף עד היום את הקניון של שורק וחלק דרומי שלה, שעבר כנראה בעבר דרך קניון גן-יבנה, הוסט כנראה צפונה בגלל שביה אל עבר קניון שורק. גם במערכת הבשור הענפה חלה שביה, המתבטאת כיום בנטישה של המסלול הקדום של קניון עזה-באר שבע ויציאה חדשה, סמוכה לקניון קטן מדרום. חפיפות אלו והסטיות מהן מביאות להענפה כי מערכת השברים הרוחביים מחדשת את פעילותה במרוצת הזמן ומשפיעה על מיקומן ושבייתן של מערכות הניקוז.



ציור 5 - קורלציה בעזרת לוגים חשמליים וחלוקה לפרטים של תצורת חפר. מיקומם של הקידוחים בציורים 1, 11 ו-12. רובו של החתך הינו תת קרקעי ורק חלק קטן חשוף. ניתן לראות את הפרטים: גבעת אולגה, נתניה, תל אביב, תערוכה וחדרה במצוקי חוף השרון, יבנה-ים ואשקלון וכן במחצבות פארק ניצנים.



ציור 6 - מפה סטרוקטורלית של מישור החוף הדרומי לפי משטח גג חבורות יהודה ותלמי יפה. מתוך: Klang and Gvirtzman (1988). קווי הגובה המקוריים, ברווח אנכי של 50 מ', דוללו ל-250 מ'. במזרח משתרעת הפלטפורמה בגובה של כ-500 מ', ממערב לה משתרע מידרון היבשת הקדום, הנוחת עד לגובה של כ-2500 מ'. באזור השברים הרוחביים ליד עזה עוברת תעלת באר שבע - עזה. באזור השברים הרוחביים ליד אשדוד עוברת תעלת אשדוד. בים מוצמדת המפה הבתימטרית של Almagor and Hall (1984). בקנה מידה זהה ובקווי גובה ברווח אנכי של 5 מ'. המפה מראה את הגלישה הידועה כ"הפרעת פלמחים" או "גרבן פלמחים". המשך גבולה הדרומי פוגש בחוף הים בשברי אשדוד, ואלו המשך גבולה הצפוני פוגש בשברי יבנה-ים.

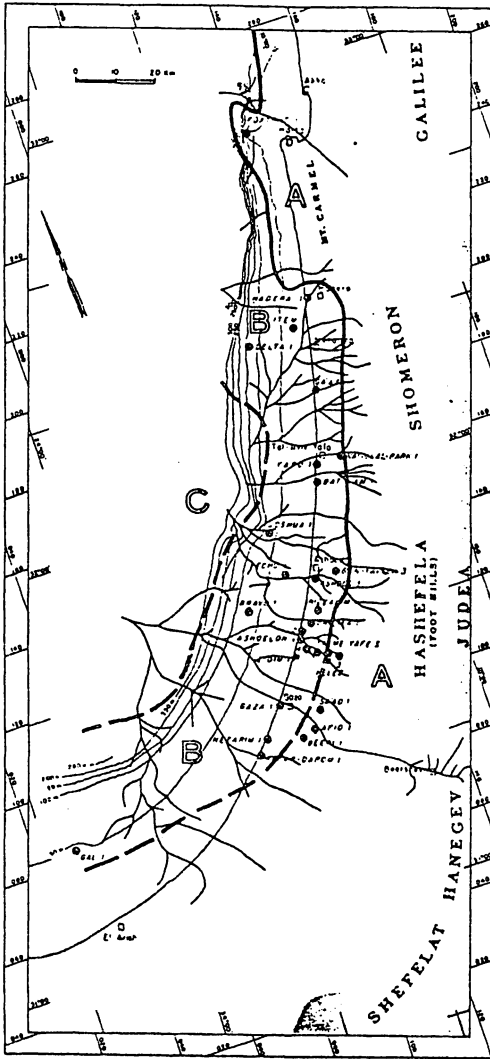


Figure 17. Reconstructed drainage pattern of the unconformity surface at the base of the Yafa Formation (Figure 16). Three geomorphological units are distinguished: (A) the Arabian Platform edge; (B) the platform slope; (C) the Levant Basin.

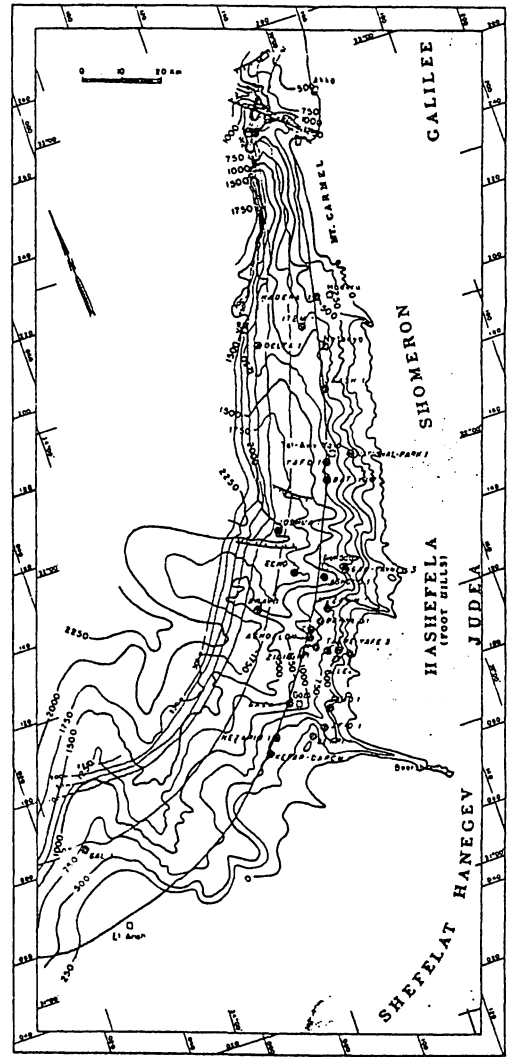
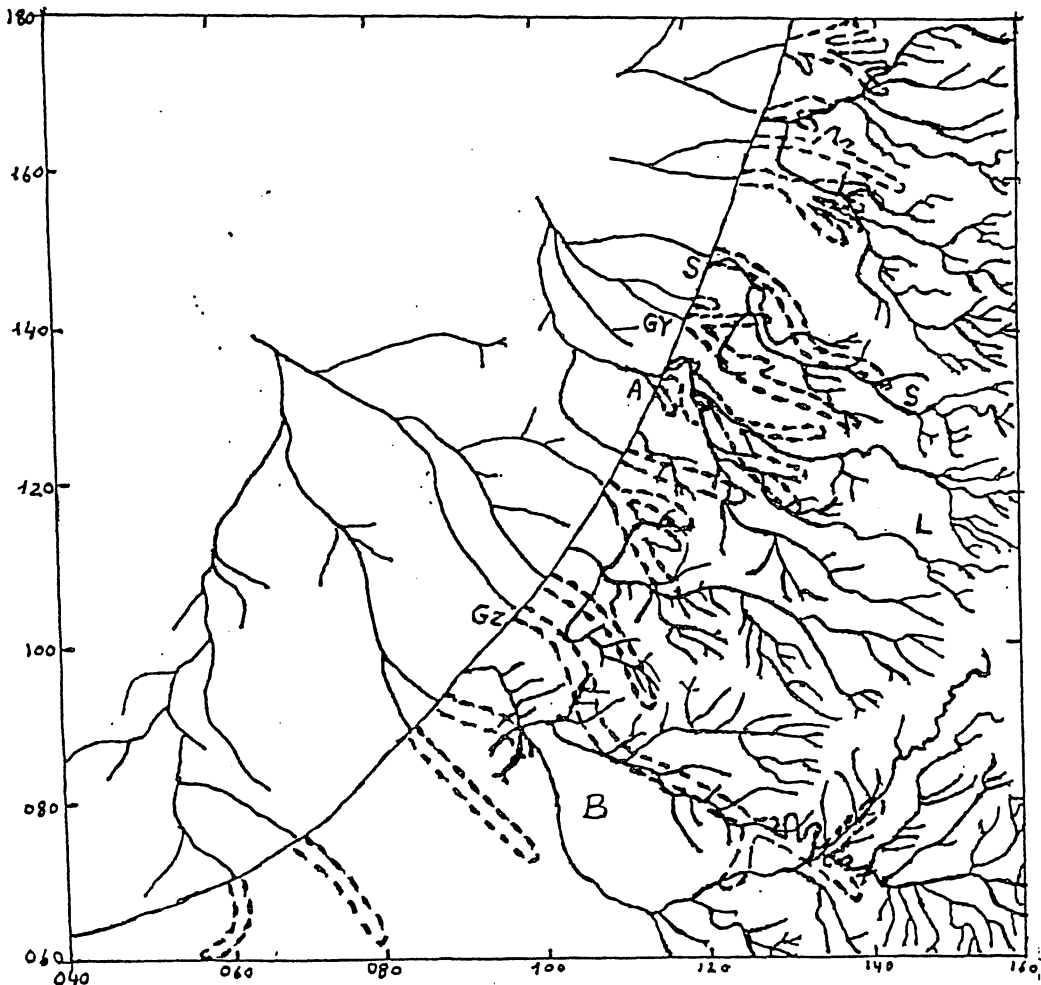


Figure 16. Contour map of the unconformity surface at the base of the Yafa Formation (Pliocene). The contour interval is 250 meters. In most of the contoured area the Yafa Formation overlies the Mavqim anhydrite.

צ'יור 7 (ימין) - מפת משטח אי ההתאמה בבסיס תצורת יפו במישור החוף של ישראל. ברקע קוים בתימטריים של הים כיום. מתוך: Gvirtzman and Buchbunder (1978).

צ'יור 8 (שמאל) - מערכת ניקוז משוחדרת של סוף זמן הארוע המסיני במיוקן המאוחר, במישור החוף של ישראל. ברקע קוים בתימטריים של הים כיום. מתוך: Gvirtzman and Buchbunder (1978).

קו החוף הנוכחי, לכל אורכו של מישור החוף הדרומי הקשתי, הינו חלק ומונוטוני. היבוא האינטנסיבי של סדימנטים מן הנילוס שומר בהתמדה על מבנהו החלק. למרות זאת, ברך החוף הצמודה ליבנה ים (תחנה 6, ציור 12), הינה חריגתה בולטת ממגמה זו. חריגות דומות מצויות גם ביפו ובצפון מזרח סיני. קיים עדיין היום ויכוח מקצועי בנושא של היציבות הטקטונית של קו החוף בישראל (ראה בין השאר: Neev et al., 1976, 1987; ומולם: Mazor, 1974, Arad et al., 1978, Garfunkel et al., 1979). אחד ממוקדי הויכוח קשור בתופעת הגלישה הגדולה של פלמחים (ציור 6). הויכוח מתמקד בשאלה אם שני הקוים, הכמעט מקבילים, התוחמים את הגלישה הינם שברים טרנסברסאליים המעתיקים גם את השכבות שמתחת לאבפורטים

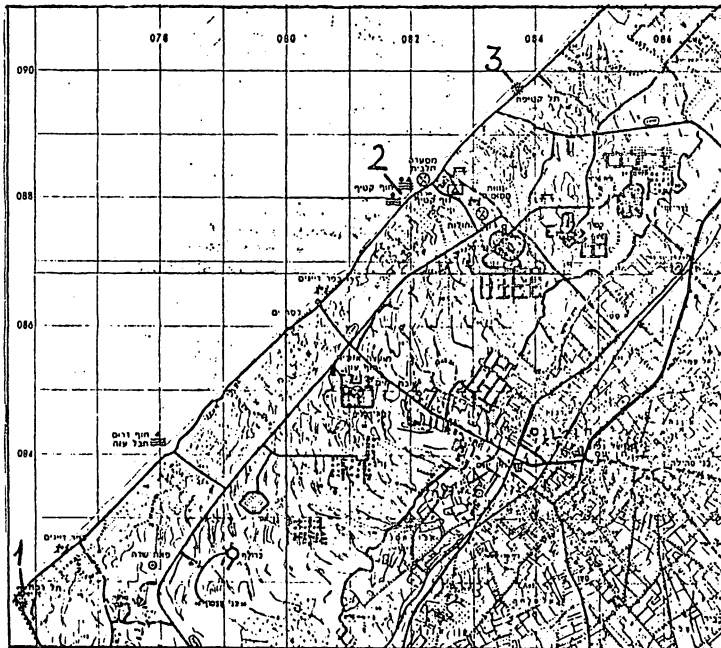


ציור 9 - השוואה בין מערכת הניקוד בעת סיום הארוע המסיני (ציור 7) ובין מערכת הניקוד הנוכחית. לפי: Gvirtzman (1969), גבירצמן (1970), עם הוספה ועידכון. הקניונים של זמן הארוע המסיני מסומנים בקוים עבים מקבילים. מקרא: נחלים רצנטיים: S=שורק, L=לכיש, B=בשור. קניונים תת קרקעיים: S=שורק, GY=גן יבנה, A=אשדוד, GZ=עזה - באר שבע.

המסינייים, דהיינו פלמחים הינו גרבן (ראה: Mart, 1976, Neev et al., 1978), או אולי זו תופעה סדימנטרית "שטחית" של גלישות הנגרמות לתצורת יפו על ידי עוותים באבפורטים המסינייים (ראה: Garfunkel et al., 1979). לפי מבנה תת הקרקע של השרון הועלתה אפילו ההערה כי העברים הטונסברסאליים הינם שברי תזוזה אופקית (Klang and Gvirtzman, 1983). הויכוח מעורר עד היום התייחסויות קוטביות ואין כוונה לגרור את משתתפי הסיור לפולמוס סביב נושא זה. אולם בעקבות התצפית ביבנה ים (תחנה 6, ציור 12) ננסה לבדוק את השאלה אם לתופעות על פני השטח יש משמעות אפשרית בוויכוח הנטוש. צורך נתוני תת הקרקע, דהיינו שברי הרחב במפת גג יהודה וממדי התפשטות גלישת פלמחים (ציור 6), הקניונים של הארוע המסיני של שורק, גן יבנה ואשדוד ומערכת הניקוז הנוכחית (ציור 9), וכן ברך החוף של יבנה ים, רומזים לאפשרות כי מערכת העברים הרוחביים הינה סיבה עכשוית לנאוסקטוניקה. דעת המחבר בעניין זה אינה נחרצת. נראה כי מוטב להמשיך ולהתלבט, תוך כדי חיפוש נתונים נוספים מכל כוון אפשרי.

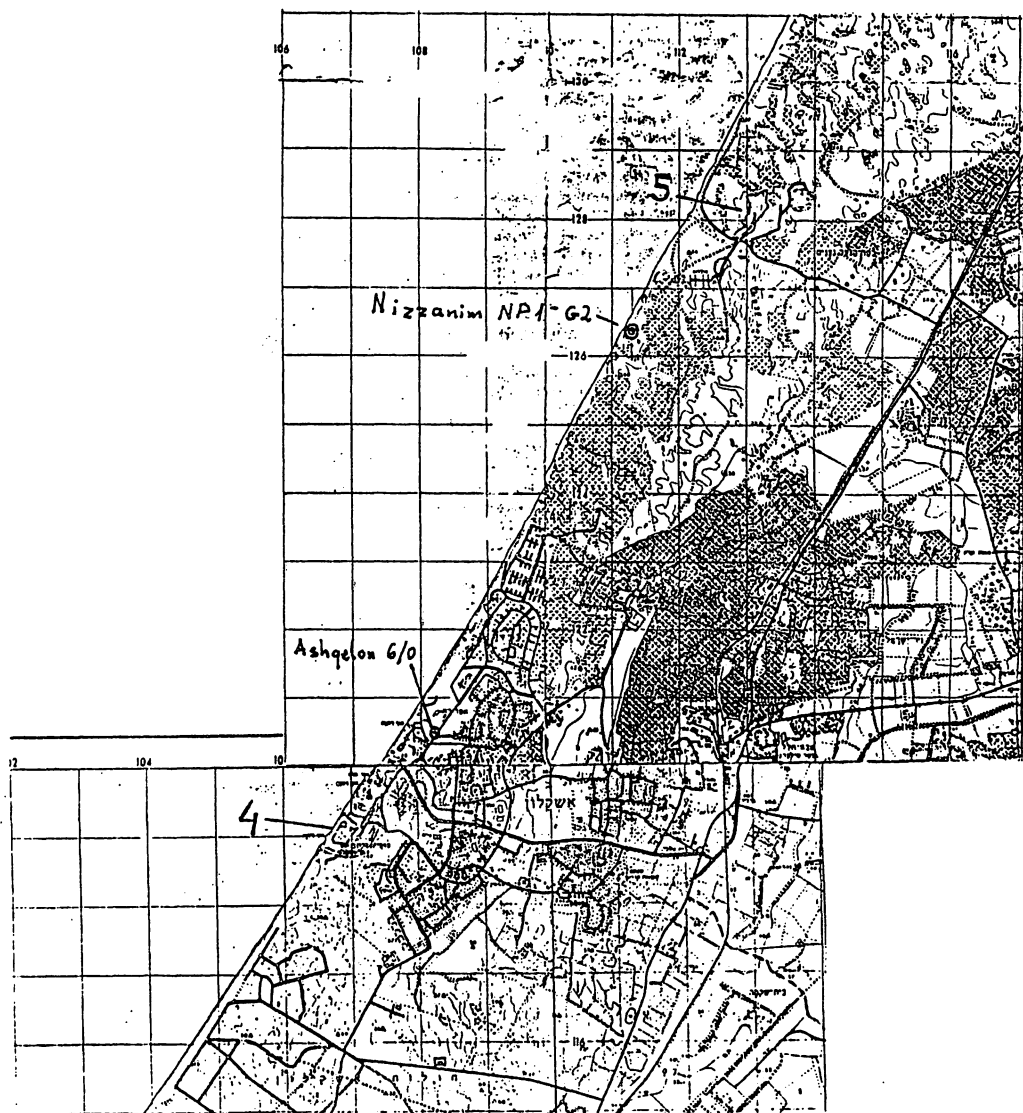
תחנות הסיור

1. תל רפיח, נ.צ. 0757/0816, ציור 10 (שהיה של כ-45 דקות) ממרומי התל, שהיה מיושב בתקופה ההלנית, תערך תצפית לחופי סיני ולשדות החול של חאן יונס. הגבעה הינה תופעה חריגה בקו החוף השטוח. בבסיסה חשוף כנראה פרט גבעת אולגה. החולות הצהובים של רפיח וחאן יונס הינם הפרט המכונה "חולות חדרה" בסכמה הסטרטיגרפית. לרגלי התל, ברפיח ים, היה כנראה נמל דייגים עתיק.



ציור 10 - מפת אזור תחנות הסיור 1, 2, ו-3 בסביבות גוש קטיף. מעשבת אחת במפה הינה קילומטר רבוע.

2. חוף קטיף, נ.צ. 0819/0880, ציור 10 (שהיה של כ-45 דקות) בתחנה זו נצפה בנזקי ארזיה צעירה ואינטנסיבית בקו החוף. דוקא באזור זה, הקרוב למקורות החול, חלים מידי פעם תהליכי הסרת חול והעברתו צפונה. מתקני חוף הרחצה באתר, מקלחות ושרותים, נשארו "תלויים" בגובה

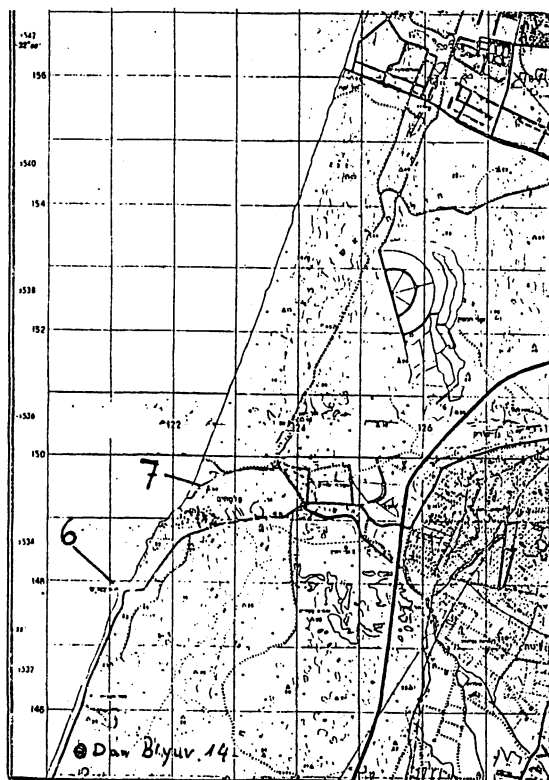


ציור 11 - מפת אזור תחנות הסיור 4 ו-5 בסביבות אשקלון וניצנים. שים לב למיקומם של קידוחי אשקלון 6/0 וניצנים NP1-62, המוצגים בציורים 2, 3 ו-5. משבצת אחת במפה הינה קילומטר רבוע.

של יותר ממטר מעל פני הקרקע הנוכחיים. כביש סמוך לחוף נסחף בשלמותו על ידי הגלים. לפי עדות אנשי המקום החול הוטר בארוע אוזר בשנוון השבעים. כ-100 מ' ממזרח לקו החוף, ברצועה מקבילה לקו החוף, נמצאים שטחי עיבוד מושקים בגובה של מטרים ספורים מעל פני הים. בשטחים אלו, הידועים בשם "מוואציי", שואבים את מי ההשקיה המתוקים מעומק רדוד מאוד, ממי התהום השעונים על מי ים בפן ביניים כמעט אופקי. החולות הנוודים הפעילים באזור הינם "חולות חדרה".

3. תל קטיפה, נ.צ. 0837/0897, ציור 10 (שהיה של כ-45 דקות)

התל בנוי על חול מוקשה במקצת, בעל גוון חום בהיר המעיד על תהליך פדוגני. חול זה מזוהה בסכימה הסטרטיגרפית עם "חולות התערוכה". חולות התערוכה עברו כבר תהליך פדוגני חלקי וקבלו בכל מקום צביעה חומה בהירה. בגלל דלותם בקרבונט אין הם עוברים תהליך של ליכוד. במקומות שונים מונחים על חולות אלו שרידים ארכיאולוגיים אשר זמנם נמשך מתקופת הברונזה התיכונה עד התקופה הביזנטית, בערך בשווח שבין 3500 עד 1500 שנים לפני ההוה. לעומת זאת, חולות חדרה הצהובים מכסים את הערידים הארכיאולוגיים הללו. בפרק זמן של כ-2000 שנה חלה כנראה הפסקה בנדידת חולות. תהליך פאליאואקלימי זה היה מלווה בהתייצבות חולות התערוכה ובפדוגנזה.



ציור 12 - מפת אזור תחנות הסיור 6 ו-7 בסביבות פלמחים. שים לב למיקומו של קידוח דן ביוב 14 המוצג בציורים 2, 3, ו-5. משבצת אחת במפה הינה קילומטר רבוע.

4. פארק אשקלון, נ.צ. 1067/1193, ציור 11 (שהיה של כ-60 דקות)
הסיור יתחיל בתצפית מתל אשקלון (שרידים מתקופת הברונזה הקדומה עד התקופה הצלבנית), מעל מצוק החוף בפרק אשקלון וימשך בירידה לרגלי המצוק. במצוק נחשף הפרט של גבעת אולגה ומעליו, במקומות אחדים מונחת החמרה האדומה של פרט נתניה. הקורלציה בין החתר החשוף ובין תת הקרקע מבוססת על קידוח אשקלון 6/0 (ציור 5), הממוקם כשני ק"מ מצפון לתצפית (ציור 11). במצוק השרון ניתן לחלק את פרט גבעת אולגה לתת פרטים אשר כונו בשמות, מלמטה למעלה, רמת גן, נחשולים (חול חום בצבע "קפה בחלב") ודור (Horowitz, 1979), גביש ובקלר, 1990, גבירצמן, 1990). במצוק אשקלון קשה להבחין בחלוקה זו.

5. פארק חוף ניצנים, נ.צ. 1131/1282, ציור 11 (שהיה של כ-60 דקות)
הפרק הוקם באתר מחצבות כורכר ברכס כורכר הנמצא במרחק של ק"מ אחד ממזרח לחוף. בקירות המחצבה נחשף פרט גבעת אולגה. חמרת נתניה מצויה בנקודות אחדות בחלקים גבוהים יותר של קירות המחצבה. הקורלציה של היחידות החשופות עם תת הקרקע נשענת על קידוח ניצנים NP1-62 (ציור 5) הממוקם במרחק של כ-3 ק"מ מדרום לאתר (ציור 11). בתחתית המחצבה נחשפת טבלת מי התהום, היוצרת אגם בפארק.

6. יבנה ים, נ.צ. 1212/1458, ציור 12 (שהיה של כ-45 דקות)
תל יבנה ים (מינת רובין, עיר נמל שהיתה מיושבת מתקופת הברונזה התיכונה עד התקופה הערבית הקדומה) ממוקם על מצוק טבעי של כורכר. במצוק זה נחשף אאוליניט של פרט גבעת אולגה. המצוק של פרט זה עבר אברזיה ימית ממערב לתל וכיום מפוזרים על קרקע הים, בקרבת החוף, שרטונות של טבלת גידוד, אשר שימשו את הנמל העתיק. קו החוף מצפון ומדרום ליבנה ים הינו חסר מצוק, שדות החול מכסים את השטח ברציפות מקו המים למרחק ניכר בפנים מישור החוף. המצוק של יבנה ים הינו חריג בולט במורפולוגיה החופית. קו החוף באזור התל יוצר ברך. המשך דמיוני של קו החוף לכיוון צפון יפגוש את החוף האקטואלי מצפון לתל במרחק של כ-500 מ' ממערב. הקיר הצפוני של התל יוצר מצוק זקוף אשר בו התמקמו מבנים עתיקים של יבנה ים. הסבה להסטה של קו החוף הינה חריג גט כן, במיוחד באזור סדימנטציה כל כך פעילה באזור הדפוסנטר של מישור החוף כולו. פתרון אפשרי לבעיה הינו שבר טרנסברסאלי החולף בין שבתי תת הקרקע בגג יהודה ובין הגבול הצפוני של גלישת פלמחים (ציור 6). צורת קו החוף רומזת אפילו על אפשרות של שבר תזוזה אופקית ימנית. מצב דומה של מצוק עם טבלת גידוד וברך בקו החוף נמצא בחוף יפו. גם שם הוזכרה האפשרות של שבר טרנסברסאלי (Klang and Gvirtzman, 1983). בקידוח דן ביוב 14, הנמצא כ-2.5 ק"מ מדרום ליבנה ים (ציור 12), נמצא גג פרט גבעת אולגה בעומק 14 מ' מתחת לפני הים (ציור 5). ייתכן כי החשיפה של אאוליניט גבעת אולגה במרחק קצר יחסית קשורה אף היא בהרמת תל יבנה ים בעקבות שבירה.

7. פלמחים, נ.צ. 1226/1495, ציור 12 (שהיה של כ-45 דקות)
בתחנה תעשה תצפית מראש גבעה, עליה בנוי המשק אל עבר שפך נחל שורק. באתר התצפית נחשפת חמרת נתניה ובה אתר פרהיסטורי. האאוליניט של פרט גבעת אולגה נחשף בשיפולי הגבעה. הנחל חוצה את רכס הכורכר, משני צידיו פרוס מישור הצפה המכוסה חרסית שחורה ומגיע לרוחב של ק"מ ויותר. נחל שורק הנוכחי חופף כאן את הקניון התת קרקעי הקדום מזמן הארוע המסיני (ציור 9). כאמור לעיל, נראה כי הזרימה הקדומה של נחל שורק התנקזה בעבר דרך הקניון של גן יבנה הנמצא מדרום לתל יבנה ים. שוב, אפשר לראות בשבר המשווער את הגורם לשבייה של נחל שורק הנוכחי והעברתו מקניון גן יבנה לקניון שורק.
הערה: התחנות מוספרו לפי סדר גאוגרפי מדרום לצפון. הסיור בפועל עשוי להשתנות לפי שיקולים לוגיסטיים. הכניסה לגוש קטיף תבוצע בכביש העוקף, הנכנס לגוש ישר מכיסופים.

סיכום

בסיור במישור החוף הצפוני החלק החדותי הינו קטן יחסית לחלק הבלתי נראה אך הידוע מתת הקרקע. בסיור זה מושם דגש על יישום הידע מתת הקרקע לשם הבנתו הכוללת של האזור. יישום זה מציג אתגר של פרושים אפשריים למרות שאין להם הוכחה נחרצת. ההיפותזה הקשורה בשברים טרנסברסאליים יכולה לתת תשובה אפשרית לתצפיות רבות. אין צריך לומר כי הבנת החוף בלי הידע מתת הקרקע, אינה אפשרית כלל.

מקורות ביבליוגרפיים

- גבירצמן, ג., 1970, חבורת סקיה (אאוקן מאוחר עד פלייסטוקן מוקדם) באזור מישור החוף והשפלה, ישראל. המכון הגאולוגי, דו"ח OD/5/67, ירושלים, 180 עמ'.
- גבירצמן, ג., 1990, גאולוגיה וגאומורפולוגיה של השרון ומדפו הים תיכוני. תוך: גרוסמן, ד., דגני, א., ושמואלי, א., השרון בין ירקון וכרמל. הוצ' ארץ ומשרד הבטחון, תל אביב, עמ' 59-19.
- גביש, א. ובקלר, נ., 1990, רצועת חוף השרון - גורמים ותהליכים גיאומורפולוגיים וסדימנטולוגיים. שם, עמ' 61-81.
- Almagor, G., and Hall, K.J., 1984. Morphology of the Mediterranean continental margin of Israel. *Israel Geol. Surv. Bull.*, 77: 1-31.
- Arad, A., Ecker, A., and Olshina, A., 1978. Discussion: "The young (post Lower Pliocene) geological history of the Caesarea structure (Neev et al., 1978)". *Israel Jour. Earth Sci.*, 27: 142-146.
- Garfunkel, Z., Arad, A., and Almagor, G., 1979. The Palmahim disturbance and its regional setting. *Israel Geol. Surv. Bull.*, 72: 1-56.
- Gvirtzman, G., 1969. The Saqiye Group (Late Eocene to Early Pleistocene) in the coastal plain and Hashephela regions, Israel. *Israel Geol. Surv. Bull.*, 51: 37 maps.
- Gvirtzman, G., and Buchbinder, B., 1978. The Late Tertiary of the Coastal Plain and Continental Shelf of Israel and its bearing on the history of the eastern Mediterranean. In: Ross, D.A., Neprochnov, C.P., et al. (eds), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Leg 42A(2)*. Government Printing Office, Washington D. C., pp. 1195-1222.
- Gvirtzman, G., Martinotti, G.M., and Moshkovitz, S., 1989. Stratigraphy of the Plio-Pleistocene sequence of the Mediterranean coastal belt of Israel and its implication for the evolution of the Nile Cone. *Isr. Geol. Surv. Rep. No. GSI/49/89*, Jerusalem, 46 p.
- Gvirtzman, G., Martinotti, G.M., and Moshkovitz, S., in press. Stratigraphy of the Plio-Pleistocene sequence of the Mediterranean coastal belt of Israel and its implication to the evolution of the Nile Cone. In: Van Couvering, J.A. (ed), *The Quaternary boundary, definition and worldwide correlation. Final report of the IGCP Project 41 "Neogene/Quaternary Boundary"*. Cambridge University Press, New York.
- Gvirtzman, G., Shachnai, E., Bakler, N., and Ilani, S., 1984. Stratigraphy of the Kurkar Group (Quaternary) of the coastal plain of Israel. *Isr. Geol. Surv. Curr. Res.*, 1983-84: 70-82.
- Horowitz, A., 1979. *The Quaternary of Israel*. Academic Press, New York, 394 p.

- Klang, A., and Gvirtzman, G., 1983. Preliminary structural analysis of the Sharon area and its continental shelf. (Progress report no. 1 on the regional survey for oil prospects in the northern coastal plain of Israel.) Oil Exploration (Investments) Ltd. Report 30/83. OEIL, Tel Aviv, 47 p.
- Klang, A., and Gvirtzman, G., 1988. Structural map of the top of the Judea Group and the Talme Yafe Formation in the southern coastal plain and the Shefela regions, Israel. Isr. Geol. Surv. Rep. No. GSI/47/88, Jerusalem, 40 p + 4 maps p.
- Mart, Y., Eisin, B., and Folkman, Y., 1978. The Palmahim structure - a model of continuous tectonic activity since the Upper Miocene in the southeastern Mediterranean off Israel. Earth Planet. Sci. Lett., 39: 328-334.
- Mazor, E., 1974. On the stability of the Mediterranean coast of Israel since Roman times: a discussion. Israel Jour. Earth Sci., 23: 149-150.
- Neev, D., Almagor, G., Arad, A., Ginzburg, A., and Hall, J.K., 1976. The geology of the southeastern Mediterranean Sea. Israel Geol. Surv. Bull., 68: 1-51.
- Neev, D., Bakler, N., and Emery, K.O., 1987. Mediterranean coasts of Israel and Sinai: Holocene tectonism from geology, geophysics and archaeology. Taylor and Francis, New York, 130 p.

סיור 3

עדות מורפולוגית למעוות ניאוטקטוני באזור רכס בקר

גולף ס., ביליצקי ש.

רקע

זיהוי וכימות של תהליכים ניאוטקטוניים באזור קמר בקר מתבסס על ניתוח נתונים גיאומורפולוגיים בהקשרם הגיאולוגי. נתונים אלה כוללים משטחי ארוזיה ושרידי טרסות פליוביאליות, ניצבות לכוון ציר הקמר.

אתר המחקר מצוי באזור קמר (אנטיקלינה) בקר אשר יוצר רכס בכוון לצפ' - צפ' - מז' באיזור רמת הנגב. הקמר הינו אסימטרי, עם דופן דרום - מזרחית תלולה. גובה הקמר כ-300 מ' ורוחבו כ-6 ק"מ. הוא נמצא בין שני רכסים אנטיקלינליים: חלוקים בדרום-מזרח וכתף שיבטה בצפון - מערב, ומופרד מהם על ידי סינקלינות (תרשים 1). קמר בקר בנוי מסלעים קרבונטים ימיים מגיל קרטיקון עליון. המסלע האאוקני, אשר מונח באי- התאמה מעל לסלעי הקרטיקון, מצוי בסינקלינות הסמוכות. בעבודות קודמות לא הזכרו סימנים לפעילות ניאוטקטונית באזור זה. העמק טרנסברסלי של נחל בשור חותר בכוון לצפון-מערב לתוך האזור הגבוה של רכס בקר. קונגלומרטים של תצורת אחוזם, מגיל פליוקן - פלייסטוקן מוקדם, אשר בונים משטח עליון של טרסות ארוזיות תוארו באזור עמק בשור (Zilberman, 1986). ניתוח תפוצה מרחבית וגובה המפלסים של טרסות אלה באזור רכס בקר מהווה אתה נושא העיקרי של המחקר.

באזור רכס בקר ובסינקלינה הצמודה אליו ממזרח נתגלו מספר אתרים בהם נמצאו קונגלומרטים של תצורת אחוזם. אלה יוצרים שלשה מפלסים, שני העליונים מגיל פליוקן, והתחתון - מגיל פלייסטוקן מוקדם (Zilberman, 1986). המיקום, הרום מעל פני הים וגובה הקונגלומרטים מעל לתחתית האפיק (talweg) של נחל בשור מוצגים בטבלה שלהלן:

Coordinates	Elevation	Relative Height	Source
1217503680	409	27	Zilberman (1986)
1248503430	433	25	Ibid.
1275003450-	459	23	Ibid.
1281003330			
1249003470	486	75	Authors obs.
1252003480	458-9	48	Authors obs.
1266003510	465	40	Zilberman (p.c.)
1219003580	414-8	27	Zilberman (p.c.)

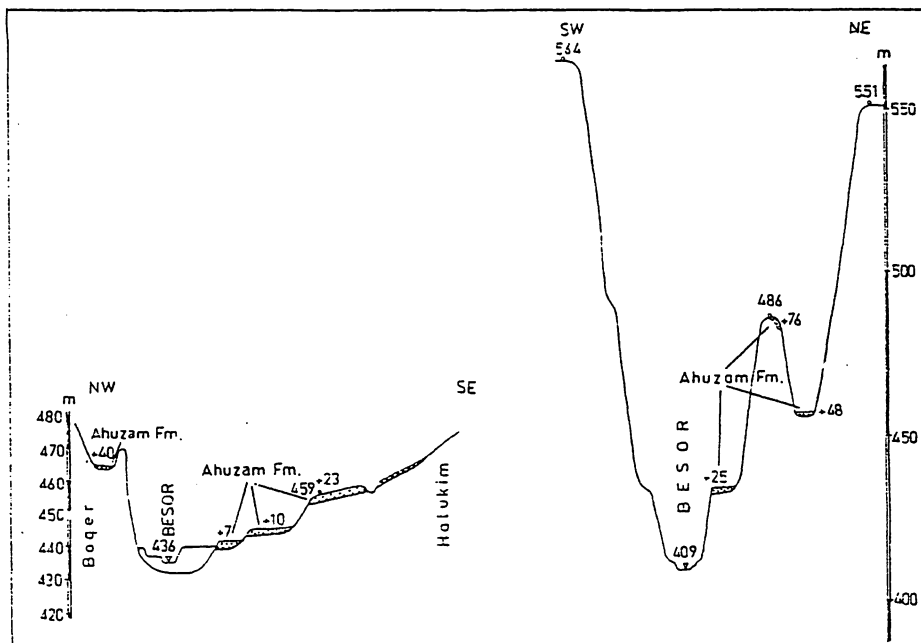
תחנות

תחנה מס. 1

נמצאו שני אתרי-

מפתח, בהם מצויים מפלסים גיאומורפולוגיים אשר מאפשרים להגדיר מעוות סקטוני אנכי. אתר ראשון הוא בסינקלינה שבין קמר בקר וקמר חלוקים והיא צמודה לאגף המערבי של קמר חלוקים, בגדה השמאלית של עמק הבשור (נ. צ. 12750\03450- 12810\03330). האתר מוזכר על ידי (Zilberman) 1986. חתך גיאומורפולוגי סכמתי של האזור מוצג בתרשים 2.

קונגלומרטים של תצורת אחוזם יוצרים שלשה מפלסים מעל ערוץ נחל בשור- בגובה של 7 מ', 10 מ' ו-23 מ'. קונגלומרט עליון מכסה משטח שבין נ.ג. 459 מ' וקו גובה 470 מ'. עובי הקונגלומרט כאו רק 2-3 מ', לכן ניתן להניח שמשטח זה עבר הטיה לכוון ציר הסינקלינה לאחר יצירתו. הפרשי הגובה בין המפלס התחתון והתיכון הוא 3 מ' ובין המפלס התיכון והעליון 13 מ', דהיינו הפרש בין מפלס עליון ותחתון הוא 16 מ'.



תרשים 2.

תרשים גיאולוגי - גיאומורפולוגי בניצב לעמק נחל בשור.

תחנה מס' 2

אתר-מפתח שני מצוי באזור הציר של קמר בקר. Zilberman (1986) תיאר כאן קונגלומרטים של תצורת אחוזם בגובה של 25 מ' מעל הערוץ של נחל בשור. במהלך המחקר נתגלו שני מפלסים נוספים, בגובה 48 מ' ו-781 מ' מעל לערוץ (תרשים 2).

אי לכך גם כאן קיימים שלשה מפלסים, אך המרחק האנכי בין המפלסים הוא שונה: הפרשי גובה בין מפלס התחתון והתיכון הוא 23 מ' ובין התיכון והעליון 30 מ', דהיינו הפרש בין מפלס עליון ותחתון הוא 53 מ'. שרידי המפלסים הללו שורטסו על גבי חתך טופוגרפי בכוון דר'- מז' -צפ' - מער', (תרשים 3a).

קתך זה מאפשר להבחין בכך, שהמפלסים הושפעו ממעוות, לאחר יצירת כל אחד מהם, כולל המפלס התחתון. בתרשים 3b מוצגים הנתונים כאשר ערוץ נחל בשור משמש כקו ייחוס (datum line). על פי תרשים זה ניתן לראות שאזור ציר הקמר עבר התרוממות יחסית מירבית- 78 מ' מעל הערוץ, לאחר הווצרותו של מפלס עליון של קונגלומרט אחוזם. בסינקלינה שבמזרח, אותו מפלס גבוה רק ב23 מ' מעל הערוץ, ובסינקלינה המערבית גבהו רק 27 מ' מעל הערוץ. לכן ניתן לחשב מידת התרוממות היחסית בין אנטיקלינה וסינקלינה מזרחית:

Boqer Anticline	Adjacent Eastern syncline
III-II=76m-48m=28m	III-II=23m-10m=13m
II-I=48m-25m=23m	II-I=10m-7m=3m
I-thalweg=25m	I-thalweg=7m

מכאן ניתן להסיק שבתקופה שבין יצירת המפלס העליון והתחתון אזור ציר הקמר התרומם ב(76 - 23) = 53 מ' ביחס לאזור הסינקלינה. ההתרוממות היחסית בתקופה שבין יצירת מפלס עליון והתיכון הינה (48 - 10) = 38 מ' ולאחר יצירה של מפלס תחתון (25 - 7) = 18 מ'.

סיכום

הרכס אנטיקלינלי של בקר והרכסים השכנים מוקפים מצפון- מערב, דרום ודרום- מזרח על ידי משחים אאוקניים. נראה שאזור הרכסים היה שטוח יחסית וגובה התבליט היה רק 80 - 70 מ' (הרום המירבי של קונגלומרט אחוזם 486 מ' ושל רכס בקר 562 - 551 מ').

הפרש בין רום הכניסה ורום היציאה של אפיק נחל בשור באזור קמר בקר (מרחק של כ-6 ק"מ) הוא 55 מ' = (380-435), דהיינו גראדיאנט של כ-9 מ' \ ק"מ- בדומה לשיפוע האזורי, אשר נוצר במשך ההתפתחות הקונטיננטלית של אזור קמר בקר.

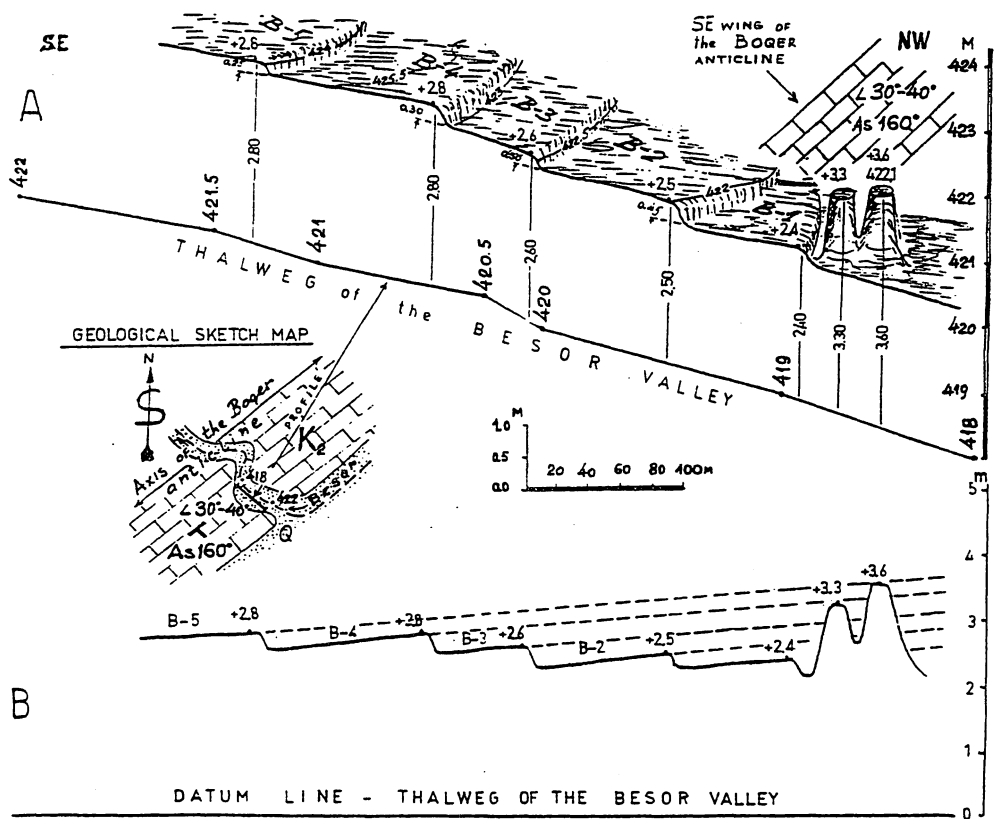
ניתן לשחזר את ההתפתחות הניאוטקטוניית של אזור קמר בקר כלהלן: כתוצאה של הרמה רגיונלית שהחלה באאוקן מאוחר (Gass, 1970) נוצר שיפוע הראשוני. במשך הפליוקן והפלייסטוקן המוקדם, התרחשו תנועות טקטוניות דיפרנציאליות מהותיות יחד עם ההרמה הכללית. תנועות אלו השפיעו על יצירת התבליט הצעיר באזור הקמר. מאז נוצר המפלס העליון של קונגלומרט אחוזם הסתכמה ההתרוממות של אזור ציר הקמר יחסית לסינקלינה בכ-53 מ', וכ-18 מ' מאז יצירתו של המפלס התחתון. מעוות של טרסות לס צעירות בנגב (Zilberman, 1986) ותצפיות המחברים (ראה להלן) מוכיחים שהמעוות הניאוטקטוני באזור רכס בקר החל ברביעון ונמשך בתקופה הרצנטית.

תנועות צעירות ביותר

תחנה מס' 3

א. גדה ימנית של נחל בשור
בגדה הימנית (הצפונית), סמוך לתחילתו של העמק הטרכנסברסלי אובחנו מספר טרסות פלוביאליות. גובהן מעל הערוץ נע בין 1.5 - 1.7 מ' עד 23 מ'. גובה הטרסות הולך וגודל לכוון אזור ציר קמר בקר. מפלסי הטרסות משתרעים, כמעט ללא הפרעה, לאורך קטע של 700 - 1000 מ'. על פי המיפוי שבוצע במחלך המחקר, מעוות טרסה 8.5 - 7 מ', של טרסה III - 3.4 מ', ושל טרסה II - 0.8 מ'. כיוון שהמעוות היחסי המירבי הוא בין אזור הציר של הקמר לאנטיקלינה הסמוכה, ניתן להניח שערכים אלה, אשר במדדו באזור הדופן של הקמר, מבטאים רק באופן חלקי את המעוות המירבי.

ב. גדה שמאלית של נחל בשור
גם בגדה השמאלית נמצאו שרידי טרסות פלוביאליות נמוכות בנויות בעיקר לס. הטרסה הנמוכה נמצאה בגבהים 3.6 - 2.5 מ'. מיפוי מדוייק של שרידי הטרסה לאורך של כ-450 מ' גילה על גביה מספר טרסות זעירות, בגובה 0.5 - 0.3 מ'. ניתן לקרלץ באופן ברור את הטרסה הנמוכה של הגדה השמאלית עם טרסה II של הימנית. חתך לאורך הטרסות הזעירות מגלה שהן מתרוממות לכוון ציר הקמר ב-0.8 מ' (תרשים 4), דהיינו ערך זהה לזה שחושב בגדה הימנית.



תרשים 4.

מעוות טרסות זעירות בגדה שמאלית של נחל בשור.

Bibliography

- Adams, J., 1980. Paleoseismicity of the Alpine fault seismic gap, New Zealand. *Geology* 8 : 72-76.
- Gass, J. G., 1970. Tectonic and magmatic evolution of the Afro- Arabian dome, in : Clifford, T. N. and Gass, J. G., (editors): *African Magmatism and Tectonics*, p. 285- 300.
- Goltz, S., 1986. Morphometric analysis of the site area. Nuclear power plant - Shivta site. Tahal Consulting Engineers Ltd.
- Goltz, S., 1991. Holocene tectonic deformation in Northern Negev (in preparation).
- Rockwell, T. K., Keller, E. A. and Dembroff, G. R., 1988. Quaternary rate of folding of the Ventura avenue anticline, western Transverse Ranges, southern California. *Bull. Geol. Soc. Am.*, v. 100: 850-858.

Trifonov, V. G., 1978. Late Quaternary tectonic movements of western and central Asia. Bull. Geol. Soc. Am., v. 89: 1059- 1072.

Zilberman, E., 1986. Pliocene- Early Pleistocene surfaces in the northwestern Negev. Paleogeography and tectonic implications. Geol. Surv. of Israel. Rep. 26/86, 52 p.

סיור 4

שדה הנפט של חלץ

גלבוני

נפטא

מטרת הסיור - להכיר שדה נפט פעיל ואת כל הבעיות הכרוכות בפיתוחו ובתפעולו.

מבוא

שדה הנפט של חלץ, הממוקם בדרום מישור החוף, משתרע על 12.5 קמ"ר ומורכב משלושה שדות: ברור, חלץ וכוכב (ציור 1).

השדה התגלה ב-1955 והוא מפיק משכבות חול ודולומיט מגיל קרטיקון תחתון (תצורת חלץ) ומשכבות גיר יוראסיות. ההפקה ממאגרי הנפט בשדה חלץ נמשכת 36 שנים, בהן הפיקו כ-17 מיליון חביות (שהן כשליש מתצרוכת הנפט השנתית של מדינת ישראל).

סה"כ נקדחו 84 קידוחים בשדה (40 בחלץ, 12 בכרור ו-32 ככוכב) - מרביתם לעומק 1550-1700 מ', מתוכם הפיקו 55. התפוקה כיום, נעה בסביבות 250 חביות/יום מ-9 בארות בלבד, (3 בחלץ ו-6 בכוכב).

השדה מופעל בתוך חזקת חלץ ע"י חברת לפידות, שהעניקה לחברת נפטא זכות להמשיך ולפתחו.

שדה חלץ, המשתרע לאורך 11 ק"מ, בעל מכנה אנטיקלינלי שכיוונו צפון-מזרח והמחולק למספר בלוקים מפיקים. העדר שכבות מגיל יורה עליון מעיד על תנוחה גבוהה של מכנה חלץ באותו גיל. ארוזיה קדם קרטיקונית עיצבה קניון (תעלת גברעם) שחוצה את מקטע חלץ בכיוון צפון מערב. תעלת גברעם בתוככי השדה אורכה 16 ק"מ ורוחבה כ-7 ק"מ והיא מלאה בכ-1,000 מ' של פצלים המשתייכים לתצורת גברעם מגיל קרטיקון תחתון.

שכרים מקבילים למכנה נוצרו בזמן התרוממות המכנה בסוף היורה ובפזת הקימוט האלפינית (קרטיקון עליון - טרציר). שכרי מתח רוחביים שנוצרו בזמן הנאוגן מחלקים את המכנה לגושים נפרדים. (ציור 1).

החתך הסדימנטרי שנחדר ע"י קידוחים בשדה חלץ, עוביו כ-6000 מ', ומכיל שכבות מגיל טריאס תיכון ועד הולוקן.

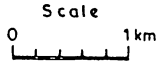
97% מהתפוקה בשדה חלץ מקורה בתצורת חלץ הקרטיקונית והיתרה הופקה משכבות גיר מגיל יורה עליון.

שדה חלץ מהווה צרוף של מלכודת סטרטיגרפית - סטרוקטורלית ע"ג אנטיקלינה שכורה שכיוונה צפון מזרח, בתוך אזור המעבר (Hinge belt). האנטיקלינה השכורה, שעוצבה בפזת הקימוט הקרטיקונית -אאוקנית, נטויה בצורה מתונה בכיוון מזרח ושכורה מצידה המערבי. החולות הקרטיקוניים שהוסעו ע"י הנהרות מהיבשה לכיוון הים נחסמו במערב ע"י גופי שוניות הגיר היוראסיות שנוצרו - באזור המעבר בו נמצא שדה חלץ. החולות הצטמצמו בכיוון מעלה המכנה וכך נוצרה מאוחר יותר המלכודת הסטרטיגרפית. חולות המאגר, של תצורת חלץ, מכוסים ומופרדים ע"י פצלים.

פצלי תצורת גברעם נחשבו שנים רבות כמקור הנפט של חלץ, אך אנליזות שבוצעו, הצביעו על כך שאין דמיון גיאוכימי בין הנפט לבין הדוגמאות שמוצו מהפצלים. ביין וסופר (1987) הראו על קיום דמיון כזה בין הנפט בחלץ לכיטומן שמוצה מתצורת ברנע מגיל יורה תיכון.

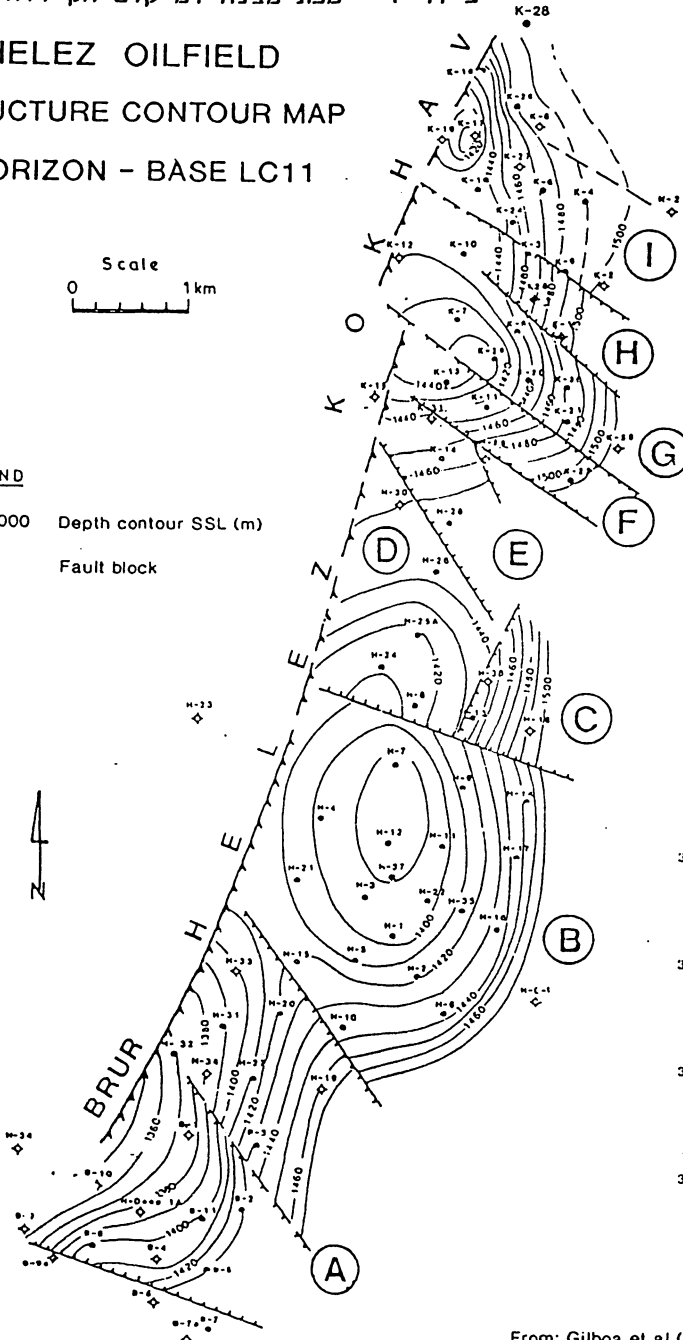
ציור 1 - מפת מבנה ומיקום הקידוחים בשדה חלץ

HELEZ OILFIELD
STRUCTURE CONTOUR MAP
HORIZON - BASE LC11

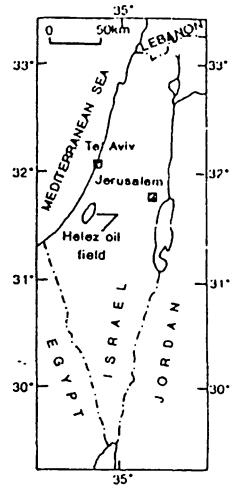


LEGEND

- 1000 Depth contour SSL (m)
- Fault block



LOCATION MAP



From: Gilboa et al (1990)

אין וודאות שביטומן זה מוצאו מתצורת ברנע או הוא תוצר של נדידה ממקורות אחרים. לגבי הנפט של חלץ ההנחה היא שהנפט נוצר במערב, בעומק 4500-5000 מ', ונדד אח"כ מזרחה, כלפי מעלה, מתחת לכיסוי האטום של פצלי גברעם ונאגר בגיר היוראסי ובחולות חלץ. נדידת הנפט דרך השברים ולכידתו במאגרי חלץ התרחשו בנאוגן.

הנפט הופק מתשע שכבות שונות (ארבעה חולות ושלושה גופים קרבונטיים מגיל קרטיקון תחתון (תצורת חלץ) ושני גופים קרבונטיים נקבוביים מגיל יורה). למרות שנמצאו סימני נפט במספר שכבות אחרות, לא הופק מהן נפט.

חולות חלץ, הנמצאים בעומק 1400-1600 מ' מתחת לפני הים, הם המאגרים העיקריים, - שלוש שכבות חול (W, K ו-A-Z) בעובי 1-12 מ'. המופרדות ביניהן ע"י פצלים, משתייכות לפרט החול האמצעי של תצורת חלץ בעוד שחול B משתייך לפרט החול התחתון (חול כוכב).

השכבות המפיקות הן (ציור 2);

גיר IC11 - מצוי מעל פרט החול האמצעי של תצורת חלץ. הפיק רק מכאר אחת במשך כ-23 שנה כ-0.8 מיליון חביות.

חול K - חול דק, בעובי 1-2 מ', המשתרע על רוב שטח השדה, דק-בינוני גרגר עם חומר מלכד קלציטי - דולומיטי, שקע בסביבות לגונריות ותעלות גיאות. ערכי נקבוביות עד 30% ומוליכות עד 200 מילידארסי 14 בארות הפיקו החל מ-1956 סך של 1.9 מיליון חביות.

חול W - חול דק - בינוני גרגר, עם מעט חומר מלכד קלציטי- דולומיטי, שקע בסביבות תעלות גיאות וסביבות אאוליות. ערכי נקבוביות עד 32% ומוליכות אף למעלה מ-200 מילידארסי; תכולת חרסית גבוהה גרמה במקטעים רבים להקטנת ערכים אלה. החל מ-1956, 13 בארות הפיקו 2.2 מיליון חביות.

חול A-Z - נוצר בסביבות השקעה דומות לאלה של חול W ובעל תכונות דומות. במזרח המכנה מופיע כגוף חול אחד בעוד שבמערב הוא מופיע כשתי שכבות. זוהי שכבת המאגר העיקרית של שדה חלץ, כאשר מ-1955, 29 בארות הפיקו ממנה 9.9 מיליון חביות.

דולומיט כוכב - דולומיט שונייתי המשתרע במערב כוכב וחלץ. התפוקה מדולומיט כוכב מושפעת מהשינויים הליטולוגיים (גיר) וע"י פריצת מי האקוויפר שמתחתיו. מ-1963 11 בארות הפיקו ממנו 0.75 מיליון חביות.

חול B - אבן חול, מלוכדת מעט, מאד דקת - בינונית גרגר, ממקור אאולי שהושקעה באזור החוף. נקבוביות ממוצעת של 24% ומוליכות ממוצעת של 200 מילידארסי. 9 בארות הממוקמות רק בשדה כוכב, הפיקו מ-1962 כ-1.35 מיליון חביות.

גיר משען - גיר אאוליטי המשתייך לפרט משען, תצורת חלץ (כסיס הקרטיקון התחתון) - קשור לגיר נירעם היוראסי ויוצר אתו מאגר אחד. 2 בארות, הפיקו ממנו בין 1963 ל-1968, כ-0.14 מיליון חביות.

גיר נירעם - גיר שונייתי בעיקרו, מגיל יורה עליון; המטריקס כמעט אטום ונקבוביות משנית מפותחת בסדקים. פריצת מים מואצת דרך הסדקים גורמת להגבלת התפוקה לחלקים הגבוהים של שדה כוכב בלבד. 2 בארות הפיקו כ-0.27 מיליון חביות.

קלקארניט ברור - קלקארניט סדוק מגיל יורה תיכון שהפיק כמות מזערית של נפט כדרום השדה (ברור). באר אחת הפיקה כ-8,600 חביות.

נפט התגלה גם בתצורת תלמים בצפון שדה כוכב - אך פריצת מים מנעה את המשך ההפקה מהקידוח. סימני נפט, מבלי לבצע נסיונות הפקה, התגלו בשכבות אחרות של תצורת חלץ; חול LC 13A וחול A (פרט החול התחתון).

AGE	STAGE	FORMATION	MEMBER	ELECTRIC LOG MARKER	METERS	LITHOLOGY	LITHOLOGIC DESCRIPTION	DATE AND WELL OF DISCOVERY	PAY ZONES OF THE HELEZ FIELD	
LOWER CRETACEOUS	BARREMIAN	TELAMBRI	BASAL	lc 7	1460		RESISTIVITY			
					1500		62m	Grey oolitic limestone and shale (iron oolites)		
			UP. SAND				1m	S.s., white, coarse-grained, porous		
	HAUTERIVIAN	HELEZ	REWAHA SHALE	lc 11	1560		43m	Shale, dark grey, with iron oolites		
			MIDDLE SAND		1600		23m	Coarse-grained porous s.s. and dark grey lignitic shale	OCTOBER 1983 KOKHAV 13	LC 11 LS
			KOKHAV DOLOMITE	lc 13	1660		45m	Dolomite, grey, crystalline, sandy, vuggy, fractured	FEBRUARY 1983 WELL KOKHAV 3	KOKHAV DOLOMITE
			NEHORA SHALE	lc 14		19m	Shale, dark grey, with iron oolites, thin s.s. bed at top	OCTOBER 1983 WELL KOKHAV 13	LC 13A SAND	
			LOWER SAND			20m	S.s. buff, fine grained (A-light, B-porous) with calcitic cement	SEPTEMBER 1983 KOKHAV 13	A KOKHAV SANDS	
	VALANGINIAN	HELEZ	MASH'EN LIMESTONE		1700		27m	Limestone, grey, finely crystalline, oolitic, slightly sandy		BASAL CRETACEOUS LIMESTONE
					1760			Limestone, red/oral	AUGUST 1983 WELL KOKHAV 10	TOP JURASSIC LIMESTONE
								SEPTEMBER 1984 WELL BRUR 8	BRUR CAL CARBONATE	
JURASSIC	OXFORDIAN	NIR AM								
	UP. JAT	BRUR K 800								

ציר 2 - האופקים המפיקים בשדה תלז

המאגרים

מערכת השברים הרוחביים מחלקת את מבנה חלץ ל-9 גושים (בלוקים) עיקריים וכל גוש מכיל מספר אופקים (מאגרים) מפיקים (ציור 3). סה"כ הוגדרו בשדה כ-42 מאגרים. רוב המאגרים משתרעים על 0.15-1 קמ"ר, ורק שניים משתרעים על יותר מ-5 קמ"ר. המאגרים פתוחים במורד המבנה, כלפי אקוויפר גדול וכתוצאה מכך קיימת זרימת מים פעילה לתוכם. דחיפת המים הטבעית גורמת למיצוי יעיל של המאגרים. לעומת זאת במאגרים; כדוגמת חול A, חסרי קשר ישיר לאקוויפר, מכניזם ההפקה מתבסס על ירידת לחצים בלבד, וכתוצאה מכך אחוזי ניצולם נמוכים.

מכין 42 המאגרים, 39 הפיקו בין 0.1 ל-7 מיליון חביות. מאגר אחד, בו נמצא גם קידוח חלץ 1, הפיק 7 מיליון חביות שהם כ-43% מתפוקת השדה. לעומת זאת 15 מאגרים קטנים, או 38% מכלל המאגרים הפיקו 10,000-1,000 חביות כ"א, ויחד רק כ-1.2% מהכמות הכוללת שהופקה.

היסטורית ההפקה

לאחר התגלית בשנת 1955, נקדחו 26 בארות ב-1956-1957 באזור חלץ-ברור, ולאחר מכן קצב הקדיחה ירד ל-2 קידוחים בשנה. עם גילוי שדה כוכב, המהווה למעשה השתרעות השדה כלפי צפון, כ-1962 הוגבר מחדש קצב הקדיחה עד שנת 1965. לאחר מלחמת ששת הימים, מאמצי ההפקה רוכזו במפרץ סואץ וקצב הקדיחה בשדה חלץ ירד והגיע לשפל של שני קידוחים בעשר שנים (שנות השבעים).

עם החזרת שדות הנפט בסואץ חודש העניין בשדה חלץ וב-1983 התחילו כפעילויות שונות לפיתוחו. כיום מפיקים בשדה כתשעה קידוחים בקצב שנין 15 ל-60 חביות/יום לבאר.

בגלל המבנה המורכב של שדה חלץ, והגודל הקטן של המאגרים רק כ-48% מכלל הקידוחים שבוצעו בו החזירו את ההשקעה, אך בסה"כ הוחזרה כל ההשקעה ונותרו אף רווחים.

המשך פיתוח שדה חלץ

בגלל גודלם של המאגרים, שטח מצומצם ועובי קטן, חלק מקידוחי האימות והפיתוח בשדה יצאו יבשים - בגלל שנקדחו מתחת למפלס המים או בגלל שינויי פציאס (לחרסיות).

נתונים אלה מגבילים מראש את אפשרויות הפיתוח של השדה, שבו לפי הערכות מהנדסי המאגר נותרו עוד, באחוז ניצולת של 42%, כשני מיליון חביות נפט בר הפקה ראשונית (בשאיבה קוננציונלית). כיסי הנפט שנותרו במאגרים הקטנים - בעיקר בחלקים הגבוהים של המבנה (נפט של "עלית הגג") מצומצמים בנפחם - ולכן הפקתם מותנית בעלויות נמוכות (השקעה והוצאות הפקה).

החל מ-1983 - בוצעו הפעולות הבאות:

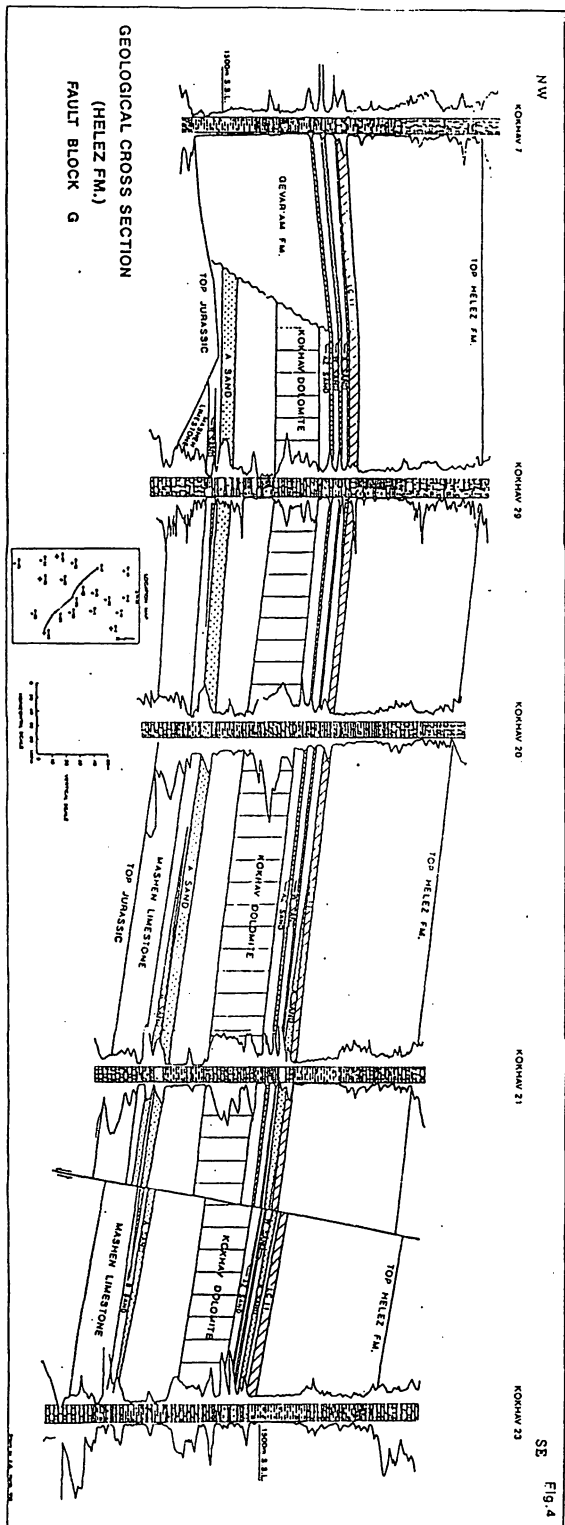
כיסוי סייסמי (מ-1984 ועד 1991) בכמה שלבים, תוך שימוש בטכניקות חדישות בתהליכי קבלת הנתונים בשדה ועבודם, הניב החזרות סייסמיות טובות (שלא נתקבלו עד אז באזור) שעזרו בהגדרת המבנה ובמיקום קידוחים חדשים.

קידוחים חדשים

בין 1983 - ל-1991 נקדחו 9 קידוחים, 7 ע"י נפטא, אחד ע"י אימוג ואחד ע"י דלק, מהם; שלושה קידוחים מפיקים, בקדוח אחד הופסקה השאיבה בתחילתה בגלל כניסת מים; בקידוח אחד, בו נתגלה נפט, מושעת הפעילות; וארבעה קידוחים נמצאו יבשים.

פיתוח קידוחים קיימים

1. פתיחת שכבות חדשות שטרם הפיקו - בשש השנים האחרונות נפתחו שכבות חדשות ב-10 קידוחים, מהם מפיקים כיום חמישה קידוחים.



צ׳ר 3 - חתך רוחב גיאולוגי - האופקים המפיקים של שדה כוכב

2. העמקת קידוחים קיימים - העמקת 2 קידוחים, כ-30-100 מ', לא הניבה תוצאות חיוביות.

3. קדיחה אלכסונית ו/או אופקית - על מנת להוזיל עלויות קדיחה (ביחס לקידוחים חדשים) ולאפשר הפקה כלכלית נבדקות כיום האפשרויות לבצע קדיחה אלכסונית/אופקית מקידוחים קיימים. קדיחה כזו מתוכננת בד"כ לכיוון הגבוה של המאגר בו נותרו עדיין כמויות הנפט מצומצמות.

באם לא היו מתבצעות פעולות הפיתוח המתוארות היה נותר כיום בשדה קידוח מפיך אחד, בקצב של כ-20 חביות ליום.
רק בשילוב כל השיטות והאמצעים המפורטים למעלה ניתן יהיה למצות את שדה חלץ בשיטות ההפקה הראשונית.

פעולות אלה אינן מהוות סוף פסוק בניצול השדה; מאחר וניתן יהיה להגדיל ההפקה ממנו, בכ-10-5 מליון חביות, בשיטות הפקה שלישוניות (CO₂). שיטות אלה עדיין אינן מוצדקות מבחינה כלכלית. קיום אקוויפר פעיל, המסייע לניצול יעיל של המאגרים בשדה חלץ, הופך את ההפקה השניונית (החדרת מים) למיותרת.

References:

- Bein A., and Z. Sofer, 1987, Origin of oils in the Helez Region, Israel - implication for exploration in the Eastern Mediterranean: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, V. 71, p. 65-75.
- Gilboa Y., H. Fligelman and B. Derin, 1990, Helez-Brur-Kokhav Field, Israel, Southern Coastal Plain: American Association of Petroleum Geologists, Treatise of Petroleum Geology, Atlas of Oil and Gas Fields - structural Traps IV - Tectonic and Nonetectonic Fold Traps - compiled by E.A. Beaumont and N.H. Foster, p. 319-345.
- Gilboa Y., and H. Fligelman, 1992, Further Development of the nearly depleted Helez Oilfield (to be published, Volume in honor of Prof. L. Picard).

מסלול הסיור (ציור 4)

הסיור מתוכנן לנסיעה בכל כלי הרכב - בדרכי העפר של שדה הנפט, ללא הליכה. הירידה לשדה כוכב היא מכביש צומת גבעתי - שדרות, בנ.צ. 118075/116800. נסיעה של 20 דקות מאשקלון.

תחנה מס' 1 - קידוח כוכב 5; מבט פנורמי מגבעת הכורכר על פני חלקו המפיק של שדה כוכב. הסבר במקום על מבנה השדה, חלוקתו לגושים; בעיות שינויי הפציאס, הווצרות המלכודת, שיטות הפיתוח העדכניות ושיטות ההפקת משדה הנפט והולכתו. מבט מרחוק על סוללת ההפקה. קידוח כוכב 5 עצמו מהווה דוגמה להפקה משתי שכבות בו זמנית (חול W ודולומיט כוכב). זמן משוער 45 דקות. נסיעה 5 - דקות.

תחנה מס' 2 - קידוח כוכב 1; קידוח התגלית של שדה כוכב (1962) הפיק רק משכבת B כ-450,000 חביות. מאחר והוא נמצא בחלקו הירוד של המבנה הוא משמש, כיום, להחדרת שפכים תעשייתיים (סודה קאוסטית). פעולת ההחדרה בגרכיטציה מתכצעת ע"י חברת לפידות עבור בתי הזיקוק בקצב של 200-250 חביות ליום. זמן משוער 15 דקות, נסיעה 5-10 דקות.

תחנה מס' 3 - קידוח כוכב 29; קידוח מפיק נאמצעות חרגול. הסבר עקרונות ההפקה (המשאבה, צנורות ההפקה, קצב ההפקה); הקידוח מצוי בשלבים אחרונים של הפקה ממאגר דולומיט כוכב, בקצב של כ-30-40 ח' / יום עם 90% מים. (המים המלוחים מופרדים מהנפט ומוחדרים לבאר אחרת). בחודשים הקרובים, כאשר ההפקה ממאגר זה, ההולך ומדלדל, תחדל להיות כלכלית, היא תופסק ותפתח שכבה שטרם הפיקה בקידוח זה. זמן משוער 20 דקות. זמן נסיעה 10 דקות.

תחנה מס' 4 - משטח קידוח כוכב 32; במהלך הקדיחה נתגלה נפט בחולות העליונים של תצורת חלץ. עם המשכת הקדיחה התפרץ וזרם הנפט על פני השטח ונזקקו ליומיים עבודה מאומצת וכמות גדולה ביותר של חומרים על מנת להשתלט מחדש על הבאר. במבחנים התעוררה בעייה טכנית בהפקת הנפט והפעילות בקידוח הושעתה עד גיוס המשאבים הנדרשים. זמן 20 דקות: זמן נסיעה 10 דקות.

תחנה מס' 5 - קידוח כוכב 16; הקידוח הטוב ביותר מכין הקידוחים שהפיקו מהיורה כ-250,000 חביות; נבחר כאתר המתאים להחדרת המים המלוחים המופקים מבארות הנפט בשדה כוכב. (מליחות כללית של המים בשדה חלץ כ-55,000 - 35,000 מ"ג/ל). זמן - 15 דקות: זמן נסיעה 10 דקות.]

תחנה מס' 6 - סוללה מס' 7 - בשדה כוכב; לסוללה זו מועבר הנוזל המופק מקידוחי כוכב ובה מתבצעות פעולות הפרדה של הנפט מהמים והכנתו להובלה בצנור קצא"א לבתי הזיקוק. זמן 20 דקות: זמן נסיעה 20 דקות.

עליה על הכביש ונסיעה למחנה לפידות - בחלץ.

תחנה מס' 7 - מחנה לפידות בחלץ; ביקור בקידוח חלץ 1, קידוח התגלית ב-1955, הממשיך להפיק עד היום. ביקור באגף התפוקה והשירותים (מילוט, מבחנים וכו'); בתי המלאכה, מכונת קידוח ו/או שירותים; מחסנים. הביקור נועד להמחיש את המורכבות ואת האמצעים הרבים שיש להשקיע בפעולות החיפושים של הנפט. זמן - 1 שעה.

סיוור 5

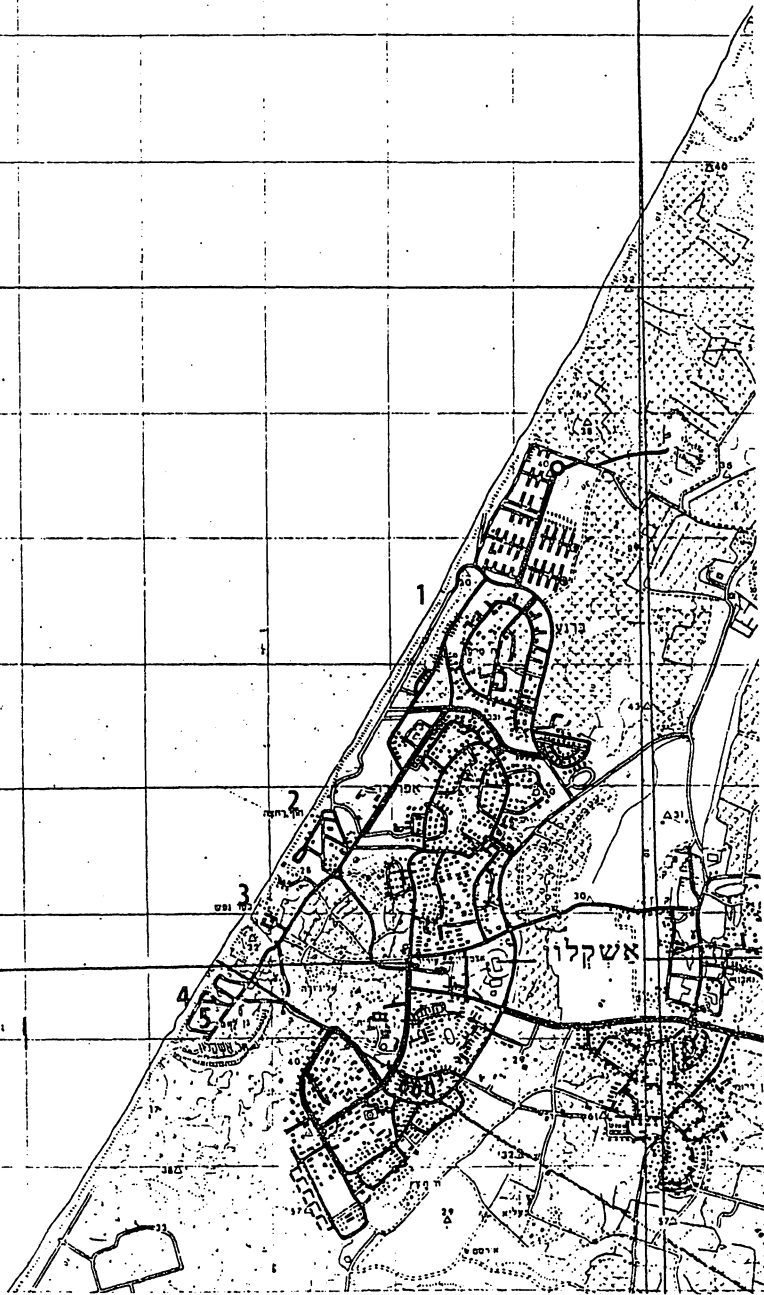
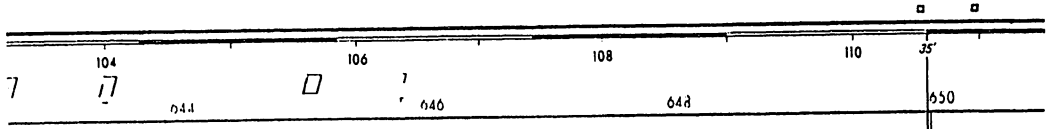
הגיאולוגיה של חופי ותל אשקלון

ניר, י.

המכון הגיאולוגי, ירושלים

חופי אשקלון שייכים למקטע הדרומי של חופי ישראל, לחופי פלשון, ומשתרעים לאורך כשמונה ק"מ, מאזור זיקים שבדרום ועד לחופי צפון העיר הגובלים בגבעות אבטח (ציור 1). חופים אלה ברובם מצוקיים, מצוקים בנויי כורכר המגיע לגבהים שבין 10 ל-20 מטר מעל לים. החופים עצמם הנם חוליים, ומרכבים גרגרי קוורץ בתוספת שברי צדפים ומעט מינרלים כבדים. במקומות מצויים בקו המים סלעי כורכר ולעתים גם סלע-חוף (BEACHROCK). החל בשנת 1972 הוקמו באזור שלושה גופים ימיים: מעגנת ישורון (קצא"א), שלושת שוברי הגלים המנותקים בחוף דלילה, ובריכת מי הקרור של תחנת הכח החשמלית 'רוטנברג' מדרום לנמל קצא"א. גופים ימיים אלה שבשו באופן מחלט את תנועת החול האורך-חופית, גרמו להצטברות גופי חול גדולים ב'צילס' או לידם, וכתוצאה חל הרס ניכר בחופים המצויים בהמשך כוון זרימת החול, מצפון - חופי העיר אשקלון. תל אשקלון הגובל בחופי דרום מערב העיר שטחו כמחצית קמ"ר והוא מתמשך לאורך כאלף מטר חוף. גבולו המערבי, הימי, בנוי רובו מצוקי כורכר עליהם עתיקות וסדימנטים ממקור אנתרופוגני. תל זה היה מיושב, בצפיפות רבה ולאורך תקופות די ארוכות החל בתקופת הברונזה התיכונה, (כ-4,000 שנה טרם זמננו). לעובדת היותו מיושב השפעה מכרעת על אופי כישור הסדימנטרי - רובו מכוסה קרקעות וסדימנטים ממקור אנתרופוגני (שברים של לבני חימר, אבני בנין וכד'). כתוצאה מכך, אין כמעט מחשופים המגלים בפני שטח התל את התשתית הסלעית שלו. האזור היחיד לפיכך, פרט לאתרי החפירה הארכיאולוגיים, בו ניתנת אפשרות ללימוד מבנהו של התל מצויה לאורך המצוק החופי. אופיים ומקורם הדיונארי של רכסי הכורכר בולטים כאן ומתבטאים בעיקר במורפולוגיה הגבעית ובשכבות הצולבות של הכורכר. המאפיין את מצוקי התל הנו כאמור החתך בו נראים בברור שרידי העתיקות על גבי סלע האם הכורכרי (ציור 2). מאחר שסלע הכורכר המקומי המתגלה במחשופי המצוק נראה כבלתי מתאים לבניה, יש להניח כי חלק ניכר ממבני ומתקני האתר שהיו בנויים אבן כורכרית, נבנה מאבני כורכר מתאימות יותר למטרות בניה שהובאו לכאן ממחצבות שמחוץ לאתר.

בצידו היבשתי מוקף התל סוללת עפר גבוהה, היוצרת צורה קשתית ומגיעה לגובה של 32 מטר מעל לים בצדיה הדרומי והצפוני ול-47 מטר בדרום מזרחה. בתקופות בהן התל ננטש, חדרו חולות וכסו חלק מהסוללה הדרומית ושטח התל שבסמוך לה. מקורות המים התת-קרקעיים של תל אשקלון היו מן המפורסמים בתקופות היסטוריות, וכבר פלביוס מציין עושר המים וטיבם המעולה. החפירות הארכיאולוגיות אמתו עדות זו, ואכן בכל האתרים שנחפרו נתגלו מספר לא קטן של בארות עתיקות (ציור 3). גיל הבאר העתיקה ביותר שהתגלתה עד כה בתל הנו מהמאות השבעית ששית לפני הספירה (פרופ' ל. סטייגר, הודעה אישית). קרבת האתר לחוף היס גורמת להמצאות מפלס מי





ציור 2 - שרידי בור מים הבנוי על גבי שכבות כורכר במצוק
החופי של תל אשקלון

צולם 10/83 ע"י י. ניר



ציור 3 - חלק עליון של באר מוסלמית באחד מאתרי
החפירה הארכיאולוגית שבתל אשקלון

צולם 7/88 ע"י י. ניר

התהום ברומים פחות או יותר של מפלס הים (עד כמה עשרות ס"מ מעל למפלס הים, בהתאם למרחק מקו החוף). התבליט הטופוגרפי הלא גבוה במיוחד של התל אפשר לפיכך חפירת בארות לא עמוקות במיוחד, כך שהספקת מים 'ביתית' לתושבי התל היתה מאד נפוצה. גם תושביה הערביים של ג'ורה הסמוכה לתל תפעלו, עד נטישתם בשנת 1948, לפחות 70 בארות בשטח הנדון. חלק ניכר מבארות אלה מצוי עד היום ברחבי התל ובמצב השתמרות מעולה. חפירה מחדש של הבארות העתיקות, פרט לחשיפה וגילוי ממצא ארכיאולוגי רב חשיבות, הוכחה יציבותו הטקטונית של התל לפחות משך 2,500 השנים האחרונות. דעה זו מבוססת על התלות הישירה כאמור של מפלס מי התהום במפלס הים, על ידיעת שפוע פני מי התהום שהנו כפרומיל אחד, ועל העובדה כי ניתן לשחזר את גובה המפלס בבארות שנוקו, בהנחה שעומד המים בהן היה בין 50 ל- 70 ס"מ מעל לקרקעיתן. ארבעת הבארות שנחפרו מחדש, שתי בארות שגילן רומי, אחת ביזנטית ואחת צלבנית, הראו מפלסים עתיקים של מי תהום הדומים ביותר למפלס מי התהום הנוכחי (ניר ואלדר, 1986, וכן NIR AND ELDAR-NIR, 1987). מאחר שתחום השגיאה האפשרית הנובעת מקביעת מפלס המים בבאר הנה בסדר גודל של 30-40 ס"מ, הוסקה המסקנה הברורה כי אזור התל יציב טקטונית מאז אותה תקופה. מיקום נמלה של אשקלון - אותו אתר אשר כונה בעבר בשם 'אשקלון הימית', מהווה בעיה קשה עד היום. אמנם מוקדאסי אשר בקר במקום במאה ה-11 מציין כי 'נמלה של אשקלון איננו מהמשופרים', הרי ברור כי הקמת נמל בחוף פתוח מעין זה דורשת השקעות גבוהות ותחזוקה קבועה. כן גם לא נמצאו עד היום כל עדויות לעקבות של שוברי גלים או מתקני נמל אחרים בתחום המים הרדודים בסמוך לתל. גם האפשרות כי הנמל ימצא בסמוך לתל או אף בתוכו אינה מעשית, זאת מאחר שבחוף חולי מעין זה קיימים קשיים ניכרים בשמירת קשר השייט בין הנמל הפנימי לבין הים הפתוח, וקיים צורך בתחזוקה מתמדת של ניקוי התעלה. יתכן לפיכך כי לאשקלון ולעזה היה נמל משותף, או שמא היתה נוקטת גם כאן השיטה על פיה היו מושים את הספינות לעבר החוף בעת הצורך.

להלן פרוט התחנות בהן נבקר לאורך החוף ובתל:

1. חוף בר-כוכבא, צפון תופי אשקלון, המתקנים נפגעים קשות מדי חורף, ובין היתר כתוצאה מהגרעון הגדול בחול הנובע משוברי הגלים המנותקים בחוף דלילה. (20 דקות).
2. חוף דלילה, מרכז אשקלון, חוף בו הורבד טומבולו ענק כתוצאה ישירה מקיום שלושת שוברי הגלים המנותקים. הטומבולו כאן קבל ממדים גדולים יותר עקב העובדה כי הפתחות בין השוברים הנן רדודות ביותר. (20 דקות).
3. מחשוף הצדפים על רכס הכורכר ליד כפר הנופש. מצבור גליצימריס עתיק, אשר הונח(?) או הורבד(?) בתקופה הביזנטית, ואשר שמש כנקודת בסיס לתיאוריה הטוענת לפעילות הטקטונית של המצוק החופי. (20 דקות).
4. מצוק התל הכורכרי, אופיו הדיונארי וכן החתך בו נראים יסודות המבנים על גבי סלע הכורכר. (30 דקות).
5. ביקור באחד מאתרי החפירה הכוללים בארות עתיקות. (20 דקות).

ניר, י., ואלדר, א., 1986. מפלב מי תהום ובארות עתיקות כמצייין למפלטי ים קדומים ולשינויים ניאאו-טקטוניים באיזור החוף הים תיכוני של ישראל. המכון הגיאולוגי, דו"ח מספר 28, GSI\34\86, עמ'.

Nir, Y., and Eldar-Nir, I., 1987. Ancient Wells and their Geoarchaeological significance in detecting tectonics of the Israel Mediterranean coastline region. GEOLOGY, v. 15, pp.3-6

REFERENCES

Buchbinder, B., Benjamini, C., Mimran, Y. and Gvirtzman, G., 1988. Mass transport in Eocene pelagic chalk on the northwestern edge of the Arabian platform, Shefela area, Israel. Sedimentology, 35, 257-274.

Gvirtzman, G. and Buchbinder, B., 1969. Outcrops of Neogene Formation in the Central and Southern Coastal plain Hashefela and Beer Sheva' Regions, Israel. Isr. Geol. Surv. Bull. 50, 1-72.

Gvirtzman, G., Almogi-Labin, A., Moshkovitz, S., Lewy, Z., Honigstein, A., Reiss, Z., 1989. Upper Cretaceous high-resolution multiple stratigraphy, northern margin of the Arabian platform, central Israel. Cret. Res., 10, 107-135.

Hirsch, F., 1983. The Geological Map of Israel 1:50.000, Sheet 11-III: Bet Guvrin, with Explanatory Notes, Isr. Geol. Surv., Jerusalem, 1983.

Honigstein, A., Almogi-Labin, A. and Rosenfeld, A., 1987. Combined ostracod and planctonic foraminiferal biozonation of the Late coniacian - Early Maastrichtian in Israel. J. Micropal., 6,(2), 41-60.

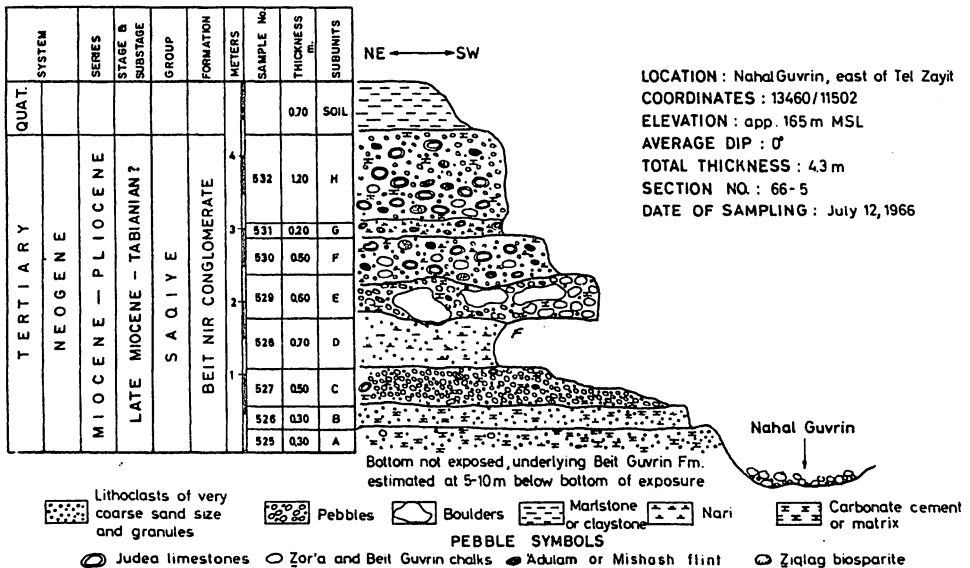
Reches, Z., Hoexter, D.F. and Hirsch, F., 1981. The structure of a monocline in the Syrian arc system, Middle East - surface and subsurface analysis. J. Petrol. Geol., 3, (4), 413-425.

Shiloni, Y., Ilani, S., Panczer, G., Moshkovitz, S., Almogi-Labin, A. and Nathan, Y., 1988. Iron-Rich beds in the Maastrichtian Sequence of Israel. G.S.I., Curr. Res., 6, 17-21.

Sneh, A., and Buchbinder, B., 1984. Miocene to Pleistocene Surfaces and their Associated Sediments in the Shefela Region, Israel. G.S.I., Current Research 1983-84, 60-64.

STOP 11 (Optional)

The terraces above Nahal Guvrin, east of Tel Zayit, coordinates 1346/1150, elevation 165 m MSL, consist of ca 4 m of conglomerates. These have been considered by Gvirtzman and Buchbinder (1969, pp. 9-11) as representing the Late Miocene Beit Nir Formation. Sneh and Buchbinder (1984, pp. 60-64) correlate the conglomerates found at the elevations of the lower Shefela with the younger Ahuzam Conglomerates.



Beit Nir Conglomerate (Late Miocene-Tabianian?) type section.

Subunit A. Microconglomerate. Composed of limestone, chalk and flint granules (2-4 mm), some quartz grains and some pebbles (2-4 cm), angular, equant, well sorted, grey, in crystalline calcitic matrix.

Subunit B. Microconglomerate. Composed of very coarse sand-size limestone lithoclasts, cemented by carbonate. Porous, brownish-grey.

Subunit C. Conglomerate. Pebbles. 2-15 cm in diameter, equant, well rounded, composed of various Judean limestones, Zor'a chalks, Beit Guvrin chalks, Mishash and 'Adulam flints and rare Ziqlag limestones. The matrix is a microconglomerate of angular granules cemented by calcite.

Subunit D. Marlstone. Microconglomeratic, with granules of limestone and chalk. Grey, soft, weathered to nari.

Subunit E. Conglomerate. Boulder bed, up to 60 cm in thickness, with irregular contacts above and below, poorly sorted. Composed of boulders of Beit Guvrin and Zor'a chalks, 30-100 cm in diameter, angular and elongated. Conglomeratic matrix of pebbles and granules of chalk and flints, 5-20 cm in diameter, rounded, equant; these are in turn embedded in a finer microconglomeratic matrix (Sample 529) with granules of the same components in carbonate cement. Hard, well cemented, ledge-forming.

Subunit F. Conglomerate. Bimodal distribution. Components: 1) Pebbles (5-15 cm) of Judea limestones, flint and some Ziqlag limestones, well rounded, equant. 2) Very coarse sand-size lithoclasts and granules (0.5-3 mm) of Judea limestones, Mishash and 'Adulam flints, and Ziqlag limestones, both modes embedded in a carbonate cement, altered to nari.

Subunit G. Conglomerate. Pebbles of limestone and flint embedded in soft nari.

Subunit H. Conglomerate. Bimodal. Components: 1) Pebbles (5-15 cm) of Judea limestones, flint and some Ziqlag limestones, well rounded, equant. 2) Very coarse sand-size lithoclasts and granules (0.5-3 mm) of Judea limestones, Mishash and 'Adulam flints and Ziqlag limestones, embedded in a carbonate cement. The larger mode is predominant at the bottom of the subunit, and the smaller mode at the top.

STOP 8

The northslope of Nahal Ha-Ela consists of well bedded Early Eocene limestones with chert of the lower part of the Adulam Member of the Zora Formation.

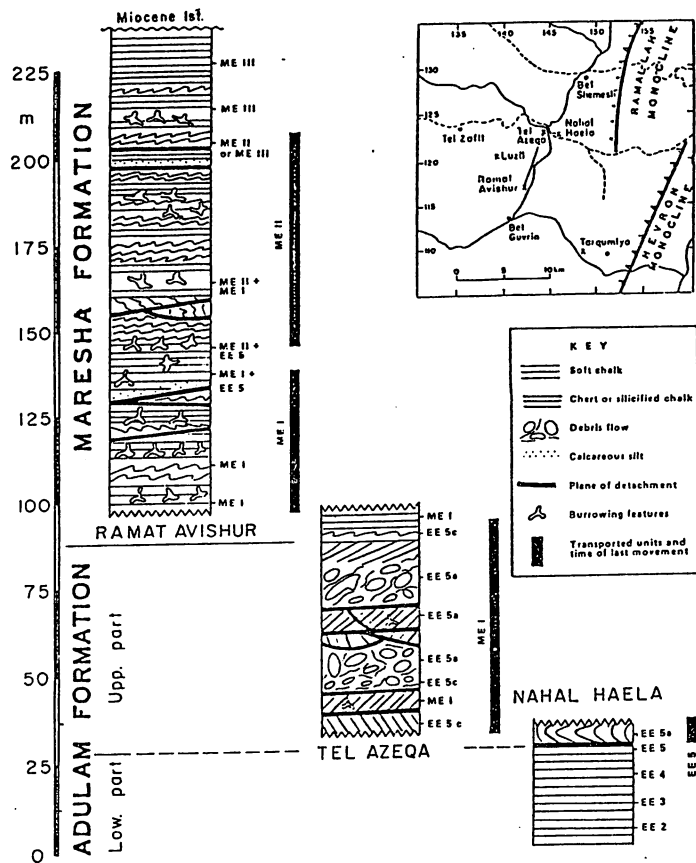
STOP 9

The roadcut near Zekhariya consists of slumped beds within the Early to Middle Eocene upper part of the Adulam Member of the Zora Formation. Such slumped beds occur in many localities of the same age in Israel and are believed to be due to tectonic instabilities (Buchbinder, 1989).

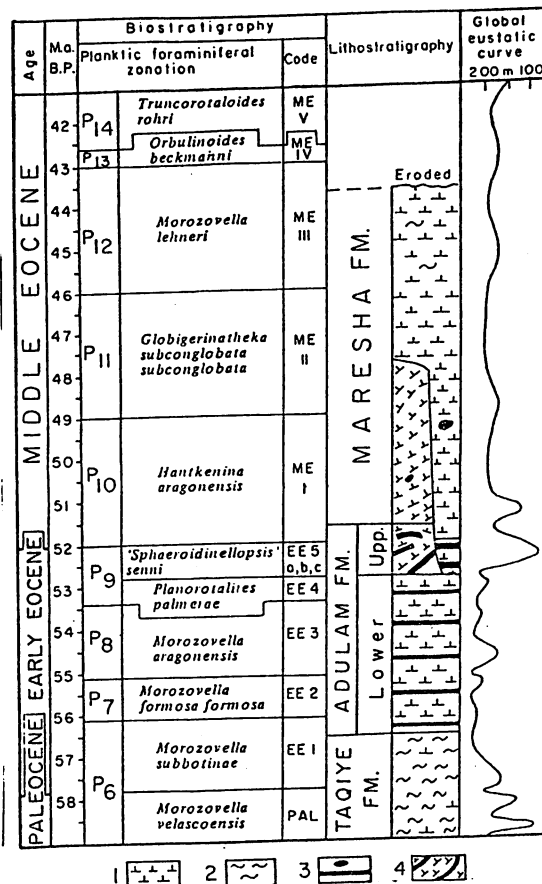
STOP 10

The slopes of Tel Azeqa consist of Early to Middle Eocene chinks of the Zora Formation. From bottom to top one observes the poorly bedded limestones of the upper part of the Adulam Member, which are followed by the Middle Eocene soft chinks of the Maresha Formation. At the top of the hill, at the elevation of 350 m above MSL a few remnants of yellow calcarenite with fossil fragments, belonging to the Ziqlaq Formation, are found.

[Walk to top of the hill, requires ca. 45 minutes]



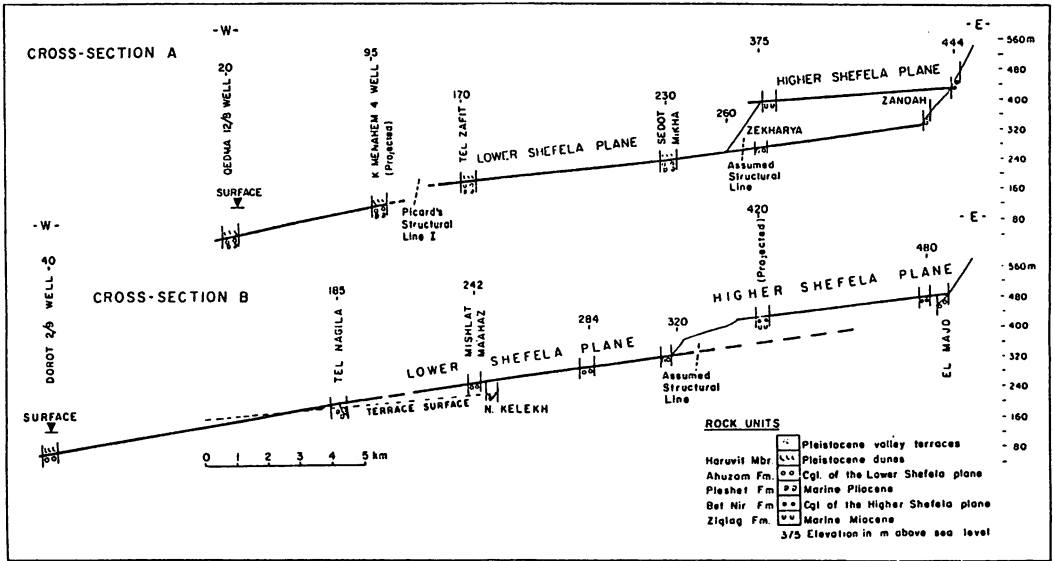
[A composite section of the Eocene of the Shefela area (insert, including local coordinate grid). Position of mass transport features is in the upper part of the Adulam Formation and in the Maresha Formation. Biostratigraphy is shown along the right side of the lithological columns, with zonation code as in Fig. 4. The Ramat Avishur section is from a corehole (coord. 1422/1173, elev. 385 m), while Tel Azeqa (coord. 1442/1231) and Nahal HaEla (coord. 1450/1223) are outcrop sections. Vertical bars denote time of movement of mass-transported units, based on age of youngest participating material. Further discussion in text.



[Lithostratigraphy, biostratigraphy (Bolli, 1957a, b; Berggren, 1971, and Benjamini, 1980), time scale (Berggren et al., 1985), and eustatic sea-level curve (Haq et al., 1987, adjusted to time scale of Berggren, *ibid.*) of the early to middle Eocene with reference to the Shefela area. Laterally to the right, the disturbed sequence passes to undisturbed sediments. Patterns: 1, chalk; 2, marl; 3, chert beds or nodules; 4, mass-transported units of chalk and chert.

LUNCH-STOP (6)

Wide view over the lower Shefela from Mitzpeh Massua.



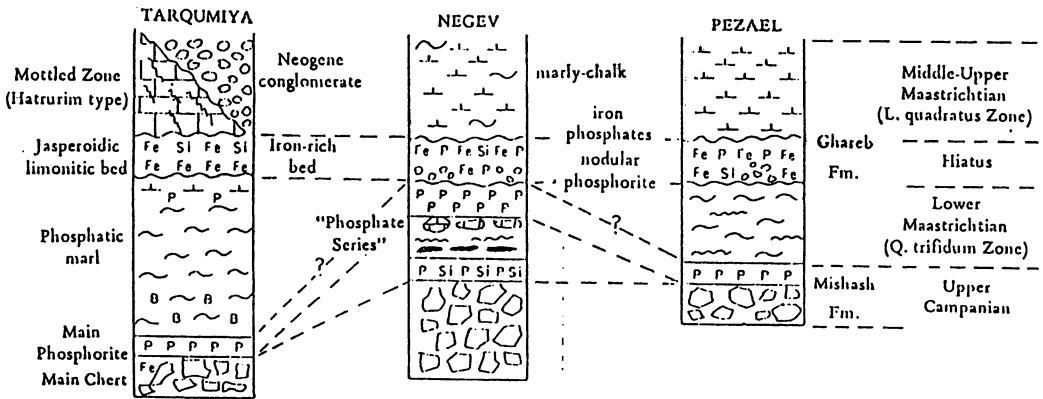
Morphological cross-sections showing the Lower and Higher Shefela plane surfaces and their relation to the Miocene, Pliocene and Pleistocene deposits. (For location of the cross-sections, see Fig. 1)

STOP 7

At the Ela Junction (Zomet Ha-Ela) a panoramic view on the surroundings of Nahal Ha-Ela consists of shales of the Taqiye Formation to the east, covered by bedded Lower Eocene limestones of the Zora Formation to the North and cross bedded and slumped limestones and chalks of Tel Azeqa to the West.

STOP 5

The still fresh roadcut near Gebel Shab e Sheikh exposes a section of the Turonian Bina Formation, the Santonian - Campanian Menuha and Mishash formations and the Maastrichtian Ghareb Formation. The latter is truncated by a jasperoidic limonitic bed, covered by the Paleocene Taqiye Formation. This Tarquimiya section is well dated by ostracod and foraminifer faunas (Honigstein et al., 1987; Gvirtzman et al., 1989) ranging from Coniacian through Middle Maastrichtian.



Schematic sections showing stratigraphic location of Iron-rich beds.

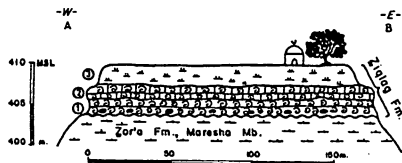
STOP 3

A view into the valley, at 1.5 km E of Telem on the new Bet Guvrin - Hebron Road, allows to recognize from the bottom of the wadi up to the surrounding hilltops the terraced dolomites and marls of the Soreq Fm., the limy cliff of the Kesalon Fm. the En Yorqeam chalks, the Bet Meir dolomites and its topping "Hirbet Luisa" reef underlying the characteristic terrace of the Motza marl. The hilltops consist of Amminadav dolomites. The section represents a part of the Albian - Cenomanian sediments of the Judea Group. The top of the Kesalon limestone may consist of a oyster-lumachelle, similar to that found at the top of the Hevyon Formation in the Negev.

STOP 4

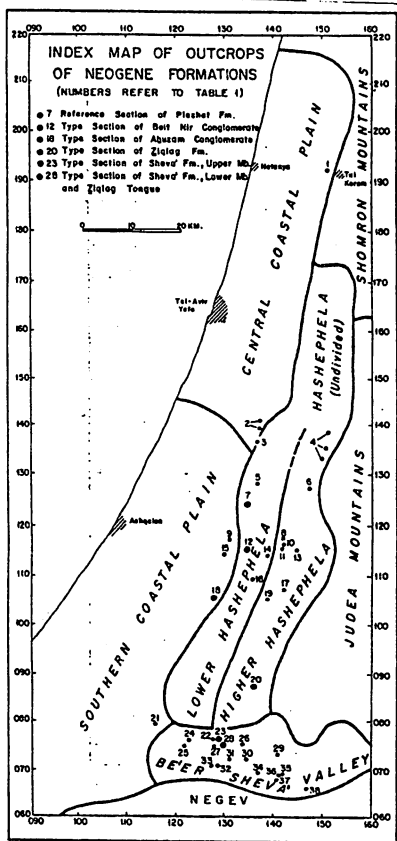
Within the settlement of Adora a new roadcut allows to study a fresh outcrop of the Moza Marl.

The outlook into the upper part of the Guvrin Valley shows the Albian Givat Yearim dolomites (with sources at top) and well terraced Soreq marls and dolomites. The lateral facial wedge out of the Kesalon cliff is seen in the right flank of the valley. The overlying Early Cenomanian Bet Meir and Motza Formations are poorly exposed due to strong nari cover. The Late Cenomanian Amminadav Formation is visible on top, plunging NW ward.

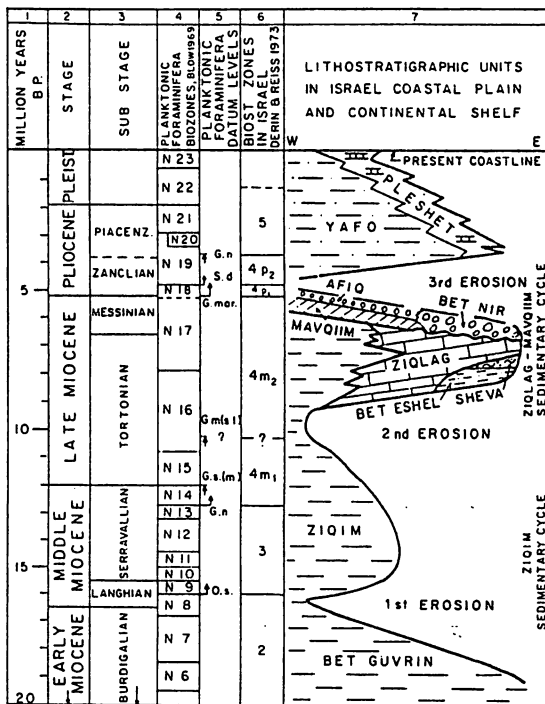


Schematic cross section A-B through the Giv'at Gad (Sheikh 'Ali) Outcrop (No. 19).

1. 2 m. Mollusk echinoid bank with *Strombus coronatus* and other gastropods, pectinids, cardids and other bivalves, *Clypeaster* sp. as well as some floating pebbles, 2-5 cm in diameter, well rounded, mostly of Ziqlag biosparite and biomicrite. The matrix is soft and partly replaced by *nuri*. Samples 413, 414, 416.
2. 2 m. Biomicrite with abundant mollusk debris, algal, foraminiferal (*Amphistegina* and *Ammonia* spp.). Yellow, cavernous, bank talus facies. Sample 415.
3. 4 m. Weathered, soft unit, entirely replaced by *nuri*.



Index map of outcrops of Neogene formations.



Stratigraphy of Neogene units of the Coastal Plain and Continental Shelf of Israel, simplified and modified from Gvirtzman and Buchbinder (1978). The matching of columns 2, 3 and 4 to column 1 is after Ryan et al. (1974, p. 655). G. n. = *G. nepenthes* extinction, 3.7 m.y. (Berggren and Van Couvering, 1974, p. 12, 170).

ROUTE DESCRIPTION

STOP 1

At Givat Gad (Sheikh'Ali), located at coordinates 1393/1048, NW of Amazya, an outcrop of biocalcarenites, biosparites, and yellow biomicrites with abundant debris of bivalves, gastropods, echinoids, algae and well rounded pebbles of the Late Miocene Ziqlag Formation occurs, at the elevation of 400-410 m above MSL. A detailed description is found in Gvirtzman and Buchbinder (1969, pp. 33-34). The site has panoramic views on the Hebron Mountains to the east, the coastal plain to the west, and the surrounding upper Shefela hilltops, most topped by relicts of the Ziqlag transgression or by accompanying conglomerates.

[Easy 1 hour walking from the Hanan cave road]

STOP 2 (optional)

At Pt. 420 (W of Amaziya) Miocene "Ziqlag" conglomerates occur on a relatively high hilltop covering the Eocene Zora (Maresha) chalks. They consist of polymictic fairly rounded pebbles of Judea and Mt. Scopus material.

2. Generalized Stratigraphic Section.

STRATIGRAPHY
סטרטיגרפיה

AGE		SYMBOL	THICKNESS (m)	LITHOLOGY	MEMBER/FORMATION	GROUP			
נ"י		סימון	עובי (מ')	ליטולוגיה	תצורה/פרט	חבורה			
TERTIARY טרצייר	QUATERNARY קוורטרי	0	0-20		Alluvium אלוביום				
	NEOGENE נאוגן	PLEISTOCENE פליסטוקן	0	0-20		Alluvium אלוביום			
		MIOCENE-PLIOCENE מיוקן-פליוקן	Nb	0-30		Bet Nir Fm. תצ. בית ניר	SAOYE Gr. חבורת סקיה		
		MIOCENE מיוקן	Nz	10		Ziqlog Fm. תצ. זיק'ק			
	PALEOGENE פליאוגן	Eocene איוקן	MIDDLE תיכון	Tizm	100	MARSHA Mb. פרט מרשה	Zor'v Fm. תצ. צרעה	AVEDAT Gr. חבורת עבדת	
			LOWER תחתון	Tizo	150	MARSHA Mb. פרט מרשה			
		PALEOCENE פליאוקן	TII	0-50		Meirurim Fm. תצ. מירמיר	Meirurim Fm. תצ. מירמיר	MOUNT SCOPUS GROUP חבורת הר הצופים	
		MAASTRICHTIAN מאסטריוכט	Kug	40		Ghareb Fm. תצ. ח'תרו'ים	Ghareb Fm. תצ. ח'תרו'ים		
		CAMPANIAN קמפן	Kumi	10-15		Mishash Fm. תצ. מישאש	Mishash Fm. תצ. מישאש		
	CRETACEOUS קרטיוון	UPPER עליון	SANTONIAN סנטון	Kum	70		Menuha Fm. תצ. מנוחה	JUDEA GROUP חבורת יהודה	
TURONIAN טורון				Kub	100		Bi'ne Fm. תצ. בענה		
			CENOMANIAN קנומן	UPPER עליון	Ku	50-150			Weradim Fm. תצ. ורדים
LOWER תחתון					Kuk	0-15			Meirurim Fm. תצ. מירמיר
					Kua	40-90			Amminadav Fm. תצ. עמינדב
LOWER תחתון		ALBIAN אלביין		Kumo	0-15		Moxe תצ. מוצא		
				Kubm	40-60		Bet-Me'ir Fm. תצ. בית-מאיר		
				Kuke	0-20		Kesalon Fm. תצ. כסלון		
				Kus	90-130		Soreq Fm. תצ. שורק		
				Kugy	40		Givat-Yearim Fm. תצ. גבעת-יערים		
	Kk	100		Kefira Fm. תצ. כפירה					
	Klq	40		Qatana Fm. תצ. קטנה					
	Kleq	15		En-Qinyo Fm. תצ. עין-קינייה					



Alluvium
אלוביום



Conglomerate
קונגלומרט



Limestone
גיר



Dolomite
דולומיט



Chalk
קירטון



Marl
חוזאר



Metamorphic limestone & marl
גיר וחוזאר ממוורפים



Chert
צור



Facies boundary
גבול פאצ'ים

☉

Fossiliferous

7

Stylolites

Fe

Ferruginous

P

Phosphate

B

Bituminous

The Paleogene and Senonian of the Shefela consist mainly of Eocene chalks (Zora Fm.), Paleocene marls (Taqiye Fm.), Maastrichtian bituminous chalks (Ghareb Fm.), Campanian phosphorites and cherts (Mishash Fm., which wedges out tongue-wise towards the West) and Campanian - Santonian chalks (Menuha Fm.), that overlies the Turonian Bina limestones, the top of which is reached in the boreholes of Amazya and Shekef at a depth of 400 m below MSL.

Near Tarqumiya the Ghareb and Taqiye Formations were partly replaced by the calcium-silicatic high temperature minerals (Hatrurim) and the Eocene and Paleocene Formations are found in an overlapping position over the Maastrichtian strata of the Hebron monocline.

The sediments forming the Hebron monocline consist of the Senonian strata (Mt. Scopus Group) mentioned above and of Turonian - Albian carbonates (Judea Group). The later consist of rudistid limestones, dolomites, fossiliferous chalks and marls. The Hebron Monocline is part of the Judean anticlinorium, the result of the Levantinid Senonian folding and Cenozoic uplift of the Syrian Arc.

GEOLOGICAL SETTING

The excursion consists in a cross section from the Mediterranean Coastal Plain to the Western Flank of the Hebron Mountains. The assumed structural boundaries of the morphotectonic areas run parallel to the SSW - NNE general strike of the Judean anticlines.

From Ashqelon to Gat extends the Coastal Plain with its deep buried high structures (e.g. Helez). These are covered by thick Paleogene and Neogene sediments.

From Gat to Tarqumiya extends the Shefela, separated in Lower - and Upper subdivisions by the assumed structural line of Ramat Avishur (Sneh and Buchbinder, 1984). This line passes near the locality of Bet Gubrin. The hilltops of the Lower Shefela reach the elevation of 300 m above actual sea level, whereas the elevation of most hilltops of the upper Shefela range from 375 to 500 m. The exposed rocks of the Lower Shefela consist generally of the Eocene Zora Formation, the Eo - Oligocene Bet Guvrin Formation, the Oligocene Lakhish Formation and the Plio - Pleistocene Pleshet Formation. The rocks of the higher Shefela consist of the Eocene Zora Formation, its upper surface corresponding with the patchlike occurrence of the Miocene Ziqlag Formation and associated conglomerates.

Cenomanian (Givat Yearim to Amminadav Fms and lateral facies change of the Kesalon Fm.).

(5) Roadcut near Gebel Shab e Sheikh (Tarqumiya area on new highway to Hebron): Section of Turonian (Bina Formation) and Santonian - Maastrichtian (Menuha, Mishash and Ghareb Fms.).

(6) LUNCH stop at Mizpeh Massua: View on lower Shefela.

(7) Zomet Ha-Ela : View on Nahal Haela surroundings.

(8) Nahal Ha-Ela: Eocene Zora Formation.

(9) Roadcut near Zekharia: Zora Fm. Slumping.

(10) Tel Azega : Middle Eocene chalk and Ziqlaq Fm.

(11) (Optional) Tel Zayit: Conglomerates.

EQUIPMENT

Easy walking shoes, hat and water bottle requested. Two stops require about an hour of easy walking, each.

GEOLOGY OF THE HEBRON MOUNTAIN FOOTHILLS

Hirsch F.

Geological Survey of Israel

EXCURSION ROUTE:

Ashqelon- Qiriat Gat - Amazyia - Bet Guvrin - Telem - Adora -
Bet Guvrin - Mitzpeh Massua - Zomet Ha-Ela - Nahal Ha-Ela -
Zekhariya - Tel Azeqa - Bet Nir - Gat - Ashqelon.

STOPS:

- (1) Givat Gad (Sheikh'Ali): Miocene Ziqlag Formation.
- (2) Pt. 420 (W of Amaziya): Miocene Conglomerates. (Optional)

BREAKFAST near Hazan Cave.

- (3) 1.5 km E of Telem on B.Guvrin -Hebron Road:

View of Albian - Cenomanian (Soreq-Kesalon- Bet Meir
- Motza - Amminadav Formations).

- (4) Adora : Moza Marl and view of Albian -

(upper) which contained thousands of sherds belonging to oil lamps. On the lamps were scenes depicting mythological and heroic characters, as well as scenes of an erotic nature. The oil lamps showed no signs of ever having been lit.

In the 4th century CE a Late Roman bathhouse was built in Grid 38(upper). A very large sewer passed under it in which the skeletons of nearly 100 newborn infants were found, attesting the practice of infanticide. The bathhouse was covered in the 6th century CE by an apsidal building the extent of which is not known.

In Grid 41 a Byzantine church dedicated to St. Mary the Green (Santa Maria Viridis) was uncovered. During the Fatimid period it became a Mosque, to be rebuilt as a church by the Crusaders. The remains of a fresco which covered the apse can still be seen, showing four saints reading Greek scrolls from the homilies of St. John Chrysostom.

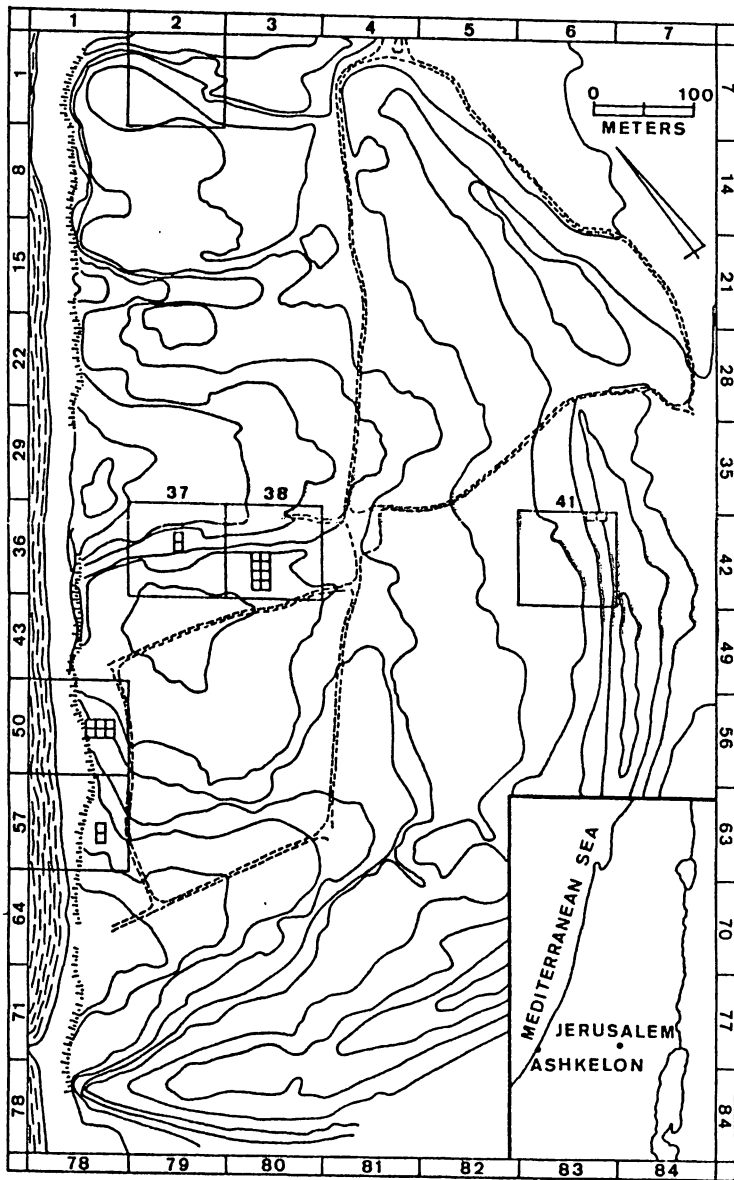
In 1187 Saladin conquered the city, only to destroy it four years later before giving it back to the Crusaders.

Suggested tour sequence: half an hour in Grid 2; walk to Grid 38 (Upper) 15 minutes; tour of Grid 38, 20 minutes; walk to Grid 50 and tour, 20 minutes. Length of tour: one and a half to two hours.

(If the Byzantine church and Garstang's basilica are to be included, add 40 minutes).

Several Late Bronze Age burials were found on the central mound in Grid 38 (lower), as well as some Iron Age I (Philistine) and Iron Age II buildings (1175-604 BCE). These were followed by at least five phases or sub-phases of the Persian Period (538-332 BCE), located in Grids 38 (upper), 50 and 57. The earliest Persian phase consisted of monumental ashlar buildings which have only been partially excavated. In Grid 50 this phase was represented by a large warehouse. A very strange episode followed in which the warehouse was replaced by a large dog cemetery that ran along the shoreline. It showed up in both Grids 50 and 57, yielding close to one thousand dogs, and the borders of the cemetery are still unknown. It was covered by several more phases of Persian architecture, a series of villas in Grid 38 (upper) and warehouses in Grid 50.

Some time after Alexander the Great had conquered the area, it appears that Ashkelon experienced a wide spread destruction, possibly around the time when Ptolemy I Soter was trying to establish his control over the region in about 300 BCE. The following Roman period was mainly represented by finds made by John Garstang in the 1920s. He found a large basilica which he called a Herodian senate hall (bouleuterion). Some of the finds, including a statue of Victoria-Nike, the goddess of victory standing on a globe which is held by Atlas, and another statue of Isis flanked by the infant Horus, have recently been dated to the Severan dynasty in the early 3rd century CE. In the Harvard excavations the period is represented by a Roman villa in Grid 38



1. Location of excavated grids at Tell Ashkelon.

EXCURSION NO. 5

TELL ASHQELON FROM THE MIDDLE BRONZE AGE TO THE CRUSADER PERIOD.

LASS H.E.

Tell Ashkelon, located directly on the Mediterranean Sea in the southern coastal plain of Israel, is mentioned several times in the Hebrew Bible and in other ancient Near Eastern and medieval texts. It had an economically important harbour during most of its history. At least twenty ancient cities can be found in its strata, lasting from about 3500 BCE to 1500 CE, a period of 5000 years. The tell is semi-circular in shape, having the shore line as a western border. There is a centrally located mound called al-Hadra, which is surrounded by valleys that rise on all sides to the outer ramparts, making the tell look like half of a bowl from the air.

Since 1985 the tell has been the site of major excavations by the Leon Levy Expedition of Harvard University under the direction of Lawrence E. Stager. A grid of 100 meter squares was sub-divided into 10 meter squares and imposed on the tell to facilitate excavation.

Among the major finds uncovered so far is an impressive Middle Bronze IIC (1600-1550 BCE) rampart and mudbrick tower, located at the northern edge of the mound in Grid 2. On the lower slope of the rampart a sanctuary was discovered which contained a small bronze calf covered with silver leaf. The rampart was repaired and re-used throughout the history of the tell. In the Iron Age a glacis and mudbrick tower were added. The remains of a Hellenistic city wall can still be seen, and the Fatimid wall with its towers marks the sky-line of the tell.

CONTENTS

EXCURSION NO. 5	TELL ASHQELON FROM THE MIDDLE BRONZE AGE TO THE CRUSADER PERIOD	
	LASS H.E.	1
EXCURSION NO. 6	GEOLOGY OF THE HEBRON MOUNTAIN FOOTHILLE	
	HIRSCH F.	5



THE
MAGAZINE

THE
MAGAZINE

Telegraph Ltd. Tel.: 03-5707120



ANNUAL MEETING,
1992 ASHQELON

**FIELD TRIPS
GUIDE BOOK**

30 MARCH - 1 APRIL

1992



FIELD TRIPS GUIDE BOOK

ASHQELON 1992

30 MARCH - 1 APRIL

1992