

## עיונים גיאולוגיים לקראת קדיחת נפט בזכרון-יעקב (כרמל דרומי) \*

מאת

י. ל. פיקרד

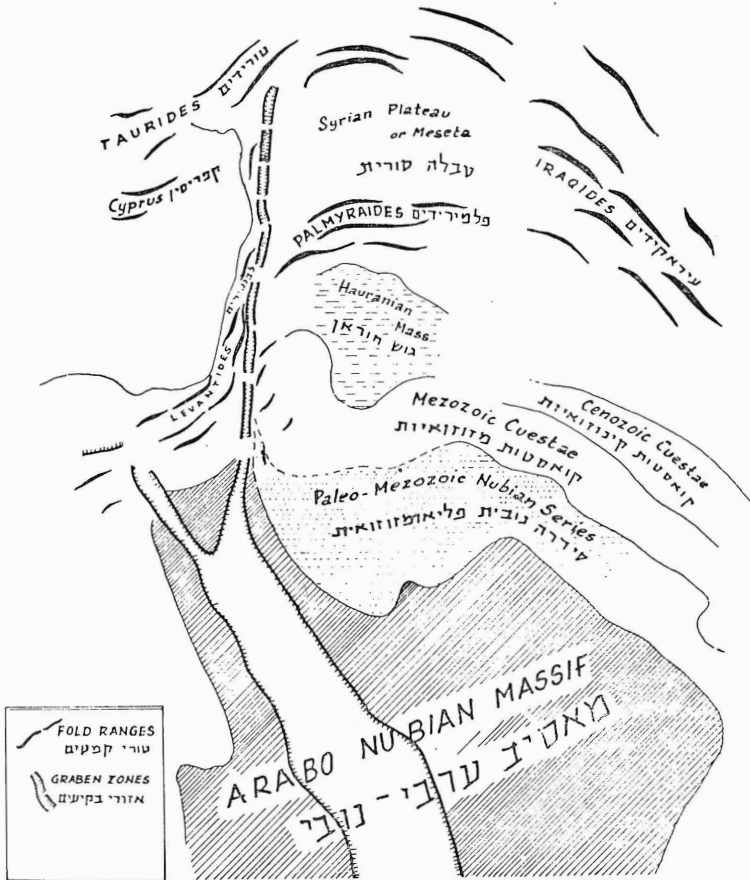
האזור האורוגני האלפיני-אנאטולי, בהקיפו את המשלט הערבי, מגיע בשלוחי קמטיו לסוריה—ישראל—ירדן—סיני [1]. טורי תדמור (פאלמירה) ליד דמשק (סוריה) עוברים בכיוון צפ' מז'—דר' מע' ונמשכים בקשת [2] לארץ-ישראל בחוגם לכיוון צפ' מז' צפ'—דר' מע' דר' וסובבים בסיני אף לכיוון מז'—מע' [3]. טורי הקמטים של דרום סוריה—ארץ-ישראל נמשלים במידה מסוימת לאטלס של סהרה המקיף את המשלט האפריקאי. מבחינה זו אפשר להשוות את רמת הערבה הסורית עם הרמה הגבוהה האלג'ירית, ובאזורים של מבנה מסובך יותר בטורי אמנוס ובקפריסין, המקיפים את הפינה הצפונית-מזרחית של ים-התיכון, נמצא דמיון לריף-אטלס שמת-קרב לסגנון המבנה האלפיני (ר' ציור 1).

באופן זה נמצאים הגליל הצפוני ובמיוחד הכרמל במצב פאליאוגיאוגרפי מרוחק למדי מן ההשפעה של יבשת ערב על הסדימנטים, השפעה שמתבטאת לעומת זה במחשופים של הנגב ההררי ושל הערבה (דרום ישראל ועבר-הירדן) בסדימנטים עצומים פאליאור-מיוזואיים בעלי אופי של רבדים מגוונים יבשתיים, המהווים את החלק העיקרי של סידרת אבן-החול הנובית.

לפי זה מוצדקת בהחלט ההנחה, שיותר מכל שאר חלקי הארץ, היו הכרמל והגליל—במשך רוב הזמנים של הפאליאור-מיוזואיקון—נתונים לשליטתו של החלק הים תיכוני של האוקיינוס הגיאואסינקליני (הטתיס), ובהשפעתו נצטברה בהם מעטפת הסדימנטים העבה ביותר בזמנים שלפני השלישון. העובי הרב של יורא ימי בחרמון (למעלה מ-1200 מ') ושל היורא העליון הנחשף בלבנון (כ-650 מ'), של האלביון בגליל המרכזי (קרוב ל-200 מ') ושל הקינומן הנחשף בכרמל עצמו (למעלה מן 900 מ'), עולים בהרבה על שיעורי העובי הידועים בחלק הדרומי של ישראל. דבר זה ודאי נכון לגבי תקופת טריאס ועוד יותר לגבי הפאליאוזואיקון הימי, המיוצג בערבה הדרומית ובמזרח ים-המלח רק על ידי אינטרקאלאציות דקות של קאמבריון-סילוריון ימיים [4].

יתר על כן, בכל הארץ אפשר לראות שינוי ניכר של הפאצייס ממזרח כלפי מערב. הבדל זה שוב בולט ביותר בכרמל, שבו הקירטון והצור של קינומן עליון ותיכון עוברים באופן לאטרלי לשוניות של רודיסטים ולהדירות וולקניות בעיקר תתימיות. בתמונה זו אנו מוצאים דמיון רב לזריה-איים בימים הגיאואסינקליניים של היום ולשיפועי השלף האוקייניים שהיום תופסים בהם הקוראליים את מקום הרודיסטים שלפנים.

\* הוגש לחברות ישראל קונטיננטל ופונטיאק בספטמבר 1954.



ציור 1

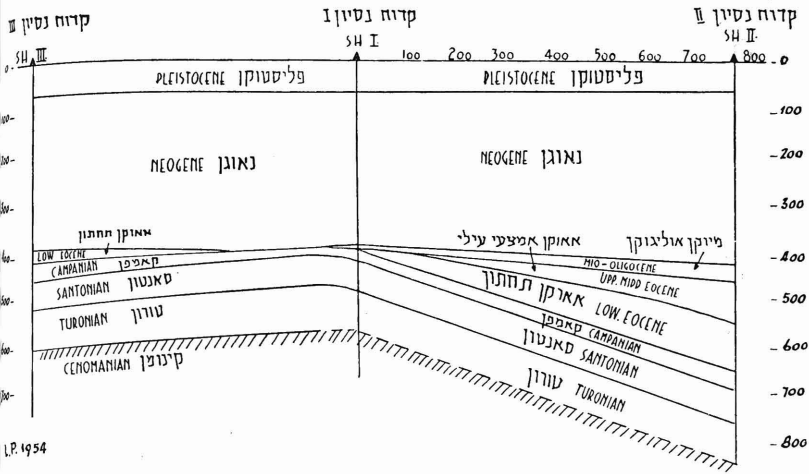
מפת-מבנה סכימטית של המזרח התיכון מאת י. ל. פיקרד, 1955

שינויי פאצייס כאלה הם בלי ספק תוצאה של תבליט לא רגולרי של קרקע האוקינוס ושל תנועות (גושים?) אנכיות [5, 6] של המסד החל מהזמנים של הפאליאוזואיקון הקדום. ואולם תצורות הקינזומן ואף הטורון (התצורות הנפוצות ביותר) נמצאות בארץ כמעט בכל מקום. רק אחרי הטראנסגרסיות המקיפות של הקינזומן והטורון ניכרים גלים ברורים של קמירת קרקע הים. דומה שעל ידי כך התהוו תפיחות תתימיות רחבות — אולי כתוצאה של קמירה על גבי מסד של "גבנונים קבורים" — שגרמו לצמצום של שכבות הסינון או של האיאווקן או של שניהם כלפי הקודקוד של הקמר ולהיפך: להתעבותן כלפי המרכז של השקעים הימיים הכפויים כלפי מטה.

פירצות הסדימנטציה התכופות בסינון ובאיאוקן במקומות "הרום" התתימי — ובמרחק קצר מהם של כמה קילומטרים בלבד — סדימנטציה רצופה במקומות "השפל". וכן האופי הבלתי-מטאמורפי של הסלעים והתקשותם הבינונית, כל אלה מנוגדים לתנאים של דחק טאנגנציאלי של שלבי-קימוט אורוגניים. מתקבל יותר על הדעת, שבזמנים של הסינון איאוקן עוד נמשכו תנועות אפירוגניות של עליות וירידות, שרק לעתים מעטות הרימו את הגבנוניים התתימיים מעל לפני הים. למעשה אין מוצאים איזו שהיא אי-התאמה בהיקף רגיונלי, לכל היותר יש חילוקי-התאמה (discon-formities). הדחיפה הטאנגנציאלית הממשית חלה בין השלישון התחתון ובין האמ"ר צעי, בין האוליגוקן והמיוקן. היא יצרה את המסכית הקיימת היום של קמטים אנטיקלינליים וסינקלינליים, המשומרים יפה מן הנגב ועד לכרמל [7, 8].

להצטברות העצומה של משקעים סינוניים-איאוקניים בסינקלינות כדי 1000 עד 1200 מ' בעובי, בעיקר בצורת סלעים קירטוניים בלתי-חדירים יש חשיבות מיוחדת לגבי שאלת שכבות החיפוי. הן מצויות בסינקלינות ונעדרות באנטיקלינות הגדולות יותר של האזור ההררי, במידה שמדובר על שכבות הכסות שלאחרי הקרטיקון. לפיכך, שכבות החיסום מתחילות בכרמל עם השכבות הקירטוניות והחזואריות של הקינומן, אך בוודאי הן יעילות יותר באופקים העמוקים יותר כמו: החזואר של אלוביון, המרבדים הוולקניים של סוף היורא, הפצלים שבתוך היורא, האיוואפוריטים הטריאסיים וכיו"ב. הם חוצצים בין שכבות המאגר כגון: החול של קרטיקון תחתון ויורא תחתון, הגיר הקארסטי והדולומיט של אפטיון, יורא אמצעי ועליון, טריאס אמצעי וכיו"ב. רק במישור החוף צוללות האנטיקלינות הגדולות לעומק כה גדול מתחת לפני השטח, שתצורות קינוזואיות צעירות יכולות להוות כאן חיפוי של ממש על גבי שכבות-הציר הקינומניות-טורוניות. מצב זה מתואר יפה בחתך של המבנה התת-קרעי בקיסריה על ידי הרכיבה באי-התאמה של הסדימנטים הניאוגניים (המיופוליו-קניים) והקוואטרניריים (ר' ציור 2), אולם פעולת החיסום שלהן היא חלקית בלבד, כיוון שהקוואטרנייר בנוי אבני-חול יבשתיות, נקבוביות, והניאוגן כולל למעלה מ-350 מ' של חול פצלי, דק, או של פצלים חוליים עם הרבה עדשות חול גס יותר, מטבע של מפרץ פתוח או של ים מוקף.

נראה שלהעתקים היה חלק ניכר בהפרשת המפרצים והימים המוקפים, אשר שרדו במקום הטתיס האוקיינית שהיתה קיימת לפני המיוקן ונהפכו אחר כך במשך זמן מסויים לאגנים סגורים, שבהם הושקעו איוואפוריטים עצומים בכמה ארצות של המזרח הקרוב ושל הים התיכון. אבל העתקים כאלה בעלי התפשטות רגיונלית, מלפני המיוקן או בהתחלתו, קשה לקבוע את תחומיהם. רוב ההעתקים מגיל זה הם העתקי-הסתגלות בעלי עקירה מועטת, מוגבלים לאזור האנטיקלינות והם חותכים אותן לרוחב או באלכסון (ר' מפת הכרמל הדרומי ציור 3), אך אינם מסבכים את מסכית הקימוט הכללית. העתקי-פשיטה (strike faults) בעלי התפשטות גדולה יותר כמו למשל באיזור רמון בנגב הם נדירים, ויתכן שתנועתם נמשכה עד לפליסטוקן. יי הפליסטוקן הוא תקופה של העתקים רגיונליים מובהקים, ששיבשו את צורת הארץ



ציור 2

חתך גיאולוגי על פי הקדיחות הסטרוקטורליות באזור קיסריה מאת י. ל. פיקרד, 1954

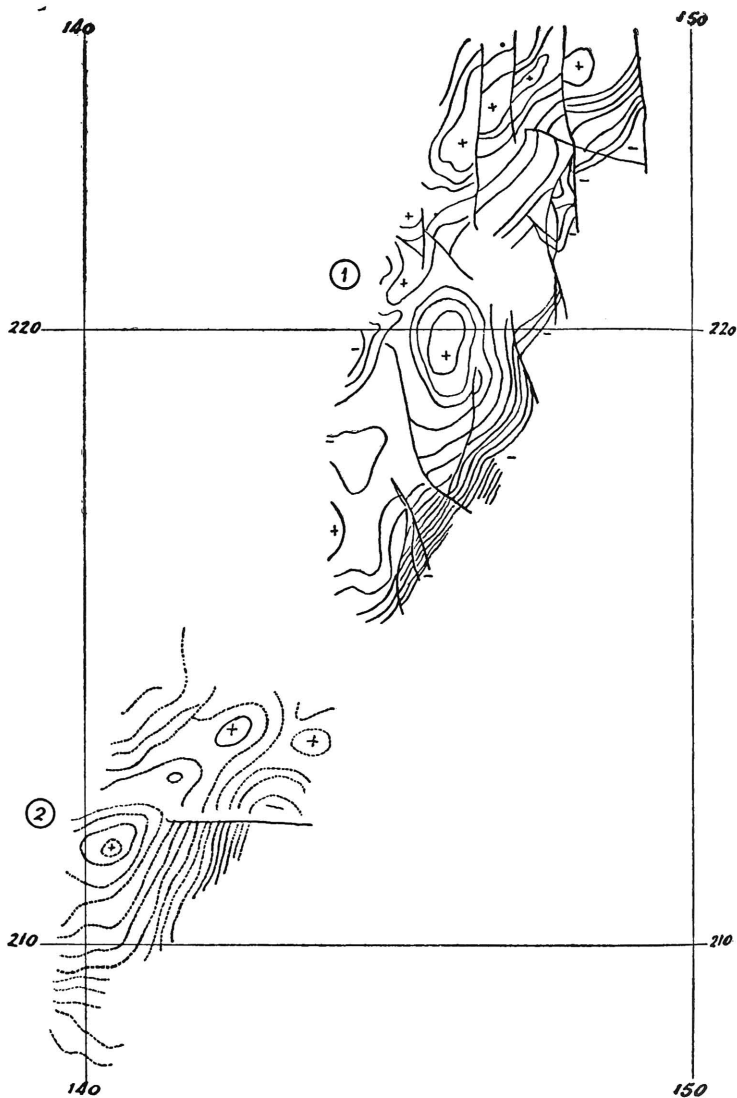
על-ידי השקעים הכבירים של עמקי הירדן והקישון או על-ידי האגנים והטורים (basin-ranges) של הגליל, אשר הכריעו את מסכית הקמטים המקורית מלפני המיוקן [7].

הכרמל נוגע רק בשוליו הצפון-מזרחיים במערכת ההעתקים הגדולים שמהווה את מישור חיפה. מקצהו הצפון מזרחי עד לקצה הדרום מזרחי, לאורך 25 ק"מ של הציר, לא נפגע המבנה האנטיקלינלי, המצויין על-ידי צניחות משתנות אך חזקות יותר כלפי האגן הסינקלינלי המזרחי (של מגידו או אפרים). מקום הקדיחה כרמל מס' 1 בשטח הרשיון בנימינה, השייך לחברת הנפט ישראל קונטיננטל, נבחר במחצית הדרומית של האנטיקלינה, בנקודת הרום של המבנה ליד זכרון-יעקב, שמהווה כאן כיפה גלית מקומית בהיקף של 60 מ'. היקפו הכללי של המבנה מגיע ליותר ממאה מטר (ר' מפת קוי המבנה וחתך, ציורים 3, 4). הקידוח מתחיל בראש הקינומן האמצעי. יש לשער ששכבות הבסיס של קרטיקון תחתון יימצאו בעומק של 1200 עד 1350 מ' ובסיס היורא או ראש הטריאס בעומק של 2750 עד 3000 מ'.

אך האנטיקלינה של זכרון-יעקב היא רק חלק של המבנה האנטיקלינלי ושל ההתרוממות הכללית של הכרמל, לפי זה ההיקף הכולל מסביב לאנטיקלינה של זכרון יעקב אפשר שהוא מגיע לשיעור רב יותר (ר' ציור 3).

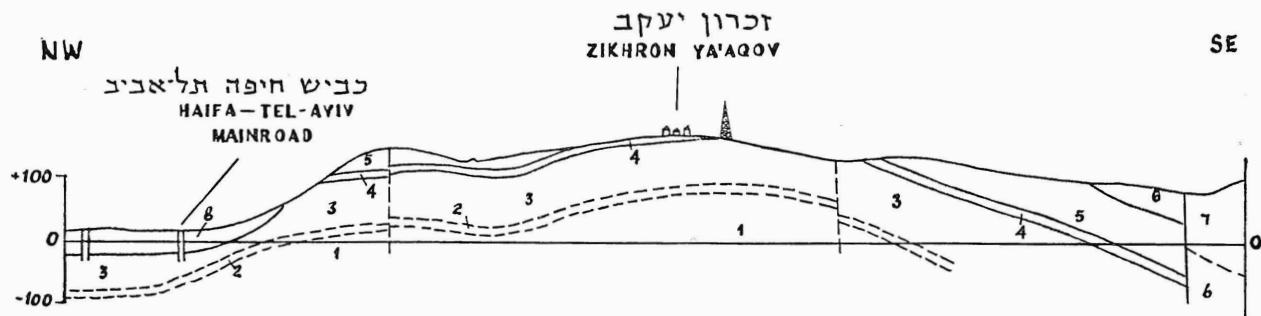
עיון בשאלת המצוק התלול המערבי של הכרמל בסביבת זכרון-יעקב — אם הוא מדרג של העתק או מצוק של אברזיה מזמן הפליוקן-פליסטוקן — הביא לידי הנחה שבמצוק המערבי לא ניכר שום העתק בעל מידות<sup>1</sup>. אעפ"כ הונחה מציאות

<sup>1</sup> קדיחות סטרוקטורליות לשם בדיקות הידרולוגיות של "מקורות" ושל תהלי



- ציור 3. מפות מבנה בכרמל הדרומי ובקיסריה  
 1. קווי המבנה של פני הכרמל הדרומי, מאת א. קשאי, 1954.  
 2. קווי המבנה הסייסמיים באיזור קיסריה, מאת מכון ווייצמן, 1954

גילו שהתצורות הקינומניות והמבנה של הכרמל נמשכים כלפי דרום-מערב מתחת לכסות של משקעים פליסטוקניים דקים, בלי כל הפרעה. מסקנות אלו נוספו על ידינו לחתך של קשאי (ציור 4).



ציור 4

חתך גיאולוגי בכרמל הדרום-מערבי

מאת א. קשאי

Mid-Upper Cenomanian	1-5 קינומן אמצעי-עליון
Turonian	6 טורון
Senonian	7 סינון
Kurkar	8 כורכר
Alluvium	9 אלוביון

של העתק, שמפריד את הנקודה הדרומית-מערבית של האנטיקלינה של הכרמל מהמשכה התתקרקעי בכיוון לקיסריה. מבנה התקרקעי זה הונח עוד קודם לכן על-פי מפת סקר הגראוויטציה של חברת הנפט העיראקית, ונתברר ביתר פירוט בבדיקת הריפלקסיות הסייסמיות באמצעות פיצוץ על-ידי מכוון ווייצמן. קדיחות ניסיון של שלשה בורות סטרוקטורליים עד לעומק של 550 עד 600 מ' בכיוון ניצב לפשיטה ובקו החוצה את נקודת הרום של המבנה מאשרות על כל פנים את האסימטריה הדרומית-מזרחית, הידועה בהמשכו של הכרמל כלפי צפון במורד הדרום-מזרחי של האנטיקלינה של הכרמל.

#### סיכום:

הכרמל, שהוא איזור הקימור הצפוני-מערבי קיצוני בישראל, מכיל וודאי את עמוד המשקעים הימיים העבה ביותר והרצוף ביותר בארץ. סידרת המשקעים בנוייה כמה אלפים מטר של סלעים נקבוביים בחלקם וגיריים בחלקם עם כמה רובדי בנינים של פצלים ושל אבן-חול. כיוון שהיא שייכת לאיזור המשקע של דרום ים-התיכון צריכים להמצא בה שכבות-חיפוי טובות של איזואפוריטים מזמן הטריאס.

נוסף לכך חשופה בכרמל על פני השטח אנטיקלינה תחומה יפה במבניה הגיאולוגי, שמתפשטת מזכרון-יעקב עד אום אזוינאת לאורך 25 ק"מ. היא נמשכת לאורך קילומטרים רבים מתחת לשטח של מישור החוף, וידועה בשם מבנה של קיסריה, שנתגלה על-פי פיצוצי-ריפלקסיה וקדיחות ניסיון סטרוקטורליות. סעיף דרומי זה של הכרמל גם מועתק במידה מסוימת, כדי לסייע לסיבוב הנוזלים הפנימי ומצד שני אינו מושפע על-ידי תנועות של גושים ובקעים כפי שזה מצוי בגליל.

#### תוספת:

העיונים שהובאו בדפים אלה מציעים לדעת המחבר תפיסה שיש בה עניין גם עתה אחרי הקדיחה כרמל מס' 1 בזכרון-יעקב, שתוצאותיה מצד אחד אישרו את השיקולים והמסקנות הנ"ל ומצד שני דורשות בדיקתם מחדש.

(1) בסיס הקרטיקון נמצא בעומק של 1460 מ' לא עמוק בהרבה מהעומק המשוער על ידינו של 1375 מ'.

(2) בסיס היורא שלפי השערתנו צריך היה להמצא בעומק 2750 מ' הוא כנראה עמוק יותר בהרבה, כיוון שהשכבה התחתונה שאליה הגיע המקדח בכרמל עוד שייכת לסידרת הגיר-דולומיט הראשית של היורא.

(3) מסקנתנו ש"הכרמל מכיל וודאי את עמוד המשקעים הימיים העבה ביותר והרצוף ביותר בארץ" נתאשרה שלא לטובתנו, כן למשל חסרים לחלוטין חולות-השלף של קרטיקון תחתון, החשובים כל כך כרובדי-מאגר בחלץ, ובפרט חולות-ווילדון היבשתיים שידועים במחשופיהם בסוריה-לבנון ובנגב, ובמקומם נמצאות בכרמל הדרומי שכבות גיריות ימיות מובהקות.

(4) רובדי הבינים של פצלים הופיעו מדי פעם בפעם. סידרה אופיינית של פצלים שחורים, המסוגלת לשמש חיפוי טוב ואולי גם סלע מקור, שנחשבת על-ידי המחבר כשייכת לפורטלנד, הוכרה עכשיו כאופק מציין קבוע ברוב קדיחות הניסיון העמוקות בישראל (חלוצה, בארי, תל-סאפיט, מלך דויד, פתחתקה, כורדנה).  
(5) הסלעים הגיריים של היורא היו כמשוער "בחלקם נקבוביים, בחלקם צפופים".

(6) בסלעים הגיריים והוולקניים של יורא אמצעי-עליון נמצא אספאלט. תופעה זו יש בה כדי לעודד את החיפוש אחרי הידרוקרבון נוזל בתצורות היורא שקדמו לפורטלנדיון.

(7) ביורא האמצעי-עליון נמצאו למעלה ממאה מטר של אגלומרט וולקני שלא היה צפוי מראש.

(8) המפה הגיאולוגית שהוכנה על-ידי א. קשאי מאשרת את המבנה האנטיקלינלי הגדול הנ"ל מזכרון-יעקב עד אום אז-זינאת וגם את השקפתנו הקודמת (1943) שטור הקמט הזה נמשך בכרמל הצפוני-מערבי ומגיע בו אל רומו המבנתי והטופוגרפי.

ה ע ר ה : הציורים 2, 3, 4, נדפסים ברשותה של חברת הנפט ישראל-קונטיננטל.

### ב י ב ל י ו ג ר פ י ה

1. Picard L., On the Structure of the Arabian Peninsula, Bull. Geol. Dept., Hebr. Univ. Jerusalem, vol. 1, No. 3, 1937.
2. Krenkel E., Der syrische Bogen, Centralbl. f. Miner. etc., No. 9, 10, 1924.
3. Picard L., Structure and Evolution of Palestine, Bull. Geol. Dept. Hebrew Univ. Jerusalem, vol. 4, No. 2—3—4, 1943.
4. Picard L., Silurian in the Negeb (Israel), C. R. Congress Geol. Intern., 19 Sess., 1952, Section 11, fasc. 11, Alger 1953, p. 179.
5. Tromp S. W., Block-Folding Phenomenon in the Middle-East, Geol. en Mijnb., vol. XI, No. 9, 1949.
6. Henson F. R. S., Observation on the Geology and Petroleum Occurrences in the Middle East, Proceed. Third World Petrol. Congr., Sect. 1. Leiden 1951, p. 118.
7. Picard L., The Structural Pattern of Palestine (Israel and Jordan), C. R. Congr. Geol. Intern. 19 Sess. 1952, Section XIII, Fasc. XIV, p. 301, Alger 1954.
8. Ball, Max W. and Douglas, Oil Prospects of Israel, Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol., Vol. 37, No. 1, 1953.