

# על התופעות המאגמתיות בואדי רמאן

מאת

יעקב בן-תור

## פתיחה

הסלעים המאגמטיים בואדי רמאן נתגלו לראשונה לפני שנים מועטות על-ידי הגיאולוגים של חברת הנפט העיראקית, וב-1947 פרסם שאו (1) קצת מתוצאות עבודתם של אלו. ואולם לפי שעה לא נודע על סלעים אלה אלא עצם קיומם בלבד. באביב 1950 ניתנה לי הזדמנות לחקור אותו שטח במשך שבועות אחדים. צבא ההגנה לישראל הקים למטרה זו ארבעה מחנות, שהקיפו את כל האיזור של וואדי רמאן מנקב אל ערוד במערב עד ראס ארדיחה במזרח. קצתה של חקירה זו היתה בבדיקת התופעות המאגמתיות; נתברר, שתופעות אלו יש בהן עניין מיוחד הן מבחינת האופי הפטרולוגי של הסלעים והן מצד אופן חדירתם של אלו. שהרי כל מערכת הסלעים המאגמטיים של וואדי רמאן היא יחידה במינה בכל הארץ הן בהרכבה והן בצורתה, ואין כמותה אלא בשטח מצומצם באיזור ג'בל עריף המופלג קצת דרומה מזה.

הפטרולוגיה של סלעים אלה נחקרת והולכת עתה לפרטיה, ותוצאותיה של חקירה זו תפורסמנה במקום אחר. במאמר זה נדון בעיקר בתהליכי חדירתם של הגופים המאגמטיים. פרטים רבים, השייכים ליחסי המגע שבין הגופים המאגמטיים לבין הסדרות הסדימנטאריות שלתוכן חדרו, טעונים עוד בדיקה נוספת בשדה, והמסקנות המתפרסמות כאן ודאי יהא צורך להשלימן בפרטים שונים, ואף לשנותן.

## 1. התנאים הגיאולוגיים הכלליים של השטח

האנטיקלינוריון של רמאן הוא הנרחב ביותר בכל הקימורים של הגג, הוא מתפשט בכיוון צפון-מזרח כדי 90 ק"מ באורכו, והריהו חוצה

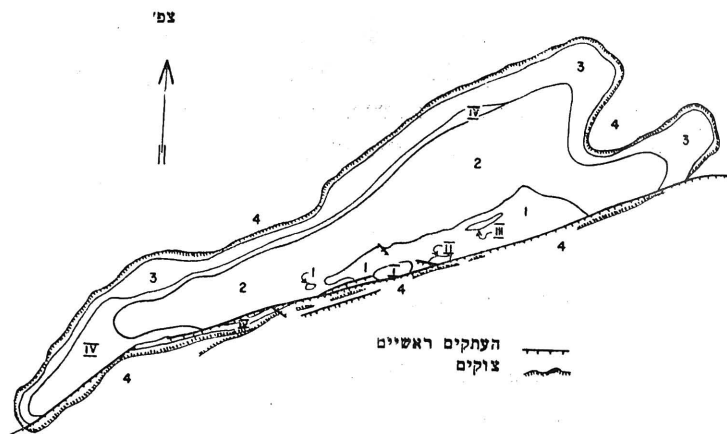
---

S. H. Shaw: Southern Palestine; Geological Map on a scale of 1/250,000 with explanatory notes, (Jerusalem 1947).

את הנגב לכל רוחבו מגבול סיני בדרום-מערב ועד לקרבת ים המלח בצפון-מזרח. מידת הקימור הגדולה ביותר של אנטיקלינוריון זה היא באיזור ואדי רמאן. כאן הכיוון של הציר הטקטוני הוא מזרח-צפון-מזרח, ובסביבות השיא שלו שלושה קימורים כיפתיים נוספים מורכבים על גבי המבנה האנטיקלינארי הכללי. הלאה מזה, בריחוק מועט כלפי מזרח-צפון-מזרח, מתפצל הציר הטקטוני לשני סעיפים, וכך נוצרות שתי אנטיקלינות נפרדות. בכל איזור ואדי רמאן אסימטריה מובהקת ניכרת במבנה האנטי-קלינוריון: כלפי צפון-צפון-מערב צונחות השכבות בזווית קלה של  $2^{\circ}$ — $5^{\circ}$ , ואילו כלפי דרום-דרום-מזרח הנטיה חריפה מאוד, כדי  $70^{\circ}$  בממוצע, ויש שהשכבות הן אפילו מהופכות. איזור העתקים מסובך חוצה את הצלע הדרומית של האנטיקלינוריון בכל האיזור הזה, והוא מוריד את הגוש הדרומי כדי 1500 מ'. המגמה של איזור העתקים זה מקבילה לציר האנטיקלינארי וסמוכה אליו ביותר. ובכמה מקומות שבסביבות הקימור הגבוה ביותר ההעתקים נמצאים אפילו בריחוק מועט מצפון לציר הטקטוני.

באיזור ואדי רמאן נוצר מכתש גדול של אירוסיה פלוביאטילית החתור בתוך המבנה האנטיקלינארי. צורתו סגלגלה בקירוב, אך בקצהו הצפון-מזרחי הוא מתפצל לשני מפרצים, שהם גילויים טופוגראפיים להסתעפותו של הציר הטקטוני. ציר האורך של המכתש נמשך בכיוון מזרח-צפון-מזרח במקביל לציר הטקטוני, אבל מקומו הוא קילומטרים מועטים צפונה ממנו. אורך המכתש הוא 40 ק"מ ורוחבו הגדול ביותר 9 ק"מ.

המכתש מוקף מצוק כמעט אָנְכִי בגובה 200—250 מ', אך בצלע הדרומית הנפגמת לכל אורכה על-ידי איזור ההעתקים, נעלם המצוק לעתים ואינו מצוי אלא במקומות שבהם איזור ההעתקים מופלג קצת דרומה מצי האנטיקלינה. המצוק בנוי בשני שלישיו העליונים סלעים קנומאניים, קשים ברובם, המונחים על גבי אבן-חול נובית רכה של קרטיקון תחתון. אבן חול זו בונה את השליש התחתון של המצוק וחלק של פנים המכתש. רוב הסלעים הנחשפים בפנים המכתש שייכים לתקופת היורא. יתר על כן, בשלושת הקימורים הכיפתיים שבצד הדרומי של המכתש נחשפה סידרה עבה של שכבות טריאסיות. תסריט גיאולוגי של ואדי רמאן ניתן בציור א'. הלוח שלהלן מראה חתך עמודי גיאולוגי פשוט של התצורות:



- |                 |                               |
|-----------------|-------------------------------|
| 4 קנומאן        | IV הקילוח הבאזולטי הראשי      |
| 3 קרטיקון תחתון | III לאקולית                   |
| 2 יורא          | II הסילים הבאזוליים של הטריאס |
| 1 טריאס         | I סדן של אירישה               |

### ציור א'

תסריט גיאולוגי של ואדי רמאן — קנה מידה 1:350,000 בקירוב

### חתך סטראטיגרפי כולל של ואדי רמאן

| הגיל          | תצורה או קבוצה     | העובי במטרים | סלעים עיקריים                  | פרצוף (פאציאס)   |
|---------------|--------------------|--------------|--------------------------------|------------------|
| קנומאן        |                    | 403,0        | גיר, דולומיט, חוואר            | ימי              |
| קרטיקון תחתון |                    | 105,0        | אבן-חול נובית                  | יבשתי בעיקרו     |
| יורא          | מאלם עלין(?)       | 51,4—0       | אבן-חול נובית                  | יבשתי            |
|               | מאלם               | 46,4—0       | חוואר, דולומיט, פצלים, אבן-חול | ימי              |
|               |                    | 820          | אבן-חול נובית                  | יבשתי בעיקרו     |
|               | דוגר(?)            | 74,5—20,0    | גיר, חוואר, אבן-חול            | ימי, בחלקו יבשתי |
|               | קופר(?)            | 174,4—80,0   | גבס                            | לאגונארי         |
| טריאס         | מושלזאק            | 170,7        | גיר, חוואר, קצת גבס            | ימי              |
|               | בונטזאנדר שטיין(?) | 151,5        | פצלים, אבני חול                | ליטוראלי         |

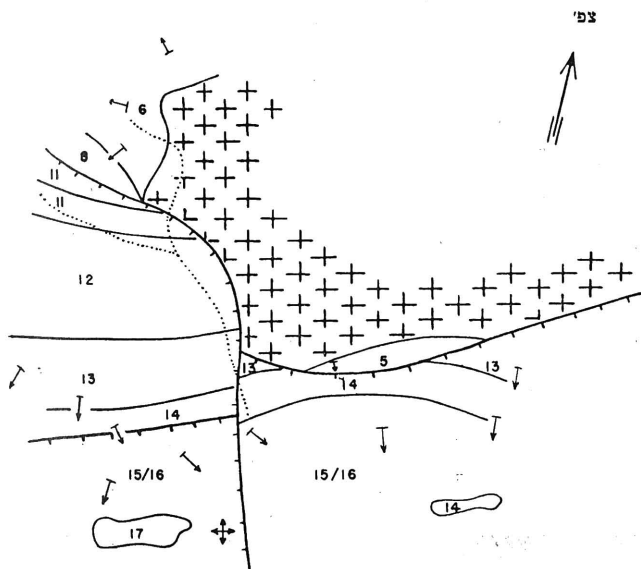
ה ב ס י ס א י נ ו ח ש ו ף

הסלעים המאגמטיים מצויים לאורך כל הטור של הסלעים הטריאסיים והיוראסיים עד לבסיס אבן-החול הנובית של הקרטיקון התחתון. מבחינת תהליכי החדירה יש להבדיל בין הצורות השונות של גופי המאגמה, והן: סדנים (stocks), לאקוליטים (laccolith), סילים (sills), דייקים (dikes), וקילוחים (sheets) אכסטרוסיביים.

## 2. הגופים המאגמטיים

### (א) סדנים

הטיפוס של אינטרוסיה בצורת סדן מצוי במקום אחד בואדי רמאן, והוא בגוש של ג'בל א-רישה. הר זה נראה בנוף כרכס המתנשא כ-20 מ' מעל למישור שמסביבו וצורתו כעין סגלגלית. צירו הארוך מקביל להתמשכות המזרחית-צפון-מזרחית של המכתש. אורכו כדי 1800 מ', רוחבו כ-700 מ'. לאורך הצד הדרומי והמערבי נפגע הגוף על-ידי סידרה של העתקים מהווים מסכית (pattern) מסובכת מאוד. אין ספק, שמבנה זה נגרם על-ידי הניגוד המופלג שבתכונות המיכאניות בין הסלעים המאגמטיים



ציור ב'

מפה גיאולוגית של הפינה הדרום-מערבית של סדן א-רישה  
קנה-מידה 1:15.000 בקירוב

הקשים לסלעי המשקע הרכים שלתוכם חדרו. העתקים אלה צעירים בהרבה מן האיטרוסיה, והם מסווים כלשהו את יחסי המגע המקוריים שבין הסלעים המאגמתיים והמשקעיים. בציור ב' ניתנה מפה גיאולוגית של הפינה הדרום-מערבית של ג'בל א-רישה.

במורד הדרומי של הסדן, ובפרט בחלק התחתון של המחשוף, נשתמרו משקעים יוראסיים המונחים על הסלעים המאגמתיים גופם. מכאן אתה למד, שגם לפני שחלה ההעתקה לא התפשט הסדן דרומה בהרבה מגבולותיו הנוכחיים. גבולו הצפוני של הסדן היא סינקלינה חריפה, שצירה מקביל לכיוון ההתמשכות האורכית של הסדן (ר' ציור ג'). דומה שהשכבות לא נתקטטו כאן מכוחה של האיטרוסיה, אלא מחמת דחיקתה של הסידרה הסדימנטארית כולה כלפי הגוש המאגמתי היציב בתקופה צעירה יותר.

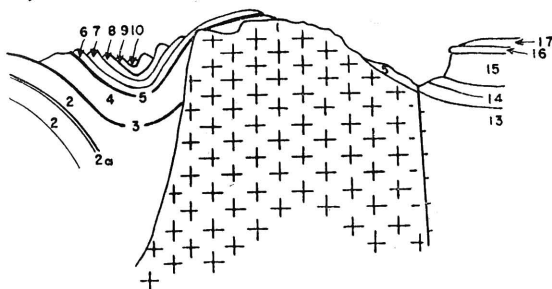
בחלקו המערבי הגוף המאגמתי מובהק כגוף אינטרוסיבי דיסקורדאנטי. הגבול שלו כלפי השכבות שחדר לתוכן נטוי בתלילות, ואפשר לעקוב אחריו למן סידרת הגבס העיקרית הטריאסית ועד לתיקרת הקבוצה הימית התחתונה היוראסית. אך בצידו המזרחי התנאים שונים מאלה; כאן הסלעים המאגמתיים שכובים באופן קונקורדאנטי על גבי אותה הקבוצה הימית התחתונה של היורא (ר' ציור ג'). לפיכך ראוי לתאר את הגוף המאגמתי של ג'בל א-רישה כסדן בעל צורה סגלגלית בקירוב, שקוטרו 700 מ', והוא חודר לתוך מערכת סלעי המשקע לכל הפחות עד לרובד התקרה של הסידרה הימית התחתונה של היורא; ומסדן זה מסתעף כלפי מזרח סיל עבה, החודר אל בין שכבות המשקעים בסמוך לתקרה של הסידרה הימית היוראסית התחתונה. פרטי התנאים האלה מתוארים בציור ד'.

השכבות של סלעי הסביבה, שנתקיימו עד עתה מסביב לגוף המאגמתי צונחות בדרך כלל צניחה חזקה מן הסדן הצידה בדפניו העליונים. מכאן נראה, שלכל הפחות בשלבים האחרונים של האינייקציה פינתה המאגמה מקום לעצמה בדרך קימור השכבות של סביבתה כלפי מעלה. אף ייתכן, שהבקיעה ועלתה עד לפני השטח ממש. אולם מאחר שמערכת הסלעים הצעירים יותר נשמרה כולה בריחוק מועט מהסדן, בלא שנתערבו בה סלעים מאגמתיים בעלי הרכב דומה, מתקבל על הדעת שהאינטרוסיה נעצרה בעומק מועט מתחת לפני השטח.

הגוף המאגמתי נוצר בדרך של מעשה-חדירה יחיד, והוא בנוי כולו טיפוס סלע אחד, אך יש בו כמה שינויי מסכת, ואפילו שינויים חמימים

צפ'—מז'

דר'—מז'

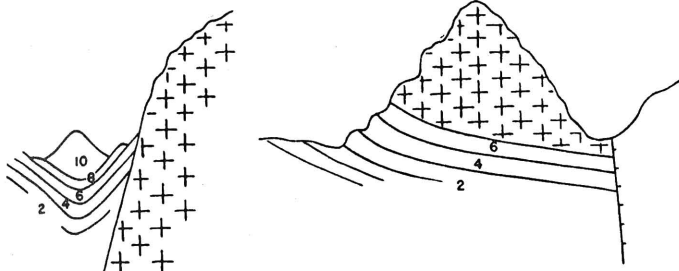


צפ'—מז'

דר'—מז'

צפ'

דר'



## ציור ג'

3 חתכים דיאגראמתיים דרך הסדן של ארישה

קנה מידה אופקי — 1:30.000; קנה מידה מאונך — 1:4000 בקירוב

## מקרא לציורים ב'—ד'

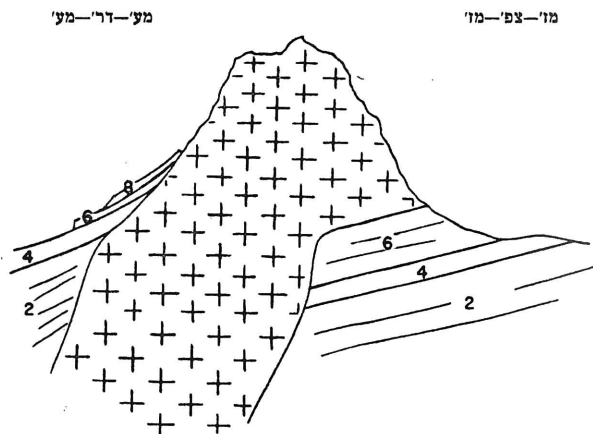
|                     |                      |     |
|---------------------|----------------------|-----|
| איאוקן תיכוני       | גיר נומליטים         | 17  |
| מאסטריכט תחתון      | צור                  | 16  |
| סנטון—קמפן          | קירטון               | 15  |
| טורון               | גיר, דולומיט         | 14  |
| קנומאן              | דולומיט, גיר         | 13  |
| קרטיקון תחתון       | אבן-חול נובית        | 12  |
|                     | חרסית גבסית אדומה    | 11a |
|                     | הקילוח הבאזאלי הראשי | 11  |
|                     | אבן-חול נובית        | 10  |
|                     | פצלים                | 9   |
|                     | קווארציט עליון       | 8   |
|                     | חואר חום             | 7   |
|                     | סידרת גיר ודולומיט   | 6   |
|                     | קווארציט תחתון       | 5   |
|                     | חואר ירוק-אפור       | 4   |
|                     | סל פַּלִיטִי         | 3   |
|                     | פצלים ביטומיניים     | 2a  |
|                     | גבס                  | 2   |
|                     | קווארץ—סיאניט (סדן)  | +   |
| יורא                |                      |     |
| סידרה מרינית תחתונה |                      |     |
| של היורא            |                      |     |
| קויפר ?             |                      |     |

קלים ממקום למקום. הגלעין בנוי קווארץ-פורפיר בעל גרגר גס ותכונות אלקאליניות מובהקות, והוא קרוב למשפחת הנורדמארקיטים. כלפי ההיקף הוא נעשה סלע דק הגרגר עד שהוא הופך אפאניטי ממש, ולפעמים יש בו בזיקים (phenocrysts) של אורתוקלאס. אין שום דייקים מבקיעים בתוך הסדן, אלא שבבסיס המחשוף של המערכת הטריאסית (ר' תיאורם בע' 12) מצויים שני קילוחים עבים, שכנראה קשורים הם בו מבחינה גנטית.

(ב) לאקוליתים

חמישה ק"מ צפונית-מזרחית מן הסדן של ג'בל א-רישה נראה גוף איטרוסיבי אחר. שלא כנסיבות הדיסקורדאנטיות של הסדן, הוחדר גוש זה באופן קונקורדאנטי, וראוי לתארו כלאקולית. הוא חדר לבין השכבות של סידרת הגבס העיקרית של הטריאס העליון סמוך לתקרתה. אכן אינטרוסיה לאקוליתית בשכבות של גבס היא תופעה נדירה ביותר.

סידרת הגבס צונחת כלפי צפון-צפון-מערב בזווית של  $30^{\circ}$ — $40^{\circ}$ , והיא והלאקולית נתכרסמו על-ידי אירוסיה עד כדי יצירת מישור כמעט אופקי. משום כך המפה הגיאולוגית היא למעשה כעין חתך של הגוף האינטרוסיבי. ודבר זה ניכר בתצלום מן האוויר (ראה לוח I, ציור 1). במרכזו מגיע הלאקולית לעובי של 60 מ', והוא מתחדד בבת אחת כלפי דרום-מערב,



ציור ד'

חתך כללי דרך הסדן של ג'בל א-רישה

קנה-מידה אופקי: 1:30.000 — קנה-מידה מאונך: 1:4.000 בקירוב

ואילו כלפי צפון-מזרח עוביו פוחת והולך בהדרגה. הרי שהצורה בכללה היא אסימטרית. אורכו הכללי של הגוף המאגמתי הוא 4 ק"מ. הלאקולית כפוף הן בבסיסו והן לאורך תקרתו וצורתו דומה לעדשה דו-קמורה. רובי הגבס מותאמים לאותה צורה מכל צדדיהם; הם נדחפו ונתקמרו גם כלפי מעלה וגם כלפי מטה. קימור זה ניכר יפה בתצלום מהאוויר.

הגוף הלאקוליתי, כסדן של א-רישה, אף הוא חדר כולו בבת אחת, ולפיכך מבנהו אחיד, אגב קצת שינויי מסכת. הסלע שייך לקבוצת האֶסְפֵּסִיטִים. בחלקו המרכזי של הלאקולית הסלע הוא גס הגרגר, וחבל שהוא כאן בלוי מאוד. השטח זרוע כולו גבישי פירופֶסֶן לאין שיעור, שקוטרם עד כדי 1 ס"מ. כלפי שולי הלאקולית גרגר הסלע הולך ודק עד שהסלע נעשה צפוף, בעל אום (מאטריקס) מיקרוסקופית, המכילה בזיקים גדולים של פלאגיוקלאס ופירופֶסֶן. קו אופייני בסלע זה בכל שינויו הוא השפע של מינרלים סולפידיים.

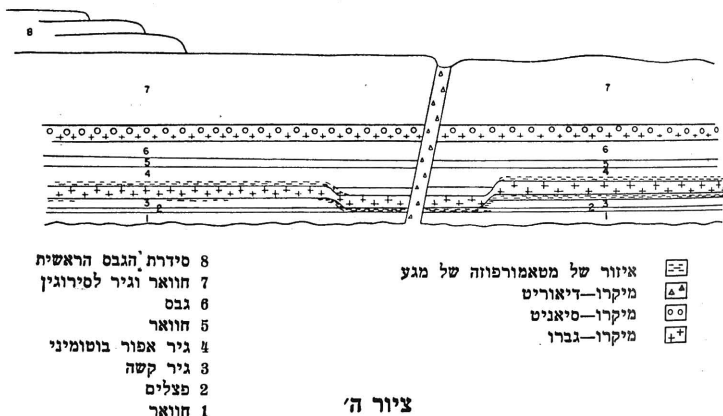
הגוף כולו חדור דייקים רבים הפונים לרוב כלפי מערב-צפון-מערב. מהם שהם מטיפוס סלע הקרוב לאֶסְפֵּסִיט של הלאקולית עצמו. ומהם שבאו מאינטרוסיות של טיפוס מאגמה אחרים, צעירים יותר. באיזור המגע רובי הגבס מצומקים, והם הפכו סלע שחור, קשה, שביבי; תוצאותיו של המגע אינן מצויות אלא על פני דצימטרים אחדים מהמגע.

מבואי האספקה של הלאקולית אינם מתגלים בסביבה הקרובה בשום מקום, אבל בריחוק 1.5 ק"מ דרומה מן הלאקולית, בתוך הקומפלקס החולי-פצלי של הטריאס (כנראה מגיל הפונטוזאנדשטיין), נמצא דייק שווה לו בטיבו הפטרוגראפי. כיוון שבכל האיזור של ואדי רמאן לא נמצא עוד בשום מקום טיפוס הסלע של הלאקולית, חוץ מדייק בודד זה, מסתבר שהדייק הוא באמת אחד ממבואי האספקה של הלאקולית.

### (ג) סילים

סילים מצויים בואדי רמאן במספר רב. הם בעלי הרכב פטרוגראפי שונה. מבאזאלטי ועד סיאָנִיטִי, והם מופיעים בכל התצורות השונות מבסיס הטריאס החשוף ועד לתקרת הסידרה של אבן החול הנובית העליונה מתקופת תיורא. מהם מן הסילים שהם אחידים, ומהם שהם מורכבים: פעמים עוביים כמה סנטימטרים בלבד, ופעמים הוא מגיע כדי 15 מ'. לא בכל מקום קל להבחין בין סילים אינטרוסיביים לבין השתפכות לבה על פני השטח. אלא שכמה מן הגופים הללו תכונות ייחוד להם, שעל

פיהן ניתן לשייך אותם בוודאות אל קבוצת הסילים. והוא הדבר בקילוח הסיאניטי הגדול, הנמצא בתוך הסידרה הימית התחתונה מתקופת היורא, סמוך לשער רמאן ליד הקואורדינאטים 1295/9970. קילוח זה בנוי סלע אפור, דק הגרגר, בעל פרצוף טראכיתי, והוא גרם לתופעות מטאמורפיות במגעו עם הסלעים הפצליים של סביבתו. מטאמורפוזה זו נראית בבסיסו של הקילוח וגם בתקרתו, והיא מתגלית בהפיכתם של הפצלים להורנפֶּלס זגוגי, שביבי, חום-כהה, המכיל דרוזות רבות, מצופות גבישי קווארץ וקאלציט. גם הקילוחים הרבים הנמצאים לאורך המורדות של אפיק ואדי רמאן עצמו, מראים סימנים. שעל פיהם אפשר למיין אותם לפי חדירתם. קילוח המתגלה ליד הקואורדינאטים 143/002, כ-1200 מ' צפונית-מערבית מהפירצה של ואדי רמאן דרך הצוק הדרומי של המכתש, מראה שורה של טראנס-גרסיות ברורות (ר' ציור ה'). קילוח זה, שעוביו כ-2.5 מ', מונח בתוך החלק העליון של סידרת הגיר והחואר מתקופת המושלֶקאלק. סידרה זו בנויה באיזור זה שכבות פצלים, גיר וגבס לסירוגין. בדרך כלל דחוק הקילוח



סילים ודייקים בטריאס של ואדי רמאן  
(שים לב לטראנסגרסיות של הסיל התחתון)

קנה מידה מאונך 1:1000

קואורדינאטים 143/002

בין שטחי הרבידה של שני רובדי גיר, אך במקום אחד קופץ הקילוח בבת אחת כלפי מטה, חוצה את רובד הגיר שמתחתיו ונוגע באופק של פצלים נמוך יותר. על פני כמה מאות מטרים מכאן מונח הסיל בתוך שטח

הרבידה שבין הגיר והפצלים, ולאחר מכן הוא עולה. בטרנסגרסיה דומה, לקומה גבוהה במקצת מקומתו הראשונה. בתחום הטרנסגרסיה גופה עובי הסיל פוחת, אך מיד עם חזרתו של הסיל למצב אופקי חוזר גם עוביו לשיעורו המקורי. הסיל קופץ מקומה לקומה ושיעור קפיצתו בכיוון אנכי כ-2 מ', ובכיוון אופקי פחות מחצי מטר.

איזור המטאמורפזה של מגע מלווה מקרוב את הקו העולה ויורד של הסיל, ומרובה המטאמורפיסם שבמגע עם הפצלים משבמגע עם אבני הגיר. נמצא, שבכל המקומות הללו חדרה המאגמה בלא ספק לתוך השכבות בדרך איניקציה היפ-אפיסאלית בריחוק לא רב מתחת לפני השטח והרימה את כל מערכת השכבות שמעליה.

שני הגופים המאגמתיים הגדולים, המונחים באופן קונקורדנטי בתוך שכבות הטריאס בגלעין האנטיקלינארי של ואדי רמאן, 3.7 ק"מ מזרחית-צפון-מזרחית מג'בל א-רישה, הם תופעה מיוחדת. סלעים אלה מופיעים בבסיס הסידרה החולית-פצלית שמתקופת הטריאס, והם האופקים הנמוכים ביותר המתגלים בואדי רמאן. לגוף הגבוה יותר עובי של 8 מ'; הוא מונח באופן קונקורדנטי בתוך דרגה של פצלים מגוונים. הגוף השני מונח 16 מ' נמוך יותר, ובסיסו אינו חשוף כלל. צוק האירוסיה שבגבולו המזרחי עוביו 68 מ' לפחות.

שני הגופים האלה בנויים אותו הסלע ממש, שהוא בעל פרצוף טראכיטי, דק הגרגר, וצבעו אפור עד סגול. לפי הרכבם החימי קרובים סלעים אלה מאוד לסלע של ג'בל א-רישה, אך במידת מה הם אלקאליניים יותר. סלע בעל הרכב חימי זה מצאנו בואדי רמאן רק בשני המקומות האלה; לפיכך ודאי הדבר, שיצירת שני הקילוחים בבסיס המחשוף הטריאסי קשורה קשר גנטי עם האינטרוסיה של ג'בל א-רישה. המאגמה של ג'בל א-רישה עלתה עד לתוך שכבות יוראסיות, ואילו שני הקילוחים מונחים בתוך שכבות טריאסיות קדומות הרבה יותר. מכאן, ששני הקילוחים האלה הם אינטרוסיביים, דהיינו סילים. ואם כן, הם הסילים העבים ביותר בכל ואדי רמאן.

#### (ד) דייקים

דייקים רבים חוצים את כל מערכת השכבות של ואדי רמאן עד בבסיס של אבן החול הנובית מתקופת הקרטיקון התחתון. רובם הם אחידים, וקצתם מורכבים. הם על-פירוב בעלי הרכב חימי בסיסי, ובתוך סידרת

הגבס הטריאסית נמצאו אפילו כמה דייקים אולטרא-בסיסיים מסוג הפיק-ריטים. עוביים של הדייקים הוא מחצי מטר עד לשני מטרים בקירוב. האיזור שהדייקים מרובים בו ביותר, הוא השטח צפונית מפירצת ואדי רמאן דרך הצוק. כאן אתה מוצא אותם במספר רב בתוך הסידרה הימית התחתונה שמתקופת היורא ובתוך סידרת אבן החול הנובית היוראסית העיקרית אשר מעליה. הדייקים האלה רובם שייכים לאחת משתי מערכות, שאחת מהן משתרעת מצפון לדרום, והאחרת ממערב למזרח.

על-ידי בלייתם של דייקים אלה נוצרו צורות אירוסיה מיוחדות, הכל לפי השינויים שבדרך הבלייה שבין סלע הדייק לבין סלעי הסביבה. כך התפתחו תעלות אירוסיה צרות באותם השטחים, שבהם חדרו הדייקים לתוך אבני-גיר קשות; ואילו במקום שהדייקים חוצים סדרות של אבני חול רכות, הם בולטים על פני השטח הישר כרכסים מובהקים.

נראה שכמה מן הדייקים האלה קשורים באותם הסילים המראים הרכב פטרוגראפי דומה (ר' לוח II ציור 2); וכמה מהם, בעיקר מאלה שבחלק המערבי של המכתש, הם ללא ספק מבואי אספקה לקילוח הבאזאלטי הראשי (ר' הסעיף הבא); ומהם שעומדים בבידוד ואין בהם סימני קירבה לגופים המאגמטיים האחרים של ואדי רמאן.

#### ה) הקילוח הבאזאלטי הראשי

התופעה המאגמטית הגדולה ביותר בכל האיזור הוא קילוח של סלעים באזאלטיים, המונח מתחת לעצמה של אבן החול הנובית שמתקופת הקרטיקון התחתון. קילוח זה נראה כפס צר לרגלי הצוק הצפוני; אפשר לעקוב אחריו מזרחה לאורך רוב אורכו של הצוק; הפס נמשך ברציפות עד לנקודה 6 ק"מ מערבית מראס ארדיחה, וכאן הוא נפסק בבת-אחת. לאורך הצוק הדרומי נראה הפס מזרחה עד לגיבל א-רישה, אלא שכאן רציפותו נפגמת על-ידי העתקים במקומות מרובים.

עובי הפס הבאזאלטי הזה הוא 6—10 מ' בממוצע; בפינתו המערבית של המכתש גדל עוביו של הקילוח בשיעור עצום ומגיע כאן ל-120 מ' לפחות. הגבעות הרבות בשטח זה, המתנשאות כדי 100 מ' בגובה, מורכבות כולן סלע באזאלטי בלבד. התעבות אחרת, מועטת יותר, המגיעה כדי 50 מ', נראית בצוק הצפוני בריחוק קטן ממקום סיומו של הקילוח. בבאזאלט זה בולטת ברוב מחשופיו התפרדות פריסמאטית נהדרת (ר' לוח II, ציור 1). הסלע הוא באזאלט אלקאליני, שחור, סמיך, ולפרקים

הוא עשיר בבזיקים של אוליבין. איזור של סלעים אדומים בצבע הלכה, שעוביו כ-10 מ', מונח על עצמו של קילוח זה ומפריד בינו לבין אבני החול המגוונות הגבוהות יותר.

שאו<sup>2</sup>) מכנה קילוח זה בשם סיל על סמך עבודותיהם של הגיאולוגים של חברת הנפט העיראקית. הוא מפרש כנראה את האיזור האדום שמעל לקילוח כתולדת מטאמורפזה של מגע. אבל החקירה המדויקת מביאה אותנו לפירוש אחר. איזור אדום זה מורכב בכל מקום חרסית גבסית ואינו מכיל גרגרי קווארץ כלל. הואיל והסלעים המונחים עליו גופו הם אבני-חול נוביות אמיתיות, תמהני, אם יכלו אבני חול ליהפך במטאמורפזה קאוסטית לחרסית אדומה ללא שריד של מרכיבים קלאסטיים. קל הרבה יותר לפרש את החרסית האדומה כאדמת בלייה באזאלטית קדומה. הנחה זו חיוק לה בדבר זה, שאותה החרסית האדומה נמצאת בקצת מקומות גם בתוך הקילוח הבאזאלטי עצמו. יתר על כן, אין מתקבל כלל על הדעת, שסיל בעובי של 10 מ' יכול ליצור איזור מטאמורפי שעוביו שווה לעובי הסיל עצמו. בעל-כורחנו אנו מניחים, שכאן לפנינו תולדות התפרצויות באזאלטיות אל פני השטח שהיו נשנות והולכות. הסלע הבאזאלטי שעל פני השטח נהפך על-ידי בלייה עמוקה לאדמה חרסיתית אדומה, וזו שבה ונתכסתה קילוחי באזאלט צעירים יותר. מתוך הנחה זו מובנת גם התעבות הבאזאלטים במזרח כל שאנו מתקרבים לסופם. כאן נמצא איזור החזית של הקילוחים, וכאן נערמו הלבנות, שכל שנצטננו והלכו גברה צמיגותן ונתמעט כושר תנועתן. ההתעבות החזקה של הבאזאלטים בחלק המערבי של המכתש, סיבה אחרת לה. כאן אנו קרובים למרכז ההתפרצויות הוולקניות; סימן לכך הם גם הדייקים של מבואי האספקה שמספרם רב והולך באיזור זה, עד שהם מצטרפים לכדי רשת שלמה. הם מורכבים אותו הסלע הבאזאלטי ומבקיעים את כל הסלעים שמתחת לקילוח הבאזאלטי הראשי.

התהוותה של אדמה באזאלטית אדומה, עניין בה גם מבחינה פאליאוגיאוגראפית. שכן באזאלטים אלה חשופים היום בשטחים נרחבים, אבל אי אתה מוצא בשום מקום סימנים להתהוות אדמה רצנטיית; השטח כולו מכוסה היום חמאדה באזאלטית. אמור מעתה, שבתקופת הקרטיקון התחתון

היה האקלים בסביבת ואדי רמאן הומידי (לח) הרבה יותר מהיום. מסקנה זו מתיישבת יפה עם העובדה, שבכל שטח הנגב מצויים צמחים מאובנים לרוב בדרגשים התחתונים של אבן החול הנובית שמתקופת הקרטיקון התחתון.

### 3. גיל הפעילות המאגמטית

ראוי לציין, שכל מערכת השכבות מהגיל הטריאסי והיוראסי שבואדי רמאן עשירה ביותר בתופעות מאגמטיות, אבל לא נתגלו שום סלעים מאגמטיים מעל לקילוח הבאזאלטי הראשי. מכאן נראה, שהקרטיקון התחתון גבולו העליון הוא בזמן של הפעילות המאגמטית.

מאידך, סלעים קדומים מתקופת הטריאס אינם חשופים בואדי רמאן. אם כן, הרי הפעולה המאגמטית, שסימניה מתגלים באיזור זה, זמנה בין הטריאס התחתון ביותר לבין היורא העליון ביותר. אמנם התופעות המאגמטיות של ואדי רמאן הן אינטרוסיביות כולן, חוץ מהקילוח הבאזאלטי הראשי. ועל כן אין מתחייב, שהפעילות המאגמטית התחילה כבר בתקופת הטריאס עצמה. יתר על כן, יש מקום להניח, שרוב התהליכים האלה, אם לא כולם, חלו במשך תקופת היורא בלבד. רב גוניותן של התופעות המאגמטיות, הן בסוגי הסלעים והן בדרכי האינטרוסיה, מעידה אמנם על כך, שמיוצג כאן לא שלב מאגמטי אחד בלבד. במסיבות אלו יש להמתין עד שתגמר החקירה המדויקת של סוגי הסלעים השונים לשם קביעת כרונולוגיה מפורטת יותר של המאורעות המאגמטיים.

### 4. השוואה אל שטחים אחרים

אי אפשר לעקוב אחרי התופעות המאגמטיות, המתגלות בואדי רמאן, מעבר לשטח המכתש. מחוצה לו קבורות תצורות היורא והטריאס בעומק מתחת לשכבות עבות, צעירות יותר. המחשוף הקרוב ביותר של סלעים מתקופת המיוזואיקון התחתון נמצא בשני המכתשים של ג'בל עריף, בריחוק 14 ק"מ דרומה. כאן חשוף שוב סדר השכבות עד לתקופת המושל-קאלק, וכאן גם מתגלית מערכת מקבילה של סלעים מאגמטיים.

מחשופים אחרים של סלעים יוראסיים וקדומים מהם מתגלים הלאה דרומה רק בשטח ואדי מַנִּיצִיָה, ומשם דרומה עד לאיזור אילת. וכאן לא נמצאו שום סלעים מאגמטיים מגיל צעיר יותר מתקופת הפרי-קמבריון.

בכיוון צפונה מואדי רמאן אתה נתקל שוב בסלעים של היורא העליון במכתש חתירה. ואולם שום סימנים של פעילות מאגמתית אינם נראים כאן.

בכיוון מערבה מואדי רמאן נחשפת כל המערכת הטריאסית במכתש של ערף א-נאקה, בסיני המזרחית, וגם כאן אין זכר לסלעים המאגמטיים.

מסקירה זו אפשר להגיע לידי המסקנה הכללית, שפעילות מאגמתית רבגונית חלה בתקופת היורא, ואולי כבר בתקופת הטריאס; פעילות זו היתה בעלת אופי היפ-אֶבִּיסאלי בעיקרה; רק בשלביה האחרונים הביאה עליית המאגמה גם לתופעות אכסטרוסיביות. כל הפעילות המאגמתית הזאת היתה מוגבלת בשטחה והצטמצמה בתחום הנגב הישראלי המרכזי.