

## מרבצי הפוספאט בעבר־הירדן \*

מאת

א. לנברג

### תולדות הפיתוח

מציאותם של מרבצי פוספאט בעבר הירדן נודעה ע"י בלאנקנהורן, לרגל תקירותיו באזור ים המלח ב־1908. אחר כך תיארו בלאנקנהורן וקרוש (Krusch) ב־1911 וב־1912 את מרבצי הפוספאט האפאטיטיים ליד אס־סאלט, שתפוצתם מוגבלת והם קשים לכרייה. היום כריית הפוספאט מרוכזת על יד רוסייפה, כ־15 ק"מ צפ' מז' מעמון. פוספאט זה אינו אפאטיטי, הוא בחלקו קשה, בחלקו רך ופריך וקל לכרותו. התצורות הפרודוקטיביות נמשכות לאורך השוליים המערביים של המדבר של עבר־הירדן, והן תוארו ע"י בלייק ב־1930. ב־1941 הוחל בסקר מפורט של הפוספאט הפריך בעבר־הירדן, ששימש ליצור סופרפוספאט בארץ־ישראל. כל הפוספאט שנכרה ברוסייפה במשך 1942—1947, בשיעור של 3000 עד 10,000 טון בשנה, הובא לארץ־ישראל באמצעות החברה של כותב השורות האלו. עם פרוץ מלחמת העצמאות ב־1948 נפסק היצוא לארץ־ישראל. בסיוע של הון מחו"ל שוקמה חברת הפוספאט העבר־ירדנית. ב־1954 הגיעה ליצוא של 62,000 טון פוספאט שנשלח דרך ביירות לאירופה (53,000 טון) ודרך עקבה למזרח הרחוק. ב־1955 נכרו לפחות 100,000 טון.

### גיאולוגיה

המרבצים נמצאים על הרמה, ליד כביש עמון, בקרבת העתק צפ'צפ'מז', שחוצה את הקמר האנטיקלינלי הגדול של רמת עבר־הירדן בין אס־סאלט ובין סוביילה. מרבצי הפוספאט צונחים בתלילות כלפי מערב ( $50^{\circ}$  עד  $70^{\circ}$ ), בצדו המערבי של ההעתק, שמהווה אזור מופרע מאוד לרוחב 50 מ' בקירוב. רובדי הפוספאט עם רובדי בינים של צור וגיר קשה רכובים על גבי סידרה עבה של צור, שנבדלת על ידי ההעתק מהגיר והדולומיט הקינומניים שמהעבר המזרחי של ההעתק. העתק זה הוא קו טקטוני יסודי של שקע ה"בוקייעה", הנמצא בצפ' לסוביילה, בין הכביש עמון—אס־סאלט ובין הגיא של זרקא (יבוק). בצד דר' מע' מסתיים ההעתק בשפה המזרחית הגבוהה של מכתש מאחיס כ־3 ק"מ מדרום לסוביילה. בשני עמקי הנחלים של מאחיס ושל בוקייעה נחשפת אבן־חול למרגלות המצוקים אבל היא נהרסה על ידי האירוזיה כמעט לחלוטין בחלק המרכזי של המכתש. מרבצי החול והחרסית, מטיפוסים דומים לאלה של המכתש הגדול ומכתש רמון, פותחו כאן על ידי החברה שלנו במשך 1942—1947.

\* לפי הרצאה בכנס החברה הגיאולוגית הישראלית, 3 במארס 1955.

### ה פּוֹס פּאָט אַפּאָטִי טִי שֶׁל הַר מֶה

בחתך טיפוסי של מרבצי הפוספאט ליד אסטאלט מוצאים: 1,2 מ' גיר לבן וירוק עם קופרוליתים ועם רובדי בינים של צור כהה; 2-3 מ' פוספאט ירוק, קשה, אפאטיטי; 2 עד 5 מ' גיר פוספאטי קשה, לבן ובתחתית רבדים עבים של גיר.

התפוצה הקבועה, אמנם לא סדירה, של הגוון הירוק ברובדי הפוספאט העיקריים, האופי הצפחתי של חלק מהגיר ומהפוספאט וכן המסיבות הסטרוקטורליות באזור, כל אלה מוכיחים שמחשופי הפוספאט הם שארית מושבת של רובדי פוספאט, שהיו תחילה דלים יותר אך נרחבים יותר, בדומה לפוספאטים בקרבת האן התרורה בכביש ירושלים-יריחו.

בלאנקנהורן, קרוש ובלייק מייחסים את הפוספאטים האלה לגיל הקאמפן, ואילו פיקרד, במחקרו על מדבר יהודה, קובע אותם בזמן המאסטריכט.

### ה פּוֹס פּאָט שֶׁל שׁוֹלֵי הַמַּדְבָּר

המרבצים שבשולי המדבר ליד רוסייפה ובמקומות אחרים לאורך מסילת הברזל החגיג'אזית נחשפים בצלעות של נחלי-אירווייה, שחותכים את רובדי הצור והגיר הגליים מאותו הגיל המאסטריכטי הצונחים כלפי צפון.

חתך כולל על פי המחשופים של עמון, זרקה, רוסייפה וחסה שמתוארים על

ידי בלייק הוא כלהלן:

סידרת פוספאט עם רובדי בינים של צור	10 מ'
צור עם רובדי בינים של גיר	" 70
גיר רך וקשה מתחלפים בסירוגין	" 35
קירטון	" 200

חתך טיפוסי של מרבצי הפוספאט ברוסייפה נקבע ע"י אייזנשטיין כלהלן

(מהתחתית אל העלית):

1. אופק פוספאט תחתי, פריך, הרבדים נבדלים באמצע ע"י פוספאט קשה, שרכוב גם למעלה 2.6 מ' גיר וחואר
2. אופק פוספאט שני, פריך, מכיל תרכיזי צור ופסים חואריים
- 0,7 " פוספאט קשה
- 1.0 " אופק פוספאט שלישי, פריך
- 1,3 " גיר וצור פוספאטיים
4. אופק פוספאט עליון, פריך, עם פסים חואריים 1.0 " גיר למעלה

אבנימלך הביא תיאור של בעלי החוליות המאובנים הנמצאים בשפע בפוספאט

של מכרות רוסייפה, בעיקר שינים שמורות יפה של דגים וזוחלים, וקצת חלקי שלדים מגיל המאסטריכט.

קו אופייני של המרבצים בשולי המדבר הוא רבידתם האופקית בדרך כלל או כמעט אופקית, ובמקומות שונים הם מעוותים פחות או יותר, הרבדים הפוספאטיים העיקריים הם בחלקם הניכר פריכים, לפעמים גם אבקתיים.

הים הרדוד של גיל מאסטריכט, באיזור ליטוראלי, מורם, היה הגורם להצטברות העצומה והרבגונית של שרידי עצמות. אבל הפריכות של חלקים מהמרבץ אינה מסתברת על ידי דרך ההרבדה של תקופת הסינון בלבד. יתכן שפעל גם לחץ אנכי קל של הסלעים הרכובים האיאווקניים, אלא שאין הוכחות לכך אם הים האיאווקני בכלל חדר אל החלק המרכזי של רמת עבר הירדן. אבל היובש הממושך בארץ מדברית ומדברית-למחצה, שמורמה גבוה מעל פני מי התהום הכלליים, ודאי סייע לשמירתם ולהשבת רכותם של רובדי הפוספאט.

### הרכב כימי

סלע בעל שיעור גבוה של פוספאט מאס-סאלט בנוי גרגרים שטוחים, עדישים של אפאטיט ונעשה ע"י מטאמורפוזה למאסה צפחתית, כחולה ירוקה, קשה, והוא בעל משקל סגולי גבוה ביחס (3.2). שיעור  $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$  משתנה בין 60% ל-80%, שרידי מאובנים אינם מצויים.

אנאליזה אחת של בלאנקנהורן מראה אחוז נמוך ביחס של  $\text{CaCO}_3$ , שיעור בינוני של ברזל ושל אלומיניום (1.62%), אחוז גבוה של פלואור-קאלציום (16.18%), ואחוז מועט של מים קשורים (0.1%). אופייני לפוספאט אפאטיטי.

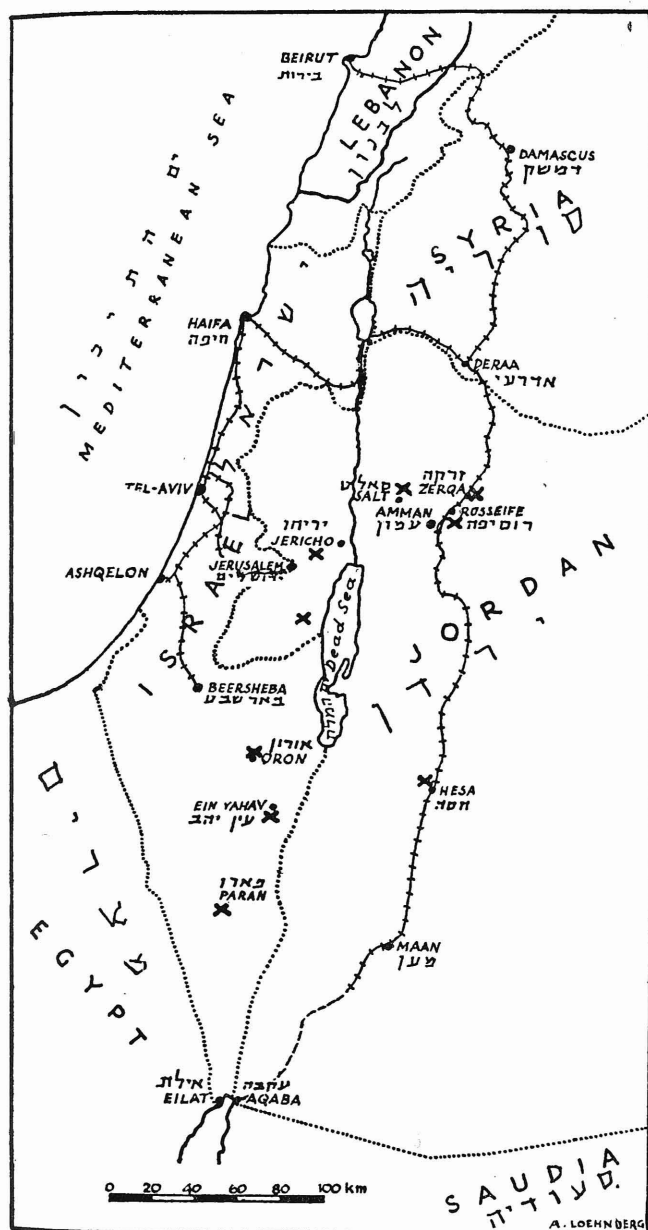
במרבצים של שולי המדבר מבנה הפוספאט הוא אבקתי או בעל אופי אמורפי או סמיאמורפי. הגוון הוא לבן עד אפור-בינוני עד אפור-כהה.

להלן אנאליזה טיפוסית ממכרות רוסייפה:

$\text{P}_2\text{O}_5$	34,5%
Ca O	52,7"
$\text{Al}_2\text{O}_3$	} 0,6"
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	
C O <sub>2</sub>	3,5"
S O <sub>3</sub>	2,0"
F	2,5"
Si O <sub>2</sub>	2,4"
לא מוגדר	1,8"
ס"ה	100,0%

על פי נתונים אלה אפשר לחשב את הרכב המינרלים כלהלן:

75,3%	טריקאלציום פוספאט
8,1%	קאלציום קארבונאט
3,4%	קאלציום סולפאט
5,2%	קאלציום פלואור



מרבצי פוספאט בישראל ובעבר-הירדן, מאת א. לנברג

שיעור הלחות (מים קשורים) של דוגמאות ביבוש טבעי הוא 1.0% עד 1.5% בטמפרטורה של 100°.

הפוספאט הפריך נבדל יפה מהפוספאט האפאטיטי של הרמה, שמכיל אחוז גבוה יותר של Al ושל Fe, שיעור הרבה יותר גבוה של פלואור ואחוז נמוך יותר של מים קשורים באופן כימי.

#### תפוצת הפוספאטים בעבר-הירדן

רוסייפה, מרכז ייצור הפוספאט בעבר הירדן, שוכנת בשטח של מרבצים חשובים. אך יש להניח שקיימים מרבצים נוספים בעלי ערך כלכלי בחלקים אחרים של עבר-הירדן. ההתפשטות הנרחבת של תצורות סינוניות, המכילות בחלקן גם רבדים פוספאטיים, לכל אורך הגבול המזרחי של רמת עבר-הירדן ממפראק-זרקה בצפון עד מען-קבע-עשתר בדרום, מצדיקה את הסיכויים למצוא מרבץ פוספאטי בעל ערך כלכלי אפשר שתנאים גיאולוגיים דומים, כמו בגבול המערבי של המדבר, חוזרים ומופיעים גם הלאה מזה במזרח, מעבר לאגנים האיאוקניים הסינקלינליים הגובלים במזרח שוב בתצורות סינוניות. אין זה איפוא מן הנמנע שאזורי גבול עבר הירדן בסביבות בייאר יכילו מרבצים פוספאטיים נוספים שאינם ידועים בשעה זו.

#### ביבליוגרפיה של הפוספאטים בעבר-הירדן

- Blanckenhorn M., *Naturwissenschaftliche Studien am Toten Meer und im Jordantal*, Berlin 1912.
- do —, Über das Vorkommen von Phosphaten etc. in Palaestina u. Aegypten, *Zeitschr. f. Prakt. Geol.*, 1903, p. 294.
- Krusch P., *Die Phosphatlagerstaetten bei Es-Salt im Ostjordanlande*, *Z. f. Prakt. Geol.* 1911, pp. 379—406.
- Blake G. S., *Mineral Resources of Palestine & Transjordan*, Jerusalem, 1930, pp. 37-41.
- do — *Geol., Soils and Minerals in Ionides M. G., Rep. on the Water Resources of Transjordan*, London, 1939, p. 117 ff.
- Transjordan Phosphate Co. 1939 (לא פורסמו) דו"חים.
- Löhnberg A. and E. — Aisenstein B., *Reports, 1942-47* (לא נתפרסמו).
- Lachower D., *Experiments in Exploitation of Transjordan Mineral Phosphates for Fertilization Purposes*, Hadar, Tel-Aviv, Dec. 1938, pp. 349-351.
- Gray A. N., *Phosphates and Superphosphate*, London, 1944.
- Avnimelech M., *On Vertebrate Remains in Senonian Phosphate Beds, in Transjordan*, *Ber. Schweiz. Geol. Ges.* vol. 42, Nr. 2, 1949, pp. 486-490.

Quennel A. M. The Geol. and Min. Resources of (Former) Trans-Jordan Col., Geol. and Min. Res. Vol. 2, No. 2, London 1951, pp. 85-115.

Razzack H. H. A., Report on Industrial Devlp. of Jordan, U. N. Tech. Ass. Adm. 1951 (לא פורסם).

Picard L., Geol. Res. in the Judean Des. Jerusalem, 1931.

Strutt, Proc. Roy. soc. A., vol. 81, p. 275.

Mineral Trade Notes, Washington, D. C., vol. 41, No. 1, pp. 46-48.

## וולקניסם ניאוגני בעין-יהב \*

מאת

ז. שיפטן

תופעות וולקניות רבות מזמני הניאוגן ידועות בחלקיה הצפוניים של ארץ-ישראל, בעיקר בשטחי הגליל התחתון המזרחי, איזור שהיה מושפע ביותר ע"י תהליכים טאפרוגניים בתקופת הניאוגן. השלבים הוולקניים השונים מתוארים כמיוקניים ופליוקניים — מלבד הוולקניסם הפלייסטוקני, החורג ממסגרת סקירה זו. לעומת זאת לא היה ידוע דבר על פעילות וולקנית מתקופת הניאוגן בדרומה של א"י. עוד ב-1943 אומר פיקרד, כי "מוזר הוא העדר של תופעות וולקניות היכולות לרמוז על שבירה ניאוגנית". עם פירסומה של המפה הגיאולוגית של א"י, דף דרום, מאת שאו, בשנת 1947 נודעו בפעם הראשונה תופעות וולקניות פוסט-קרטציות בנגב. במפה זו, ובחוברת המלווה אותה, מתאר מחברה פקק בולתי בוואדי עישישייה אשר בסביבת עומר (אל-עמר) ומציין כי פקק זה הוא אינטרוסיה שלפי הנראה לתוך חוואר פאלאיאוקני וקירטון איאוקני. הוא גם מוסיף שתופעה דומה, ומחשוף גדול יותר של סלעים מאגמתיים, בפורמציות השייכות לקרטיון העליון "או לגיל מאוחר יותר" נמצא בטפילה אשר באדום.

ידועות נוספות על תופעות וולקניות פוסט-קרטיוניות מצד מערב של עמק הערבה מובאות ע"י בן-תור וחבריו לעבודה בסקר הגיאולוגי של הנגב; המדובר הוא על דייק וולקני בסביבת עין-יהב.

בהזדמנות מיפוי גיאולוגי מפורט של סביבת עין-יהב, שבוצע ב-1953 על ידי עבור חברת פאן-איזוראל אויל נתגלה גם טוף וולקני המכיל פצצות-בזלת. טוף זה מופיע בקשר עם הדייק (ר' ציור 1) והוא נמצא רבוד בין שכבות הידועות בתור שכבות "סידרת הצבה".

כיוונו של הדייק הוא צפון  $80^{\circ}$  מערב, ז. א. כמעט בדיוק מערב-מזרח. עביו

\* לפי הרצאה בישיבת החברה הגיאולוגית הישראלית, 19 במאי 1954.