

# השפעת קני נמלים על פוריות הקרקע במרעה הטבעי

מאת

חנה קווימדז'יסקי\*, ח' צבן\*, י' עופר\*\*

„לך אל נמלה עצל  
ראה דרכיה וחכם”  
(משלי, ו', 6)

## תקציר

מעל קני נמלים בשדות מרעה טבעי בדרום נוצרות כמויות של ירק טבעי וחומר יבש העולות פי שלושה על כמויות הצומח שבסביבתם. נעשה ניסוי לבירור הגורמים היוצרים את שפע הירק מעל קני הנמלים. בשלב ראשון, בשנת 1961/62, נערכה תצפית מקדימה שנתנה יסוד להנחה, כי הפרשי היבול עשויים להיות תוצאה מהבדלים ברמות פוריות הקרקע בין קני נמלים לשדה שמסביב ובכיוון זה נמשכו הניסויים בשנת 1962/63.

הבדיקות הראו, כי זמינות החנקן והזרחן בקני הנמלים גדולה באופן ניכר בהשוואה לזו של קרקע השדה. כן היו גדולים יותר המוליכות החשמלית, ורמות המגנזיום, הסידן, האשלגן והנתרן במיצוי מעיסת קרקע רוויה של קני הנמלים. לעומת זאת לא נמצאו הבדלים ניכרים בין קני הנמלים וקרקע השדה ב- $pH$  ובאחוז הגיר. אחידות מירקם הקרקע מקני הנמלים היתה גדולה יותר מזו של קרקע השדה. אחוז החומר האורגני בקני הנמלים היה נמוך מזו שבקרקע השדה בסוף הסתיו, ושווה לו – באמצע החורף.

דישון הקרקע בשדה, במגמה לקבל תוצאה דומה לזו שהתקבלה בקני הנמלים, הביא להגדלת יבולי הצומח ב-1961/62, שנה שבה כמות המישקעים היתה בשעור 201 מ"מ, אך לא נתן תוצאות חיוביות ב-1962/63, כאשר כמות המישקעים היתה בשעור של 150 מ"מ וחלוקתם – גרועה.

התוצאות מאשרות את ההנחה בדבר קיום קשר בין היבולים הגבוהים בקני הנמלים לבין רמתם הגבוהה של יסודות המזון הדרושים לצמח, בקרקע זו. אישור הנחה זו אינו מפחית מתרומתם האפשרית של גורמים אחרים אשר לא נבדקו בניסוי זה.

## מבוא

בשדות המרעה הטבעי בדרום הארץ, בולטת התופעה של היווצרות תלוליות צמחים במישור הצומח (תמונה 1). גובה הצומח ויבולו בתלוליות אלה עולים פי שלושה ויותר על אלה שבסביבתן. התלוליות קשורות כמעט תמיד בקן-נמלים. הרכב הצומח מעל קני הנמלים דומה, בדרך-כלל, לזה של הסביבה, אולם לעיתים שולטת בו חרצית-מצויה, בריכוז דומה למצוי בחורבות.

מפירסומי מכון וולקני לחקר החקלאות, סדרת 1967, מס' 1289. התקבל במערכת בספטמבר 1966; אושר לפירסום באפריל 1967.

\* האגף לקרקע ומים, מכון וולקני לחקר החקלאות, רחובות.  
\*\* האגף לשימור הקרקע, משרד החקלאות.



תמונה 1: תלולית ירק מעל קן נמלים בשדה

מתעוררת השאלה, מהם גורמי ההשפעה של קני הנמלים על הגדלת היבול, והאם ניתן לחקות תופעה זו ולהגדיל על-ידי כך את יבולי המרעה הטבעי. באופן כללי אפשרויות כמה השפעות של הקנים:

- א. השפעה על התנאים הפיסיקאליים של הקרקע.
- ב. השפעה על התכונות הכימיות של הקרקע.
- ג. השפעת חומרי-צמיחה.

לשם ברור השאלה הנ"ל, נערכה תצפית בחורף תשכ"ב (1961/62), ולאור תוצאותיה, נערך ניסוי בשנת תשכ"ג (1962/63). מתוך שלוש האפשרויות שצויינו לעיל נבדקו רק השתיים הראשונות.

#### תצפית מוקדית בחורף תשכ"ב (1961/62)

בעת סקר הקרקעות באגן ב', אשר במפעל שקמה, נלקחו לבדיקה דגימות של קרקע חומה בהירה לסית על-גבי פאליאוסול חרסיתי. חלק מהדגימות נלקחו מהשדה וחלקן – מקני הנמלים. תוצאות הבדיקות מובאות בטבלה 1.

מתוצאות הבדיקה נראה, כי המוליכות החשמלית בקרקע הקנים גבוהה יותר ואחוזו הגיר נמוך יותר מאשר בקרקע השדה, בעיקר בשכבות התחתונות; קיבול השדה היה טוב יותר, אחוז החול נמוך יותר ואחוז החרסית גבוה יותר בשכבות העליונות של הקנים.

בנובמבר 1961 נערכה תצפית לבדיקת ההשפעה של מבנה הקרקע ודישונה, על הצומח, בקרקע השדה לעומת קרקע קני-הנמלים. התצפית נערכה בקרקע חומה בהירה לסית על-גבי פאליאוסול חרסיתי. המרכיב העיקרי בצומח בשטח השדה ומעל קני-הנמלים היה מלעניאל-מצוי וחרצית-מצויה. בשטח התצפית ירדו 201 מ"מ גשם. מועד הגשם האחרון היה ב-22/2/62. בניסוי נכללו ארבעה טיפולים בחמש חזרות, כדלקמן:



# ט ב ל ה 1

## התכונות של קרקע השדה בהשוואה לתכונות הקרקע בקן נמלים

גיר (%)	תגובת הקרקע (pH)	מוליכות חשמלית (מילימוס)	קיבול-שדה (%)		משקל נפחי	חרסית (%)	סילט (%)	חול דק (%)	חול גס (%)	מקור הקרקע	העומק (ס"מ)
			משקל	נפח							
26.0 28.0	7.8 8.1	0.85 41.2	21.5 23.3	31.1 334.4	1.45 1.48	24.5 232.4	44.0 43.5	28.6 21.8	3.3 12.3	השדה קני נמלים	30-0
32.0 528.0	8.0 8.1	0.8 1.7	22.0 24.6	33.8 38.8	1.54 1.58	35.0 38.7	39.5 40.5	21.5 18.5	4.0 2.3	השדה קני נמלים	60-30
35.0 23.0	8.1 8.0	0.96 5.7	23.0 22.1	36.1 35.0	1.57 1.58	38.0 37.0	40.1 40.5	18.2 19.5	3.5 3.0	השדה קני נמלים	90-60
29.0 18.5	8.1 8.1	0.8 6.8	23.1 23.0	37.2 36.0	1.62 1.57	39.7 34.3	38.1 46.1	18.0 16.9	4.2 2.7	השדה קני נמלים	120-90

- 1 פחות חול באופקים העליונים, כשמצויות נמלים.
- 2 יותר חרסית באופקים העליונים כשמצויות נמלים.
- 3 קיבול-שדה גבוה יותר באופקים העליונים, כשמצויות נמלים.
- 4 מוליכות חשמלית גדולה בהרבה, כשמצויות נמלים.
- 5 פחות גיר בקני הנמלים, בעיקר בשתי השכבות התחתונות.

# ט ב ל ה 2

## יבולי הירק בטיפולים השונים, בתצפית הדישון והתיחוח (1961/62)

הטיפולים	החזרה	המשקל (גר') ל-0.1 מ"2	גובה הצומח (ס"מ)	הרכב הצומח
ביקורת (קרקע השדה)	1	45	16	בעיקר מלעניאל
	2	45	20	בעיקר מלעניאל
	3	60	30	בעיקר מלעניאל
	4	45	25	הרבה חרצית
	5	30	8	בעיקר חרציות
	ממוצע אחוזים	45 100	20	
קן נמלים	1	110	45	כמעט רק מלעניאל
	2	195	50	95 % דגן והשאר רחבי עלים
	3	145	45	בעיקר מלעניאל
	4	120	50	בעיקר מלעניאל
	5	165	65	30 % דגן והשאר — בעיקר חרצית
	ממוצע אחוזים	147 326	51	
תיחוח בקרקע השדה	1	15	5	רחבי-עלים
	2	35	8	רחבי-עלים
	3	40	15	רחבי-עלים
	4	40	17	רחבי-עלים
	5	30	10	רחבי-עלים + מלעניאל
	ממוצע אחוזים	32 71	11	
דישון + תיחוח בקרקע השדה	1	170	40	60 % דגן
	2	175	60	רובו דגן
	3	165	45	רובו חרציות
	4	180	50	60 % דגן
	5	135	50	בעיקר דגן
	ממוצע אחוזים	165 366	49	

- א. קני-נמלים ללא כל טיפול.  
 ב. תיחוח לעומק של 15 ס"מ בקרקע רגילה.  
 ג. דישון בשיעור 25 ק"ג/ד' סופרפוספאט ו-37 ק"ג/ד' גפרת-אמון, בתוספת תיחוח לעומק של 15 ס"מ בקרקע רגילה.  
 ד. ביקורת - קרקע רגילה ללא כל טיפול.  
 גודל החלקה היה  $2 \times 2$  מ'. הדישון ניתן ב-1/11/61; תיחוח הקרקע נעשה ב-1/11/61, על-ידי עידור-יד, לשם חיקוי תנאי האיוורור וקיבול המים המשופרים, הקיימים בקני הנמלים. ב-21/3/62 נקצר הירק בחלקות. הוא נשקל, גובהו נמדד ונבדק עומק הרטיבות בקרקע. התוצאות המסוכמות בטבלה 2 מראות, כי יבול הירק בקני-הנמלים עלה פי שלושה על יבול הירק בסביבה. תיחוח בלבד לא גרם להגדלת היבול, אלא להפחתתו. לעומת-זאת, תיחוח ודישון הגדילו את היבול, בדומה להשפעת קני-הנמלים.  
 תוצאות אלה הניעונו להמשיך ולבחון את השפעת דישון הקרקע, מבלי למעט בצורך ובחשיבות של בדיקת הגורמים האחרים שהוזכרו לעיל ואשר לא נבדקו בניסוי הנוכחי.

### הניסוי בשנת תשכ"ג (1962/63)

הניסוי נועד לבדיקת רמת הפוריות של הקרקע בקני הנמלים, בהשוואה לזו של קרקע השדה הוכן לקביעת השפעתן של רמות דישון שונות בשדה, על יבול המרעה, בהשוואה להשפעת הנמלים. תיאור שטח הניסוי: הניסוי נערך בשני מקומות: אגן-משנה א' שבמפעל שקמה, באיוור מושב לכיש, ואגן-משנה ב' שבמפעל שקמה, באיוור קיבוץ רוחמה. נבחרו שדות שקני הנמלים בהם מרובים. הנמלים היו מטיפוס נמלת-הקציר (*Messor semirufus*). הקנים אשר נבחרו היו בפעילות בקיץ שלפני תחילת הניסוי.

שדה הניסוי באגן-משנה א' נבחר על מדרגה (טרסה) טבעית מעל לנחל אדוריים, בגבול המערבי של האגן, בין הקואורדינטות 10342-10346 ו-13480-13490. המקום נמצא בגובה של 275 מ' מעל פני הים, על מדרון דרומי תלול (10%-15%). כמות ניכרת של אבני גיר גדולות מזדקרות על-פני השטח. חלקת הניסוי משתרעת על-פני 0.3 דונאם. הקרקע היא חרסית סילטית חומה גרומוסולית צרורית (2), על-גבי סלע קירטון איאוקני. הקרקע עמוקה (יותר מ-100 ס"מ), בעלת מירקם סייני-סילטי בשכבות העליונות (עד 30 ס"מ) וחרסית סילטית בשכבות עמוקות יותר. היא דלה בחומר אורגני, גירית, בעלת תגובה בסיסית, ואינה מלווה בשכבות העליונות.

שטח הניסוי באגן ב' נבחר בחלקו הדרומי-מזרחי של אגן המישנה, בין הקואורדינטות 10198-10212 ו-12483-12496, בגובה של 200 מ' מעל פני הים, על מדרון דרום-מזרחי מתון (שיפוע של 6%). האיוור הוא גבנוני, ומבוחר על-ידי ערוצים שדפנותיהם זקופים. הסחף הוא ניכר. הקרקע היא חרסית סילטית, חומה כהה, גרומוסולית אקומולאטיבית, ממוצא של מישקעים איאוליים. היא עמוקה, בעלת מירקם סייני-חרסיתי-סילטי בשכבות העליונות וחרסיתי-סילטי עד חרסיתי בעומק; הקרקע דלה בחומר אורגני, והיא בעלת ריאקציה בסיסית, ואינה מלווה בשכבות העליונות (ראה טבלה 8 להלן).

אקלים: האקלים הוא סמיארידי בשני אגני המשנה (1). הטמפרטורה השנתית הממוצעת בקיבוץ דורות הסמוך לאגן ב', בשנים 1957-1963 היתה 20.3 מ"צ. טמפרטורת המאכסימום הממוצעת (אוגוסט) היתה 26 מ"צ ואילו טמפרטורת המינימום הממוצעת (ינואר) - 14.6 מ"צ. הממוצע השנתי של המישקעים בתקופה הנ"ל היה 360 ו-330 מ"מ באגן א' וב', בהקבלה בשנת הניסוי היתה כמות המישקעים מועטה וחלוקתם - גרועה ביותר.



# הגשמים וחלוקתם בשנת 1962/63 (מ"מ)

אגן א'	אגן ב'	
7.0	9.0	אוקטובר
9.0	9.0	נובמבר
14.0	26.0	דצמבר
3.0	2.0	ינואר
100.0	107.0	פברואר
16.0	17.0	מארס
11.0	4.0	אפריל

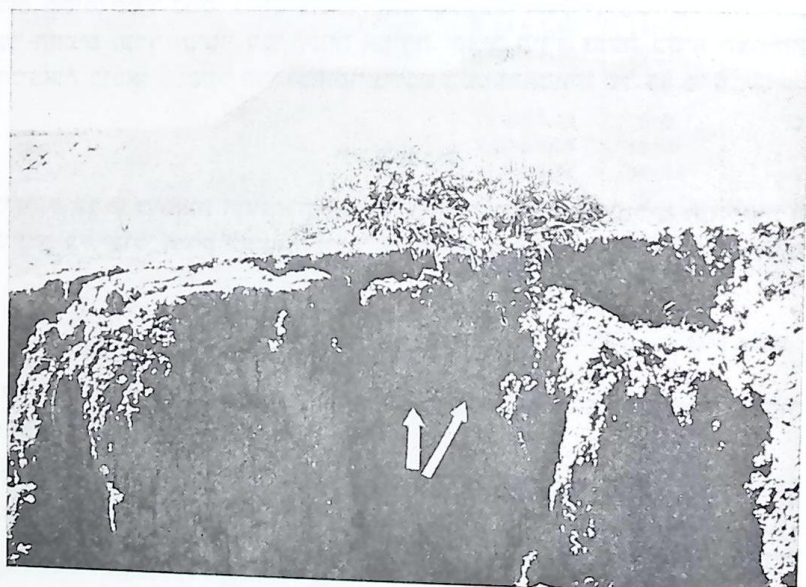
סה"כ 160.0 מ"מ 174.0 מ"מ

צומח: השטחים נבחרו מלכתחילה והמרכיב הצמחי העיקרי בהם היה מלעניאל-מצוי. הצמחיה היתה מגוונת בשיבולת-שועל מצוייה, תלתן ארגמני ורחבי-עלים שונים.

## שיטות העבודה

נלקחו מידגמי קרקע ב-28/10/62, לפני הדישון, מתוך חמישה מקומות בכל חלקת ניסוי, לרבות קני הנמלים. המידגמים הוצאו משכבות בעומק של 0-5 ס"מ, 5-15 ס"מ ו-15-30 ס"מ. בכל המידגמים נבדקו חנקן, זרחן, אשלגן, המוליכות החשמלית (מליחות הקרקע) ותכולת קאטיונים מסיסים במיצוי מעיסת קרקע רווייה.

נוסף לכך נלקחו דגימות-קרקע משכבות 0-30, 30-60, 60-90 ס"מ, בשלושה מקומות בכל שדה-ניסוי ובקני הנמלים. באלה נבדקו המירקם, התגובה (pH) ואחוז הגיר. חומר אורגני נקבע רק בשכבה העליונה (0-30 ס"מ). ב-15 בינואר 1964 נלקחו מידגמי-קרקע נוספים באגן ב' בלבד, ונבדקה בהם שנית רטיבות הקרקע ורמות החומר האורגני.



תמונה 2: חתך בקן נמלים עד עומק של 1 מ'.  
שים לב למחילות הקן מתחת לצומח (מעל החצים הלבנים).

מירקם הקרקע נקבע בשיטת השדה, על-סמך תכונות הסמיכות הפלאסטיות של הקרקע (11). אחוז הגיר נקבע בשיטה הגזומטרית (14), ה-pH – בעזרת אלקטרודת הזכוכית (10), החומר האורגני – על-ידי חימצון בביכרומאט האשלגן (6). המוליכות החשמלית והרכב הקאטיונים בתמצית מעיסת קרקע רוויה נבדקו לפי השיטות של המעבדה למלחות הקרקע ומעבדות תחנת ההדרים בריברסייד, קאליפורניה (5, 10). חנקן זמין בקרקע נבדק על-ידי מודיפיקציה של שיטת הניטריפיקציה המקובלת באיובה (5, 12), כדלקמן:

1. במיצוי המימי (ביחס קרקע:מים של 10:1) המתקבל משטיפת הקרקע לפני התחלת הניטריפיקציה.
  2. בקרקע השטופה לאחר אינקובציה במשך שבועיים ברטיבות של קיבול-שדה ובטמפרטורה של 30 מ"צ.
- הזרחן הזמין בקרקע נבדק לפי שיטת אולסן (9), במיצוי של סודיום ביקארבונאט. האשלגן הזמין נקבע לפי שיטת וודרוף (13), המבוססת על קביעת הערך של שינוי האנרגיה החופשית ( $\Delta F$ ) המשתחררת בעקבות ריאקציות חילוף בין יוני האשלגן לבין יוני הסידן והמגנזיום במערכת קרקע-מים\*.

הדישון נעשה ב-20/11/62, בידיים, בפיזור על-פני הקרקע, ללא הצנעה, ובצירופים הבאים:

- |                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| 1. קן נמלים – ללא דישון          | 6. זרחן 30, חנקן 0 ק"ג  |
| 2. ביקורת – קרקע רגילה ללא דישון | 7. זרחן 30, חנקן 10 ק"ג |
| 3. זרחן 0, חנקן 10 ק"ג           | 8. זרחן 30, חנקן 20 ק"ג |
| 4. זרחן 0, חנקן 20 ק"ג           | 9. זרחן 30, חנקן 40 ק"ג |
| 5. זרחן 0, חנקן 40 ק"ג           |                         |

הניסוי נערך לפי שיטת החלקות המפוצלות (Split plots), בשמונה חזרות. כל בלוק התבסס על קן נמלים, שסומן תמיד במס' 1. הטיפולים האחרים נקבעו באקראי בכל בלוק. גודל כל חלקה: 4 מ'². בשני האגנים נערך הניסוי לפי תכנית אחידה. קציר הירק נעשה בשיא הצמיחה, בתחילת אפריל. התוצאות בוטאו כמשקל טרי וכחומר מייבש בטמפרטורה של 85 מ"צ.

## תוצאות

בטבלות 3 עד 9 מובאות התוצאות של בדיקות הקרקע בקני-נמלים ובחלקות הניסוי לפני הדישון, ונתונים על יבולי הירק לאחר הטיפולים השונים. הנתונים המובאים הם ממוצעים לשמונה חזרות.

התכונות הכימיות של הקרקע (טבלות 3-6).

שיעור החנקן הניטראטי במיצוי המימי בקני הנמלים עלה פי 3-6 על שיעורו בביקורת ופי 2-4 לערך לאחר תקופת האינקובציה.

כמות החנקן הניטראטי במיצוי המימי (טבלה 3) היתה קטנה בהרבה מכמות החנקן לאחר האינקובציה והיא הגיעה בביקורת עד 8%-10%, ובקני הנמלים – ל-20% מכלל כמות הניטראטים

\* חישוב שינוי האנרגיה החופשית ( $\Delta F$ ) נעשה על יסוד הריכוזים של יוני האשלגן, הסידן והמגנזיום בתמיסת הקרקע, הנמצאת בשיווי-משקל עם הקרקע. במצב זה משקפת תמיסת הקרקע, לפי וודרוף, את היחסים שבין היונים בקומפלקס הסופח. בה במידה שערך  $\Delta F$  גבוה יותר, כלומר – ערכו המוחלט נמוך יותר, קטנה אנרגיית הקשר של האשלגן וקל יותר לשורשי הצמחים לקולטו.



לאחר האינקובאציה. בתוצאות המתקבלות לאחר אינקובאציה, בולטת נטייה להתרחבות ההפרשים בין הביקורת לקני הנמלים, עם העומק, דבר המצביע על מלאי גדול של חנקן בשכבות העמוקות של קני הנמלים, בהשוואה לזה של הביקורת. הרמה הכללית של הניטראטים בקרקע היתה גבוהה יותר באגן א' מאשר באגן ב', ועובדה זו מתבטאת בערכים היחסיים בין קני הנמלים לביקורת.

### ט ב ל ה 3

שעורי החנקן הניטראטי בקרקע השדה ובקני הנמלים

אגן	שכבת הקרקע (ס"מ)	במיצוי מימי			
		שדה		קני נמלים	
		חנקן ניטראטי (ח"מ)	גר' לד'***	חנקן ניטראטי (ח"מ)	גר' לד'
א'	5-0	$1.53 \pm 0.15$	103	$9.91 \pm 2.60$	669
	15-5	$1.07 \pm 0.18$	144	$4.06 \pm 1.37$	547
	30-15	$0.45 \pm 0.01$	90	$1.17 \pm 0.41$	237
ב'	5-0	$0.60 \pm 0.09$	49	$3.52 \pm 2.60$	238
	15-5	$0.36 \pm 0.07$	41	$1.53 \pm 0.93$	206
	30-15	$0.20 \pm 0.06$	40	$1.67 \pm 0.83$	339

אגן	שכבת הקרקע (ס"מ)	לאחר אינקובאציה במשך שבועיים ב-30 מ"צ			
		שדה		קני נמלים	
		חנקן ניטראטי (ח"מ)	גר' לד'	חנקן ניטראטי (ח"מ)	גר' לד'
א'	5-0	$18.8 \pm 2.05$	1270	$35.1 \pm 4.20$	2308
	15-5	$7.74 \pm 1.04$	1056	$22.1 \pm 3.40$	2985
	30-15	$2.98 \pm 0.29$	615	$8.35 \pm 2.53$	1690
ב'	5-0	$12.2 \pm 1.30$	826	$27.9 \pm 6.07$	1881
	15-5	$2.20 \pm 0.19$	297	$9.82 \pm 2.52$	1325
	30-15	$1.2 \pm 0.21$	259	$4.48 \pm 1.16$	906

\* ח"מ - חלקי מיליון.  
 \*\* הגורמים להפיכת ח"מ לגר' לדונאם הם: לשכבת 5-0 ס"מ - 67.5 טון/לד'.  
 לשכבת 15-5 ס"מ - 135.0 טון/לד'.  
 לשכבת 30-15 ס"מ - 203.0 טון/לד'.

\*\*\* שגיאת התקן.

כמות הזרחן בקני הנמלים (טבלה 4), בשכבות הקרקע העליונות, עלתה עד פי שניים מאשר בביקורת. לא נמצא כמעט כל הבדל ברמות האשלגן (טבלה 5) בין קרקעות הביקורת לקרקעות מקני הנמלים. לעומת-זאת, נמצאה בקני הנמלים תוספת מסוימת של אשלגן מסיס, של סידן, ושל מגנזיום ונתרן מסיסים, בהשוואה לביקורת, וכן גדלה פי שניים המוליכות החשמלית בקרקע הקנים (טבלה 6). כנגד זה, לא היו הבדלים ניכרים ב-pH ובאחוזי הגיר בין קרקע הקנים לקרקע השדה (טבלה 8).

**ט ב ל ה 4**  
שעורי הזרחן הזמין בקרקע השדה ובקני הנמלים

היחס קני נמלים/ שדה	קני נמלים		שדה		שכבת הקרקע (ס"מ)	אגן
	גר' לד'	ח"מ	גר' לד'	ח"מ		
1.78	2095	$31.0 \pm 1.73$	1179	$17.5 \pm 1.91$	5-0	א'
1.64	3090	$22.9 \pm 1.29$	1875	$13.9 \pm 1.14$	15-5	
1.22	2785	$13.7 \pm 1.74$	2279	$11.3 \pm 1.33$	30-15	
2.44	1511	$22.4 \pm 6.84$	618	$9.15 \pm 0.96$	5-0	ב'
2.58	1792	$13.3 \pm 3.44$	693	$5.13 \pm 0.71$	15-5	
1.60	1399	$6.9 \pm 0.85$	871	$4.30 \pm 0.72$	30-15	

**ט ב ל ה 5**  
שעורי האשלגן בקרקע השדה ובקני הנמלים  
(ערכי אנרגיה חופשית, לפי וודרוף בקאלוריות למול)

היחס קני נמלים/ ביקורת	אנרגיה חופשית ( $\Delta F$ )		שכבת הקרקע (ס"מ)	אגן
	קני נמלים	ביקורת		
1.04	$-2794 \pm 44.0$	$-2906 \pm 37.0$	5-0	א'
1.02	$-3009 \pm 28.0$	$-3072 \pm 111.0$	15-5	
1.02	$-3150 \pm 45.0$	$-3198 \pm 73.0$	30-15	
1.03	$-2900 \pm 42.0$	$-2987 \pm 33.0$	5-0	ב'
1.00	$-3022 \pm 31.6$	$-3035 \pm 44.0$	10-5	
1.00	$-3021 \pm 59.4$	$-3025 \pm 37.0$	15-10	

**ט ב ל ה**  
שעורי הקאטיונים המסיסים והמוליכות החשמלית

אגן	שכבת הקרקע (ס"מ)	אשלגן						סידן + מגנזיום	
		שדה		קני נמלים		היחס קני נמלים/ שדה	שדה		קני נמלים
		מ"א לליטר	גר' לדונאם	מ"א לליטר	גר' לדונאם				
							מ"א לליטר	גר' לדונאם	
א'	5-0	0.39 ± 0.03	443	0.62 ± 0.06	740	1.58	6.59 ± 0.35	6160	10.98 ± 0.46
	15-5	0.25 ± 0.03	555	0.32 ± 0.01	753	1.26	4.30 ± 0.21	8097	6.52 ± 0.43
	30-15	0.17 ± 0.02	605	0.20 ± 0.02	703	1.14	3.17 ± 0.15	9297	3.77 ± 0.12
ב'	5-0	0.35 ± 0.02	412	0.43 ± 0.04	525	1.21	7.11 ± 0.22	6886	7.84 ± 0.77
	15-5	0.22 ± 0.02	509	0.25 ± 0.02	578	1.13	3.31 ± 0.19	7020	4.14 ± 0.43
	30-15	0.19 ± 0.01	674	0.21 ± 0.02	784	1.11	2.30 ± 0.19	7090	2.81 ± 0.50



במידגמים שנלקחו ב-28/10/62, עלתה כמות החומר האורגאני בקרקע-השדה באופן מובהק על זו שבקני הנמלים. במידגמים שנלקחו ב-13/1/64 השתוותה הכמות בקרקע השדה לזו של קני הנמלים. המידגמים הראשונים נלקחו לפני הגשם, ומידגמי ינואר – לאחר שירדו כמויות גשם ניכרות.

# ט ב ל ה 7

אחוז חומר אורגאני בשכבת 0-30 ס"מ של קרקע השדה וקני הנמלים

אגן	תאריך הדגימה	% חומר אורגאני		היחס קני נמלים/שדה
		שדה	קני נמלים	
א'	28/10/62	$1.31 \pm 0.18$	$0.94 \pm 0.39$	0.71
	בדיקה חוזרת בנובמבר 1963	$1.02 \pm 0.22$	$1.07 \pm 0.11$	1.04
ב'	28/10/62	$1.19 \pm 0.02$	$0.77 \pm 0.02$	0.61
	בדיקה חוזרת בנובמבר 1963	$0.81 \pm 0.14$	$0.72 \pm 0.02$	0.89
	13/1/64	$1.26 \pm 0.04$	$1.28 \pm 0.07$	0.98

# המירקם (טבלה 8).

בקרקעות של קני הנמלים באגן א' ניכרת אחידות גדולה יותר בחתך, מאשר בקרקעות השדה. המירקם הדק מתחיל כבר מפני השטח. באגן ב' אין הבדלים מובהקים במירקם בין קני הנמלים לשדה, אולם לפי טבלה 1 ולפי בדיקות הרטיבות, יש להניח, כי אחוז החרסית בקני הנמלים באזור זה, גבוה יותר בשכבות העליונות.

# 6 נמצוי של עיסת קרקע רוויה מהשדה ומקני הנמלים

נתרן									
גר' לדונאם	קני נמלים/שדה	שדה		קני נמלים		שדה		קני נמלים/שדה	גר' לדונאם
		מוליכות	קני נמלים	מוליכות	גר' לדונאם	מ"א לליטר	גר' לדונאם		
10791	1.66	$0.95 \pm 0.05$	635	$2.06 \pm 0.36$	1446	2.17	$0.85 \pm 0.04$	$1.40 \pm 0.06$	1.64
12643	1.52	$0.76 \pm 0.04$	991	$1.26 \pm 0.18$	1746	1.66	$0.63 \pm 0.03$	$1.01 \pm 0.13$	1.59
10895	1.18	$0.71 \pm 0.03$	1486	$0.83 \pm 0.09$	1713	1.17	$0.51 \pm 0.02$	$0.58 \pm 0.03$	1.13
7891	1.10	$1.60 \pm 0.20$	1107	$2.22 \pm 0.22$	1596	1.39	$0.97 \pm 0.50$	$1.11 \pm 0.44$	1.14
7873	1.25	$1.69 \pm 0.27$	2298	$2.13 \pm 0.34$	2893	1.26	$0.65 \pm 0.05$	$0.87 \pm 0.06$	1.33
8643	1.22	$4.71 \pm 0.91$	3764	$5.75 \pm 1.62$	2632	1.22	$1.09 \pm 0.14$	$1.02 \pm 0.12$	0.94

טבלה 8  
ערכי pH, גיר ומורקם בקרקע השדה ובקני הנמלים

המורקם		% הגיר			pH			שכבת הקרקע (ס"מ)	אין
		קני נמלים	שדה	היום קני נמלים/שדה	קני נמלים	שדה	היום קני נמלים/שדה		
א'	קני נמלים	שדה							
	חרסית סילטית	סיין סילטית						5-0	
	חרסית סילטית	סיין חרסיתי סילטית						15-5	
	חרסית סילטית	חרסית סילטית						30-15	
	חרסית סילטית	חרסית סילטית						60-30	
ב'	קני נמלים	שדה						90-60	
	חרסית סילטית	סיין חרסיתי סילטית						30-0	
	חרסית סילטית	חרסית סילטית						60-30	
	חרסית	חרסית						90-60	
	חרסית	חרסית							



יבולי ירק (טבלה 9).

טיפול הדישון לא הגדילו את יבולי המרעה ולא ניתן היה למצוא ביניהם הבדלים מובהקים. לעומת-זאת, יבול הירק בקני הנמלים עלה על היבול הגדול ביותר שהתקבל מהטיפולים הנ"ל - פי 3.6 באגן א' ופי 1.7 באגן ב'.

ט ב ל ה 9  
יבולי הירק (חומר יבש) בקני הנמלים ובקרקע השדה שקיבלה  
טיפולים שונים  
(ממוצע לשמונה חזרות)

חומר יבש (ק"ג/ד')		הטיפול
אגן א'	אגן ב'	
63.8	52.5	קני נמלים ביקורת - $P_0N_0$
11.8	27.4	$P_0N_{10}$
9.5	21.1	$P_0N_{20}$
13.3	19.8	$P_0N_{40}$
12.0	25.9	$P_{30}N_0$
15.5	29.6	$P_{30}N_{10}$
14.2	14.6	$P_{30}N_{20}$
17.5	35.3	$P_{30}N_{40}$
13.3	14.6	
3.6	1.7	היחס קני נמלים/ שדה מדושן

## ד י י

תוצאות הבדיקות מצביעות על תכולה גדולה, יחסית, של חומרי-מזון בקני-נמלים בהשוואה לתכולתם בשדה. במיוחד גדולים שעורי החנקן. הדיון מתייחס בעיקרו לזמינותם של החומרים השונים.

חנקן זמין: לפי צ'אפמן (5), אין צורך מידי בדישון חנקני בהדרים, אם רמת החנקן הניטראטי בקרקע, במיצוי מימי, עולה על 5 ח"מ. כמויות קטנות מרמה זו אינן מעידות בהכרח על צורך בדישון חנקני לאלתר, אולם הן מעידות על רמה נמוכה מאד של חנקן זמין בקרקע. ערך גבולי זה נמצא גם בכותנה, בתנאי הארץ, על-ידי י' הלוי\*. בניסויים שתוארו בזה היו הערכים בקרקע השדה נמוכים בהרבה מהנ"ל, ואילו בשכבות העליונות של קני-הנמלים, נמצאו ערכים קרובים לרמה הנדרשת (טבלה 4).

לפי סטנפורד והנווי (12), יש צורך לדשן תירס, אם ערך החנקן הניטראטי שהתקבל לאחר אינקובציה אינו עולה על 4.5 ח"מ (20 ח"מ ניטראטים\*\*). העלייה הצפויה ביבול עקב תוספת של 25 ק"ג/ד' דשן חנקני תהיה בגבולות 55%-84%. אותה כמות דשן עשויה להביא תוספת יבול של 10%-50% בלבד, אם החנקן הניטראטי בקרקע מגיע ל-18.2 עד 20.5 ח"מ (80 עד 100 ח"מ ניטראטים).

\* הודעה בעל-פה.

\*\* הגורם להפיכת כמות החנקן הניטראטי לכמות ניטראטים הוא 4.42.

הלוי והגין (3) הבחינו תגובה רבה של תירס-שלחין לדישון חנקני, בתנאי הארץ, כאשר ערכי החנקן הניטראטי בקרקע לא עלו על 11.6 ח"מ (50 ח"מ ניטראטים בקרקע), תגובה ניכרת – במקרים שערך החנקן הניטראטי בקרקע הגיע ל-20.5 ח"מ (100 ח"מ ניטראטים), תגובה חלשה – בערכים של 34 ח"מ (150 ח"מ ניטראטים) וחוסר תגובה – ב-45.4 ח"מ חנקן ניטראטי (200 ח"מ ניטראטים).

כמויות החנקן הזמין (המבוטא בחנקן ניטראטי) במחקר הנדון, היו נמוכות למדי בקרקעות השדה, בשני מקומות הניסוי.

בקרקעות השדה של אגן א' הגיעה הכמות הממוצעת של החנקן הניטראטי בשכבה 0-15 ס"מ ל-13.3 ח"מ (2.7 ק"ג/ד') ובאלו של אגן ב' – ל-7.2 ח"מ (1.5 ק"ג/ד'). לעומת-זאת בקרקעות מקני הנמלים, במיוחד בשכבות 0-15 ס"מ, גדולות כמויות החנקן הניטראטי – 28.6 ח"מ (5.8 ק"ג/ד') באגן א' ו-19 ח"מ (4.0 ק"ג/ד') באגן ב'. יש לציין, שבשני המקומות התרכזה הכמות הגדולה ביותר של החנקן הזמין בשכבה העליונה של הקרקע (0-5 ס"מ), הן בקרקעות השדה והן בקני הנמלים (טבלה 3). הפרש הערכים בין השדה וקני הנמלים מתבטא בשני המקומות ב-15-30 ח"מ חנקן ניטראטי (3.2-6.3 ק"ג/ד') – כמות השווה לתוספת של 16-32 ק"ג/ד' גפרת-אמון (המכילה 20% חנקן). יש לציין, כי חלה וריאביליות רבה בערכי החנקן הזמין, במיוחד בקני הנמלים באגן ב'. הערכים שהתקבלו בקרקעות השדה נתנו יסוד לצפות לתגובה רבה לדישון חנקני. העדר התגובה המצופה הוא, כנראה, תוצאה של הבצורת החמורה, אשר גרמה לכך שהדשן שפורר על-פני השטח לא התמוסס ולא חדר לקרקע. יש להניח, כי מסיבה זו היתה גם פוריות הקרקע בחלקות המדושות שונה רק מעט מזו של החלקות הבלתי מדושות.

זרחן זמין: ההפרש בערכי הזרחן הזמין בין השדה לבין קני הנמלים (טבלה 4) שקול ל-11.5 ק"ג/ד' סופרפוספט, בשכבה של 0-50 ס"מ, באגן א'. כמויות הזרחן הזמין באגן ב' היו קטנות יותר מאשר באגן א', הן בשדה והן בקני הנמלים, אך נשמר היחס בין הערכים שנתקבלו מקני הנמלים לבין אלו של השדה.

לפי אולסן (9), יש לצפות לתגובה ברורה לדישון בחיטה, שכולת-שועל ואספסת, אם שזור הזרחן (מבוטא ב- $P_2O_5$ ) אינו עולה על 12.5 ח"מ. בגידולים אלה ידועה תגובה לדישון זרחני בשעורים של 12.5-25 ח"מ. שעורי הזרחן הזמין, באגן א', הן בקרקעות השדה והן בקני הנמלים, עלו בהרבה על אלה. לעומת-זאת, בקרקעות השדה באגן ב' פחותות רמות הזרחן מהנ"ל ואלו בקני הנמלים הן גבוהות מהנ"ל בהרבה. אפשר, אולי, ליחס את תוספת היבול בקני הנמלים לתוספת זרחן. הוריאביליות בערכי הזרחן היא קטנה עד בינונית באגן א' וגדולה יותר באגן ב'.

אשלגן זמין: לפי וודרוף (13) אין לצפות לתגובה לדישון אשלגני כאשר ערכי האנרגיה החופשית גדולים מ-3500 קאל'. בארץ נקבע ערך קריטי דומה לגבי אגוז-אדמה באזור שתנאיו האקלימיים והקרקעיים דומים לאלה של נחל שקמה (4). בניסוי המתואר בזה לא ירד ערך האשלגן הזמין אף במקרה אחד מתחת ל-3400 בקרקעות השדה, ומתחת ל-3100 בקרקעות מקני הנמלים; יש להניח שכמות האשלגן הזמין היתה מספקת בכל המקרים. ראוי לציין, כי זמינות האשלגן היתה גדולה באגן ב' מבאגן א', בעוד שזמינות היסודות האחרים באגן ב' היתה קטנה יותר. בקני הנמלים, בשני המקומות, היתה זמינות האשלגן, לפי וודרוף, זהה כמעט, אם כי רמת האשלגן המסיס בעיסת הקרקע הרוויה היתה גבוהה יותר בקני הנמלים באגן א'.

הוריאביליות בתוצאות היתה קטנה מאוד.

הקאטיונים המסיסים (פרט לנתרן), אחוזי הגיר, ערכי ה-pH, המוליכות החשמלית ומירקם הקרקע דומים למדי בקנה הנמלים ובקרקעות השדות, ואפשר להניח כי אינם בין הגורמים התורמים

\* הפקטור להפיכת הזרחן לכמות  $P_2O_5$  הוא 2.29.



להפרשים ביבולי הצומח. ההבדלים הקטנים בין השדות לקני הנמלים ב-pH, באחוזי הגיר ובמוליכות החשמלית, נובעים מהעלאת קרקע על-ידי הנמלים משכבות עמוקות, כלפי מעלה. מירקם: בשכבות העליונות המירקם הוא אחיד ודק יותר בחתך הקרקע מקני הנמלים, מאשר בקרקע השדות. יש להניח, כי הסיבה לכך הוא עירוב קרקע מהשכבות העליונות, בקרקע משכבות עמוקות יותר, על-ידי הנמלים.

חומר אורגאני: לכתחילה היה יסוד להניח, כי אחוז החומר האורגאני בקני הנמלים יהיה גדול מאשר בקרקע השדות. הבדיקות ממידגמי קרקע שנלקחו בסתיו 1962 הצביעו על תוצאות מנוגדות. מידגמים נוספים נלקחו בעונה אחרת – במחצית החורף (ינואר 1963) ואז היה אחוז החומר האורגאני שווה בקני הנמלים ובשדות. מימצאים אלה מחייבים מעקב אחר ההשתנות בריכוז החומר האורגאני במשך עונת הגידול, על-מנת לקבוע את התנאים והקצב להיווצרות ולפירוק החומר האורגאני. יתכן, שבקני הנמלים אומנם נאגר יותר חומר אורגאני, אך מאידך גיסא קיימים שם תנאים נוחים לפירוקו המהיר יותר. אפשר שניתן להסביר בכך את הכמויות הגדולות יותר של החומרים הזמינים, וביחוד חנקן, בקני הנמלים.

יבולים: הכמויות הדלות של המישיקעים, חלוקתם הגרועה ואי הצנעת הדשן עשויים להיות גורם להעדר הפרשים ביבול הירק בהשפעת טיפולי הדישון. תוצאות דומות התקבלו בניסויי דישון של דגני חורף (קיבוץ גת) שנערכו בשנים שחונות. תוצאות אלה מצביעות על הצורך בהוספת חומרי-מזון ומינים למרעה הטבעי. הן גם מבליטות את ערכם של הגורמים העשויים להמצא בקני הנמלים ואשר בניסוי הנוכחי לא ניתן היה לבדוקם. בראש ובראשונה יש להזכיר כאן את השפעת הנמלים על מבנה הקרקע. תיחוח מכאני, או תיחוח-יד, אינם עשויים להביא לאותו מצב אגרנציה המתהווה כתוצאה מפעילות הנמלים והפרשותיהם. למבנה משופר של הקרקע נודעת השפעה מכרעת על זמינות המים וזמינות חומרי המזון, ואלה באים לידי ביטוי רב יותר דווקא בשנת בצורת.

הצנעת דשן בלבד ואפילו הצנעת דשן עם תיחוח לא יכלו, לכן, לגרום אותה השפעה. אומנם, מענין היה לבדוק את השפעת הדישון בשנים שלאחר פיזורו. בניסויים שנערכו בלהב בשנת בצורת (1956/57) נמצאה תגובה רבה לדישון אשר ניתן שנה קודם לכן\*.

גורם אחר אשר לא ניתן לבדיקה בניסוי הנוכחי הוא השפעתן של הפרשות אורגאניות של הנמלים על פוריות הקרקע, או על הצמחיה במישרין, כגון, חומצת נמלים, חומצות אמינו, כיטין וכו'. אלה כונו בשם הכולל "חומרי צמיחה". בזמן האחרון התפרסמו כמה עבודות (7) על השפעת חומרים אלה על הצמחיה ובדיקת השפעה זו היא אחת המטרות להמשך המחקר. כן רצוי לבדוק את ההשפעה של מבנה הקרקע, ובמיוחד את משטר הרטיבות, תנאי האוויר והפעילות המיקרוביולוגית.

\* \* \*

בעת הכנת מאמרנו לדפוס, התפרסמה עבודה של ווייט, רוס וניקולס Effects of Harvester Ants on Production of a Saltbush Community הדנה בתופעה דומה בחברת צומח של מלוח, במרעה טבעי באוסטרליה (J. Range Management 19 : 68-71). מחברי המאמר מסבירים את ריבוי הירק בעבודתם כתוצאה של "אפקט שוליים". עבודה אחרת שנדפסה לאחרונה בנושא זה היא עבודתם של באקסטר והול (1967): Ant (Formica cinerea) Pedoturbation in a Prairie soil, (Proc. Soil Sci. Soc. Am. 31: 425-428). המחברים מסבירים את הימצאות הריכוזים הגדולים של זרחן ואשלגן זמינים בקני הנמלים, בהצטברות חומרים אורגאניים בקנים, ביחוד מהפרשות של כנימות-עלים הדרושות להזנת הנמלים. כן הם מייחסים את התופעה למינרליזציה המהירה יותר של החומר האורגאני ולהעברת קרקע מהשכבות העמוקות לשכבות העליונות.

\* זאב נאור – ה דעה אישית.

## הבעת תודה

תודת המחברים נתונה למר י' לניר, מנהל מפעל אגן השיקמה, למר ג' זליגמן ממשרד החקלאות, ולפרופ' י' הגין מהטכניון, על שסייעו להוציא לפועל את הניסויים. כן מובעת תודה למר א' גניזי, ממכון וולקני לחקר החקלאות, אשר הינחה את המחברים בתכנון הניסויים בשדה; למר י' לוי עובד מפעל שיקמה, אשר ביצע את העבודות בשדה, לגב' יוספינה בנימין, למר ג' סלח ולמר ג' אלבסל על ביצוע בדיקות המעבדה. תודת המחברים נתונה לגב' גיטה רוזנברג, לגב' אביבה הדס, ולדו"גים י' לניר, ג' זליגמן וש' שטכלמכר, אשר העירו הערות מועילות לכתיבת המאמר. תודה מיוחדת נתונה לד"ר ג' תדמור ולד"ר ז' נאווה על התענינותם הרבה בעבודה זו ועל עצותיהם והערותיהם החשובות אשר תרמו להבהרת הבעיות שעמדו על הפרק בעבודה.

## פפרות

1. אשבל, מ' (1950) אטלס בין-אקלימי לארץ ישראל, הוצאת ירושלים.
2. דן, י', רוז, צ', קווימדז'יסקי, חנה (1964) הנחיות לסקר הקרקע. מכון וולקני לחקר החקלאות, המחלקה לפירסומים, רחובות. קונטרס ע'.
3. הגין, י', רביקוביץ, ש', הלוי, י' (1960) שיטות בדיקה להערכת מציאותם של חומרי-זינץ וזינץ בקרקע וקביעת התצרוכת בדשנים. א. תירס-שלחין. "כתבים", י' (א): 3-17.
4. הגין, י', קווימדז'יסקי, חנה (1965) ניסויים בדישון אשלגני של אגוזי-אדמה. מכון וולקני לחקר החקלאות, המחלקה לפירסומים, רחובות, סקירה מקדימה 499.
5. Chapman, H. D. and Pratt, P. F. (1961) *Methods of Analysis for Soils, Plants and Water*. University of California, Div. of Agricultural Science, Riverside, Calif.
6. Jackson, M. L. (1958) *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J.
7. Kloeke, A. (1963) *Die Humusstoffe des Bodens als Wachstumsfaktoren*. Paul Parey, Berlin.
8. Nahal Shikma Watershed Management. (1962) Progress Report No. 1. FAO and Israel Ministry of Agriculture, Tel Aviv.
9. Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanable, F. S. (1954) Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. *Circ. U. S. Dep. Agric.* No. 939.
10. Richards, L. A. (Ed.) (1954) *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. *Handbk U. S. Dep. Agric.* No. 60.
11. Soil Survey Staff. (1951) *Soil Survey Manual Handbk U. S. Dep. Agric.* No. 18.
12. Standford, G. and Hanway, J. (1955) Predicting nitrogen fertilizer needs of Iowa soils. II. A simplified technique for determining relative nitrate production in soils. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 19 : 74-77.
13. Woodruff, C. M. (1955) The energies of replacement of calcium by potassium in soils. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 19 : 167-171.
14. Wright, C. H. (1939) *Soil Analysis*. 6th ed. Thomas Murby and Co., London.