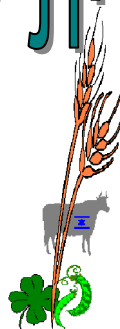


האגודה הישראלית למדעי המרעה



הכנס העשרים וארבעה

8 במאי 2017

י"ב באייר תשע"ז

קובץ תקצירים ומאמרים



תוכן עניינים

2	תוכנית יום העיון של הכנס.....
3	השפעת השקייה ודישון על חברות עשבוניות : מטה-אנליזה ניב דה מלאך, אלי צעדי, רונן קדמון.....
5	ניטור מרחבי ועתי של רעיית עזים באזור הרי יהודה ראובן הורן, יוג'ין דוד אונגר, ז'וזה גרינצוויג.....
13	עוצמת רעיה והשפעתה על איכות הקרקע במרעה עשבוני ים-תיכוני טרין פז-כגן, נועה לוי, איתי הרמן, אלי צעדי, זלמן הנקין, ארנון קרניאלי.....
22	דברים לזכרו של נעם זליגמן ז"ל מוכה וייץ טליה זליגמן.....
27	השבחת מרעה טבעי – מנעם ועד היום זלמן הנקין.....
34	מבט אישי על הירושה האינטלקטואלית שנעם השאיר יוג'ין דוד אונגר.....
39	סיכום פעילות רשות המרעה לשנת 2016/17 יעל ברקוביץ'.....
40	השפעת רעיית שלפים מתונה על תפקוד גאו-אקולוגי של שדות חיטה בבעל אילן סתוי, אלי צעדי.....
44	רעיית בקר ביער מחטני : השפעה משולבת של רעייה ודילול יערני על התנהגות אש יגיל אסם, מור אשכנזי.....
46	הסיור המקצועי.....
47	תמונות מהסיור המקצועי.....

הכנס ה-24 של האגודה הישראלית למדעי המרעה: יום הרצאות

יום ב', 8 במאי 2017: אולם פארק רמת הנדיב

שעה	שם המרצה	נושא
09:00		התכנסות, רישום וכיבוד קל
09:30	אלי צעדי	פתיחה ודברי ברכה
<u>מושב I: יו"ר יאן לנדאו</u>		
09:40	ניב דה מלאך	השפעת השקייה ודישון על מערכות עשבוניות ברחבי העולם
10:10	ראובן הורן	ניטור מרחבי ועתי של רעיית עזים באזור הרי יהודה
10:40	טרין פז-קגן	עוצמת רעיה והשפעתה על איכות הקרקע במרעה עשבוני ים-תיכוני
11:10 - 11:30		הפסקת קפה
<u>מושב II: מוקדש לזכרו של נעם זליגמן ז"ל</u>		
<u>יו"ר אבי פרבולוצקי</u>		
11:30		דברים לזכרו של נעם זליגמן ז"ל
		מוכה וייץ, יחיעם אלטשולר, בן משפחה
12:00	זלמן הנקין	השבחת מרעה טבעי – מנעם ועד היום
12:30	יוג'ין אונגר	מבט אישי על הירושה האינטלקטואלית שנעם השאיר
13:00 - 13:45		ארוחת צהריים
<u>מושב III: יו"ר חיים קיגל</u>		
13:45	יעל ברקוביץ'	חדשות מרשות המרעה
14:15	אילן סתווי	השפעת רעיית שלפים מתונה על תפקוד גאו-אקולוגי של שדות חיטה בבעל
14:45	יגיל אוסם	רעית בקר ביער מחטני
15:15	תיארי מונס	הרצאת אורח: זמזמות בוקרים ברמת הגולן
16:00		סיום משוער

הועדה המארגנת

zaadye@volcani.agri.gov.il

eugene@volcani.agri.gov.il

haimg@volcani.agri.gov.il

isi_shin@yahoo.com

hagit@volcani.agri.gov.il

vclandau@volcani.agri.gov.il

אלי צעדי

יוג'ין דוד אונגר

חיים גורליק

איריס שינבאום

הגית ברעם

יאן לנדאו

השפעת השקייה ודישון על חברות עשבוניות: מטה-אנליזה

ניב דה מלאך^{1*}, אלי צעדי², רונן קדמון¹

1 המחלקה לאקולוגיה, אבולוציה והתנהגות, המכון למדעי החיים, הפקולטה למדעי הטבע ומתמטיקה, האוניברסיטה העברית בירושלים

2 המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת, משרד החקלאות

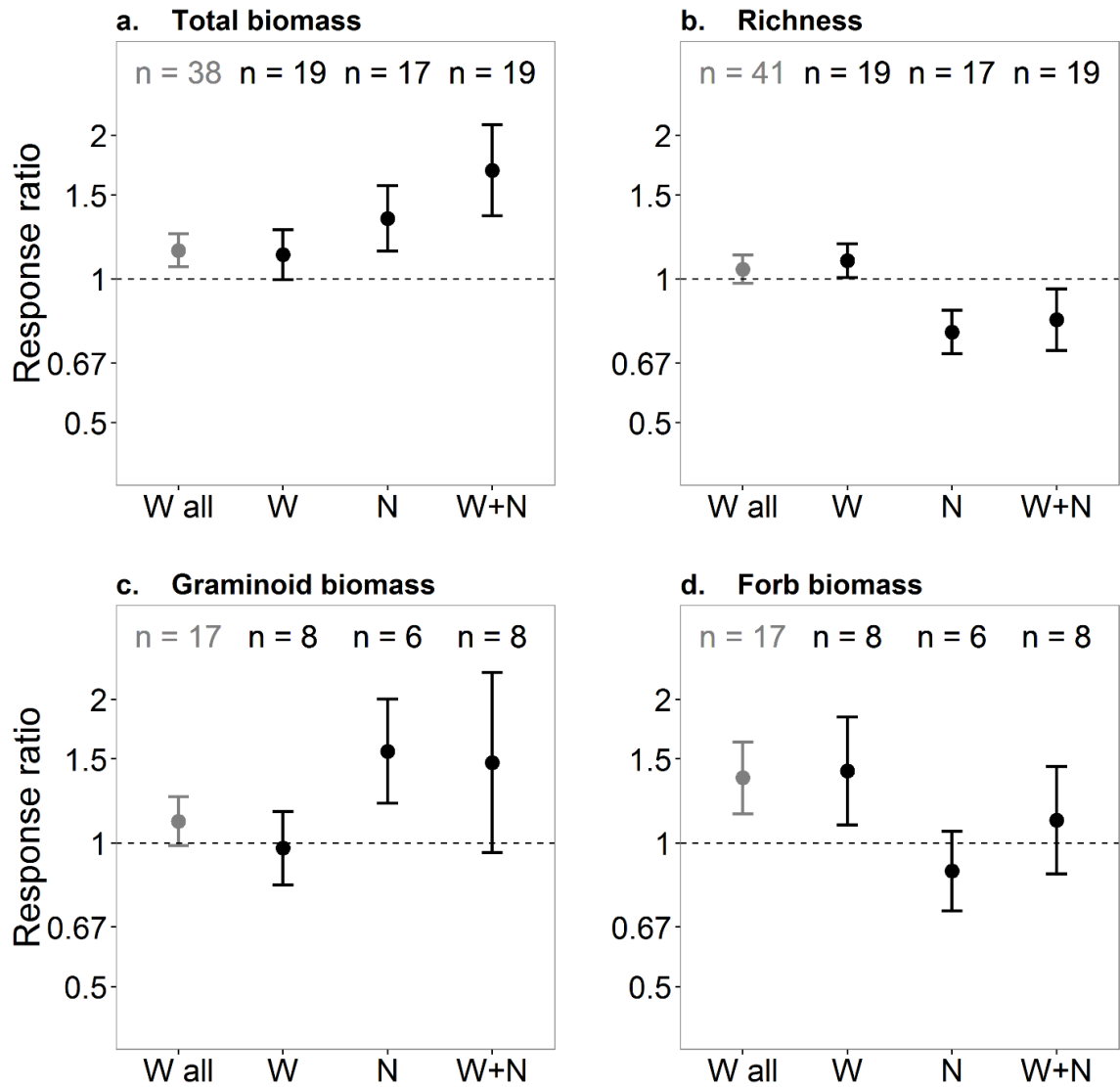
* nivdemalach@gmail.com

מבוא

שינויי גלובליים באקלים ובשימושי בקרקע צפויים לשנות את זמינות המים והנוטריינטים ברחבי העולם. מטא-אנליזות שונות וניסויים בקנה מידה גדול מראים כי זמינות נוטריינטים מוגברת מקטינה את עושר המינים, אך התגובה של עושר המינים לתוספת מים (השקייה) עוד לא נבחנה בסקאלה גלובלית. לכן, ערכנו מטה-אנליזה עולמית המתמקדת בהשפעות של מים ותוספות נוטריינטים על עושר המינים ועל ביומסה של חברות צומח עשבוניות. המחקר כלל כ- 41 ניסויים של תוספת במים, מתוכם 19 ניסויים כללו תוספת של מים ונוטריינטים באותה מערכת.

מצאנו שגם השקייה וגם דישון הגדילו את הביומסה (בכ -15% ו -34%, בהתאמה), אך רק דישון הפחית את עושר המינים (בכ -23%). תגובת הביומסה לתוספת מים נבעה בעיקר מגידול בביומסה של רחבי-עלים (בכ -37%), ואילו התגובה לדישון נבעה בעיקר מגידול הביומסה של דגנים (בכ -56%). תוספת של מים ודישון ביחד הובילה לעלייה גדולה יותר מאשר כל משאב לבדו (בכ -69%) אך ההשפעה על עושר המינים תחת דישון והשקייה ביחד הייתה דומה לתוספת דישון בלבד. אף אחת מהתגובות הללו לא ניתנת להסבר על ידי תיאוריות כלליות כגון השערת הפרודוקטיביות או השערת ממדי הנישה.

לסיכום, מחקר זה חושף את פערי הידע ביכולתנו לחזות תגובות של עושר המינים לשינוי בזמינות מים ונוטריינטים. אנו מציעים להתחשב בהבדלים בין משאבים ספיציפיים ובין קבוצות תפקודיות שונות במודלים עתידיים על מנת לייצר ניבויים מדויקים יותר.



איור 1: ההשפעה הממוצעת של תוספת המשאבים על עושר המינים, (a) עושר המינים, (b) ביומסה כוללת, (c) ביומסה של דגנים (d) ביומסה של רחבי עלים. "W all" - תוספת מים (מתוך מאגר של 41 מחקרים). "W" - תוספת מים (מתוך מאגר של 19 מחקרים). "N" - תוספת נוטריאנטים. "N + W" - שילוב של תוספת מים ונוטריינטים. קווי שגיאה מייצגים רווחי סמך של 95%. יחס התגובה מחושב לפי הערך בטיפול המחולק בערך הממוצע בביקורת (יחס של 1 מראה חוסר השפעה, יחס קטן או גדול מאחד מראה השפעה שלילית או חיובית בהתאמה). שימו לב לסקאלה הלוגריתמית בציר ה-y.

ניטור מרחבי ועתי של רעיית עזים באזור הרי יהודה

ראובן הורן¹, יוגין דוד אונגר², זיוזה גרינצוויג¹

1 הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות

2 המחלקה למשאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי

* reuevnhorn@gmail.com

מבוא

השטח המיוער בישראל מהווה כ-8% מהשטח הכולל של המדינה ועומד על כ-1.5 מיליון דונם יער וחורש. מידי שנה מתרחשות באזור הים התיכון אלפי שרפות. בישראל לבדה מתרחשות בין 300 ל-700 שרפות יער מידי שנה. הצטברות של חומר צמחי יבש בקרקע היער מהווה את הדלק הראשוני להתפשטות האש, ביחד עם כיסוי גבוה ורציף של צמחייה בעלת פוטנציאל דליקות גבוה הסיכוי להתפשטותן של השרפות עולה. על מנת להפחית סכנה זו מתבצע טיפול להפחתת הביומסה הצמחית ביער כולו, ובפרט באזורים שהוגדרו כאזורי חיץ. אזורים אלו נמצאים בין היערות ליישובים הסמוכים, ואף בתוך היער במטרה לחלקו לתאי שטח נפרדים. במטרה להפחית את סכנת השרפות ביערות מחטניים בהרי יהודה, נעשה שימוש בעדרי עזים הרועים באזורי החיץ, ובתת היער באזורים הסמוכים לאזורים אלו, זאת לאחר שהשטח עבר טיפול יערני. עד כה, לא בוצע ניטור מרחבי ועתי רחב היקף של רעיית עזים באזור הרי יהודה. ניטור כזה יכול לאפשר את הבנת דגם הרעייה והשפעתו על תת היער.

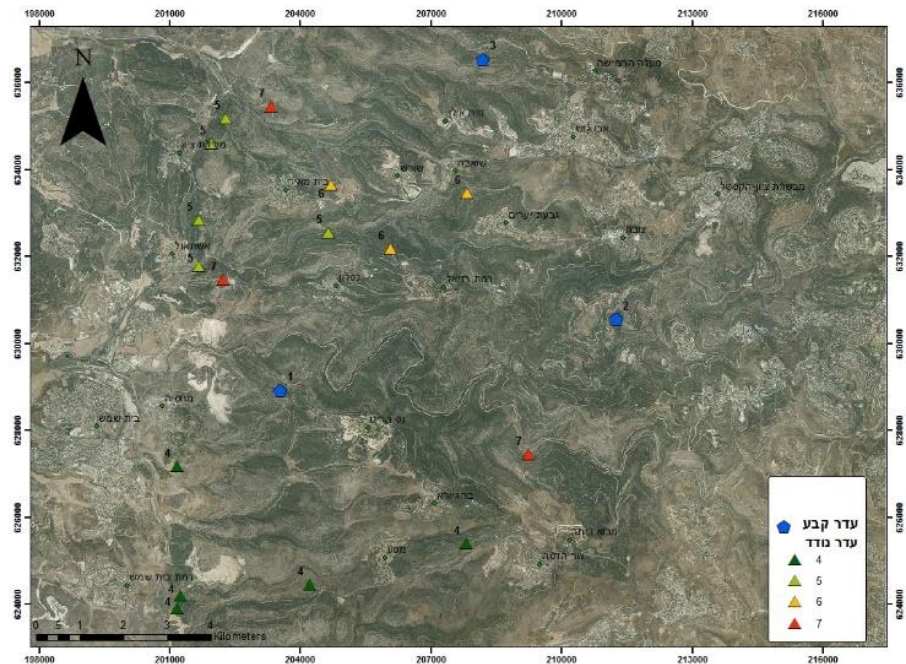
מטרת המחקר הייתה לתעד ולאפיין את הדגם המרחבי והעתי של ניצול השטח על ידי עדרי עזים הרועים בהרי יהודה, ולבחון את השימוש בעדרים אלו לתחזוקת יערות מחטניים באזורי החיץ ובתת היער הקרוב לאזורים אלו על מנת לצמצם נזקי שרפות. המטרות פרטניות היו: (א) בחינת המאפיינים של העדרים השונים, תוך עמידה על השוני בין סוגי העדרים (קבוע ונוודד); (ב) בחינת נוכחות העדרים במרחב כתלות במאפיינים מרחביים ועתיים; (ג) מיפוי לחץ הרעייה של העדרים (ביחידות של ימי רעייה לדונם); (ד) בחינת מאפייני ההתנהגות של העדרים בזמן הרעייה.

חומרים ושיטות

המחקר נערך באזור הרי יהודה (מפה 1). הרום הממוצע הוא כ-650 מטר מעל פני הים. האקלים הוא ים-תיכוני לח למחצה עם ממוצע משקעים הנע בין 400 ל-600 מ"מ בשנה. הטמפרטורה השנתית הממוצעת עומדת על כ-17 מעלות צלזיוס. ההפרש בין מידות החום הממוצעות של החודש החם בשנה והחודש הקר עומד על 15 מעלות צלזיוס. הצומח בהרי יהודה הוא צומח ים תיכוני המורכב בעיקר מחורש, שיחיה גבוהה ובתה. ומיערות נטע אדם המנוהלים ומתוחזקים על-ידי קק"ל. הניטור התקיים כשנה מפברואר 2013 עד מרץ 2014, וכלל שבעה עדרים (טבלה 1). שלושה עדרי קבוע שיעודם הוא ייצור חלב וגבינות וארבעה עדרים נודדים לייצר בשר. הניטור בוצע באמצעות קולרים ייעודיים שפותחו למחקר זה (איור 1). הקולר מכיל יחידת GPS וסוללה חיזונית על מנת להאריך את זמן הדיגום לכשלושה שבועות. בכל אחד מהעדרים הורכב קולר אחד על אחת העיזים. תכנית הדיגום של מכשיר ה-GPS הותאמה לכל עדר, בתדירות דיגום של 10 שניות.

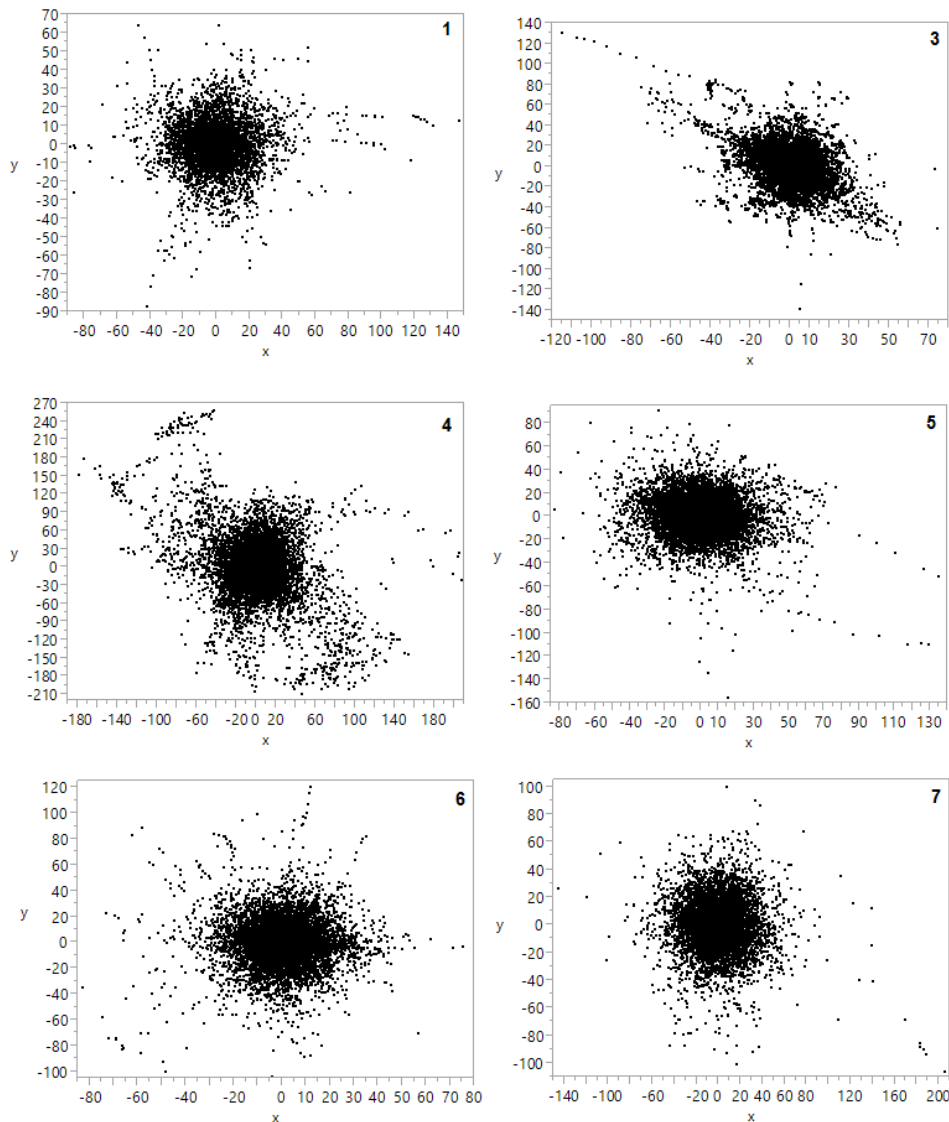
טבלה 1: העדרים שהשתתפו במחקר, סוג העדר, אזור הרעייה בזמן המחקר (2013) וגודל העדר.

עדר	סוג	אזור רעייה	גודל העדר האימהות (ראש)
1	קבוע	הר יעלה	120
2	קבוע	הר איתן	170
3	קבוע	הר הרוח	56
4	נודד	יער מטע	250
5	נודד	נחל כסלון מערב, כביש מספר 38, שלוחת שיירות בית מאיר	175
6	נודד	שורש, תל כסלון, נחל כסלון מזרח (שואבה)	320
7	נודד	נחל רפאים, דרך דיפנבייקר, נחל אילן, יער קדושים מערב	265

**איור 1:** קולר ה-GPS וחלקיו: (א) מכשיר ה-GPS (ב) סוללה חיונית (ג) הקולר המורכב (ד) הרכבת הקולר סביב צוואר העז**מפה 1:** אזור המחקר ומיקומי המכלאות לאורך השנה, המספרים מייצגים את מספר העדר.

הנתונים שהתקבלו נותחו באמצעות תכנת ממ"ג ArcGIS 10 (ESRI, Redlands, CA). בוצע ניקוי של נקודת ניטור לא רלוונטיות, ולאחר מכן הוספו לכל נקודת ניטור מאפייני המרחב: רום, שיפוע ומפנה. לכל אחד מהעדרים חושבו מספר פרמטרים בסיסיים של יום הרעייה, ובהם משך יום הרעייה, אורך מסלול יומי, מרחק ממוצע ומרבי מהמכלאה ומהירות התנועה. כמו כן, חושב שיעור הפריסה המרחבית של העדר באמצעות ניטור לכל עדר (מלבד עדר 2) עם מספר גדול של קולרים (16-)

17) למשך יום רעייה וחישוב רדיוס העיגול המייצג את שטח התפרסות העדר (איור 2). לאחר מכן הוכנה מפה שבה כל נקודת ניטור הומרה לשטח מעגלי (buffer) המייצג את השטח שהעדר מתפרס עליו בכל רגע נתון. האזור שבו שהה העדר במהלך השנה לפחות פעם אחת הוגדר כ"שטח הנוכחות השנתית של העדר". מדד בסיסי לכימות נוכחות העדר במרחב הוא לחץ הרעייה (ביחידות של ימי רעייה לדונם). מדד זה חושב באמצעות איחוד מפת המעגלים עם מפת רשת בגודל של 100 מטרים רבועים (grid), וצבירת זמן נוכחות (מוכפל בגודל העדר) שכל מעגל מייצג על ידי תאי הרשת. כמו כן, בוצעו תצפיות התנהגות בששה מהעדרים על מנת לתעד את סוגי הפעילות (אכילת צומח מעוצה, אכילת צומח עשבוני והליכה) ואת מיני המעוצים שנראו נאכלים במהלך יום הרעייה. התצפיות בוצעו בשני מועדים - בעונה הירוקה ובסוף העונה היבשה. בנוסף, התבצע ניטור אקוסטי של האכילה 12 פעמים, בעונה הירוקה ובסוף העונה היבשה בששה עדרים באמצעות הרכבת מכשיר הקלטה עם מיקרופון וויברציות על קרן אחת העצים בעדר. הנתונים נותחו באמצעות תכנה מיוחדת שפותחה לזיהוי תנועות לסת- תוצאות תצפיות ההתנהגות והניטור האקוסטי לא יוצגו מפאת חוסר היריעה. ניתוח סטטיסטי בוצע בעזרת תכנת JMP12 (SAS Institute Inc., Cary, NC).



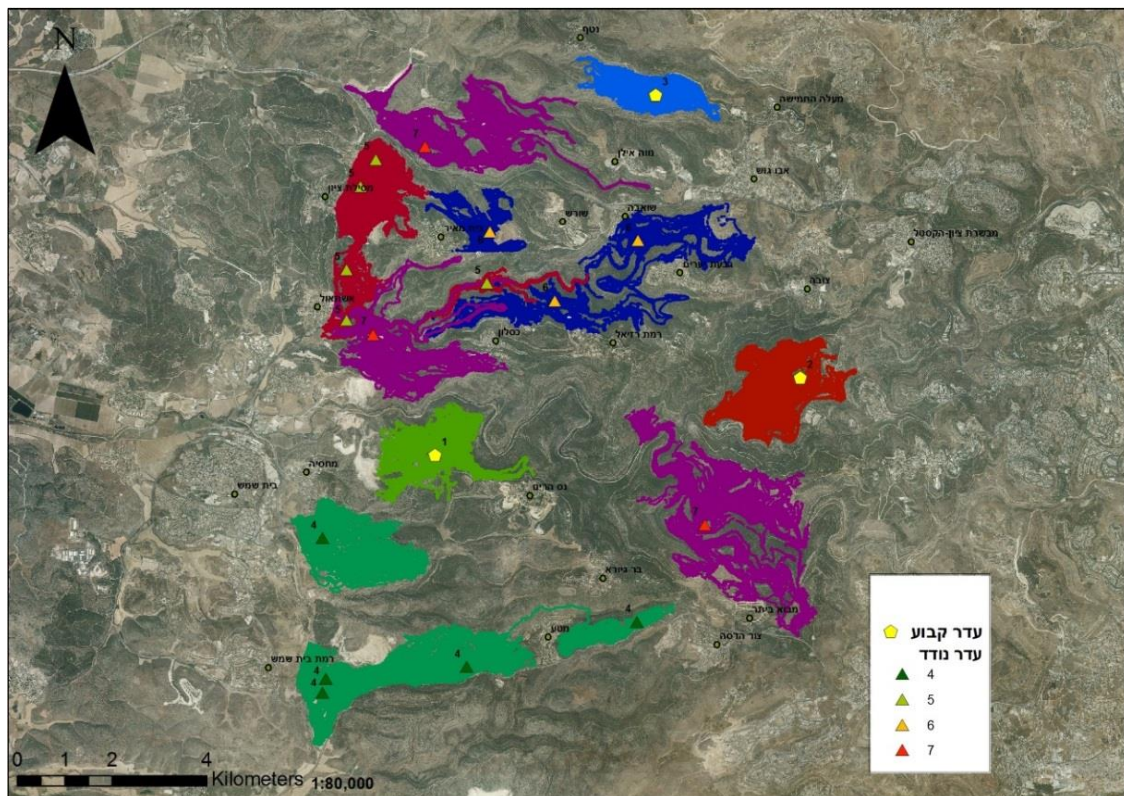
איור 2: פריסת העדר במרחב בכל עדר בנפרד, המספרים בצירים מציינים את המרחק מהמרכז. המספר בצד הגרף מציינ את מספר העדר

תוצאות

במהלך השנה נאספו כ-5 מיליון נקודות דיגום ב-2,134 ימי ניטור. שיעור הניטור לעדר (מחושב כיחס בין מספר הימים שנוטרו באופן מלא או חלקי לסך הימים שהקולר היה על עז בעדר) נע בין 69% ל-95% (מפה 2). משך יום רעייה ממוצע עמד על כשבע שעות ואורך המסלול היומי הממוצע היה 5.4 ק"מ. המרחק הממוצע ממרכז המכלאה עמד על 777 מ', והמרחק המרבי הממוצע מהמכלאה היה 1,230 מ'. בכל המדדים הללו היה הבדל מובהק ($p < 0.005$) בין סוגי העדרים. המהירות הממוצעת הייתה 0.217 מטר לשנייה (800 מ' בשעה).

טבלה 2: מדדי הפעילות בכל שבעת העדרים במשך שנת 2013.

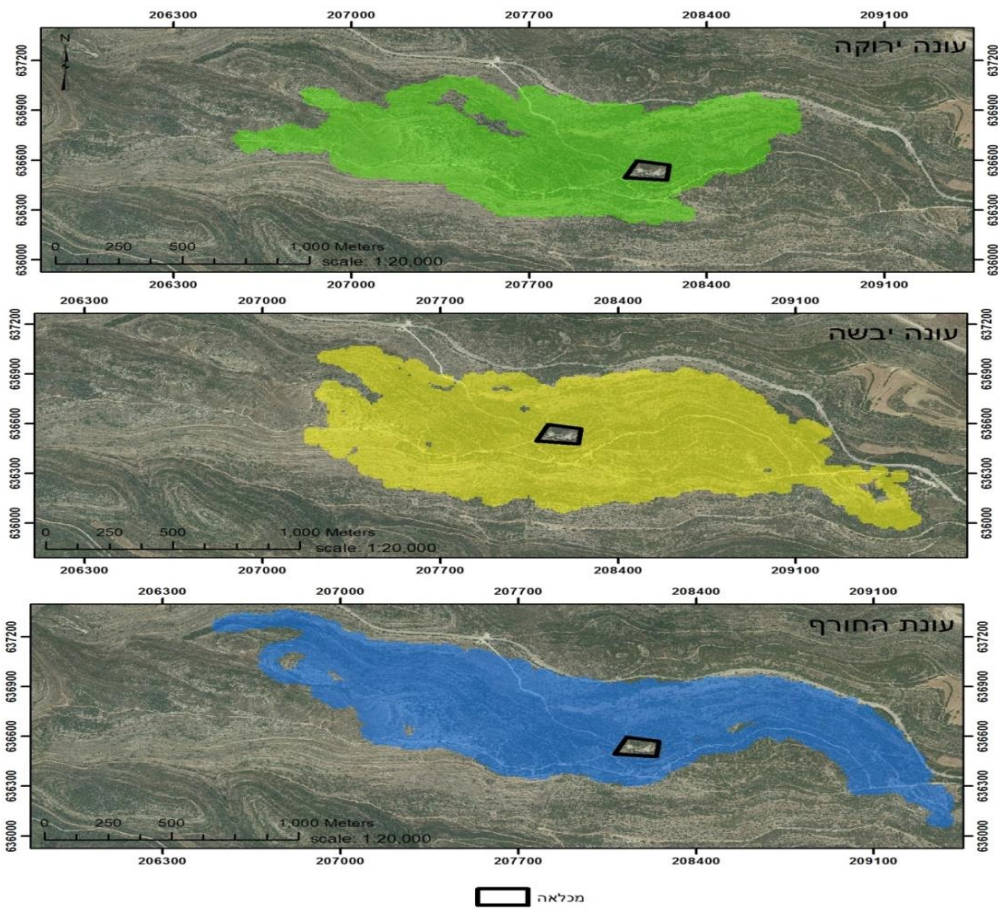
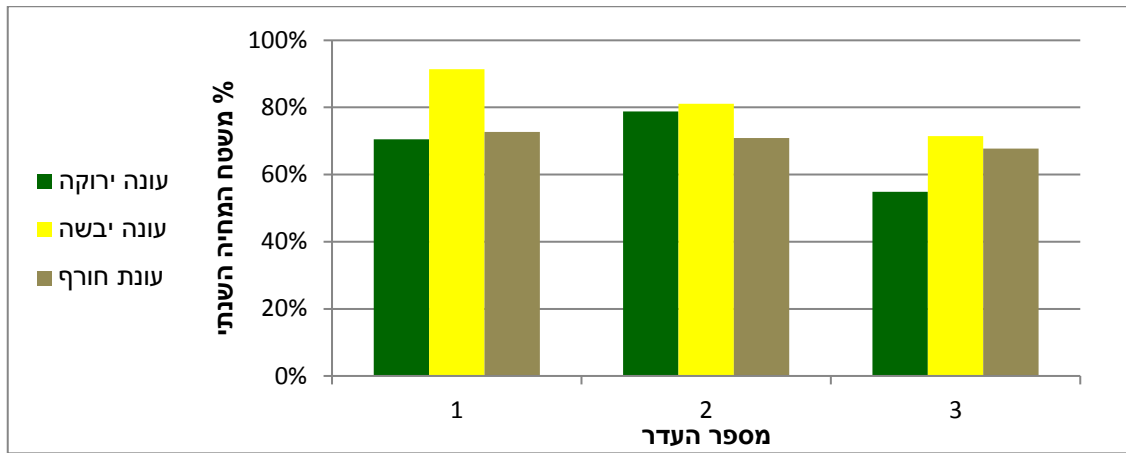
מדד ניטור	ממוצע עדר קבע	ממוצע עדרים נודדים	ממוצע כלל העדרים
משך יום רעייה	5:24	8:10	86:5
אורך מסלול יומי (קילומטר)	3.2	6.9	5.4
מרחק מהמכלאה (מטר)	614	825	777
מרחק מרבי מהמכלאה (מטר)	890	480,1	230,1
מהירות תנועה (מטר לשנייה)	0.18	0.23	0.21



מפה 1: תצלום אוויר של אזור המחקר ועליו נקודות הניטור (בתדירות דיגום של דקה) שנאספו לאורך שנת 2013 בכל שבעת העדרים.

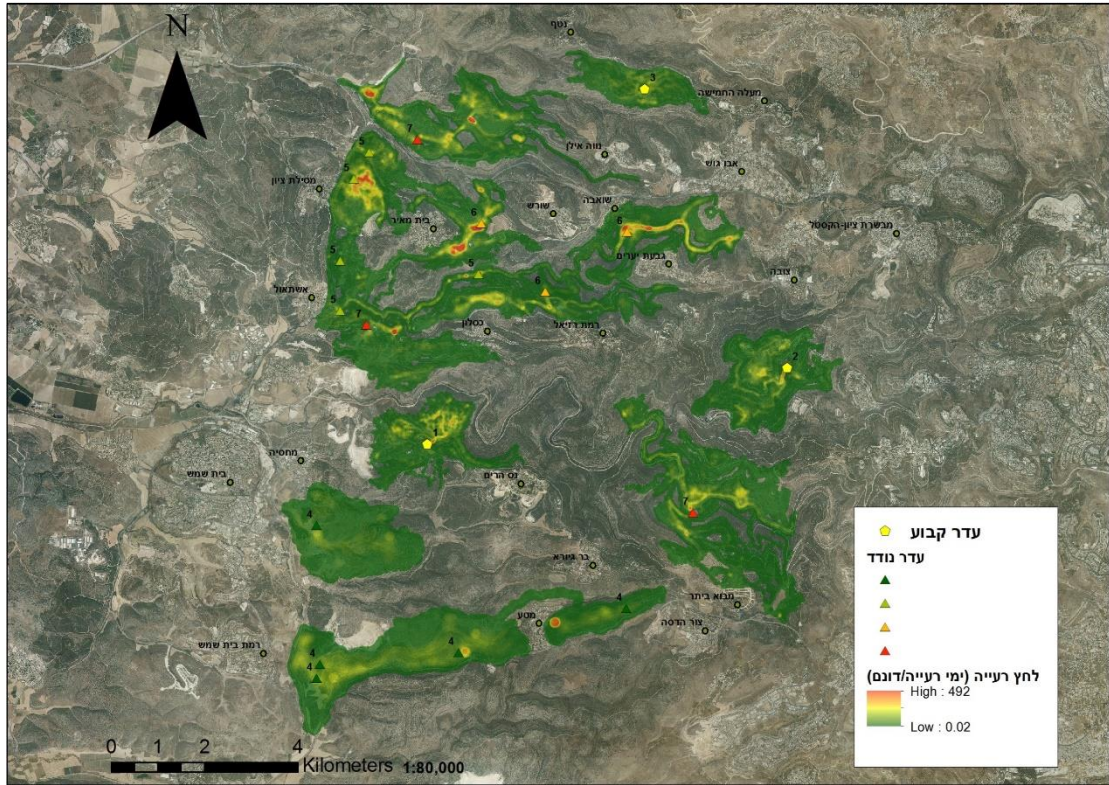
סך שטחי המחיה של כל העדרים היה 54,115 דונם כאשר שטח הנוכחות השנתית הממוצע של העדרים הקבועים היה קטן באופן מובהק ($p < 0.001$) משל העדרים הנודדים (3,081 ו-11,218 דונם, בהתאמה). אזורי החיץ שהוגדרו על ידי ק"ל היוו אחוזים בודדים (בין 1.1% ל-8.5%) מסך שטח הנוכחות השנתית בכלל העדרים. בעדרי הקבע הרועים בשטח קבוע במשך כל השנה ניצול שטח הנוכחות השנתית השתנה לאורך השנה (איור 3, מפה 3); העונה שבה העדרים ניצלו את השטח הגדול ביותר הייתה העונה היבשה (בין 71% ל-91% מהשטח).

טבלה 3: אחוז ניצול שטח הנוכחות השנתית בחלוקה לעונות השנה בשלושת עדרי הקבע



מפה 2: ניצול שטח הנוכחות השנתית של עדר מס' 3 הממוקם בהר הרוח לאורך שנת 2013.

נוכחות העדרים במרחב לא הייתה אחידה ולחצי הרעייה המצטברים בתאי הרשת נעו בין 0.02 ל-493 ימי רעייה לדונם (מפה 4) בכל שבעת העדרים. ממוצע לחץ הרעייה עמד על 7.8 ימי רעייה לדונם, כאשר לכל עדר התפלגות שונה של לחצי רעייה.



מפה 3: לחץ רעייה (ימי רעייה לדונם) של כל שבעת העדרים (מס' העדר מסומן מעל סימון המכלאה) במשך שנת 2013

בניתוח שונות משותפת נמצא שהמרחק מהמכלאה הוא הגורם המשפיע ביותר ($p < 0.0001$) על לחץ הרעייה, ורוב לחץ הרעייה היינו עד מרחק של קילומטר מהמכלאה בכל העדרים. בעדרי הקבע, ממוצע לחץ הרעייה השתנה לאורך השנה בהתאם למספר הימים בעונה, בעונה היבשה ממוצע לחץ הרעייה היה גבוה באופן מובהק ($p < 0.0001$) מהעונות האחרות בכל שלושת העדרים. בעדרים הקבועים לחץ הרעייה הממוצע באזורי החיץ היה שולי. לעומת זאת, בעדרים הנודדים לחץ הרעייה הממוצע באזורים אלו היה גבוה מלחץ הרעייה הממוצע של העדר, והוא נע בין 15% ל-78% יותר. בכל העדרים לחץ הרעייה התפלג בין שני מאפייני הנוף (חורש טבעי ויער נטע אדם), באופן דומה להתפלגות המאפיינים בשטח הנוכחות השנתית. על סמך ערכי צריכה יומית מקובלים (1.5 ק"ג חומר יבש ליום לכל עז), הצריכה הממוצעת ליחידת שטח של כל העדרים יחד עמדה על 11.8 ק"ג חומר יבש לדונם, וסך הצריכה השנתית של כל העדרים יחד עמדה על 6,409 טון חומר יבש.

טבלה 4: צריכה ממוצעת ליחידת שטח (ק"ג לדונם) וצריכה שנתית (טון) בעדרים השונים בשנת 2013. האותיות הלטיניות – ממוצעים בשורה עם סימול שונה נבדלים זה מזה במידה מובהקת ($p < 0.05$). דורג בשיטת Tukey Kramer.

סה"כ	קבוע							סוג העדר מספר העדר
	7	6	5	4	3	2	1	
11.8 (19.2)	9.7^f (19.8)	13.6^c (24.6)	15.4^a (22.8)	11.8^d (14.0)	10.8^e (10.3)	10.9^e (12.9)	14.2^b (17.4)	צריכה ממוצעת (ק"ג/דונם) (סטיית תקן)
6,409	1,686	1,301	857	1,454	221	432	458	צריכה שנתית (טון)

דיון

ישנם הבדלים בין סוגי העדרים באופן השימוש במרחב. מצאנו שהעדרים הנוודדים הולכים מרחק רב יותר ובמשך זמן רב יותר מאשר העדרים הקבועים. כמו כן, עדרים אלו מגיעים למרחק מרבי ממוצע רב יותר מהמכלאה במשך יום הרעייה. הבדלים אלו יכולים להיות מוסברים על ידי ממשק הרעייה השונה: העדרים הקבועים שייכים למשקים מודרניים העובדים על פי מודל ממשקי מוגדר ומעסיקים עובדים או מתנדבים. הם אינם יכולים להישאר לרעייה בשטח לאורך כל היום מאחר שהעובדים צריכים להספיק לחלוב את העזים, לייצר גבינות ואף לתפעל את החווה. לעומתם, העדרים הנוודדים רועים ברעייה מסורתית השונה במהותה מזו של עדרים בחליבה. הם מיועדים לייצור בשר מוולדות, ולכן אינם צריכים לחזור לדיר במשך היום לצורך חליבה ויכולים לשהות בשטח לפרק זמן ממושך יותר. שוני נוסף בין סוגי העדרים הוא הדומיננטיות של הרועה. בתצפיות שלנו בשטח ניתן היה להבחין שבעדרים הקבועים הרועה דומיננטי וקובע לעדר מתי לנוע ומתי לעצור. לעומת זאת, בעדרים הנוודדים הרועה פחות דומיננטי והעדר מתנהל באופן עצמאי יותר.

לחץ הרעייה והיצור הראשוני

הייצור הראשוני של חומר צמחי מעוצה (עלים, פירות, פרחים) נאמד בכ־270 קילוגרם לדונם לשנה. במקרה שלנו, לחצי הרעייה צריכים להיות שווים לייצור הראשוני של הצומח המעוצה ואף גבוהים ממנו, כך שלא תתווסף ביומסה מעוצה. על פי עיקרון זה, לחץ הרעייה צריך שיהיה מעל-180 ימי רעייה לדונם, כך שהצריכה תהיה גבוהה מ־270 קילוגרם חומר יבש (בהנחה שביום רעייה של שבע שעות עז צורכת 1.5 קילוגרם חומר יבש). אנו מצאנו שלחץ הרעייה הממוצע של כלל העדרים עמד על כ־8 ימי רעייה לדונם בממוצע. הצריכה הממוצעת של כלל העדרים עמדה על כ־12 קילוגרם חומר יבש מעוצה לדונם (כ־4% מהייצור הראשוני של הצומח המעוצה לשנה).

את שיעור לחצי הרעייה המתונים יחסית, המוביל לתת ניצול של מרעית ולצריכה נמוכה בהרבה מהייצור הראשוני של הצומח המעוצה, ניתן להסביר בכמה דרכים:

- מהמחקר עולה שבעדרים הנוודדים הצומח העשבוני הוא מרכיב משמעותי בהרכב הדיאטה של העזים (כ־27% מסך זמן האכילה), וייתכן שזהו הגורם העיקרי למעבר בין אזורי הרעייה, כך שהעדרים אינם מנצלים את כל הצומח המעוצה הזמין להם בשטח.
- ערך כושר הנשיאה אליו השוונו את לחץ הרעייה בפועל הינו ערך ממוצע לכלל השטח, אך לכל עומד יער (חלקה) ישנו ערך ספציפי של כושר נשיאה, ויש להשוות את תוצאות לחצי הרעייה שנמצאו במחקר זה לערכים אלו (הדבר לא נעשה עדיין מאחר שתוצאות נתוני כושר הנשיאה שחושבו אינם סופיים).
- יתכן שהיצור הראשוני של הצומח המעוצה באזורנו אינו מגיע לערכים של 270 ק"ג לדונם, נתון אשר נלקח מבדיקות שנעשו ביערות בספרד.
- ייתכן שהטיפול היערני המקדים באזורי החיץ הפחית את כמות החומר הצמחי המעוצה ואת קצב הייצור הראשוני של הצומח המעוצה בשכבה הזמינה לעזים. ולכן יש מחסור במרעית, והכמות אינה מספיקה לכלל הצרכים האנרגטיים של העדר.

- נוכחות העדרים הנודדים במרחב והמעבר בין האזורים מושפעים משיקולים נוספים כדוגמת מיקום נקודת המים, נגישות, שיקולים של היערן ושיקולים פרטיים של בעלי העדרים.
- לאור הממצאים שעלו ממחקר זה, ניתן להסיק כמה מסקנות ולהציע כמה המלצות לתכנון הרעייה באזורי החיץ ובתת היער, בייחוד בנוגע לעדרים הנודדים:
 - **מיקום המכלאות** – ישנה חשיבות רבה למיקומן של המכלאות במרחב היער, מאחר שנוכחות העדרים מתרכזת בעיקרה מסביבם. על מנת להגיע ללחצי רעייה מיטביים באזורי החיץ כדאי למקם את המכלאות בתוך אזורים אלו, או בסמיכות אליהם. במקרה שהדבר לא אפשרי, כדאי לשקול מיקום מקור מים בתוך אזורים אלו, על מנת למשוך את העדר לרעייה שם.
 - **גידור** – יש לשקול ביצוע גידור במקומות קריטיים לרעייה (אזורי חיץ סביב ישובים, מתקנים אסטרטגים וכדו') אל מנת להגיע ללחץ רעייה מיטבי.
 - **מעבר בין מיקומי המכלאות** – הזזת העדר בין המיקומים השונים ביער צריכה להיעשות תוך התחשבות במספר ימי הרעייה שהעדר שהה בשטח, ולאחר וידוא שהעדר סיפק את שירותי הרעייה הנדרשים לאזור. המרכיב העשבוני מהווה אחוז ניכר בתזונת העדרים הנודדים, ויש להתחשב בכך בחישוב ימי הרעייה בכל אזור.
 - הוספת עדרים נוספים והגדלת העדרים הקיימים במרחב היער על מנת להגיע לרמת הרעייה הרצויה.

עוצמת רעיה והשפעתה על איכות הקרקע במרעה עשבוני ים-תיכוני

טרינ פז-כגן¹, נועה לוי¹, איתי הרמן¹, אלי צעדלי², זלמן הנקין², ארנון קרניאלי¹

1 המעבדה לחישה מרחוק, המכונים לחקר המדבר אוניברסיטת בן גוריון בנגב, קמפוס שדה בוקר

2 המחלקה למשאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי

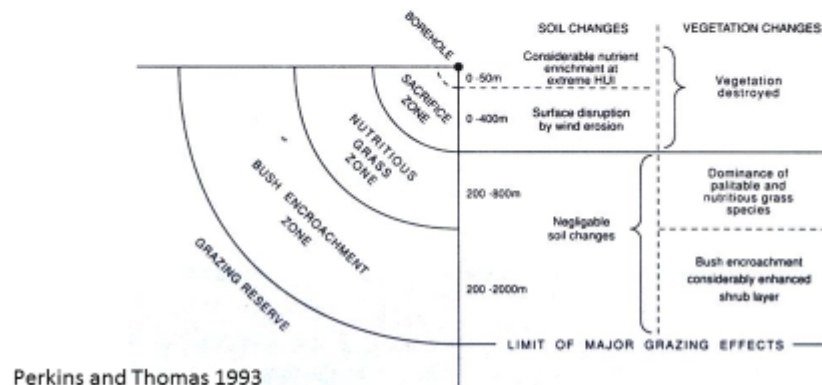
* tarin@volcani.agri.gov.il

מבוא

ניהול מושכל של מערכות מרעה קריטי בשמירה על תפקוד ומבנה המערכת האקולוגית, וכן בשמירה על שירותי מערכת אקולוגית, בעיקר לאחר רעייה לטווח ארוך ובעוצמות גבוהות. הידלדלות הדרגתית של משאבי הקרקע והצומח כפונקציה של מרחק מאזורי ריכוז הבקר והצאן תועדו באזורים נרחבים בעולם. השפעה מרעה נוטה להיות אינטנסיבית ביותר סביב אזור השתייה ונקודות הצל או במקומות המנוחה, מוגדרות במאמר זה כנקודות ריכוז (CPs). מחקרים הראו כי עוצמת המרעה מאופיינת במעגלים סביב אזורי הריכוז, כאשר לכל מדד יש ערך נמוך (או גבוה) ליד אזורי הריכוז המשתנה באופן אקספוננציאלי כפונקציה של המרחק. למרות זאת, להשפעת מרעה לרוב אינה לינארית, ומשתנה כתלות בשונות הסביבתית אשר לרוב לא תהיה בעלת תבנית רדיאלית. נמצא כי השפעת אזורי הריכוז של העדרים דועכת לאחר מספר קילומטרים, אך דפוס השינוי משתנה בתאם לספר רב של מדדים הכוללים מאפייני הקרקע, טופוגרפיה, דפוסי התנועה של בע"ח, ועוד.

Knowledge gaps

1. There is a complex gradient and interaction of grazing intensity affecting different soil properties, and there is a need for an integrated approach to estimate soil quality.
2. Although the distance from animals' shaded concentration points (CPs) is the cause of major grazing effects, additional factors need to be considered in relation to the spatial distribution, the habitat selection, and the site preference of the grazing livestock in rangelands that may affect soil quality (SQ)



ידע מדעי על השפעת עוצמת המרעה על מבנה המערכת האקולוגית ועל תפקודה הוא נרחב. השפעת עוצמת רעייה על סביבתה כוללת שינוי במדדי קרקע כגון: תכולות חומר אורגני, ריכוז החנקות, המלחת קרקע, ריכוז חומרי הזנה בקרקע ועוד. כמו כן, לרעייה השפעה נרחבת על דחיסות קרקע,

שינוי במבנה ומרקם הקרקע ובהרס של קרומי קרקע הביולוגים אשר יכולה להוביל לסחיפת קרקע. מסקירת הספרות שנעשתה נמצאו שני פערי ידע מרכזיים: (1) ישנו גרדיאנט שאינו ליניארי מנקודות הריכוז המשופע מאינטגרציה של מדדים, מרבית המחקרים בדקו את השפעות המרעה על מספר מדדי קרקע בודדים ולא התמקדו בהערכת התפקוד הקרקע או הטיב של הקרקע, ו-(2) למרות שהמרחק מאזורי הריכוז הוא קריטי להפחתת עוצמת הרעייה על מרכבי קרקע, יש צורך לנתח את השונות המרחבית והשפעת הגורמים השונים וחשיבותם על טיב הקרקע. השלמת פערי ידע אילו יוכלו לשפר את ניהול אזורי רעייה והשפעתה על תפקוד ומבנה המערכת האקולוגית.

Objectives

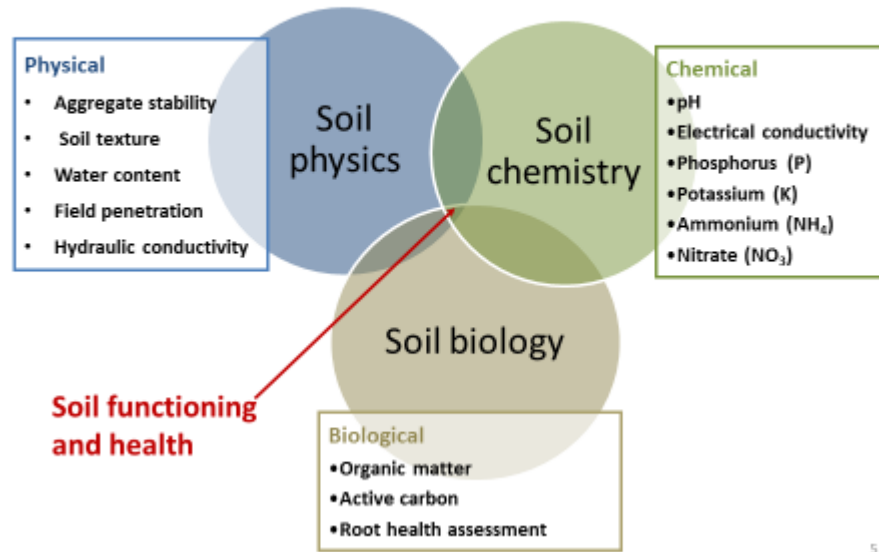
1. To study the effect of grazing intensity in relation to distance from CPs on soil properties and quality at a small spatial scale.
2. To apply a geostatistical model in order to develop SQI surface maps.
3. To relate these changes in SQI to the distribution of grazing density and additional environmental aspects by applying geo-information and spatial statistics techniques on a small scale.



בכדי לענות על פער הידע הראשון, פותח מודל להערכת טיב קרקע במערכת מרעה כתלות במרחק מאזורי הריכוז. מאחר וטיב קרקע אינו יכול להימדד באופן ישיר, יש צורך בשילוב של מספר מדדי קרקע יחד למודל אינטגרטיבי הכולל מדדים כימיים ביולוגיים ופיזיקאליים. בכדי לענות על פער ידע השני, פותח מודל גאו-סטטיסטי שכלל מספר שלבים. תחילה פותח מודל אינטרפולציה לתרגם את השונות המרחבית של ממדי הקרקע וטיב הקרקע למידע מרחבי, לאחר מכן פותח מודל גיאו-סטטיסטי המשלב מספר רב של מקורות מידע כולל נתוני חישה מרחוק, שכבות מידע גיאוגרפיות ונתוני GPS של תנועת בע"ח לזיהוי המדדים המשפיעים ביותר על הידלדלות משאבי הקרקע. מטרת המחקר הן: (1) לפתח מודל להערכת טיב הקרקע כתלות ממרחק מאזורי הריכוז של עדרי בקר, (2) לפתח מודל אינטרפולציה לזיהוי השונות מרחבית בממדי הקרקע וטיבה בקנה מידה קטן, ו-(3) לבחון מה הם הגורמים המשפיעים על השונות המרחבית של ממדי טיב הקרקע. המדדים המשפיעים שנבחרו כללו את עוצמת רעייה ומשתני סביבה נוספים ע"י שימוש במודל של גיאו-סטטיסטיקה מרחבית.

Soil quality

Soil quality involves physical, chemical, and biological attributes that merge to indicate soil functioning and health.



5

שיטות וחומרים

אזור המחקר

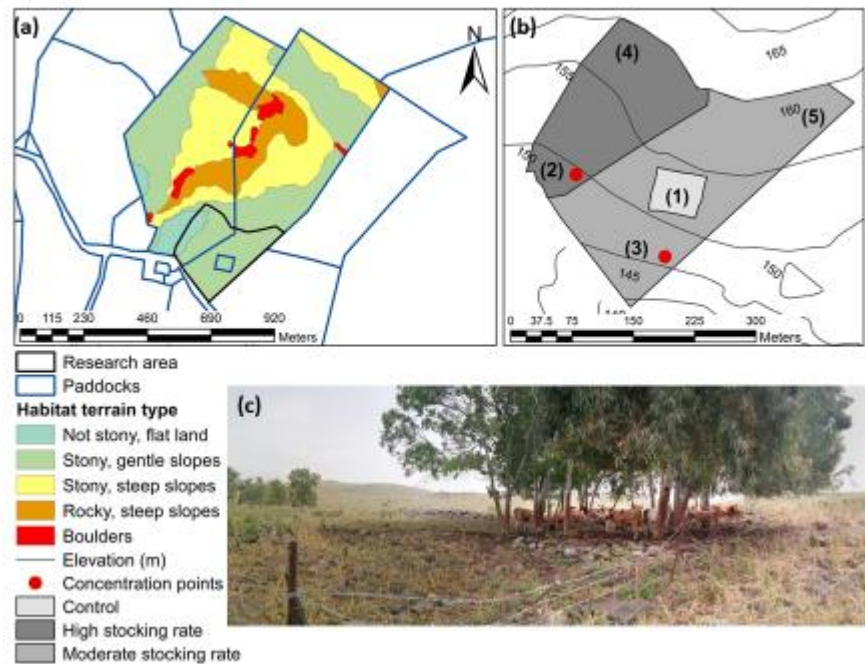
המחקר נערך בחווה ניסיונית כרי דשא הממוקמת בגליל המזרחי בישראל. שטח הכולל של החווה - הוא כ-1450 דונם המחולק לחלקות בהן עוצמת רעייה שונות. עוצמות הרעייה בשתי החלקות שנבחרו כוללת עוצמה בינונית של (0.55 פרות לדונם) ועוצמת רעייה גבוהה המאופיינת ב-1.1 פרות לדונם. השטח הכולל של כל אחד מהמכלאות הוא 27 דונם. בחלקות עם עוצמת רעייה בינונית הוכנסו 8 פרות לחלקה ובשטח עם עוצמת הרעייה גבוהה הוכנסו כ-16 פרות. בחלקות המחקר נבחר שטח דגימה של כ-6.75 דונם, מתוכם 3.94 דונם המייצג עוצמת מרעה בינונית, 2.5 דונם המייצג עוצמת רעייה גבוהה ועוד כ-0.3 דונם של שטח טבעי ללא רעייה כחלקת ביקורת. באזור הדגימה הוגדרו חמישה סוגי גידול שונים: (א) קרקע חשופה ללא כיסוי אבני ובעלת שיפועים נמוכים; (ב) כיסוי אבן של כ-25-35% ושיפוע מתון; (ג) כיסוי אבן של כ-34-35% ומדרונות תלולים; (ד) כיסוי סלעי של כ-45-55% ומדרונות תלולים; ו (ה) כיסוי סלעי מעל 55%. השטח שנבחר ע"פ הקטגוריה הראשונה של קרקע חשופה ללא כיסוי אבן ובעלת שיפועים נמוכים, בכדי לצמצם את השונות הסביבתית. מדידות הקרקע נעשו באופן רנדומאלי, כתלות מנקודות הריכוז של עדר הבקר, בכדי לייצג נאמנה את השונות המרחבית ולפתח את המודל הגיאוסטטיסטי להערכת טיב קרקע.

הערכת טיב קרקע

מדידות הקרקע נאספו בספטמבר 2015 בסוף העונה היבשה בעומק של 15-0 ס"מ. נאספו כ-50 דגימות קרקע ומיקומם נלקח ע"י GPS ברמת דיוק גבוהה. כל ממדי הקרקע הועברו למעבדה להמשך אנליזות כימיות ביולוגיות פיזיקאליות. בשטח המחקר נאספו ממדי קרקע כולל ממדי חידור וחלחול. דוגמאות הקרקע יובשו ב-105 מעלות וסוננו במסננת של 2 מ"מ. השתמשנו במודל שפותח ע"י אוניברסיטת קורנל להערכת טיב קרקע. המודל כלל 12 ממדי קרקע כימיים ביולוגיים ופיזיקאליים. הממדים הפיזיקאליים כללו: תכולת מים קרקע, אגרגציה, חידור, חלחול, ומקדם

קרקע. המדדים הביולוגיים כללו חומר אורגני ובדיקה של פחמן פעיל בקרקע. המדדים הכימיים כללו: מוליכות חשמלית, pH, אמון, וניטרט זרחן ואשלגן.

Study system



מודל להערכת טיב קרקע

המודל להערכת טיב קרקע כלל שימוש בפונקציות המרה לערכים הנעים מ-0 ל-1, כאשר הערך 1 מתייחס לטיב קרקע גבוהה והערך 0 לטיב קרקע נמוך. פיתוח המודל כלל המרה של כל מדד קרקע ע"י שלוש פונקציות טרנספורמציה פולינומים (לא לינאריות):

1. The more, the better - פונקציה בעלת שיפוע שלילי אשר כלל את המדדים של תכולת מים, אגרגציה, חומר אורגני ופחמן, ופעיל בקרקע.
2. The less, the better - פונקציה בעלת שיפוע חיובי אשר כלל את מדדי חנקן אשלגן, ניטרט, אמון, ומוליכות הידראולית.
3. Optimum function - פונקציית גיאומטרית אשר כללה את מדדי הקרקע pH ומוליכות חשמלית.

המדדים שהומרו הוכנסו למודל של principal component analysis (PCA) להערכת חשיבות או המשקל של כול אחד ממדדי הקרקע וסיכמתם של מדדי הקרקע ליצירת מודל להערכת טיב קרקע.

מודל אינטרפולציה גיאוסטטיסטי

מודל טיב הקרקע (SQI soil quality index) הכיל את המיקום הגיאוגרפי של כל דוגמה במרחב ואפשר פיתוח מודל אינטרפולציה ליצירת שכבה מרחבית של מדדי טיב הקרקע. האינטרפולציה נעשה על מדדים הכימיים, הביולוגיים ופיזיקאליים, ובמודל הכללי להערכת טיב הקרקע. נבדקו כ-12 מודלים לאינטרפולציה על בסיס 50 דוגמות הקרקע ליצירת אינטרפולציה מרחבית לייצג מאפייני הקרקע כמשטח רציף. ההתפלגות המרחבית של הערכים היא כזו שהתצפיות הקרובות זו לזו נוטות להיות דומות יותר מאלה הנמצאות במרחק. מבנה מרחבי זה של תכונות הקרקע מאפשר את התחזית שלהם במקומות ללא דגימה באמצעות טכניקות אינטרפולציה. שיטת האינטרפולציה

שנבחרה spline with tension (ST) מאחר ושיטה זאת הראתה דיוק גבוהה יותר משאר השיטות שנבדקו.

שונות מרחבית הנובעת מדדים ביואטים וא- ביוטים

מפת האינטרפולציה שפותחה מעידה על השונות המרחבית הקיימת במדדי הקרקע כפונקציה מנקודות הריכוז. בחנו את הגורמים המשפיעים על השונות המרחבית הזאת, במטרה להבין את התהליכים המשפיעים על השונות המרחבית של מדדי הקרקע. בחרנו להשתמש בעוצמת הרעייה של העדרים המבוססים על נתוני GPS אילו אפשרו לנו לחשב את עוצמת הרעייה למשך זמן ושטח נתונים. כמו כן, בחרנו משתני סביבה הכוללים: המרחק מאזורי הריכוז, שיפוע, ופנות המבוססים על נתוני DEM, ביומסה אשר מבוססת על הערכה של נתוני NDVI ו-SAVI מהדמאות לוויין RapidEye ברזולוציה של 5 מ', וכיסוי פני השטח עם התייחסות לכיסוי קרקע (כיסוי הצומח, אבני וקרקע חשופה) המבוססים על קלסיפיקציה של נתוני הלויין. לבחינת הקשרים המרחביים נבדקו שני מודלים גיאוגרפיים - סטטיסטיים: (1) ordinary least squares (OLS), (2) geographically weighted regression (GWR), וכיסוי הצומח, אבני וקרקע אל מול שבעת המשתנים המסבירים.

תוצאות

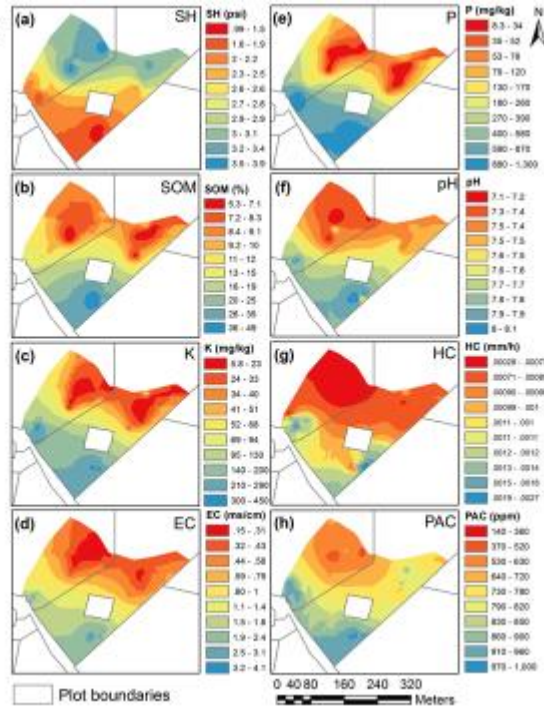
מדדי טיב קרקע

תוצאות מדדי טיב הקרקע מופיעים בטבלה 1, נמצא כי ממדי טיב הקרקע באזורי הריכוז היו גבוהים באופן משמעותי בערכים של מוליכות הידראולית, מוליכות חשמלית, אשלגן זרחן ניטרט ואמון. בנוסף חידור הקרקע היה נמוך באופן משמעותי באזורי הריכוז. מדדי הקרקע השונים תורגמו למפת אינטרפולציה לבחינת השונות המרחבית של שמדדים השונים.

Soil properties results

Soil properties	Control no grazing	Moderate stocking densities	High stocking densities	CP moderate stocking densities	CP High stocking densities
AGG	3.4±0.52 ^a	2.2±0.51 ^b	2.3±0.4 ^b	2.5±0.52 ^b	2.42±0.51 ^b
TWC (m/m)	0.18±0.014 ^a	0.15±0.02 ^a	0.16±0.011 ^a	0.28±0.08 ^b	0.18±0.04 ^a
SH (psi)	278.85±13.35 ^a	201.64±25.12 ^c	235.29±21.44 ^b	98.25±20.3 ^a	165.15±20.11 ^d
HC (mm/h)	0.006±0.0002 ^a	0.008±0.0001 ^a	0.005±0.0002 ^a	0.013±0.0006 ^b	0.012±0.0003 ^b
PAC (ppm)	435.08±90.44 ^a	788.34±125.12 ^b	509.98±106.5^{ab}	948.76±98.81^b	909.84±101.32^b
SOM (%)	9.33±0.539 ^b	7.58±1.8 ^b	7.88±1.2^b	38.09±10.04^a	12.30±1.61^b
pH	7.12±0.07 ^a	7.48±0.05 ^b	7.25±0.14 ^{ab}	7.89±0.19 ^c	7.89±0.13 ^c
EC (µS/cm)	0.298±0.07 ^c	0.316±0.11 ^c	0.22±0.053 ^c	2.48±0.21^a	1.43±0.8^b
NH ₄ ⁺ (mg/100gr)	14.06±6.08 ^c	24.3±18.08 ^c	16.68±7.2 ^c	605.46±355.4^a	253.1±59.7^b
N(NO ₃) (mg/100gr)	19.53±2.1 ^b	27.06±8.5 ^b	25.75±5.84 ^b	138.85±70.2.15^a	197.97±78.4^a
K (ml/100gr)	11.07±6.53 ^b	19.32±15.15 ^b	15.94±9.3 ^b	273.69±198.3^a	195.16±50.3^a
P (mg/100gr)	35.5±12.85 ^c	37.85±30.08 ^c	29.34±7.85 ^c	1124.8±144.01^a	620.8±150.8^b

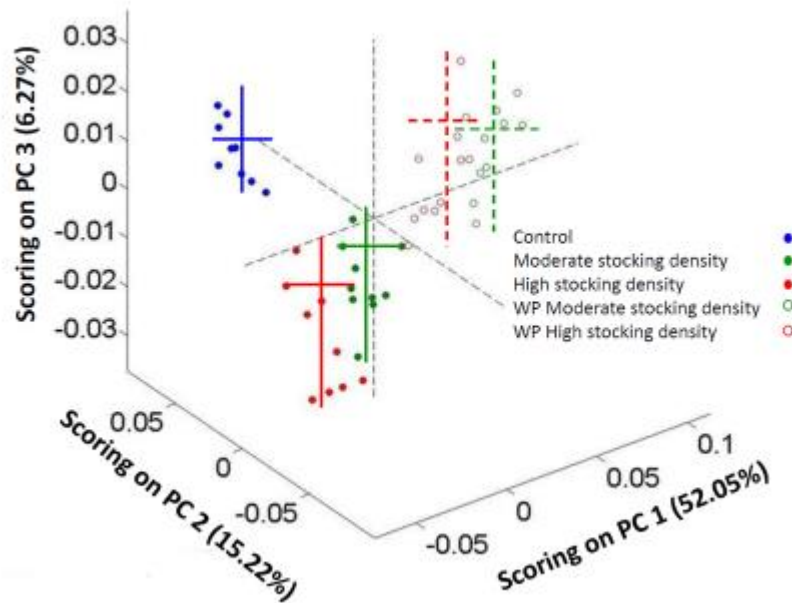
Interpolation maps



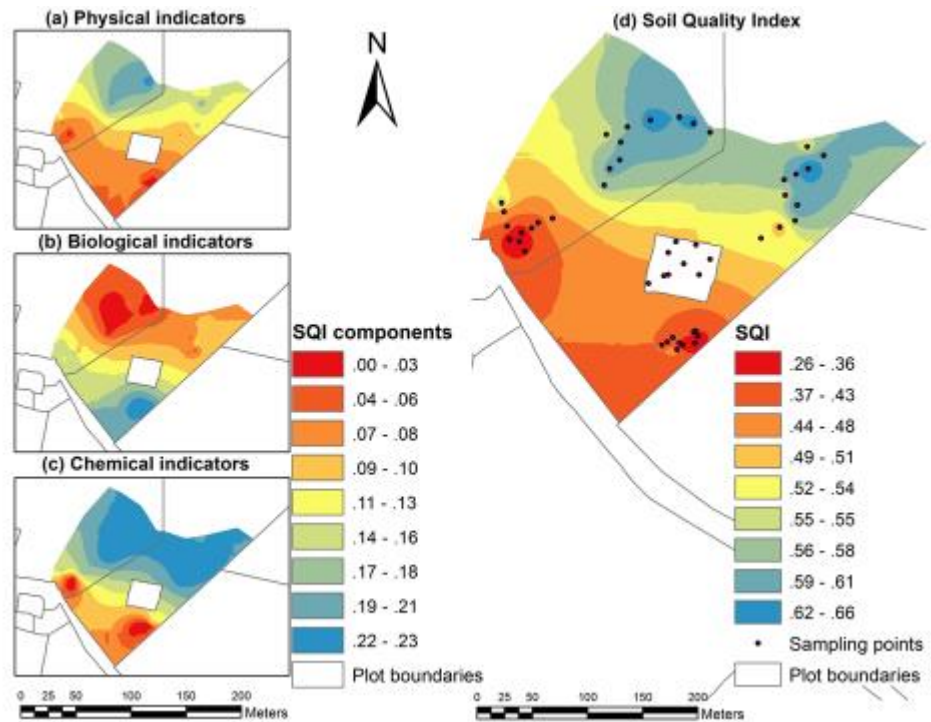
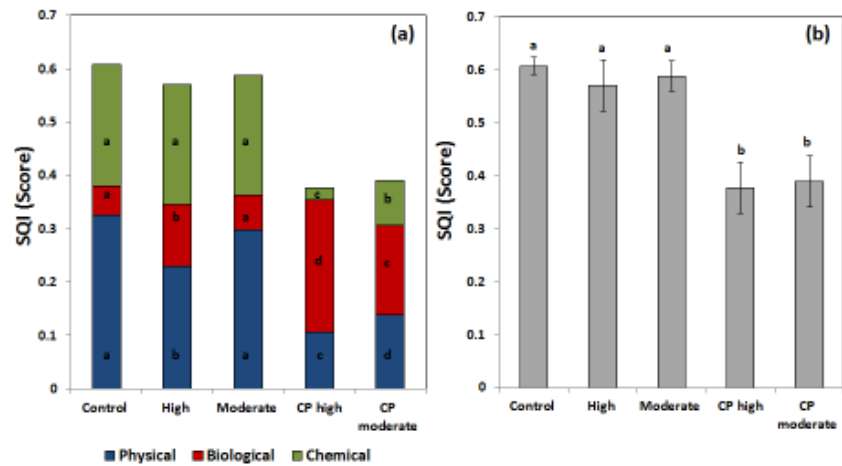
הערכת טיב קרקע

מדדי טיב הקרקע פותחו ע"י שימוש במודל של PCA, להערת מידת החשיבות או המשקל של כל ממד קרקע. תוצאות המודל מראות כי ניתן להפריד את הקרקעות ע"פ מאפייניהם השונים כפי שמופיע באיור. ערכי ה-SQI כוללים: (1) $SQI=0.61$ לחלקת הביקורת ללא רעייה, $SQI(2)=0.57$ לאזורי רעייה עם עוצמה בינונית, $SQI(3)=0.38$ לחלקה עם עצומות הרעייה הגבוהה. נמצאו הבדלים מובהקים בין המדדים הכימיים פיזיקאליים וביולוגיים בטיפולים השונים, כאשר טיב המדדים הכימיים היו נמוכים באופן משמעותי בסמיכות לאזורי הריכוז.

PCA of the soil properties



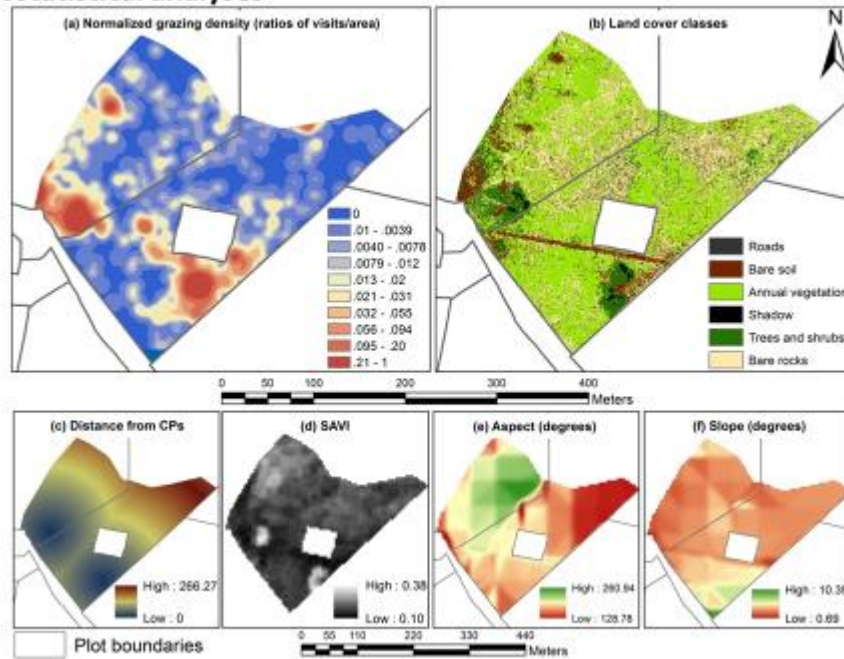
Soil quality index



משתנה סביבה

ניתוח השונוות הסביבתי נעשה בעזרת שני מודלים גיאו-סטטיסטיים: OLS ו-GWR, תוצאות המודלים מופיעים בטבלה 2. המדדים שהראו מתאמים גבוהים לשונוות המרחבית הם: כיסוי פני הקרקע ($R^2=0.97$), אחריו המרחק מאזורי ריכוז וצל ($R^2=0.94$), ועוצמת הרעייה ($R^2=0.93$). נמצא כי המודל של OLS אשר בוחן קשרים ליניאריים הציג מתאמים נמוכים מאוד, הנובעים מכך שהקשרים של משתני הסביבה הם לרוב לא- ליניאריים.

Geostatistical analyses

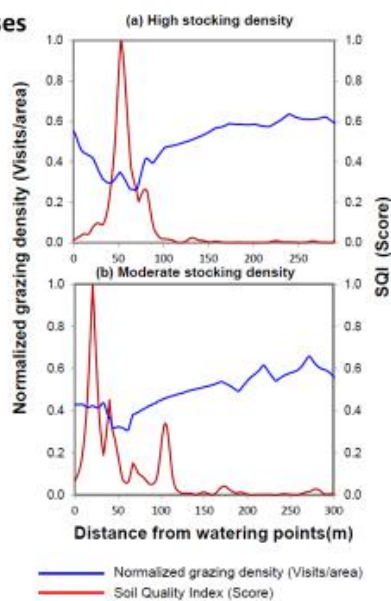


Geostatistical analyses

Predicted variables for SQI	adjusted R ² GWR	multiple R ² OLS
Distance from water points and shades	0.94	0.65
Slopes	0.72	0.11
Aspect	0.68	0.003
SAVI	0.89	0.09
NDVI	0.87	0.03
Grazing density	0.93	0.08
Landscape cover	0.97	0.02
All predicted variables	----	0.82

בבחינת הקשר בי טיב הקרקע לעוצמת רעייה נמצא קשר חזק, האיור מציג חתך של עוצמת הרעייה ומדדי טיב הקרקע מאזורי הריכוז, נמצא כי הקשר הוא חזק מאוד ובעיקר באזורי הריכוז.

Geostatistical analyses

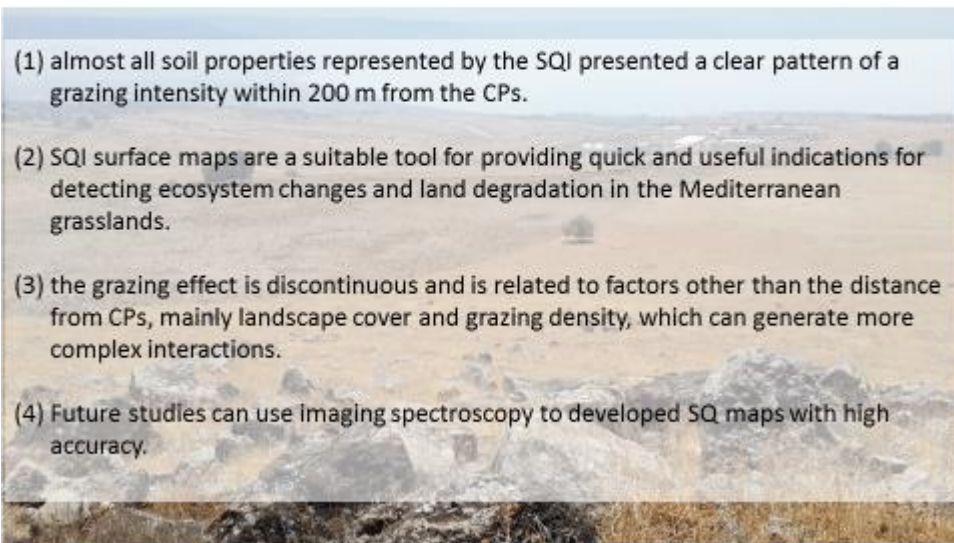


מסקנות

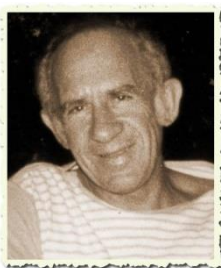
מחקר זה הציג את הקשרים בין עוצמת רעייה ומדדי טיב קרקע בסמיכות לאזורי הריכוז של הפרות (אזורי צל, שתייה) במערכת ים תיכונית. מסקנות המחקר הנוכחי הן: (1) כלל מדדי הקרקע שנבחנו הראו דפוס של דעיכה או עליה בערכים כפונקציה ממרחק מאזורי הריכוז. השינוי בערכים אינו מובהק אך ישנה דעיכה לאחר כ-200 מטר מאזורי הריכוז. (2) פיתוח מפות אינטרפולציה להערכת מדדי טיב קרקע הינו כלי חיוני לזיהוי השונות המרחבית של משתני הקרקע וטיבם. (3) הדפוס המרחבי אינו תלוי רק במרחק מאזורי הריכוז אלא בשילוב של מספר מדידים מרחביים ובעוצמות הרעייה ונתבי התנועה של העדרים, והינם תוצר של מספר אינטראקציות מורכבות בין המדדים השונים. המדדים המסבירים שהראו קשרים חזקים לשונות המרחבית של מדדי טיב הקרקע הם הכיסוי פני השטח ועוצמת הרעייה, אשר יש קשר בין משתנים שני המשתנים. קשר זה מתייחסת לנתבי התנועה של הבקר, אשר תלויה בטופוגרפיה וככול הנראה בכיסוי האבני. הבנת קשרים אילו חיוני להבנת השונות המרחבית של מדדי טיב הקרקע. (4) מסגרת מחקרית המוצעת במחקר זה, יכולה להוות בסיס לבחינת השפעת עוצמת רעייה של על מדדי טיב הקרקע והידלדלות של מערכות מרעה, תוך התייחסות לשונות המקומית. מסגרת המחקר הנוכחית יכולה להיבחן באזורי מחקר נוספים, הנמצאים תחת עצומות רעייה שונות ובשלבי הידלדלות שונים.

Conclusions

This study provides insights into the dynamics of SQ degradation in the vicinity of CPs in a grazing system in the Mediterranean grasslands:



דברים לזכרו של נעם זליגמן ז"ל



מאת מוכה וייץ

קשה לדבר על נועם בזמן עבר, לגבי הוא היה חבר וקולגה ואני מתאר לעצמי שכך מרגישים עוד אנשים היושבים כאן. הכרותנו היתה רבת שנים מאז שנת 1958 אז התחילה עבודתי בענף. למעשה נעם היה החונך שלי ואת היסודות למדתי ממנו.

אי אפשר לדבר על נעם מבלי להזכיר את כל השתלשלות המחקר והפיתוח של המרעה בהם היה יוזם מעורב מדריך ובעצם הרוח החיה ביצירת תורת המרעה שאנחנו מכירים היום.

ענף המרעה בתפיסה המודרנית היה חדש בארץ למרות ההיסטוריה ארוכת השנים של רועים ומרעה בארץ, את עיקרי ממשק המרעה קיבלנו מיועצים אמריקנים במסגרת סיוע של ה FAO וסיוע אמריקני.

בהתחשב בזה שמצב המרעה לאחר 1948 היה שיקוף של שנים רבות של רעיית יתר היה צורך ביצירת ידע לגבי הקיים והפוטנציאל של השטחים.

נועם היה מראשוני הקבוצה שעסקה בנושא ומלכתחילה המוביל בקבוצה שכל אחד בה היה טיפוס קופיש (נפתלי תדמור), זאב נאווה, ספי כצלסון, צבי רז, בודה (יעקב עורב) ועוד אחרים. נעם בקבוצה הזו היה המאחד המנווט הקול השקול.

סקר המרעה משנת 56-1954 היה מפעל עצום סקר בוטאני כמותי בכיסוי ארצי שנדמה לי שבהיקפו לא נעשה בארץ והסיכום שלו במפות, במאגר חתכי צומח הוא מידע בסיסי המציין את נקודת ההתחלה.

פרסומו בספר "המרעה הטבעי בישראל" שבנוסף לצומח, כושר נשיאה, הציע דרכי השבחה, היתה זו קצת חוצפה להציע דרכי השבחה כשעדיין לא נצבר הרבה ידע מקומי ולמרות זאת היתה בה התווית דרך ושוב נעם היה הרוח החיה מי שיחד עם צבי רז ואחרים ריכזו את הכנת הספר. (אגב מי שמחפש את הספר יכול להשיג אותו במכירה מקוונת ב 180 ש"ח.)

נעם היה המנהל השני של המחלקה למרעה בשימור הקרקע בתקופת ניהולו נעשו עבודות פיתוח מרעה נרחבות, הפעולות בוצעו ע"י פועלי תעסוקה או כפי שנקראו אז פועלי דחק, איזה שם, במסגרת פעילות זו גודרו שטחי מרעה ע"פ השיטה שהייתה אז בארה"ב בעמודי עץ (איפה היו היערות לספק אותן), ואח"כ בעמודי ברזל נעשו פעולות השבחה של בירוא חורש טבעי בכלים ידניים עם ריסוס הגדמים, דושנו שטחי מרעה בסוגי קרקעות שונים נעשו פעולות זריעה של שטחים שוליים ושזרוע שהיה פיזור זרעים מהקרקע ואף מהאוויר. כל זה נווט ע"י נעם וכדרכו היה זה לא רק פיתוח אלא גם לימוד והוצאת מסקנות.

לאחר סיום הפיתוח ע"י פועלי תעסוקה היה צריך למצוא דרכים חדשות לבצע את ההשבחה. החקלאות בארץ הייתה ברובה מסובסדת, המרעה היה צריך בעלותו להיות זול יותר ממזון מרוכז המסובסד וזאת כאשר הפיתוח אומנם מומן מתקציב הפיתוח כמו שאר ענפי המשק אבל המוצר לא סובסד וחקלאים בעיקר במושבים לא היו מוכנים להשקיע במרעה בתנאים אלה, בתקופה זו נבחנו כל פעולות הפיתוח במשקפיים של רווח והפסד המרעה היה צריך להתחרות במזון מרוכז מסובסד, המרעה והבקר היו ענפי החקלאות הראשונים בארץ שהתנהלו כבמערכת שוק חופשי.

כבר בשנת 1954 הובן שיש ללמוד איך מנהלים מרעה והרעיון היה הקמת חווה שבה יהיה עדר בקר ממשלתי חווה שבה ייבחנו גזעי בקר ממשק רעייה ויוכשרו בוקרים, החווה הוקמה ע"י שימור הקרקע בעזרת סיוע החוץ האמריקני וכבר בשנים הראשונות התברר שחווה מסחרית ממשלתית אינה רעיון טוב ואז התחילה תוכנית המחקר שאנחנו מכירים היום, אותה תכנן וניהל נעם.

בדרך כלל בחקלאות תוכניות מחקר אינן נמשכות שנות דור לאחר ארבע שנות ניסויים שבה התרכזו בכיול שטחי המרעה וזאת על מנת שבהמשך ניתן יהיה לבצע מחקרים בשטחים שווי כושר נשיאה נועם עמד על כך שהניסוי הבסיסי ימשך כי התברר שמה שאנחנו יודעים היום כושר הייצור של המרעה הטבעי משתנה משנה לשנה בהתאם לתנאים אקלימיים ואין שנה דומה לקודמותיה. ולנעם היה את אורך הרוח הזה וזאת מבלי להמעיט בחלקם של מריו שאיננו איתנו ושל זלמן הנקין וחוקרים שותפים מונה יער לדורותיהם דוד לוי צבי הולצר אורי ברוש ואחרים. ומנהלי החווה לדורותיהם שלמה אילן ברוך רטיג צדוק כהן.

בהמשך מחקרים רבים בוצעו בחווה בתחומים שונים של המרעה ותוצאות המחקר השפיעו על קבלת ההחלטות של משרד החקלאות להרחבת עדר הבקר בארץ.

התפתחות ענף המרעה הייתה משולבת תמיד במחקר, ענפי בעלי חיים והמחקר האינטנסיבי בנגב החל לאחר 6 שנות בצורת רצופות לאחר דיונים נקבע קו בצורת לגידולי שדה ותחנת מחקר למרעה במיגדה.

ושוב נעם היה מעורב בתכנון המחקר והשתתפות בו. הרעיון שבתחילתו התבסס על ניסיון אוסטרלי בשילוב פלחה ומרעה ורעיית כבשים ושילוב שיחי מרעה נמשך גם הוא מעל שנות דור בכל אותו זמן נעם היה מעורב בהכוונה והשתתפות במחקרים. המחקר הראה כדאיות כלכלית של השילוב של בע"ח וגד"ש אך היציאה למרחב לא קרתה אנתנו פיתחנו מרעה למשק היהודי ומגדלי כבשים בנגב היו והינם בדואים ומרבית שטחי הפלחה היו בהתיישבות.

גם פריצת הדרך במרעה בשטחי החורש היתה קשורה במחקר, לאחר מחקר שהתבצע בתחנה לחקר הסחף בשטחי הכרמל ע"י דן רוזנצבייג נמצא שהחורש צורך 100 עד 200 מ"ק לדונם יותר משטח עשבוני והרעיון שיצא משימור הקרקע להפוך את החורש הטבעי לפארק עשבוני נתקלה כמובן בהתנגדות מלאת רגשות של רשות שמורות הטבע, בדיעבד די בצדק, אבל התוצאה הייתה כמו תמיד לכו ללמוד ואז תבואו עם הצעות כך קמה חוות חט"ל מחקר להפיכת חורש למרעה גם כאן נעם ועימנואל נוי מאיר בקולם השקול הביאו לשיתוף פעולה בין כל הגורמים המעורבים מהפיתוח עד השימור בהקמה וביצוע המחקר. אומנם תוספת מים לאקוויפר לא הייתה אבל הקמת רשות המרעה ופיתוח עדרי בקר ועיזים בגליל נדרשו לידע שנוצר בחווה.

נעם את הדוקטורת שלו עשה על הצומח בגולן שוב בנקודת מפנה לאחר מלחמת 1967.. והקמת עדרי בקר לבשר שנתנה תנופה לענף בכל שטחי המרעה בארץ פיתוח עדרי בקר לבשר בגל זה נעשה במימון הבנק העולמי ושוב היה זה המחקר והידע שנצבר ששיכנעו את אנשי הבנק שההשקעה הזאת כלכלית.

לא עלאה אתכם בתולדות המחקר במרעה הארץ שפעילותו והשפעתו של נעם היתה רבה בתכנים בהדרגת חוקרים חדשים וכתובת תורת המרעה. נעם עוד הספיק יחד עם צוות המחקר במחלקה למשאבי טבע לסגור מעגל והפעם על בסיס ידע רב שנים לכתוב את תורת ניהול המרעה בישראל ועד כמה זה אופייני ששמו הוא " על צומח, בעלי חיים ואנשים".

דלתו של נעם היתה תמיד פתוחה להתייעצות שלעיתים נמשכה זמן רב גם אם לא תוכננה מראש וככזה היה נעם המורה לכולנו.

יום עם נעם הייתה לו התחלה אם כי תמיד באיחור והסתיימה ללא מועד סיום, רעייתי היתה אומרת כשיצאתי עם נעם, מוקדם כבר לא תגיע, והיציאה שלו לשטח הייתה חקרנית ומשכה את כל מי שיצא איתו לכל פינה והתעקבה על כל פרט ותמיד היה מה ללמוד מפגישה כזו גם אם מטרתה הייתה להראות את הנעשה.

אף אחד לא חי לנצח אבל נעם האיש ופועלו תבועים בענף המרעה בארץ, רבים הם תלמידיו ורבים הם מוכיריו וככזה ישאר בזכרונם של רבים.

מאת טליה זליגמן

אבינו

אני טליה, הבת "הצעירה" של נועם. התבקשתי לומר כמה מילים לזכרו הבוקר וניסיתי לחשוב מה לומר בהקשר של אבא "של העבודה" אבל האמת היא שהעבודה של אבא היתה בלתי נפרדת ממנו, חלק ממנו. אז כך גם מה שכתבתי:

אבל זה מצב תודעתי מתעתע ומפתיע. לפעמים נדמה שכלום לא השתנה ופתאום באיזו פינה של היום הוא תופס אותך, האבל הזה, לא מוכנה. כמו בשבוע שעבר כשנתקלתי באינטרנט בוידאו שמסביר על המצלמות החדשות ועל יכולות המעקב שלהן בסרטי הטבע החדשים של ה-BBC ועל איך היכולות האלה התפתחו במהלך השנים שבהן ה-BBC מתעד ציטות, צבועים וחרקים וכבר תיכננתי את המייל לאבא, ואפילו במובן מסויים גם כבר ידעתי מה תהיה התשובה שלו. לאבא שלנו היתה תכונה נפלאה של השתאות והתרגשות ממגוון כל כך גדול של נושאים - ממדעים כמובן, מטכנולוגיה, ממוזיקה, מפילוסופיה, מאסתטיקה, מהטבע, מהדת. כמו ילד שנפגש במשהו בפעם הראשונה, היה נפעם לשמוע על חידושים, היה מתרגש כשצפה בצילומי טבע והתמוגג מהאזנה לבאך.

הלינקים האלו שהייתי שולחת לאבא במייל היו בסיס לשיחות ארוכות ומרתקות שאני חוזרת וקוראת בהן בחודשים האחרונים בהתרגשות גדולה - פעם אחר פעם פרש את משנתו על החיים ועל המגוון האינסופי הקיים בטבע שכל כך הסעיר אותו. כך כתב במייל על משמעות החיים עבורו (שגם הקראתי בלוייה):

המשמעות עבורי היא ההתבוננות בפלאי הבריאה, על המשחק האין סופי בין דטרמיניזם ואקראיות, המנוסח כל כך יפה ביהדות באמרה 'הכל צפוי והרשות נתונה'. ועל ההרגשה האלוהית שחתיכת פרוטופלזמה מזערית, זיק בתולדות היקום, יכולה לחשוב על האין-סופיות (או הסופיות) של היקום, הצמצום האין סופי (או הסופי) של מרכיבי היקום, הכל תוך כדי חיים יום-יומיים בהם 100 שנים נראות תקופה ארוכה מאד, זמן מספיק לגדול, להתפלא מנפלאות אביגיל, לאהוב, ליצור, ללמוד, להבין ולא להבין, לשמוח, להתייאש, ליהנות מיכולות החושים, לסבול, לברך ולקלל, ומה לא?

ביום ההולדת ה-80 של אבא תיאר אחד מחבריו איך בחר נועם ללמוד חקלאות כי זה היה המהלך האידאולוגי לעשות ואמר שאם היו נדרשים פילוסופים להקמת המדינה, היה הולך ללמוד פילוסופיה ומצטיין גם בה.

בשיחה לפני כמעט עשור הופתעתי לשמוע ממנו שהבחירה במקצוע החקלאות היתה באמת אידאולוגית נטו, ואת האהבה לצומח ולמגוון של הטבע גידל בהרי צרעה בהתבוננות מעמיקה וקרובה ולמידה, שהרי מבחינתי אבא והעשבים והפרחים והשיחים והעצים זאת מערכת יחסים נצחית, שתמיד היתה שם.

תמיד הבאתי את אבא בתור דוגמה למישהו שממש אוהב את העבודה שלו ושהעבודה היא חלק מחייו – השבתות שלי בתור ילדה נראו כמו איך שאני מדמיינת את הסיורים של כנס המרעה: עצרנו לדון בסירה קוצנית, צילמנו כל עשב ליד אולר בתור קנה מידה, התעניינו בגללים של עיזים ותהינו על העדרים שרעו (או לא רעו) בשטח מסוים.

ונדמה לי שהסוד לא להפסיק לאהוב את מה שעושים טמון באותה יכולת סקרנות והתפעלות. מקטן ועד גדול. כל פעם כשאבא היה מלמד אותי משהו חדש באקסל, היה מספר איך אותה פעולה שהיום מסתיימת עוד לפני שאנחנו משחררים את מקש האנטר, היתה דורשת ממנו בזמן הדוקטורט מעל יממה של תרגום מספרים לכרטיסים מחוררים והעברתם במחשב שתפס בניין שלם באוניברסיטה. עברו 50 שנה והאקסל עדיין לא התקבל כמובן מאליו בידיו המיומנות של אבא.

אני מוצאת את עצמי מנסה לתרגל את המבט החכם והמתרגש של אבא ביום יום שכל כך חסר אותי, לחשוב על התשובה למייל או על השיחה שהיתה יכולה להיות אם הייתי מספרת על חכמה חדשה של הילדים. אני שומעת אותו מתפעל ומתלהב באהבה גדולה.

זהו האור של אבא שלנו שממשיך להאיר גם אחרי לכתו.

השבחת מרעה טבעי – מנעם עד היום

זלמן הנקין

היחידה לבקר לבשר, נווה יער, המחלקה למשאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי

zalmen@volcani.agri.gov.il

מבוא

שטחי המרעה בארץ מגוונים ומוגדרים ע"י גורמים שונים, הכוללים: תצורת הצומח, הרכב בוטני, אקלים, טופוגרפיה, סוגי הקרקע ורמת פוריותם. הצרופים השונים של משתנים אלו באזורים השונים יוצרים מגוון רחב של טיפוסי מרעה עשבוני או מעוצה. הבעיות העומדות בפני המגדל באזורינו הם איכות ויבול נמוך של צומח המרעה אשר בד"כ מהווים גורמים המגבילים את ייצרנות בעלי החיים. בהתאם לכך, השטח המוקצב במקרים רבים למגדל אינו מספיק על מנת לקיים עדר ריווחי. לכן, השאלה המרכזית היא איך בתנאים הנתונים המאפיינים את האזורים השונים, ניתן לייצר שטח עשיר בצומח מרעה לבעלי החיים הרועים בו - או במילים אחרות איך משביחים מרעה? מטרת ההשבחה הן להעלות יבול הצומח (ביומסה) ולשפר את איכותו, אך הצדקת יישום פעולה זו מותנית בגורמים שונים אותם צריך לקחת בחשבון, הכוללים: א. זמינות המימון לכיסוי עלות ההשבחה. ב. התאמת האמצעים המושקעים לבית הגידול. ג. היכולת לפתור בעיות הזנה ורווחיות של העדר. ד. ניצול מיטבי של המרעה ע"י בעלי החיים. כל זאת כאשר נלקחת בחשבון גם השפעתה החיובית או השלילית של פעולת ההשבחה על הסביבה ועל ערכי הטבע השונים. כאשר מתכננים את פעולת ההשבחה יש לקחת בחשבון את סוג בעלי החיים הרועים (בקר, כבשים או עיזים), כן יש לקחת בחשבון את סוג בית הגידול, סוג וטיב הקרקע ומצב הצומח (תצורה) הקיים.

בשנות החמישים והשישים של המאה הקודמת בוצעו פעולות רבות של השבחה, הכוללות; שזרוע, העלאת פוריות הקרקע ע"י תוספת דשן, ריסוס סלקטיבי ועוד, אך בגלל שלא נמצאה הצדקה כלכלית לפעולות אלו ועל המגדל היה לקחת "סיכון" כלכלי מסוים, רוב בעלי העדרים במשך כארבעה עשורים כמעט ולא ביצעו השבחת מרעה במשקיהם. בשנים האחרונות, עם הלחץ הגובר על שטחי המרעה והרצון להפיק מהם יותר, התחדשה היוזמה לבחינה מחודשת של הנושא, כאשר שתיים מפעולות ההשבחה המוכרות הן; הוספת חומרי הזנה לקרקע ושזרוע.

על מנת לבחון את השפעת תוספת חנקן לקרקע ושזרוע של מיני צומח שונים על יצרנות המרעה בוצעו לאחרונה תצפיות בשני אתרים בארץ; כפר סאלד בצפון וחוות שקמים בדרום. בשני משקים אלו היוזמה למהלך זה באה מצד המגדלים. בכפר סאלד ניתנה (בהיקף משקי) תוספת של חנקן בשנים 2014 ו-2016 ואילו בחוות שקמים בוצעה תצפית מבוקרת של דישון בחנקן ושזרוע של מספר מינים מבויתים של דגניים וקטניות בשטח כולל של כ-6 דונם. בשני האתרים האלו ידוע כי הגורם המרכזי המגביל את ייצור המרעה הוא חנקן ולכן בוצע בהם דישון במרכיב זה ע"י פיזור אוריאה. בגליל המערבי בשנים 1988 ועד 2010 בשטחי בתה הנשלטים ע"י סירה קוצנית על על קרקעות טרה רוסה, המוכרות כדלות בזרחן, בוצעו ניסויי השבחה שונים על בו ניתנה תוספת של סופר פוספט וכן בוצע ריסוס סלקטיבי נגד רחבי עלים. כל הפעילויות הללו בוצעו על מנת להגביר את מרכיב הצומח העשבוני בשטחים אלו ולצמצם את כיסוי השיחים.

שיטות וחומרים דישון מרעה בחנקן

במרעה כפר סאלד שבגליל העליון בוצעו שני מחזורי דישון, הראשון בפברואר 2014 והשני בפברואר 2016. בכל אחד ממחזורי הדישון, ניתנה מהאוויר תוספת אוריאה בכמות של 8 ק"ג לדונם (4 ק"ג חנקן צרוף) (תמונה 1). הקרקע במרעה כפר סאלד מצויה על תשתית סלע בזלת ובהתאם ניתנה תוספת חנקן להשבחת המרעה. כמות המשקעים השנתית הממוצעת בכפר סאלד עומדת על 555 מ"מ ובשנות הניסוי 2014 ו-2016 כמויות הגשמים שירדו היו 320 ו-440 מ"מ בהתאמה. בשתי שנות הניסוי פוזרה אוריאה בשטח של כ-600 דונם (בחלקת המיגון). שטח סמוך (150 דונם) ללא תוספת של חנקן שימש כביקורת.



תמונה 1. דישון אוריאה מן האוויר במשק כפר סאלד (פברואר 2014). (צולם ע"י ניר בס)

עם סיום סבב הדישון הראשון ב-23/4/2014, בשיא עונת הגידול (לפני התייבשות הצומח), נקצרו בשטח הביקורת (ללא דישון) 20 דגימות צומח בריבועים של 25 × 25 ס"מ. להשוואה, נקצרו 20 דגימות נוספות בחלקה בה ניתנה תוספת של חנקן. הדוגמאות יובשו בתנור ב-65°C במשך 48 שעות לחישוב יבול הצומח על בסיס חומר יבש ונשקלו. בסבב השני ב-5/4/2016, בשיא עונת הגידול (לפני התייבשות הצומח), נקצרו בחלקת הביקורת ובחלקה בה ניתנה תוספת של חנקן 7 דגימות בריבועים של 25 × 25 ס"מ. הדוגמאות יובשו בתנור ב-65°C במשך 48 שעות לחישוב יבול הצומח על בסיס חומר יבש ונשקלו.

בחוות שקמים הממוקמת בנגב הצפון מערבי קיים עדר בקר לבשר הרועה בשטח. הקרקע היא לס וידוע מעבודות מחקר קודמות שבוצעו בחוות מחקר סמוכה (מיגדה) כי תוספת של חנקן עשויה לשפר את יבול הצומח באופן משמעותי. עקב הצורך והרצון להגדיל את יכולת נשיאת הבקר של שטחי המרעה בחווה ע"י העלאת יבול הצומח ושפור איכותו, הוצבה תצפית השבחת מרעה באוגוסט 2015 לבחינת הנושא (תמונה 2). כמות המשקעים הממוצעת השנתית באזור היא כ-490 מ"מ (נגבה). עונת 2015/16 היתה גשומה (511 מ"מ גשם בחוות שיקמים) וגם פיזורם לאורך העונה היה טוב.



תמונה 2. שטח הניסוי בחוות שקמים באוגוסט 2015 לפני הצבת התצפית וביצוע פעולות ההשבחה.

התצפית בוצעה בשטח של 6 דונם אשר חולק ל- 9 תתי-חלקות בנות 1 או 0.5 דונם כל אחת, אשר כללו טיפולים בדישון/חנקן ו/או שזרוע של מיני דגן או קטנית שונים ושילוב ביניהם (טבלה 1). הדישון בוצע מהקרקע וכלל פיזור של אוריאה לפי כמות של 10 ק"ג לדונם (5 ק"ג חנקן צרוף לדונם). השזרוע בחלקות השונות כלל את המינים הבאים: שעורה (1 ק"ג זרעים לדונם), שיבולת שועל (1 ק"ג זרעים לדונם), אפונה (14 ק"ג זרעים לדונם), בקיה (10 ק"ג זרעים לדונם) ותלתן (3 ק"ג זרעים לדונם).

ב- 23/4/2014, בשיא עונת הגידול (לפני התייבשות הצומח), בכל אחת מתתי-חלקות הטיפול נקצרו 7 דגימות צומח בריבועים של 25×25 ס"מ. הדוגמאות יובשו בתנור ב- 65°C במשך 48 שעות לחישוב יבול הצומח על בסיס חומר יבש ונשקלו.

טבלה 1. טיפולי הדישון והשזרוע ושטח החלקות בתצפית השבחת המרעה בחוות השקמים

שטח החלקה	הטיפול	
	שזרוע	דישון
0.5 דונם	ללא שזרוע	ביקורת - ללא דשן
0.5 דונם	-	חנקן
0.5 דונם	שיבולת שועל	-
0.5 דונם	שיבולת שועל	חנקן
0.5 דונם	שעורה	-
0.5 דונם	שעורה	חנקן
1 דונם	תלתן	-
1 דונם	בקיה	-
1 דונם	אפונה	-

דישון בזרחן וריסוס בהרביציד בגליל המערבי

במחקר ארוך טווח שהחל ב- 1988 ונמשך עד 2010, לאורך יותר מ- 20 שנה נבחנו היבטים שונים בהתבססות הצומח המעוצה ויבול הצומח העשבוני, לאחר טיפולים חד פעמיים בדישון בזרחן, ריסוס בקוטל עשבים לאחר שריפה.

הניסוי הוצב בשטח המרעה של מושב עין-יעקב בגליל המערבי סמוך לחוות חט"ל בשטח הנתון לרעה עונתית של בקר. שטח של כ- 15 דונם, שנשלט קודם לכן ע"י סירה קוצנית, גודר על מנת למנוע כניסה של בקר במשך עונת הצמיחה. הניסוי כלל 7 טיפולים שהוצבו ב- 5 בלוקים באקראי, סה"כ 35 חלקות כאשר גודלה של כל חלקה הוא 10×10 מ'. הניסוי כלל את הטיפולים הבאים:

- * היקש, שריפה של השיחים - HOP0
- * ריסוס באלבר סופר לפני השריפה + שריפה של השיחים - HEPO
- * שריפה של השיחים + דישון בסופר פוספט (4.5 ג' P למ"ר) - HOP1
- * ריסוס (א.ס.) לפני השריפה + שריפה של השיחים + דישון בסופר פוספט (4.5 ג' P למ"ר) - HEPI
- * שריפה של השיחים + ריסוס (א.ס.) בשנה שלאחר מכן - HLP0
- * שריפה של השיחים + דישון בסופר פוספט וריסוס (א.ס.) בשנה שלאחר מכן - HLP1
- * שריפה של השיחים + דישון בסופר פוספט (9 ג' P למ"ר) - HOP2

בשנה הראשונה שלפני ביצוע הטיפולים נערכו בדיקות וסקרי צומח אשר שימשו כבסיס להתייחסות בהמשך. לאחר השלמת סקרי הצומח ההקדמיים בוצעו הטיפולים המוזכרים.

במסגרת מחקר זה הושם דגש על בדיקת השפעתם של הטיפולים השונים על ייצור הצומח העשבוני (ביומסה) ועל השינוי בשיעור הכיסוי הכללי של המרכיב השיחי (בעיקר סירה קוצנית וקידה שעירה) ונמדדו המשתנים הבאים: יבול והרכב הצומח העשבוני וכיסוי מרכיבי השטח שיחים (סירה קוצנית וקידה שעירה), קרקע (שטח פנוי לעשבוניים), סלע ועצים. המדידה התבצעה בשיטת ה-STEP POINT" וכללה סה"כ 100 נקודות בכל בחלקה.

תוצאות

דישון בחנקן במרעה בכפר סאלד

בדיגום הצומח שבוצע במרעה כפר סאלד בשיא עונות הצימוח השוותה החלקה המדושת לביקורת ללא דשן ונמצאה תוספת משמעותית של ביומסה צמחית כתוצאה מן הדישון (טבלה 2, תמונה 3). ב-2014 תוספת יבול הצומח שנמדדה עמדה על 220 ק"ג חומר יבש לדונם ואילו ב-2016 נמדדה תוספת של 335 ק"ג לדונם חומר יבש אשר מהווים תוספת של 83% ו-65% בהתאמה ביחס לביקורת.

טבלה 2. יבול הצומח (ק"ג ח"י לדונם) במרעה כפר סאלד בחלקה שקיבלה תוספת של חנקן ובחלקת הביקורת (ללא דישון) בשיא עונת הצימוח בשנים 2014 ו-2016 (ממוצע \pm סטיית התקן).

השנה	ללא דישון	דישון בחנקן (8 ק"ג אוריאה לדונם)
2014	264 \pm 72	483 \pm 171
2016	513 \pm 249	848 \pm 135



תמונה 3. שטח המרעה בכפר סאלד בשנת 2014 לאחר דישון בחנקן.

דישון ושזרוע מרעה בחוות שקמים

בתצפית שהוצבה ע"י המגדל נבדקה השפעתם של דישון בחנקן ובמקביל שזרוע של שני מיני דגן (שעורה ושיבולת שועל) ושל שלושה מיני קטנית (אפונה, תלתן ובקיה). חורף 2016 בנגב הצפון מערבי היה גשום יחסית וכך בהתאם יבול הצומח בטיפול הביקורת היה יחסית גבוה. יבול הצומח ללא תוספת דשן או פיזור זרעים ממקור חיצוני עמד על כ- 600 ק"ג ח"י לדונם (טבלה 3, תמונה 4). אך נמצא כי, תוספת אוריאה בכמות של 10 ק"ג לדונם (5 יחידות חנקן לדונם) תרמה לתוספת מרעית של כ- 250 ק"ג ח"י לדונם. פעולת השזרוע במיני הדגן, שעורה או שיבולת שועל, לא תרמה לעליה ביבול הצומח ותוספת היבול נמצאה רק כאשר בנוסף לפיזור הזרעים ממקור חיצוני באותן חלקות ניתן גם חנקן כדשן. לעומת זאת, כאשר פוזרו זרעים של מיני קטנית שונים (תלתן, בקיה ואפונה) אף ללא דישון נמצאה עלייה משמעותית ביבול, בערכים הדומים לאלו של הדישון. בבדיקת הרכב הצומח בטיפולים השונים נמצא כי מיני הבר השולטים היו: בן-חיטה, שיבולת שועל, עוקצר מצוי, תלתן ארגמן וכרבלת התרנגול. כן נמצא כי לא הייתה נביטה של זרעי מיני הדגן שפוזרו בשטח (שעורה ושיבולת שועל), אך לעומת זאת בשלושת מיני הקטנית שזרעיהם פוזרו בחלקות הניסוי נמצא כי שעור הכיסוי שלהם עמד על 7% - 12% (טבלה 3) במינים השונים והם תרמו לעלייה משמעותית ביבול הכללי.

טבלה 3. יבול הצומח בטיפולי הדישון והשזרוע השונים, תגובת המינים שנזרעו והרכב צומח מיני הבר במרעה בחוות שקמים עם סיום עונת הצימוח 2016 (7 לאפריל).

מינים שולטים בחלקה	תגובת המינים שנזרעו % כיסוי	יבול צומח (ג' ח"י למ"ר)	הטיפול	
			שזרוע	דישון
בן חיטה, שיבולת שועל, תלתן ארגמן		601 ± 156	ללא שזרוע	ללא דשן
בן חיטה, שיבולת שועל, תלתן ארגמן		847 ± 269	-	חנקן
בן חיטה, תלתן ארגמן, כרבלת התרנגול	-	598 ± 172	שיבולת שועל	-
בן חיטה, שיבולת שועל, תלתן ארגמן	-	987 ± 429	שיבולת שועל	חנקן
כרבלת התרנגול, בן חיטה, שיבולת שועל	-	526 ± 171	שעורה	-
כרבלת התרנגול, עוקצר מצוי, שיבולת שועל	-	726 ± 247	שעורה	חנקן
שיבולת שועל, כרבלת התרנגול, כילינית	++ (10%)	842 ± 293	תלתן	-
חרצית, שיבולת שועל, שעורת התבור	++ (12%)	1177 ± 482	בקיה	-
כרבלת התרנגול, שיבולת שועל, תלתן ארגמן	++ (7%)	949 ± 249	אפונה	-

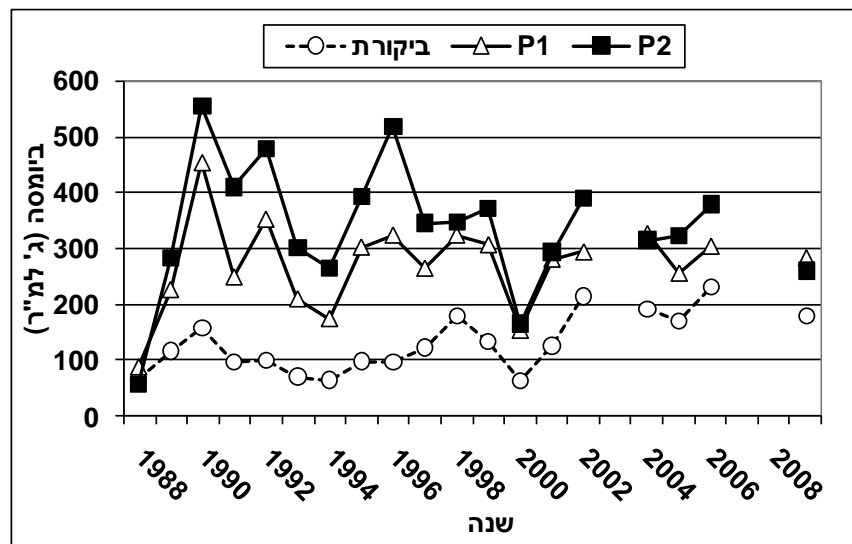
תמונה 4. המרעה בשטח ניסוי ההשבחה בחוות שקמים באפריל 2016 במועד הדיגום.



דישון בזרחן וריסוס בהרביציד בגליל המערבי

יבול הצומח העשבוני : נמצאה עליה משמעותית ביבול הצומח העשבוני לכל אורך שנות הניסוי כתוצאה ממתן דישון חד-פעמי בזרחן (ציור 1). יבול הצומח העשבוני שעמד על 60 - 100 ג' ח"י למ"ר במוצע בטיפולים השונים לפני מתן הדשן עלה בצורה משמעותית בשנים הראשונות שלאחר מתן הדשן. אך גם בהמשך ניתן לראות כי למרות הירידה היחסית בביומסה הכללית עם השנים, נמצאה תוספת של כ- 50% בביומסה העשבונית ביחס לביקורת באותן חלקות אשר קיבלו תוספת זרחן וזאת גם 20 שנה לאחר מתן הדשן. ההבדלים בביומסה העשבונית שנמצאו בין השנים השונות הם כנראה תוצאה של ההבדלים השנתיים במשטר הגשמים.

ציור 1. ביומסה של הצומח העשבוני בטיפולי הדישון בזרחן ביחס לביקורת בשנים 1988 - 2009 בניסוי עין יעקב. $P1 = (4.5 \text{ ג' } P \text{ למ"ר})$, $P2 = (9 \text{ ג' } P \text{ למ"ר})$. (מלבד השנים 2003, 2007 ו- 2008 בהם לא נדגם הצומח).



אחוז הכיסוי של השיחים : אחוז הכיסוי הכללי של שיחי הסירה הקוצנית, אשר היוו את מרכיב הצומח העיקרי בשטח לפני ביצוע הטיפולים, היה 52% במוצע. כתוצאה מן השריפה שבוצעה ביולי 1988 הוסר הנוף של השיחים במלואו ושיחים אלו החלו להתחדש לאחר מכן. במשך ארבעת השנים הראשונות שלאחר השריפה נמצא, כי בטיפול הביקורת עלה מידי שנה אחוז הכיסוי של שיחים אלו בכ- 10%, בשנה החמישית והשישית הואט קצב התפשטותם והחלו להופיע שיחי קידה שעירה אשר

כמעט ולא היו נוכחים קודם לכן בשטח. עם השנים חשיבותם של שיחי הקידה שעירה הלכה וגברה ולאחר 9 שנים אף החלו לדחוק את שיחי הסירה מן השטח הן בטיפול הביקורת והן בטיפולי הדישון ללא ריסוס. נמצא כי, קצב התחדשותם של השיחים היה תלוי באופן ישיר בטיפולים שניתנו. תוספת של זרחן לקרקע אשר תרמה לעליה משמעותית ביבול הצומח העשבוני גרמה עקב כך להאטה בהתחדשותם של שיחי הסירה. השפעת הריסוס על התחדשותם של שיחי הסירה הקוצנית ומניעת התבססותם של שיחי הקידה היתה משמעותית ביותר. יתרון ברור בהאטת התפשטותם של השיחים נמצא בטיפול המשולב הכולל דישון בזרחן וריסוס בקוטל עשבים ובעיקר בטיפול בריסוס המאוחר שניתן בעונת הצימוח השנייה לאחר השריפה.

סיכום התוצאות

על מנת לשפר את ביצועי עדרי הבקר ורווחיותם ניתן לעשות זאת ע"י השבחת המרעה הטבעי תוך שימוש בשיטות אגרוטכניות שונות. אחת הדרכים היא מתן תוספת דשן (מהאוויר ומהקרקע) להעלאת ייצור הצומח. דרך שונה ופחות מקובלת היום בארץ, אך מאוד מקובלת בעולם, היא שזרוע של מיני צומח אשר כושר הייצור שלהם גבוה. מדד להצלחת ההשבחה היא עלייה ברמת ביצועיהם של בעלי החיים או בחסכון במזון מוגש, אבל מדד זה הוא קשה למדידה. חישוב כלכלי פשוט (עלות תוספת צומח מרעה ביחס למחיר מזון חלופי) מראה כי ישנה הצדקה להשבחת שטחי מרעה בהם יכולי העשב נמוכים ו/או שבהם צפיפויות האכלוס של בעלי החיים גבוהות מכושר הנשיאה. אך הצלחת ההשבחה מותנית לא רק בשיפור המרעה אלא גם בניצול מרבי ונכון של הביומסה הצמחית המוספת. המגבלה המרכזית לגבי התמורה היא כי התועלת אינה "נקצרת" באופן ישיר אלא תלויה בניצול הצומח ע"י בעלי החיים. בעיה נוספת לקבלת תמורה מרבית להשבחה היא ההבדל הקיים בתנאי האקלים בין השנים (בדרך כלל כמות המשקעים), כאשר בשנים שחונות או בהן הגשמים שלא במועד השפעת הדישון עלולה להיות נמוכה ואז היא אינה מוצדקת כלכלית. כל אלו מהווים סיכון כספי למגדל אשר במקרים רבים יעדיף להסתמך על מזון קנוי. אך מעבר לכמות המרעית המוספת, לאיכות הגבוהה של הצומח במרעה, אם הוא אכן מנוצל ע"י בעלי החיים לקראת סוף האביב יש יתרון רב.

מבט אישי על הירושה האינטלקטואלית שנעם השאיר

יוג'ין דוד אונגר

המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ת.ד. 15159, ראשון לציון 7505101

eugene@volcani.agri.gov.il

כל מי שהכיר את נעם יודע שנעם העניק הרבה, להרבה אנשים, והרושם שנעם השאיר על כל אחד הוא בוודאי מיוחד (unique). לכן אני רק יכול לשתף אתכם במבט אישי שלי ולקוות שבזמן שאני מדבר תוכלו אתם להתחבר לזכרו של נעם בדרך האישי שלכם.

כמדען וכבן אדם נעם הוא אחד הדמויות שהשפיעו עלי מאוד. הוא קלט אותי למוסד הזה והוא דאג לי במלוא מובן המילה. עבדתי בקרבת נעם במשך שנים רבות, מתקופה שנעם כבר היה חוקר מבוסס בוולקני ועד הפרישה שלו, והאינטראקציה בינינו המשיכה, באש קטנה יותר, שנים רבות לאחר מכן.

אני חושב שנעם השאיר לנו שני סוגים של ירושה אינטלקטואלית. הראשון הוא בשפה הכתובה: כמות עצומה של חומר בעברית. לא רק מאמרים אלא גם דו"חות עבי כרס לקרנות מחקר, חוברות, בולטינים, ופרסומים מיוחדים. וכמובן, ספר המרעה משנות ה-50 וספר המרעה החדש. כמו כן, כמות עצומה של חומר באנגלית. מעל 75 מאמרים בעיתונים מדעיים בינלאומיים מכובדים. נעם כתב פרקים בספרים וערך ספרים. האופקים המדעיים של נעם היו רחבים מאוד: המאמרים שלו באנגלית מחולקים בין כ-40 עיתונים שונים, ביניהם כאלה שמתמחים במדעי הקרקע, מדעי הצמח, אגרונומיה, אקולוגיה, מדעי בעלי חיים, וכלכלה. לפי google scholar, הפרסומים של נעם זכו למעל 3000 ציטוטים.

אם תחשוב שזה נשמע מפוזר או ללא פוקוס, טעות בידך. כאן נכנס הסוג השני של ירושה אינטלקטואלית – רעיונות, השקפות עולם וצורות חשיבה. ההיקף המרשים של פעילות מדעית נבע מתוך מסגרת קונספטואלית כללית של דבר שהוא בו-זמנית ענף חקלאי, מערכת ייצור, ותחום מדעי שבנוי מהרבה דיסציפלינות בסיסיות יותר. הפרספקטיבה של ענף חקלאי רכש נעם בתפקידים שהוא מלא לפני שהוא עבר למרכז וולקני. הוא היה מחובר לשדה, למציאות בשטח, ולמגדלים. הפרספקטיבה של מערכת ייצור, עם דגש על המילה מערכת – רכש נעם כאשר המושג של systems thinking או "חשיבה מערכתית" התפשט למדעי החיים ולחקלאות.

אני נחשפתי לגישה הזאת בלימודים לתואר ראשון באנגליה בקורסים ששמעתי מ-Professor Colin Spedding. בין הספרים שהוא חיבר, יש ספר על גישת המערכות בחקלאות. הוא זכה לתואר כבוד של "Sir Colin" מהמלכה כהכרה של התרומה הגדולה והרחבה שלו באנגליה. היה לו השפעה חזקה אלי כסטודנט והגישה שלו הייתה מוכרת גם בארץ, לנעם ולאחרים.

Spedding היה אומר שהגישה הקונבנציונלית במדע הייתה "לדעת יותר ויותר על פחות ופחות עד שאתה יודע הכל על כלום". כמובן זה נאמר בהומור וכקריקטורה. אבל התחושה אז הייתה שהמורכבות המדהימה של מערכות ביולוגיות הכריחה את המדע לפרק את המערכת למרכיבים מאוד קטנים, לבחון את הקשרים בין שני משתנים כל פעם, ולהישען בעיקר על שיטות אמפיריות וסטטיסטיות. Spedding ואחרים טענו שהגישה הזאת קידמה את המדע לשלב שבו אפשר להתחיל

לעסוק בסינתזה ואינטגרציה של החלקים כדי לתקוף את התפקוד של מערכת שלמה. הסיסמה אז הייתה *the whole is greater than the sum of its parts*. השלם גדול מסכום החלקים, או במונחים יותר פורמאליים, מערכות מגלות מה שנקרא באנגלית *emergent properties* - תכונות או התנהגויות שמתגלות אך ורק כאשר מחברים את החלקים ביחד.

כדי ליישם את האגינדה הזאת, דרושים כלים מתאימים. באותה תקופה מחשבים מרכזיים התחילו להופיע בקמפוסים ובמכוני מחקר, שפות תכנות כגון פורטרן פותחו, והחל העידן של ניתוח מערכות, בניית מודלים וסימולציה בחקלאות. במקום היפותזה לגבי הקשר בין שני מרכיבים מתוך מערכת של מאות ואלפי מרכיבים, המודל כולו – הייצוג במילים או בגרפים או במשוואות של הקשרים בין כל מרכיבי המערכת – הפך להיות ההיפותזה לגבי איך המערכת הזאת פועלת ואיך היא מתנהגת. השימוש בכלים החדשים האלה סקרן מאוד קבוצה של מדענים בארץ, והם הביאו מישהו מארה"ב להעביר קורס באוניברסיטה העברית. המודל שפיתחו כתרגיל היה של מרעה טבעי, וזה התפרסם כמאמר משותף של כל משתתפי הקורס. בין המתברים היה נעם, ועוד דמות ששנים לאחר מכן הייתה לו השפעה חזקה עלי – עמנואל נוי-מאיר ז"ל.

באמצע שנות ה-70 עמנואל פרסם את המודל הפשוט שלו שמתאר את הדינמיקה ותכונות היציבות של מערכת מרעה/רעיה. שמעתי שכאשר עמנואל הציג את המודל באיזה פורום בארץ, נעם עמד בסוף ההרצאה ופנה לקהל ואמר להם: תדעו לכם שמה ששמעתם עכשיו הוא משהו גדול ומהפכני. חלק מהירושה האינטלקטואלית של נעם זה הדוגמה שלו כבן אדם שיודע להכיר בתרומה הגדולה של אחרים, ללמוד ולהפנים את המסר שלהם, ולהפיץ אותו הלאה. משחקי אגו, קנאה – זה לא היה קיים בנעם.

נעם ידע לרתום אנשים כדי לקדם נושא או תחום, והצמד נעם--עמנואל בולט במיוחד. המעורבות של עמנואל בפרויקטים רבים בתחום המרעה בארץ היא בוודאי תוצאה של היוזמה של נעם לערב אותו. לדעתי, ההשפעה החזקה של עמנואל על מדעי המרעה בארץ היא תוצאה ישירה של הרצון של נעם לשים אותו במרכז הבמה. נעם הפיץ את תורתו של עמנואל בארץ – בכל פורום בו היה סיכוי שמישהו יבין. בלי נעם, זה לא היה הופך להיות אבן היסוד של תפיסתנו היום, אבן היסוד של מחקרים שנעשו בחוות מגדה בעבר, ושנעשים בחוות כרי דשא עד היום הזה. לכן, לדעתי תורת עמנואל היא חלק מהירושה האינטלקטואלית שנעם השאיר לנו.

אני מנחש שאם היו שאולים את נעם מה התובנה החשובה ביותר שהיית רוצה להעביר לדורות הבאים, הוא היה עונה -- המודל של עמנואל. זה מסגרת קונספטואלית פשוטה, אלגנטית ועוצמתית בו זמנית. כולו שתי פונקציות פשוטות בלבד. כל אחד מגדיר תהליך יסודי של מערכת מרעה כקשר בין משתנה מצב למשתנה קצב. המשתנה המצב הוא משותף לשתי הפונקציות והוא הביומסה – כמות הצומח ליחידת שטח. מתוך השילוב של שתי הפונקציות מתגלות *emergent properties* של כיווניות ומשיכה לנקודות שיווי משקל. לא פחות חשוב לנעם, המודל הציע דרך לחשוב על המושג היסודי ביותר במדעי המרעה, מושג שאפשר לראות כיעד עליון או שאיפה עליונה של חלק גדול של הפעילות המדעית של נעם: כושר נשיאה.

באופן אינטואיטיבי אפשר להבין שכושר נשיאה תלוי, בין היתר, ביצרנות המרעה, ולא חשוב באיזה הגדרה של כושר נשיאה תבחר. ולכן, קו מרכזי של הקרירה המדעית של נעם עסק ביצרנות המרעה, או במילים אחרות, ייצור ראשוני והגורמים העיקריים שקובעים אותו.

במודל של עמנואל, הייצור הראשוני מתואר על ידי פונקציה בעלת שני פרמטרים בלבד, שבעצם מגלמים בתוכם את כל הגורמים שמשפיעים על קצב הצימוח. כדי להבין את הפרמטרים האלה, צריכים להבין צימוח.

וכאן נכנס צמד נוסף, נעם--קייס דה וויט (C.T. de Wit). במילים של נעם, "איש אשכולות". מדען דגול, חתן פרס וולף בארץ, שהוביל אסכולה בווגנינגן בהולנד שקידם מאוד את השימוש במודלים וסימולציה במדעי הצמח. דרך פרויקט מחקר משותף בין ישראל להולנד, נוצר קשר חזק בין נעם וקבוצתו של de Wit. צורת החשיבה של de Wit השפיע מאוד על נעם, ושוב נעם הבין שמדובר במדען גדול מהחיים, למד את תורתו, הפנים את המסר, והפיץ אותו הלאה.

באנגליה, Spedding היה דן אתנו איך במדעים המדויקים כגון פיסיקה יש "חוקים", אבל אין חוקים בשפה המדעית של מדעי החיים, למרות שהגישה היא כמותית. De Wit הראה שבכל זאת יש קשרים שמרניים בביווגיה – conservative relationships – ואחד מהם היה מקדם הטרנספירציה של de Wit. באמצעות המקדם הזה היה אפשר לחשב ייצור ראשוני מכמות המים העובר מהקרקע לאטמוספירה דרך הצמח. הגישה רלוונטית במיוחד באזורים כמו שלנו שבהם עוצמת הקרינה איננה גורם מגביל, וזמינות המים בקרקע היא נחשבת כגורם מגביל.

וכך נולד עוד צמד בין נעם למדען מבריק. תלמיד מובהק של de Wit היה Herman van Keulen. Herman בא לארץ לעבוד עם נעם על מודל ייצור ראשוני שמתבסס על הרעיון של מקדם הטרנספירציה של de Wit. עבודת השדה היה בחוות מגדה.

וכאן Herman פוגש אחד הצמדים היותר ססגוניים של נעם: הצמד נעם—רוג'ר בנימין, ז"ל. רוג'ר היה שותף ראוי לנעם, כי למרות סגנון דיבור מאוד "מיוחד", גם לו היה לב של זהב. הפרויקט ההולנדי נהיה נדבך מרכזי של הירושה האינטלקטואלית של נעם. מצאו שאפילו באזור הסמי-ארידי של הארץ, המים הם לא בהכרח הגורם המגביל את הייצור הראשוני אלא ההזנה המינראלית, ובעיקר החנקן. והעבודות הרבות שנעשו בחוות מגדה בנושא פלחה-מרעה – מערכת ייצור שמסלבת גידול בעלי חיים במרעה עם גידול חיטה – הראו שאין הבדל בין היצרנות הפוטנציאלית של מרעה טבעי לזו של זני חיטה מסחריים, כאשר מסתכלים על סה"כ הייצור הראשוני ולא רק ייצור גרעינים.

נעם הפנים את החשיבות המרכזית של חנקן לייצור הראשוני באזורינו והוא החליט לצלול עמוק מאוד לתוך הנושא המורכב הזה. המודל הראשון של Herman van Keulen ונעם עסק בתנאי גידול שהגורם המגביל היחידי הוא המים.

המודל השני התבסס על זה, אבל הורחב כדי לכלול את העולם המורכב של חנקן בקרקע, קליטת חנקן על ידי הצמח והדינמיקה של ריכוז החנקן באיברים השונים של הצמח. הם פרסמו את המודל הזה כספר.

מה שנעם עשה במגדה עם השותפים מהולנד, הוא עשה באתרי מחקר אחרים בארץ ועם שותפים אחרים: שילוב מושכל של עבודת שדה – כלומר מחקר אמפירי בשיטות המקובלות של טיפולים וחזרות וניתוח סטטיסטי – עם גישה מערכתית של בניית מודלים וסימולציה. כאשר מדובר באופטימיזציה של מערכת ייצור עם מספר רב של החלטות ממשק, כפי שיש במערכת מרעה/רעה, אין אפשרות בעולם לחקור את כל הצירופים המעניינות באופן אמפירי כדי לחקור את כושר

הנשיאה ולמצוא את הממשק האופטימאלי. אתה חייב מודל. ואז אחד התפקידים של עבודת השדה הוא לספק את הפונקציות הבסיסיות של המודל שאינן ידועות או שאי אפשר להסיק מהספרות.

נעם יישם את הגישה הכללית הזאת בחוות כרי דשא, כאשר הפעם הצמד היה נעם—מריו גוטמן ז"ל. שיתוף הפעולה ביניהם יצר ידע וניסיון שאפשר לנעם לפתח מודל ביו-כלכלי של מערכת ייצור של בקר לבשר במרעה. בעזרת המודל הזה נעם הציל את העדר של אחד הקיבוצים בצפון מכריסה כלכלית, ואם זכור לי נכון, על ידי התאמת עונת ההרבעות לתנאי אותו משק. לדעתי, המודל הזה הוא מפעל חיים חשוב. אם מימון מתאים לכוח אדם, ניתן להפוך את זה לירושה אינטלקטואלית ממשית tangible של נעם, שיעשיר מאוד את ארגו הכלים של מתכנני מרעה ומדריכים. אפשר לדמיין אפליקציה בסמארטפון שטוען נתוני עדר עדכניים מתוך מערכת כגון נע"ה, ואז מאפשר בחינת ההשפעה של חלופות ממשקיות שונות על השורה התחתונה. אם הרצון קיים, אני חושב שאני מכיר בן-אדם שישמח לתת את הגיבוי המקצועי להרמת הכפפה הזאת.

והיא לא הכפפה היחידה. בנובמבר האחרון נעם הפיץ ניתוח כמותי שהוא עשה על נתונים שהוא קיבל מרשות מרעה לגבי עומס הרעיה בשטחי המרעה, וכל זה כחלק מדיון חשוב ביותר על כושר נשיאה שמתנהל במשרד החקלאות. הגישה שנעם הציע מוכיחה שלהגדיר את נעם כ"מודליסט" זה לצמצם אותו לגבולות מלאכותיים. מודליסט טהור היה אומר, המודל הביו-כלכלי שלי מחשב לך את כושר הנשיאה, ואל תבלבל אותי עם עובדות מהשטח! אמפיריסט טהור היה אומר, "מודלים שמודלים" – תן לי את העובדות בשטח. בארגו הכלים של נעם הייתה הגישה גם של המודליסט וגם של האמפיריסט, והוא בחר את הכלי לפי רצונו. כגישה אחת בחקירה הזאת של כושר נשיאה, נעם האמין שיש לנתונים מהשטח סיפור לספר לנו. והכפפה הזאת של איסוף נתונים כאלה מונחת עשרות שנים. מצאתי בארכיון של נעם דוגמה של טופס רישום, כנראה משנות החמישים, שאמור לספק את המידע שהוא חיפש: יומן רעיה ויומן מזון מוגש ברמת החלקה. כמה בעלי חיים, ממתים ועד מתי, וכמה ואיזה מזון מוגש סופק. נשמע כל כך פשוט, אבל לא התרומם.

לדעתי המודל הקונספטואלי שעומד מאחורי זה הוזכר בכנס שלנו לפני שנה. היות וניתן להשלים מחסור במרעה על ידי מזון מוגש, מספר בעלי החיים שאפשר להחזיק על שטח נתון – כושר הנשיאה – הוא לא חד-ערכי אלא פונקציה שמתארת את הקשר בין מספר בעלי חיים ליחידת שטח וכמות המזון המוגש שנצרך לראש. אם הפרשנות שלי נכונה, נעם רצה לקבוע את המקדמים של הפונקציה הזאת מתוך נתונים מהשטח, או ברמת המשק כולו, או, עדיף, ברמת החלקה. ולכן הצורך ביומן רעיה ויומן מזון מוגש. כל כך אלמנטרי! אפילו קצת בושה שבשנת 2017 במדינה שמתגאה ביכולת הטכנולוגית שלה, זה לא קיים. אני משוכנע שניתן להרים את הכפפה הזאת במאמץ לא גדול, אבל שוב יידרש מימון לכוח אדם לכתוב את האפליקציה המתאימה למתכנן מרעה או למגדל, ואת מסגרת התמריצים המתאימה כדי שהמגדל ירצה לשתף פעולה. התרומה של מערכת כזאת לדיון על כושר נשיאה תהיה משמעותית ביותר.

ולכפפה האחרונה שאני רוצה להזכיר בעניין הירושה האינטלקטואלית של נעם. לפני כ-25 שנה נעם הכריז על החיאה של איגוד מקצועי בשם האגודה הישראלית למדעי המרעה. מסתבר שהוא היה קיים אי פעם, דעך, וב-1989 נעם הרגיש שקבוצת החוקרים הצעירים שהוא קלט במחלקה יכולה לקיים מפגש שנתי כדי לחזק את הקשר בין יצרני וצרכני הידע ולהחלפת דעות במסגרת מקצועית ועניינית. והנה אנחנו פה, עשרים וארבעה כנסים מאוחר יותר. כל זה מכוח האמירה וסמכות המקצועית של נעם. עד כאן העובדות. עכשיו דעה אישית שלי. המפעל הזה עלול לדעוך שוב. לא טוב

שהמושכות יישארו בידיים של החוקרים שהיו צעירים ב-1989. הגיע הזמן לדם צעיר, לרעיונות חדשים על התארגנות האגודה ופורמט ימי העיון. יהיה עצוב אם העסק יתפרק ברגע שנעם לא אתנו.

a אולי דרוש a wonderful man כדי לחוש ולהעריך שאנו חיים במה ש-Louis Armstrong קרא a wonderful world. אני זוכר היטב פגישה עם נעם במשרדו לפני יותר מעשרים שנה. באמצע השיחה נעם קם מהכיסא, הסתובב לכיוון החלון ואמר לי: יוג'ין! תסתכל מה קורה כאן. מיליארדים על מיליארדים של פוטונים שוטפים את השדה הזה בכל רגע; הם מניעים תהליכים בעלווה כל כך מורכבים ומתוחכמים, אם מסלולי היזון חוזר שלילי שזורים בתוכם כדי לשמור על homeostasis או וויסות עצמי. כאוס ואקראיות ברמה אחת, וסדר מדהים ברמות ארגון גבוהות יותר. איך האדם יכול להתבונן בזה ולא להיות מוכה תדהימה, הרי ... it is so mind-blowing.

הצימאון של נעם לידע; הרצון שלו לתרגם את הפליאה שלו על העולם סביבו להבנה; הדרישה מעצמו להעמיד את הבנתו במבחן הקשה של מודל קונספטואלי קוהרנטי ואף מודל כמותי. כל אלו הם חלק מהירושה האינטלקטואלית של נעם. זאת עדות לאישיות המיוחדת של נעם שהוא הצליח לעצב קבוצה של אנשים – עוזרי מחקר וחוקרים – שהתנהלה בהרמוניה לאורך כל השנים, ועד היום. הוא הנחיל תרבות של שיתוף פעולה ועזרה הדדית. לא רק במודלים, אלא גם בחיים הבין אישיים, ה"יחד" היה גדול מסכום החלקים.

נעם היה איש מדע, עטוף באיש רוח, עטוף במה שנקרא באידיש, א גוטא נשמה. תהי נשמתו צרורה בצרור החיים ויהי זכרו ברוך.

השפעת רעיית שלפים מתונה על תפקוד גאו-אקולוגי של שדות חיטה בבעל

אילן סתוי¹, אלי צעד²

1 מרכז מדע ים המלח והערבה, יטבתה

2 מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי, גילת

* istavi@adssc.org

תקציר

רעיית שלפים על-ידי בעלי-חיים לאחר קציר תבואות, מהווה שיטת ממשק נפוצה. עם זאת, קיימת דעה הרווחת בקרב חלקים ניכרים מהציבור, שעל-פיה, רעייה כזו גורמת לפגיעה באיכות הפיסיקלית של הקרקע ולפחיתה במאגרי הפחמן אורגני שלה, וכתוצאה מכך, גורמת לאורך זמן להתדלדלות הקרקע ולפחיתה ביבולים. מטרת הניסוי הייתה, אם כן, לבחון את השפעת רעיית שלפים מתונה על תפקוד גאו-אקולוגי של מערכות גידול חיטה. הניסוי בוצע בשנת 2013, בחוות מגדה שבנגב הצפון-מערבי, בשדות שנזרעה בהן חיטה שנה אחר שנה, במשך 18 שנים רצופות. הניסוי כלל דיגום קרקע לעומקים 0-5 ו-10-5 ס"מ בשדות שחוו רעיית שלפים מתונה (עד להשאת כ-30 ק"ג חומר יבש לדונם) ובשדות ללא רעייה (ממוצע חומר יבש כ-80 ק"ג לדונם, לאחר הקציר) במשך אותן 18 שנים. בנוסף, במהלך אותן 18 שנים, בוצע דיגום של היבולים, לבדיקת השפעת הטיפול על משקל החומר היבש.

באופן כללי, ניתוח הנתונים הראה כי לרעיית השלפים המתונה לא הייתה השפעה שלילית על היבולים, כמו גם על האיכות הפיסיקלית של הקרקע. מעבר לכך, נמצא כי הרעייה המתונה גרמה להגדלה מסוימת של תכולת הפחמן האורגני בקרקע (טבלה 1). הסבר חלקי שהוצע לממצא זה הוא ערבוב השאריות האורגניות בקרקע על-ידי פעולת הדריכה של בעלי-החיים. בנוסף, הוצע מודל קונספטואלי להסבר התהליכים במערכת החיטה-רעייה. על-פי מודל זה (תרשים 1), במצב של אי רעייה או רעייה בלחץ נמוך, קרומי הקרקע נותרים בלתי מופרים, ולכן כמות מתונה יחסית של שאריות אורגניות נכנסת לקרקע. כתוצאה מכך, תכולת הפחמן האורגני בקרקע, כמו גם תכולת התלכידים היציבים, נותרת ברמה מתונה. שילוב השפעות אלו גורם לסכנת סחיפה נמוכה של הקרקע. במצב של רעייה בלחץ מתון, פרסות בעלי-החיים גורמות לשבירת קרומי הקרקע ומאפשרות בכך עירבוב של כמות ניכרת של שאריות אורגניות בקרקע. כתוצאה מכך, גדלים תכולת הפחמן האורגני בקרקע ותכולת התלכידים היציבים. שילוב השפעות אלו גורם לסכנת סחיפה מתונה של הקרקע. במצב של רעייה בלחץ גבוה, גורמת פעולת הפרסות לטחינת קרומי הקרקע. במקביל הרעייה הכבדה לא מותירה שאריות אורגניות על-פני הקרקע. כתוצאה מכך, קטנים מאוד תכולת הפחמן האורגני בקרקע ותכולת התלכידים היציבים. שילוב השפעות אלו גורם לסכנת סחיפה חמורה של הקרקע.

ניסוי מהתקופה האחרונה מראה כי במצב של קרקעות שחוו שריפה, השפעת בעלי-חיים על תפקוד המערכת הנה שונה לגמרי. גם ניסוי זה בוצע בחוות מיגדה, שחוותה בקיץ 2015 אירוע שריפה כתוצאה מהתפשטות שריפה בלתי מבוקרת שמקורה בשטחים החקלאיים שמדרום לחווה. יציאה לשטח סמוך לאחר השריפה העלתה סימנים שאותרו בשטח, שעל-פיהם, עוצמת השריפה הייתה

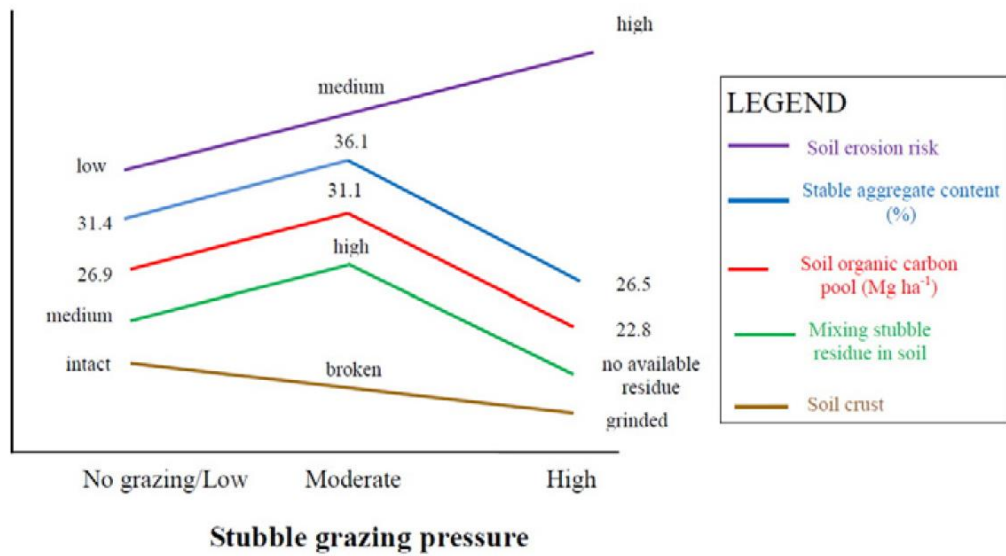
נמוכה עד בינונית. הדמאת לוויין של השטח (תרשים 2) חיזקה את הרושם הזה, ואישרה שרוב השטח אכן חווה שריפה בעוצמה כזו. מטרת ניסוי זה הייתה לבחון האם וכיצד משפיעה נוכחות בעלי-חיים (לשם רעייה של השאריות האורגניות שלא נשרפו) על תפקוד המערכת. הניסוי בוצע בשדות בור – שלא נזרעו באותה שנה בשל היותה שנת שמיטה – שהיו מכוסים בצומח עשבוני צפוף בזמן השריפה. בניסוי בחנו את השפעת לחץ הרעיה על דחיית מים על-ידי הקרקע ועל ניתוק חומר (מינרלי ואורגני כאחד) מפני הקרקע, המהווים אינדיקציות לסכנת סחיפה. הניסוי בוצע בחלקות מגודרות, שאליהן הוכנסו בעלי-חיים על-פי לחצי הרעיה שנקבעו על: 0.17, 0.35, 0.06 ו-0 יחידות בעלי-חיים (סטנדרטיות) להקטר לשנה, ללחצים גבוה, בינוני, נמוך וביקורת, בהתאמה. באופן כללי, דחיית מים נמצאה רק בחלקות השרופות ללא רעיה (ביקורת). דחיית המים בחלקות אלו הייתה ברמה מתונה מאוד, וקשורה ככל הנראה לתכולת הרטיבות הנמוכה (היגרסקופית) של הקרקע בזמן השריפה (תחילת/אמצע הקיץ). הן בחלקות השרופות והן בחלקות הלא שרופות, נמצא כי כמות החומר המנותק גדלה עם העלייה בלחץ הרעיה. עם זאת, בעוד בחלקות הלא שרופות גידול זה של החומר המנותק היה מתון, הרי שבחלקות השרופות, נראה היה כי גידול בלחץ הרעיה גרם להאצה בניתוק החומר מפני הקרקע. נראה כי ההשפעות הניכרות של הדריכה בחלקות השרופות נבעה כתוצאה מפחיתה משמעותית בלכידות פני הקרקע, שנגרמה מהשריפה. השפעה זו באה לידי ביטוי גם בבדיקת התנגדות הקרקע לגזירה, שהייתה קטנה מאוד בחלקות השרופות. תוצאות אלו מסוכמות באופן גרפי בתרשים 3.

טבלה 1. השפעת טיפולי הרעיה על תכונות הקרקע

	<i>P</i> value	Wheat with stubble grazing	Wheat with stubble retention
Wetness front	0.3409	67.8 a (2.3)	65.7 a (2.1)
Penetration resistance	0.0402	0.49 b (0.01)	0.53 ab (0.02)
Vane shear strength	<0.0001	69.7 b (4.9)	73.6 b (6.4)
Bulk density	<0.0001	1.66 a (0.03)	1.65 a (0.01)
Gravimetric moisture content	0.718	6.6 a (0.3)	6.4 a (0.3)
Unsaturated infiltration capacity	<0.0001	0.0022 a (0.0001)	0.0016 b (0.0002)
Calcium carbonate content	<0.0001	12.4 b (0.1)	11.3 c (0.1)
Total organic carbon content	<0.0001	20.3 b (0.3)	17.7 b (0.7)
Labile organic carbon content	0.0067	9.3 ab (0.4)	8.1 b (0.4)
Carbon lability	<0.0001	0.0218 b (0.0004)	0.0257 a (0.0011)
Carbon pool index	0.0005	0.84 a (0.01)	0.73 b (0.03)
Carbon lability index	0.0015	1.11 b (0.02)	1.30 a (0.05)
Carbon management index	0.0491	0.92 a (0.01)	0.89 b (0.01)
Above-ground biomass weight ^a	0.0228	2.2 ab (0.2)	3.1 a (0.4)
Biomass height ^a	<0.0001	55.9 a (2.3)	59.1 a (2.8)
Stubble weight ^b	0.3765	0.90 a (0.11)	0.87 a (0.05)
Biomass removal rate	0.2653	73.6 a (2.6)	67.2 a (4.9)
Inter-annual hay yield ^c	0.8573	1.78 (0.35)	1.69 (0.34)

Source: Stavi, I., Barkai, D., Islam, K.R., Zaady, E., 2015. No adverse effect of moderate stubble grazing on soil quality and organic carbon pool in dryland wheat agro-ecosystems. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 1117–1125.

תרשים 1. מודל קונספטואלי השפעת לחץ רעיית השלפים על תפקוד המערכת הגאו-אקולוגית



Source: Stavi, I., Argaman, E., Zaady, E., 2016. Positive impact of moderate stubble grazing on soil quality and organic carbon pool in dryland wheat agro-pastoral systems. *Catena* 146, 94–99.

תרשים 2. הדמאת לווין של אזור חוות מגדה, לפני השריפה (5 למאי 2015), סמוך לאחר השריפה (26 למאי 2015), וכחודש לאחר השריפה (8 ליוני 2015)

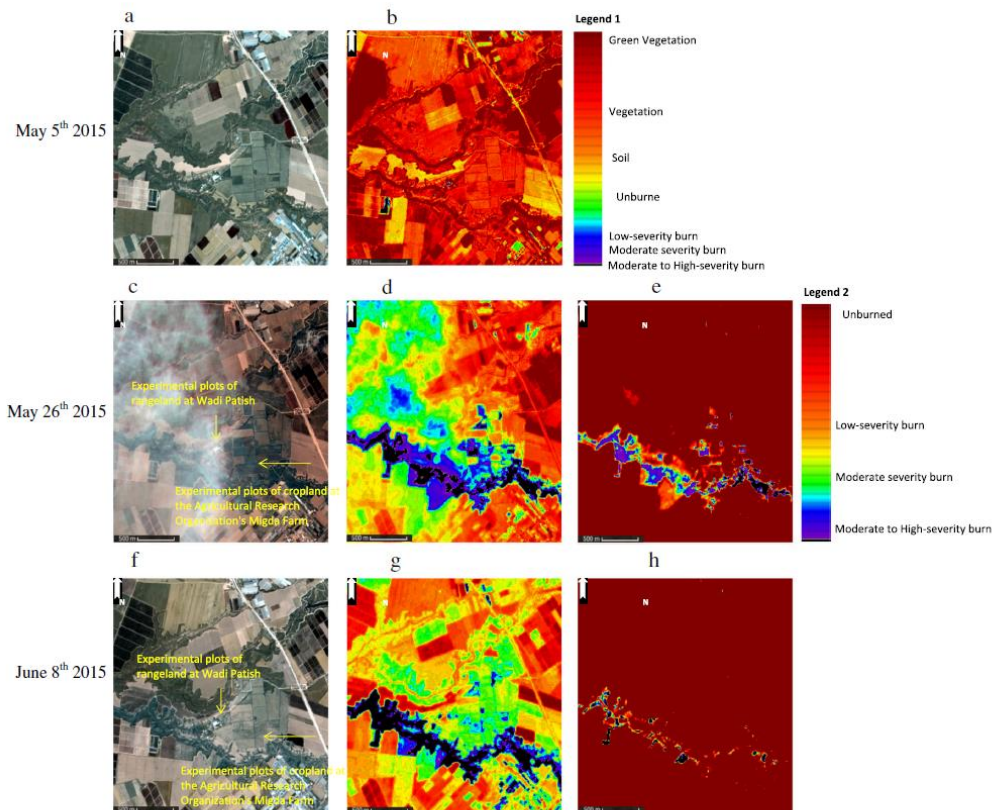
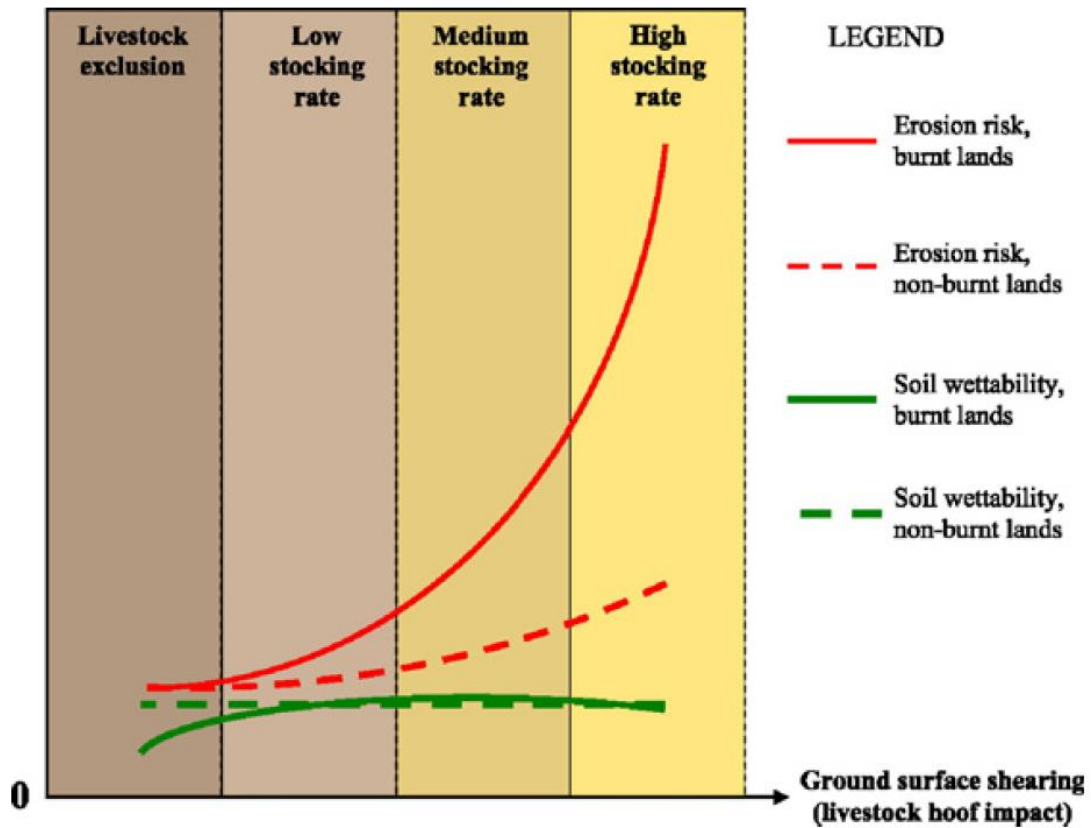


Fig. 2. Modified Normalized Burn Ratio (NBR) spectral index applied on the space-borne multispectral image (Landsat 8); panels a, c, and f are RGB (true color) images; panels b, d, and g are thematic maps on modified NBR; panels e and h are stretched thematic results (Low Moderate to High severity burn).

Source: Stavi, I., Barkai, D., Knoll, Y.M., Abu Glion, H., Katra, I., Brook, A., Zaady, E., 2017. Fire impact on soil-water repellency and functioning of semi-arid croplands and rangelands: Implications for prescribed burnings and wildfires. *Geomorphology* 280, 67–75.

תרשים 3. סיכום גרפי של השפעת לחץ רעייה על יכולת הירטבות של הקרקע ועל סכנת סחיפת קרקע, בשטחים שרופים ובשטחים בלתי שרופים



Source: Stavi, I., Barkai, D., Knoll, Y.M., Zaady, E., 2016. Livestock grazing impact on soil wettability and erosion risk in post-fire agricultural lands. *Science of the Total Environment* 573, 1203–1208.

רעיית בקר ביער מחטני: השפעה משולבת של רעייה ודילול יערני על התנהגות אש

יגיל אסם*, מור אשכנזי

1 מרכז מדע ים המלח והערבה, יטבתה

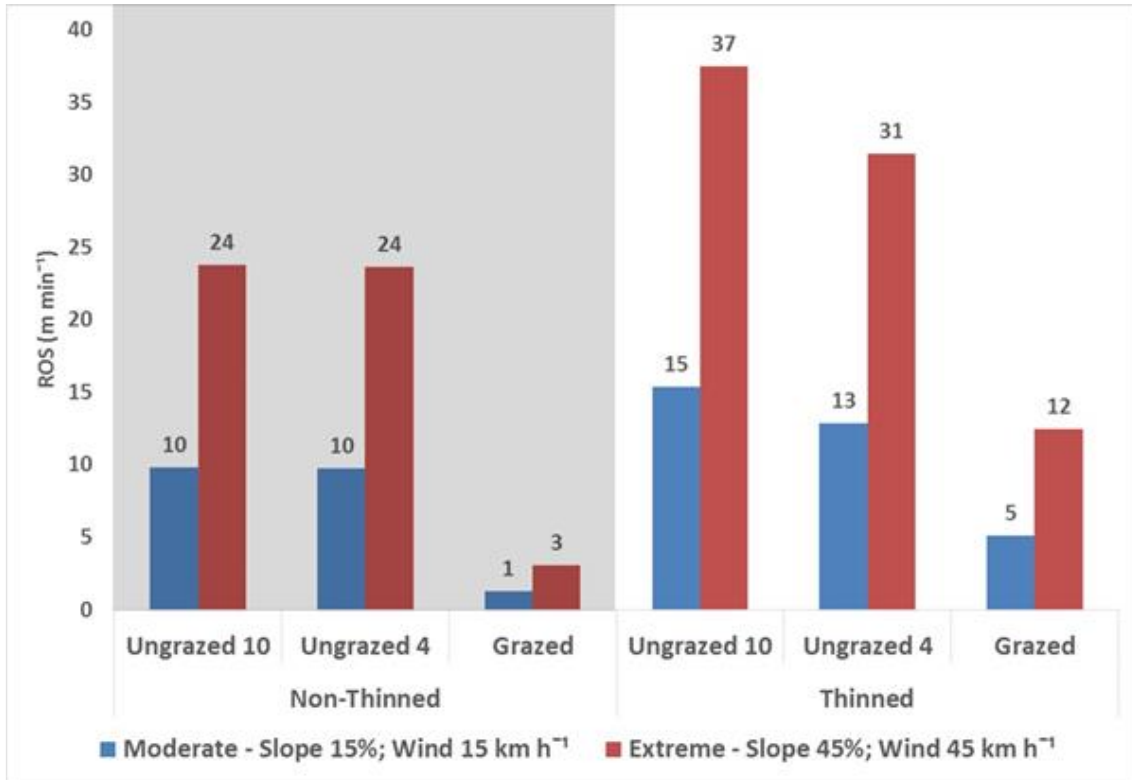
2 מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי, גילת

* yagil@volcani.agri.gov.il

תקציר

כ-80% משטחי היערות הנטועים בארץ משמשים לרעיית עדרי צאן ובקר. במחקר זה נבחנה ההשפעה המשולבת של רעיית בקר וטיפול דילול יערניים על סכנת שריפה ביערות מחט. המחקר נערך בשנת 2010 ביער הר חורשן - יער אורן ברוטיה בוגר (50 שנה) באזור רמת מנשה (מסלע קרטון, רום 170 מ' מפ"י, גשם שנתי 600 מ"מ). עדר בקר רועה בשטח היער במשך שישה חודשים בשנה החל משנת 1990 (15 דונם לראש, 0.3 AUM/דונם). ביער חלקות שעברו דילול יערני במהלך שנות ה-90 (10 עצים/דונם, כיסוי צמרות 55%) וחלקות ביקורת שלא דוללו בעלות צפיפות עצים אופיינית ליערות אורן בוגרים בארץ (25 עצים/דונם, כיסוי צמרות 95%). על מנת לבחון את השפעות הרעייה על צמחיית תת היער הוקמו גזרות להגנה מרעייה בשנים 2000 (הגנה במשך 10 שנים) ו-2006 (הגנה במשך 4 שנים). הגזרות הוצבו בחלקות מדוללות ובחלקות ביקורת. על מנת למדוד עומס והרכב חומרי דלק צמחי בתת היער ובצמרות העצים התבצע סקר צומח ייעודי שעל פיו נקבעה הביומסה של משפחות דלק שונות (דלק עשבוני, עלים של מינים מעוצים, ענפים בקוטר 0-6 מ"מ, נשר, חומר עץ מת ועוד). באמצעות מודלים לחיזוי התנהגות אש המתבססים על העומס (ביומסה ליחידת שטח), ההרכב (משפחות דלק) והארגון המרחבי (פריסה אופקית ואנכית בתת היער ובצמרות העצים) של חומרי הדלק חושבו שלושה מדדים מקובלים: (1) קצב התקדמות האש (ROS) בתת היער (מטר/דקה), (2) אינדקס הצתת הצמרות (TI) הקובע את מהירות הרוח (קמ"ש) הנדרשת על מנת שהאש תעבור מתת היער אל צמרות העצים, (3) אינדקס בערת הצמרות (CI) הקובע את מהירות הרוח הנדרשת על מנת לקיים בערת צמרות מתמשכת. מתוצאות המחקר עולה כי הרעייה שומרת על עומס דלק נמוך בתת היער ותורמת בכך להורדת העוצמה וקצב ההתקדמות של האש בתת היער (ROS) וכן להפחתה משמעותית בסיכוי להתלקחות שריפת צמרות (TI). לדילול העצים תרומה חשובה להפחתת הסיכוי לבערת צמרות מתמשכת (CI) אולם הוא גורם גם להאצה של הצטברות עומס דלק בתת היער ולהעלאת מהירות הרוח בתוך היער (ע"י הפחתת ההתנגדות - WRF) מה שמגביר את קצב התפשטות האש בתת היער וגם מעלה את הסיכוי להצתת צמרות. השילוב של טיפולי דילול ורעייה הפחית בצורה משמעותית את סכנת השריפה בכל שלושת המדדים של התנהגות האש ולכן מתאים מאוד לניהול אזורי חייץ לאש. עם זאת, לאחר הדילול, עומס הדלק בתת היער גדל גם תחת רעייה (איור 1). לכן, באזורי חייץ לאש יש לעקוב אחר התפתחות תת היער, גם כאשר השטח נמצא תחת רעייה, ולבחון האם יש צורך בהתערבות מעת לעת על מנת לווסת את עומס הדלק המצטבר בתת היער. באמצעות המודל ששימש במחקר ניתן להתאים לכל אזור חייץ, על פי

מאפייני הצומח והטופוגרפיה הייחודיים לו, ערך סף להתפתחות תת היער שמעליו יש להתערב לצמצום עומס הדלק.



איור 1: קצב התקדמות האש (מטר/דקה) החזוי בתת היער בהשפעת רעיית בקר - רעייה (Grazed), הגנה מרעייה למשך 4 שנים (Ungrazed 4) והגנה מרעייה למשך 10 שנים (Ungrazed 10), ובהשפעת דילול יערני - יער מדולל (Thinned), יער לא מדולל (Non-Thinned). העמודות הכחולות מתארות תרחיש בתנאים מתונים (שיפוע טופוגרפי = 15%, מהירות רוח = 15 קמ"ש). העמודות האדומות מתארות תרחיש בתנאים קיצוניים (שיפוע טופוגרפי = 45%, מהירות רוח = 45 קמ"ש).

הכנס ה-24 של האגודה הישראלית למדעי המרעה: יום הסיור

יום ג', 9 מאי 2017: ממשקי רעיה בגלבוע ובבקעה

הנסיעה תהיה עצמאית. לוח זמנים משוער :

08:20 : נסיעה ממינהל המחקר החקלאי, בית דגן, דרך חוצה שומרון

10:00 : גיתית

איתמר כהן מגבעות איתמר שרועה ברעייה נודדת עם רועים

11:30 : היישוב רותם

הפסקה בקפה רותם

הסבר על היישוב האקולוגי

13:00 : מצפה שמיר הגלבוע

ניצן אבירן - קיבוץ מירב

פרויקטים לאנרגיות מתחדשות

אנרגיית רוח ואנרגיית אגירה שאובה

14:00 : משפחת קציה וארז כהנר מחוות יערות הגלבוע

תיאור הממשק בעונת ההמלטות

המלטות בבית והוצאה לשטח בקבוצות

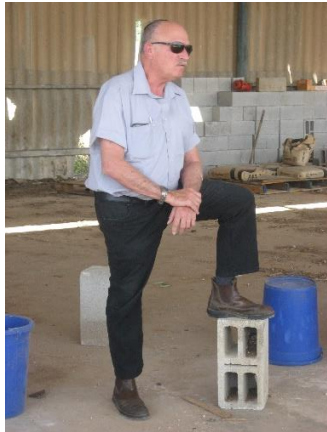
השימוש בהאבסה מלאה

תיאור ממשק רעייה בעונת הירק

שיקולים בבחירת ההרכב הגזעי של העדר

מדדים להשארות עגלות, פרי רבייה ופרות מהעדר

תמונות מהסיור המקצועי



תחנה 1: מכורה - הסבר ע"י מנהל הוועדה החקלאית בבקעת הירדן



תחנה 1: מכורה - הסבר מאיתמר כהן שרועה ברעייה נודדת



תחנה 1: עדר המרעה של איתמר כהן



תחנה 1: מכורה - הסבר על רעייה בבקעת הירדן



תחנה 2: הסברים ע"י אורי כהן הרועה במורדות בקעת הירדן



תחנה 2: תצפית משמורת אוס זוקה לכיוון ירדן



תחנה 3 : טורבינות הרוח בגלבוע



תחנה 3 : תצפית ממצפה שמיר בגלבוע



תחנה 4 : בחוות יערות הגלבוע



תחנה 3 : ניצן אבירן מסביר על אנרגיות מתחדשות בגלבוע



תחנה 4 : עדר הטיפוח אצל משפחת קצ'יה



תחנה 4 : ארז כהנר מסביר על שיטות רעייה