



בקר רועה בשטחי המחקר בחוות כרי דשא שבגליל המזרחי | צילום: זלמן הנקין

זלמן הנקין

המחלקה למשאבי טבע, המכון
למדעי הצמח, מנהל המחקר
החקלאי

מרסלו שטרנברג

בית ספר למדעי הצמח והבטחת
מזון, אוניברסיטת תל-אביב

אבי פרבולוצקי

המחלקה למשאבי טבע, המכון
למדעי הצמח, מנהל המחקר
החקלאי

חיים גורליק

המחלקה למשאבי טבע, המכון
למדעי הצמח, מנהל המחקר
החקלאי

יהודה יהודה

מו"פ צפון, מיג"ל

יאן לנדאו

המחלקה למשאבי טבע, המכון
למדעי הצמח, מנהל המחקר
החקלאי

גיא דוברת

המחלקה למשאבי טבע, המכון
למדעי הצמח, מנהל המחקר
החקלאי, מרכז וולקני

מגמות שינוי בהרכב הצומח העשבוני, ביצרנות המרעית ובאיכותה על בסיס ניסוי ארוך-טווח בגליל המזרחי

23 ביוני, 2020

גיליון קיץ 2020 / כרך 11(2)

[חזית המחקר](#)

מאמר זה עבר שיפוט עמיתים

ציטוט מומלץ

הנקין ז, שטרנברג מ, פרבולוצקי א
ואחרים. 2020. מגמות שינוי בהרכב
הצומח העשבוני, ביצרנות המרעית
ובאיכותה על בסיס ניסוי ארוך-טווח
בגליל המזרחי. *אקולוגיה וסביבה*.
11(2): 38–46.

על קצה המזלג

- שטחים פתוחים רבים בעולם, ושטחים עשבוניים בצפון הארץ בפרט, נתונים לרעייה.
- המאמר מציג מחקר ארוך-טווח המראה כי המערכת האקולוגית של הבתה העשבונית בגליל המזרחי מושפעת ממגמת שינוי האקלים באזורנו.
- עוצמת הרעייה במערכת הצומח העשבוני משפיעה על מדדי הצומח השונים.
- העובדה שהמחקר נמשך תקופה ארוכה עד מאוד – 26 שנים – מעניקה לתוצאות חשיבות ותוקף.
- בתחומי האקולוגיה והאגרו-אקולוגיה נדיר שמחקר מתקיים במשך זמן כה רב.
- המחקר ניתן להסיק אילו שינויים צפויים למערכת זו ומה השלכותיהם על הניזונים ממנה.

המערכת

תקציר

רעיית בקר בשטחים הפתוחים בישראל היא ענף חקלאי יצרני ובו-בזמן אמצעי לשמירה על השטח והנוף. במסגרת מחקר ליעול השימוש במשאבי המרעה העשבוני תוך שימור כר המרעה וקידום ערכי הנוף והסביבה, נערך ניסוי ארוך-טווח בחוות כרי דשא שבגליל המזרחי. במסגרת הניסוי בוצע מעקב אחר הרכב הצומח, יצרנותו ואיכותו כמרעית בממשקי רעייה שונים. מאמר זה מתמקד בשאלה מהו אופי הקשר שבין מדדי צומח שונים לכמות המשקעים השנתית. הניסוי כלל, בין היתר, בדיקה של לחצי רעיית בקר: לחץ מתון (18 דונם לפרה) לעומת חזק (9 דונם לפרה), ושטח ללא רעייה שימש לביקורת. בדיקות יצרנות המרעית נערכו מדי שנה מ-1994 ועד 2019, ובדיקות הרכב הצומח ואיכותו נערכו בשנים 2003–2018. כל הבדיקות בוצעו בחתכים קבועים בשיא עונת הצימוח. בסיכום 26 שנות המחקר נמצא קשר ישר וחיוני בין יצרנות הצומח בשיא עונת הגידול לכמות הגשם השנתית. לחצי הרעייה בחלקות השפיעו על הרכב הצומח ואיכותו, אך הראו מגמות דומות במדדי הצומח ביחס לכמות הגשם. כמו כן, נמצא כי עם העלייה בכמות הגשם השנתית ישנה מגמת עלייה בכיסוי דגניים חד-שנתיים נמוכים, ובאותו זמן מגמת ירידה בכיסוי מיני המצליבים. לא נמצא שינוי בכיסוי הדגניים הרב-שנתיים הגבוהים, קבוצה אשר שומרת על יציבות המערכת. ירידה משמעותית באיכות הצומח כמרעית נמצאה עם הירידה בכמות המשקעים השנתית, ונראה כי מגמה זו תימשך גם בעתיד עם מגמות שינוי האקלים הצפויות.

מבוא

עקבות שינוי האקלים העולמי צפוי להיות חם ויבש יותר גם באזור אגן הים התיכון [9]. ככלל, מודלים אזוריים ועולמיים חוזים עלייה בטמפרטורה, ירידה בכמות המשקעים וגם התגברות אירועי קיצון [2,1]. במחקר קודם נמצא כי לאורך השנים 1970–2002 נעשה האקלים בישראל יובשני יותר ברוב האזורים [10]. למגמות שינוי אלה יש השפעות ישירות על יצרנות הצומח, על מאזן הנוטריינטים בקרקע ועל יחסי צומח-בעלי חיים בכלל [3,16]. שינוי האקלים צפוי להתבטא בעיקר בעלייה ברגישות מערכות יובשניות למחצה ותת-לחות [22]. למשל, בחבלים הים תיכוניים, הנמנים על אזורים אלה, נמצאו שינויים במחזורי החיים של מיני ציפורים וביצרנות שיחים [3,16]. זו תוצאה של השינויים בטמפרטורה ובכמויות המשקעים, ועל כן צפויים גם שינויים בתפוצת מיני צומח ובמגוון המינים [11].

רעייה תפקיד מפתח בתהליכים המוזכרים, מכיוון שיש לה השפעה מעצבת על יצרנות המערכת [12] ועל הרכב הצומח [20]. בחבלי האקלים הים תיכוני המייצגים את אזורי המעבר בין האזורים הממוזגים ליובשניים, שינויים אלה בצומח משמעותיים [14], ולכן יש צורך במתן תשומת לב רבה בניהולם התקין. על רקע זה שאלת המחקר הייתה: מהו הקשר הנוכחי והעתיד בין מדדי הרכב ואיכות הצומח בממשקי רעיית בקר בלחץ שונה לבין כמות המשקעים השנתית. ניטור ארוך-טווח ייחודי, המבוצע בחוות כרי דשא כבר יותר מ-26 שנים בלחצי רעייה שונים, מאפשר בחינה של שאלה זו.



גם בלחץ רעייה גבוה לא הייתה פגיעה ביצרנות הודות לעמידות הצומח הים תיכוני, שנתן לרעייה מתמשכת זה אלפי השנים / צילום: זלמן הנקין

שיטות וחומרים

שטח המחקר

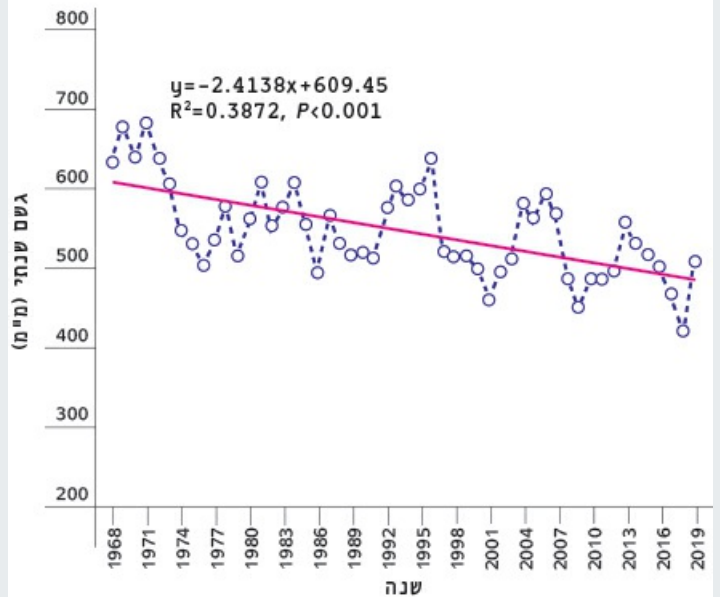
המחקר נערך בשנים 1994–2019 בחוות כרי דשא, הממוקמת ברמת כורזים שבגליל המזרחי. שטחה הכולל של החווה הוא כ-14,500 דונם, ורועה בה עדר המונה כ-650 פרות. שטחן הכולל של חלקות המחקר הוא 2,300 דונם, והן נמצאות בגובה של 250–60 מטרים מעל פני הים. ממדידות שבוצעו בשנים 1963–2019 בחוות כרי דשא עלה כי כמות הגשם השנתית הממוצעת היא 551 מ"מ, אך נמצאה מגמת ירידה לאורך השנים (איור 1). שטח המחקר ממוקם ברמה הררית עם שיפועים נמוכים מ-20 מעלות^[18] ומסלע בזלתי עם כיסוי סלע של כ-30% בממוצע^[6]. הקרקע היא פרוטוגרומוסול בזלתי בעומקים משתנים. הצומח מאופיין כבתה המיקריפטופיטית^[23] והמינים הרב-שנתיים השולטים הם שעורת הבולבוסין (*Hordeum bulbosum* L.), קיפודן דביק (*Echinops viscosus* DC.) ושרעול שעיר (*Bituminaria bituminosa* L.). נוסף על כך, מינים עשבוניים חד-שנתיים רבים משלימים מרעית עשירה לעדר הבקר הרועה בשטח.

איור 1

**כמות הגשם השנתית בחוות כרי דשא (ממוצע חמש-שנתי רץ)
שנים 1968–2019**

מדידות הגשם החלו ב-1964.

איור 1. כמות הגשם השנתית בחוות כרי דשא (ממוצע חמש־שנתי רץ) בשנים 1968–2019 מדידות הגשם החלו ב־1964.



מערך הניסוי

המחקר התבצע בשטח המחולק לשמונה חלקות עם עדרי בקר בטיפולי רעייה שונים, הכוללים שתי צפיפויות אכלוס – 18 דונם לפרה (רעייה בלחץ מתון) ו-9 דונם לפרה (רעייה בלחץ חזק) [8]. עונת הרעייה בכל שנה מתחילה בין סוף ינואר לפברואר בהתאם לגשמים, לאחר השהיית הפרות מחוץ לחלקות הניסוי במשך שלושה חודשים בעונת הנביטה והצימוח הראשוני. הרעייה בחלקות נמשכת עד סוף אוגוסט בלחץ החזק או עד אוקטובר בלחץ המתון. שטחן של החלקות נע בין 255 ל-338 דונם.



בקר רועה בשטחי המחקר בחוות כרי דשא שבנליל המזרחי | צילום: זלמן הנקין

ניטור הצומח

יצרנות הצומח

דגימת יצרנות הצומח העשבוני בחלקות הניסוי בוצעה מדי שנה מאז 1994 לאורך חתכים קבועים, וכללה 20 קצירים מייצגים של 25 X 25 ס"מ בכל חלקה. הדגימה בוצעה בסוף מרץ ובתחילת אפריל (שיא עונת הצימוח) וללא קשר למועד תחילת העונה הגשומה, על-ידי הסרת כל עומד הצומח מעל גובה פני הקרקע במסגרות ברזל שהונחו באופן אקראי לאורך החתכים שחוצים את חלקות הניסוי. לאחר הקציר יובשו דגימות הצומח בטמפרטורה של 65 מעלות צלזיוס במשך 72 שעות ונשקלו.

הרכב צומח

סקרי הצומח בוצעו בשיטת "step point" לאורך חתכים קבועים בחלקות הניסוי. בכל נקודה לאורך החתך, במרחק של צעד כפול מנקודה אחת לשנייה, נרשמו מיני הצומח שהמוט נוגע בהם כשהוא מוצב אנכית לקרקע. לחלופין, צוינו באותה נקודה פגיעות בקרקע או בסלע, אם השטח נמצא חשוף. הסקרים בוצעו מדי שנה בשיא עונת הצימוח באביב (סוף מרץ עד תחילת אפריל) באופן רציף מ-2003 ועד 2018.

מיני הצומח מוינו ל-12 קבוצות תפקודיות שונות בהתאם לתכונות הצמח, למחזור החיים, לגובהם היחסי ולהשתייכותם לסוגים ולמשפחות ^[15], והן: דגניים חד-שנתיים נמוכים, דגניים חד-שנתיים גבוהים, דגניים רב-שנתיים נמוכים, דגניים רב-שנתיים גבוהים, קטניות חד-שנתיות, קטניות רב-שנתיות, קוצים חד-שנתיים, קוצים רב-שנתיים, מצליבים, רחבי עלים חד-שנתיים, רחבי עלים רב-שנתיים וגאופיטים.

איכות המרעית

דגימות הצומח שנאספו בעת דגימת הביומסה בכל אחת מן השנים 2003–2018 אוחדו ליצירת שלוש דגימות מייצגות מכל חלקה בכל אחד ממועדי הדגימה. הן נטחנו ונקבעו בהן אחוזי האפר, הנעילות, החלבון, וה-NDF (Neutral Detergent Fiber). מדדים אלה, המקובלים להערכת איכות המרעית, נאמדו בשיטת ^[13] Near-Infrared Spectrometry (NIRS).

ניתוח הנתונים

כדי לבחון את הקשרים שבין שנת המדידה וכמות הגשם (ממוצע חמש-שנתי), ובין כמות הגשם ויצרנות המרעית, נערכו ניתוחי רגרסיה במודלים שונים: ליניארי, לוגריתמי ($\log x$) ומעריכי (e^x). כדי לבחון את השפעת טיפולי לחץ הרעייה וכמות הגשם על מדי צומח, כגון איכות הצומח ותדירות הופעת של קבוצות תפקודיות, נערכו ניתוחי שונניות רבי-גורמים (multifactorial ANOVA). כדי לבחון את הנחות היסוד של מבחני השונות קרי, התפלגות נורמלית של השגיאה והומוגניות של השונות נערכו מבחני קולמגורוב סמירנוב (Kolmogorov-Smirnov test) לנומליות ומבחן ליווין להומוגניות של השונות (Levene's test).



נמצא כי איכות הצומח עלתה בשיא העונה הירוקה עם הגברת עוצמת הרעייה בעקבות צימוח מחודש וצעיר יותר של העשבים לאחר אכילתם | צילום: זלמן הנקין

תוצאות

יצרנות הצומח וכמות הגשם

בחינת מגמות בכמות הגשם באמצעות ממוצע חמש-שנתי רץ הראתה ירידה מתמשכת בשנים 1964–2019 (טבלה 1 ואיור 1). בחלקות הביקורת שלא התקיימה בהן רעייה, היצרנות הממוצעת של הצומח העשבוני בשנים 1994–2019 עמדה על 442 ± 130 גרם חומר יבש למ"ר. הקשר שבין היצרנות הצמחית בשיא העונה בחלקות ללא רעייה לבין כמות המשקעים השנתית בשנים אלה נמצא חיובי ($R^2=0.47$, טבלה 1 ואיור 2). כלומר, בשנים שבהן כמות המשקעים השנתית הייתה נמוכה, גם הביומסה הצמחית הייתה נמוכה. ולהפך, בשנים גשומות נמצא כי הביומסה הצמחית הייתה גבוהה יחסית. מגמה זו נמצאה מובהקת גם לאחר הסרת שנות גשמים חריגות (מעל 700 מ"מ, בשנים 2003 ו-2019, ראו טבלה 1).

טבלה 1

ניתוחי רגרסיה (לחינת א) הקשר בין כמות הגשם השנתית לשנת המדידה (המתואר באיור 1); (ב) הקשר בין יצרנות מרעית לכמות הגשם השנתית (המתואר באיור 2) בכרי דשא

טבלה 1. ניתוחי רגרסיה לבחינת א) הקשר בין כמות הגשם השנתית לשנת המדידה (המתואר באיור 1); ב) הקשר בין יצרנות מרעית לכמות הגשם השנתית (המתואר באיור 2) בכרי דשא

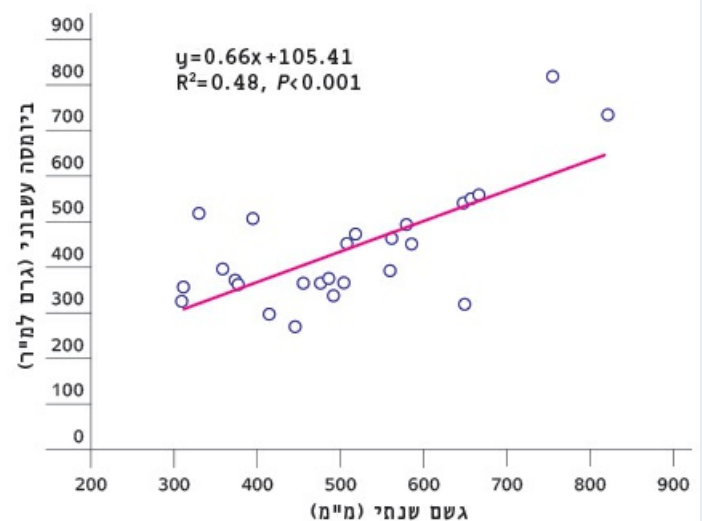
	R^2	P	N	מקדם המחצית של פירסון	
הקשר בין כמות הגשם השנתית לשנה (2019–1968)	0.387	***	52	-0.622	
הקשר בין יצרנות מרעית לכמות הגשם השנתית (2019–1994)	0.475	***	26	0.689	
הקשר בין יצרנות מרעית לכמות הגשם השנתית (עד 700 מ"מ גשם)	0.221	*	24	0.459	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$

איור 2

הקשר שבין יכול הצומח העשבוני בשיא עונת הצימוח ללא רעייה ביחס לכמות הגשם השנתית בחוות כרי דשא בשנים 1994–2019

איור 2. הקשר שבין יכול הצומח העשבוני בשיא עונת הצימוח ללא רעייה ביחס לכמות הגשם השנתית בחוות כרי דשא בשנים 1994–2019



איכות הצומח

מצא קשר ברור בין כמות המשקעים השנתית למדדי איכות הצומח השונים (טבלה 2 ואיור 3). עם העלייה בכמות הגשם נמצאה עלייה באחוז הנעכלות של הצומח, בתכולת החלבון והאפר, ומגמה הפוכה נמצאה באחוז ה-NDF. כלומר, עם מיעוט המשקעים נמצאה ירידה משמעותית באיכות המרעית המשמשת מזון לבעלי החיים הרועים. כמו כן, נמצאו עלייה באחוז החלבון עם העלייה בלחץ הרעייה (טבלה 2), בלחץ הרעייה המתון נמדדו $7.7\% \pm 0.5\%$ (ממוצע ושגיאת תקן) חלבון, ואילו בלחץ

הרעיה החזק נמדדו $10\% \pm 0.7\%$ חלבון. מגמות הפכות נמצאו במדידות ה-NDF, בלחץ הרעיה המתון נמדדו $61.9\% \pm 1.4\%$, ובלחץ הרעיה החזק נמדדו $56.6\% \pm 0.2\%$. לא נמצאו אינטראקציות מובהקות בין לחץ הרעיה לכמות המשקעים בהשפעה על מדדי איכות הצימוח השונים שנבדקו.

טבלה 2

ניתוח שונות דו-גורמי לבחינת השפעת לחץ הרעיה (נמוך – 18 דונם לפרה, גבוה – 9 דונם לפרה) וכמות הגשם (משתנה רציף) על מדדי האיכות התזונתית של המרעית ועל תדירות ההופעה של קבוצות תפקודיות בצומח

טבלה 2. ניתוח שונות דו-גורמי לבחינת השפעת לחץ הרעיה (נמוך – 18 דונם לפרה, גבוה – 9 דונם לפרה) וכמות הגשם (משתנה רציף) על מדדי האיכות התזונתית של המרעית ועל תדירות ההופעה של קבוצות תפקודיות בצומח

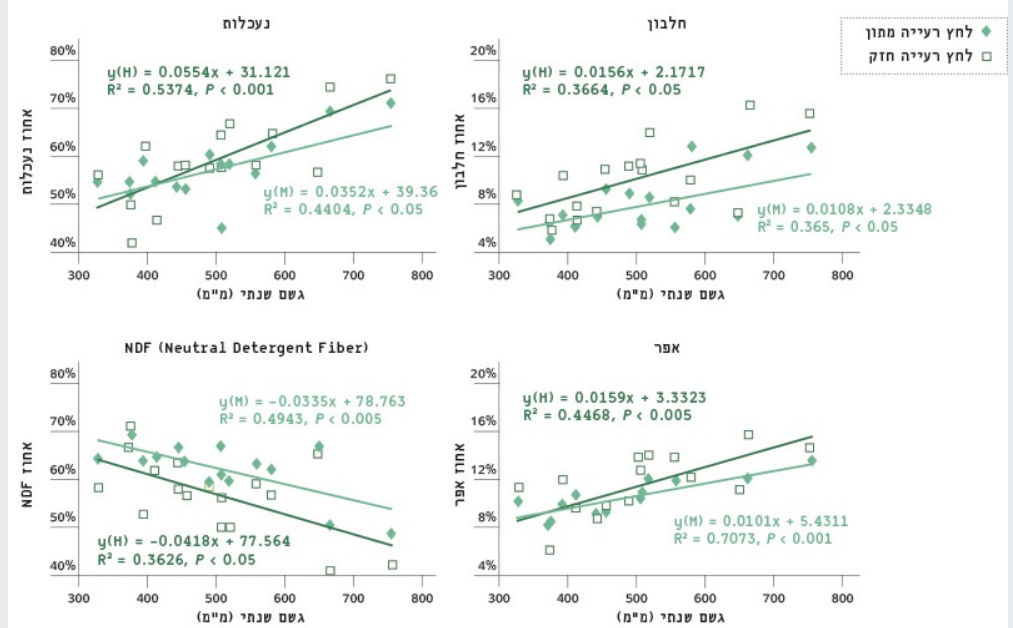
משתנה תלוי	גורם משפיע	F	P	df	R ²
חלבון	לחץ רעיה	16.16	***	1	0.42
	כמות גשם	9.04	**	1	
	לחץ רעיה X כמות גשם	0.48	ns	1	
נעכלות	לחץ רעיה	0.63	ns	1	0.45
	כמות גשם	26.69	***	1	
	לחץ רעיה X כמות גשם	1.43	ns	1	
אפר	לחץ רעיה	3.65	ns	1	0.45
	כמות גשם	25.63	***	1	
	לחץ רעיה X כמות גשם	0.12	ns	1	
NDF	לחץ רעיה	7.38	*	1	0.44
	כמות גשם	19.02	***	1	
	לחץ רעיה X כמות גשם	0.23	ns	1	
דגניים חד־שנתיים נמוכים	לחץ רעיה	4.03	*	1	0.08
	כמות גשם	2.09	ns	1	
	לחץ רעיה X כמות גשם	0.01	ns	1	
דגניים חד־שנתיים גבוהים	לחץ רעיה	56.35	***	1	0.53
	כמות גשם	1.19	ns	1	
	לחץ רעיה X כמות גשם	0.04	ns	1	
דגניים רב־שנתיים גבוהים	לחץ רעיה	0.01	ns	1	-
	כמות גשם	0.04	ns	1	
	לחץ רעיה X כמות גשם	0.08	ns	1	
קטניות	לחץ רעיה	2.77	ns	1	-
	כמות גשם	0.34	ns	1	
	לחץ רעיה X כמות גשם	0.01	ns	1	
מצליבים	לחץ רעיה	3.92	*	1	0.06
	כמות גשם	2.52	ns	1	
	לחץ רעיה X כמות גשם	0.01	ns	1	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$

איור 3

איכות המרעית בשיא עונת הצימוח (אפריל) בלחץ רעיה מתון וחזק ביחס לכמות הגשם השנתית בשנים 2003–2018 בחוות כרי דשא

איור 3. איכות המרעית בשיא עונת הצמיחה (אפריל) בלחץ רעייה מתון וחזק ביחס לכמות הגשם השנתית בשנים 2003–2018 בחוות כרי דשא



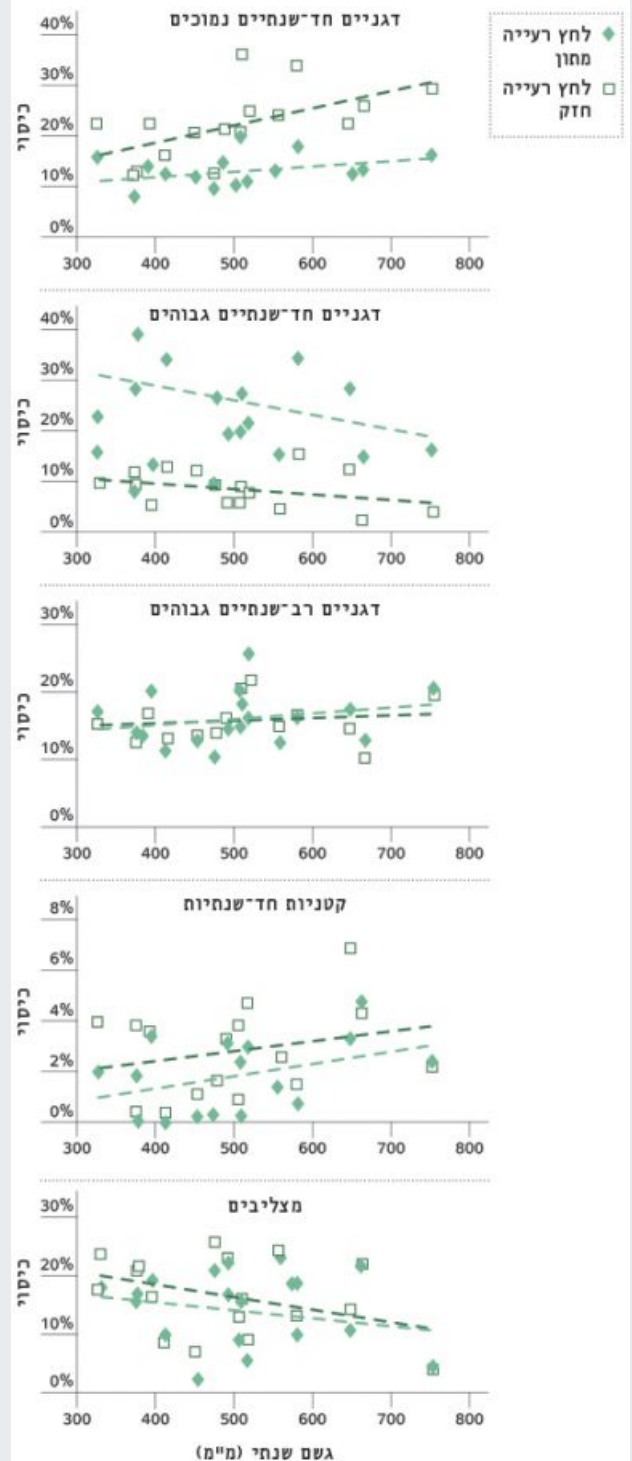
הרכב הצומח

לדגני המינים הדומיננטיים בחברת הצומח העשבונית בכרי דשא הם שעורת הבולבוסין, שיבולת שועל נפוצה (*Avena sterilis* L) וזנב שועל מצוי (*Alopecurus utriculatus* Banks & Sol), שלושתם ממשפחת הדגניים אך משתייכים לקבוצות תפקודיות שונות (רב-שנתי גבוה, חד-שנתי גבוה וחד-שנתי נמוך, בהתאמה). בבדיקת הקשר שבין כמות המשקעים השנתית לאחוז הכיסוי של קבוצות תפקודיות עיקריות בצומח, בלחץ רעייה מתון וחזק, נמצא כי עם העלייה בכמות הגשם השנתית הייתה מגמת עלייה לא מובהקת בכיסוי מיני דגניים חד-שנתיים נמוכים ובכיסוי מיני הקטניות החד-שנתיות (טבלה 2 ואיור 4). לעומת זאת, נמצאה מגמה הפוכה בקבוצות הדגניים החד-שנתיים הגבוהים והמצליבים, ונמצאה ירידה בכיסוי הכללי של מינים אלה. לא נמצא שינוי משמעותי בכיסוי קבוצת הדגניים הרב-שנתיים הגבוהים (איור 4), שיוצגו בעיקר על-ידי שעורת הבולבוסין, ביחס לכמות המשקעים. השפעות לחץ הרעייה השתקפו בכיסוי הקבוצות התפקודיות השונות: בלחץ חזק עלה כיסוי הדגניים החד-שנתיים הנמוכים (לחץ חזק $21.8\% \pm 0.48\%$, לחץ מתון $12.2\% \pm 0.2\%$) והכיסוי של קוצים חד-שנתיים (לחץ חזק $14.5\% \pm 0.3\%$, לחץ מתון $10.1\% \pm 0.2\%$), ואילו ברעייה בלחץ מתון נמצאה עלייה בכיסוי דגניים חד-שנתיים גבוהים (לחץ מתון $25.8\% \pm 0.6\%$, לחץ חזק $8.2\% \pm 0.2\%$, טבלה 2 ואיור 4).

איור 4

כיסוי דגניים חד-שנתיים נמוכים, דגניים חד-שנתיים גבוהים, דגניים רב-שנתיים גבוהים, קטניות ומצליבים בלחץ רעייה מתון (מעוינים) וחזק (ריבועים) ביחס לכמות המשקעים השנתית בשנים 2003–2018 בחוות כרי דשא

איור 4. כיסוי דגניים חד-שנתיים נמוכים, דגניים חד-שנתיים גבוהים, דגניים רב-שנתיים גבוהים, קטניות ומצליבים בלחץ רעייה מתון (מעוינים) וחזק (ריבועים) ביחס לכמות המשקעים השנתית בשנים 2003-2018 בחוות כרי דשא



דיון ומסקנות

שינוי האקלים העולמי מתבטא במגמת התחממות, בירידה בכמות המשקעים ובעלייה בתדירות אירועי קיצון אקלימיים,

ומתרחש גם באזורים הים תיכוניים [9]: לשינוי האקלים השפעה רבה על המערכות האקולוגיות היבשתיות השונות [22], ובפרט על הצומח בביומים שונים. שינויים אלה תועדו גם בחוות כרי דשא שבגליל המזרחי שמתבצע בה ניטור ארוך-טווח של מדדי צומח ואקלים. למרות השונות הגבוהה בין השנים בכמות המשקעים ובפיזורם לאורך העונה [19] נמצאה מגמה כללית של ירידה בכמות הגשם השנתית. תופעה זו המוצגת כאן מסתמכת על מדידות הנערכות מאז 1963, ומסתכמת בירידה ממוצעת של כ-2 מ"מ לשנה בממוצע. אך דווקא השונות הגבוהה בגשם בין שנים ובמהלך כל עונה מאפשרת לנו על בסיס מעקב רב-שנתי לחזות אם וכיצד מגיבה מערכת המרעה העשבונית הים תיכונית לשינויים אלה, ומכאן להשליך לגבי מגמות עתידיות צפויות במערכות העשבוניות הים תיכוניות. התחזיות הן לידידה מתמשכת בכמות המשקעים.

אשר לשינויים אלה, מצאנו קשר חיובי בין כמויות המשקעים השנתיות לביומסה הצמחית [5] כמו במחקרים נוספים באזורים מוגבלי מים. כלומר, ירידה בכמות המשקעים באזורים העשבוניים הים תיכוניים מובילה לידידה משמעותית ביצרנות הצומח. אך מעבר לכך, לידידה בכמות המשקעים כפי שנצפתה בחוות כרי דשא, הייתה גם השפעה על הרכב הצומח ואיכותו כמרעה לבעלי חיים, ולכל המרכיבים הללו יחד משמעות רבה לגבי תפקוד עתידי של מערכת אקולוגית זו.

לרעייה ולממשקי הרעייה השפעה רבה על הביומסה, על הרכב הצומח ועל איכותו בכרי דשא, והיא מוצגת בהרחבה במחקרים אחרים [7, 8, 20]. על אותו בסיס נתונים נבדק הקשר שבין הרכב הצומח לשינויים שחלו בכמות המשקעים, גורם שהוא נדבך חשוב בשינוי האקלים הצפוי. עם הירידה בכמות הגשם השנתית נמצאה עלייה בכיסוי קבוצות צומח תפקודיות הכוללות את הדגניים החד-שנתיים הגבוהים ואת המצליבים. לעומת זאת, נמצאה ירידה בכיסוי דגניים חד-שנתיים נמוכים וקטניות חד-שנתיות. למרות ההשפעה החזקה של הרעייה על כיסוי הקוצים לא מצאנו שינוי משמעותי בכיסוי הקוצים החד-שנתיים עם השינוי בכמות המשקעים. כך גם לא נמצא שינוי משמעותי בכיסוי דגניים רב-שנתיים גבוהים (בעיקר שעורת הבולבוסין), שהם גורם מרכזי ומייצב במערכת זו.

בדלים משמעותיים נמצאו במדדי איכות הצומח בין העונות ובין השנים [7, 8]. נמצא כי איכות הצומח עלתה בשיא העונה הירוקה עם הגברת עוצמת הרעייה בעקבות צימוח מחודש וצעיר יותר של העשבים לאחר אכילתם [7]. במחקר הנוכחי נבדק הקשר בין מדדי איכות הצומח כמרעית – נעכלות, חלבון, NDF ואפר – בשיא עונת הגידול (אפריל). נמצאה ירידה משמעותית באיכות הצומח עם הירידה בכמות המשקעים השנתית. לממצא זה השלכות חשובות לגבי ירידה בכושר הנשיאה של השטחים ואיכות שטחי המרעה כיום ובעתיד.

במערכות צומח ים תיכוניות מינים רבים מותאמים לתקופות יובש ארוכות ולרעייה [17]. מערכת הבתה העשבונית נשלטת על-ידי דגניים רב-שנתיים ומינים חד-שנתיים שונים. נראה כי בשנים שאחרי רעייה חזקה וירידה בכמויות המשקעים לא נצפית השפעה מובהקת של השנים הקודמות ("זיכרון מערכת") על יצרנות המרעית [21]. עם זאת, תוצאות המחקר מעידות על מגמות שינוי במדדי הצומח, ומחקרי המשך ממשיכים לעקוב אחר שטחי המחקר בכלים שונים. גורם מרכזי בשמירה על יציבות מערכת עשבונית זו הוא שעורת הבולבוסין, שהיא מרכיב מפתח בכיסוי וביצרנות המערכת שכמעט ואינו מושפע משינויים בלחצי הרעייה ובכמות המשקעים השנתית. גורם נוסף הוא יכולת התחדשות מהירה של הצומח [4], תכונה המאפיינת את הצומח העשבוני הים תיכוני ומעידה על יציבות מערכת זו.

תודות

המחקר מומן מקרנות המדען הראשי והנהלת ענף מרעה, משרד החקלאות והקק"ל. במחקר ארוך-טווח זה השתתפו חוקרים וטכנאי מחקר רבים ולהם נתונה תודתנו.

הלכה למעשה

ד"ר אורית גינזבורג, מנהלת תחום מרעה ושטחים פתוחים במשרד החקלאות ופיתוח הכפר:

רשות המרעה במשרד החקלאות ופיתוח הכפר מקדמת רעיית בעלי חיים בשטחים הפתוחים, תוך שיתוף פעולה רב-גורמי (עם רשות מקרקעי ישראל, קק"ל ועוד). בשיתוף פעולה זה משרד החקלאות אמון על הידע המקצועי של הענף ועל ייצוגו בהקצאות השטח, בחוות דעת ובמתן תמיכות למגדלים. המאמר נוגע בסוגיות חשובות בתחום המרעה ותכנונו, והמרכזית בהן היא המעקב אחר הייצור הצמחי לאורך זמן. מעקב כזה, שנעשה ביחס לעוצמת הרעייה, מספק נתונים חשובים למשרד החקלאות. המשרד בונה מערכת למיפוי כושר נשיאה בשטחי מרעה, המסתמכת בין היתר על מדידות ביומסה ישירות בשטח ובעקיפין מלוויינים. בעתיד יוכלו נתונים מסוג זה אף לשמש את רשות המרעה לבניית מודל חיזוי עתידי למצב הצומח והמרעה.

מקורות

1. Bates BC, Kundzewicz ZW, Wu S, and Palutikof JP. 2008. Climate change and water. Technical Paper, IPCC Secretariat, Geneva
2. Black E. 2009. The impact of climate change on daily precipitation statistics in Jordan and Israel. *Atmospheric Science Letters* **10**: 192-200
3. De Dato G, Pellizzaro G, Cesaraccio C, et al. 2008. Effect of warmer and drier climate conditions on plant composition and biomass production in a Mediterranean shrubland community. *i Forest – Biogeosciences and Forestry* **1**: 39-48
4. Golodets C, Kigel J, and Sternberg M. 2009. Recovery of plant species composition and ecosystem function after cessation of grazing in Mediterranean grassland. *Plant and soil* **329**: 365-378
5. Golodets C, Sternberg M, Kigel J, et al. 2013. From desert to Mediterranean rangelands: Will increasing drought and inter-annual rainfall variability affect herbaceous annual primary productivity? *Climatic Change* **119**: 785-798
6. Gutman M and Seligman NG. 1979. Grazing management of Mediterranean foothill range in the upper Jordan river valley. *Journal of Range Management* **32**: 86-92
7. Henkin Z, Ungar ED, Dvash L, et al. 2011. Effects of cattle grazing on herbage quality in an herbaceous Mediterranean rangeland. *Grass and Forage Science* **66**: 516-525
8. Henkin Z, Ungar ED, Perevolotsky A, et al. 2015. Long-term trade-offs between herbage growth, animal production and supplementary feeding in heavily grazed Mediterranean grassland. *Rangeland Ecology and Management* **68**: 332-340
9. IPCC. 2019. Climate change and land. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. www.ipcc.ch/srccl
10. Kafle HK and Bruins HJ. 2009. Climatic trends in Israel 1970–2002: Warmer and increasing aridity inland. *Climatic Change* **96**: 63-77
11. Kelly AE and Goulden ML. 2008. Rapid shifts in plant distribution with recent climate change. *PNAS* **105**: 11823-11826
12. Kochy M, Mathaj M, Jeltsch F, and Malkinson D. 2008. Resilience of stocking capacity to changing climate in arid to Mediterranean landscapes. *Regional Environmental Change* **8**: 73-87
13. Landau S, Glasser T, and Dvash L. 2006. Monitoring nutrition in small ruminants with the aid of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) technology: A review. *Small Ruminant Research* **61**: 1-11

- Lavorel S, Canadell J, Rambal S, and Terradas J. 1998. Mediterranean terrestrial ecosystem: Research priorities on global change effects. *Global Ecology and Biogeography* **7**: 157-166 .14
- Noy-Meir I, Gutman M, and Kaplan Y. 1989. Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *Journal of Ecology* **77**: 290-310 .15
- Peñuelas J, Filella I, and Comas P. 2002. Changed plant and animal life cycle from 1952 to 2000 in the Mediterranean region. *Global Change Biology* **8**: 531-544 .16
- Perevolotsky A and Seligman NG. 1998. Grazing in Mediterranean ecosystems: Inversion of a paradigm. *BioScience* **48**: 1007-1017 .17
- Seligman NG, Gutman M, Holzer Z, et al. 1989. Stocking density of cattle and herbage production on Mediterranean grassland. *Journal of Agricultural Science* **113**: 51-58 .18
- Sternberg M, Gutman M, Perevolotsky A, et al. 2000. Vegetation response to grazing management in a Mediterranean herbaceous community: A functional group approach. *Journal of Applied Ecology* **37**: 224-237 .19
- Sternberg M, Golodets C, Gutman M, et al. 2015. Testing the limits of resistance: A 19-yr study of Mediterranean grassland response to grazing regimes. *Global Change Biology* **21**: 1939-1950 .20
- Sternberg M, Golodets C, Gutman M, et al. 2017. No precipitation legacy effects on aboveground net primary production (ANPP) and species diversity in grazed Mediterranean grassland: A 21-year experiment. *Journal of Vegetation Science* **28**: 260-269 .21
- Weltzin JF, Loik ME, Schwinning S, et al. 2003. Assessing the response of terrestrial ecosystems to potential changes in precipitation. *BioScience* **53**: 941-952 .22
- Zohary M. 1973. Geobotanical foundations of the Middle East. Stuttgart: Gustav Fischer, and Amsterdam: Swets & Zeitlinger .23

קריאה נוספת

ספר המסכם את המחקר והידע בענייני מרעה, לרבות קשרי הגומלין בין אנשים, צומח ובעלי חיים.

זליגמן נ, אונגר י, הנקין ז ואחרים. 2016. על צומח בעלי חיים ואנשים – תורת ניהול המרעה בישראל. ירושלים: נקודת ח"ן.

מאמר המסביר כי שינוי האקלים צפוי להשפיע יותר על יצרנות הצומח באזורים היובשניים לעומת האזורים הלחים שרגישים פחות לשינויים בכמות המשקעים.

Golodets C, Sternberg M, Kigel J, et al. 2013. From desert to Mediterranean rangelands: Will increasing drought and inter-annual rainfall variability affect herbaceous annual primary productivity? *Climatic Change* **119**: 785-798

מאמר המתאר מחקר ארוך-טווח שהראה כי גם בלחץ רעייה גבוה לא הייתה פגיעה ביצרנות וזאת הודות לעמידות הצומח הים תיכוני שנתן לרעייה מתמשכת זה אלפי השנים.

Henkin Z, Ungar ED, Perevolotsky A, et al. 2015. Long-term trade-offs between herbage growth, animal production and supplementary feeding in heavily grazed Mediterranean grassland. Rangeland Ecology and Management 68: 332-340.