

4. חברת הצומח ברמת הנדיב – דינמיקה בזמן ובמרחב

ליאת הדר, דויד יובסה, ויוג'ין דוד אונגר

לגיטימית כשהמטרה היא העשרת המגוון הביולוגי, וכאשר הוצאתם של כלים אלה מהמערכת גורמת לצמצום המגוון הביולוגי בכל הרמות, בד בבד עם עלייה בסיכון לשרפות (Noy-Meir et al. 1989, Perevolotsky 2005).

הרעייה משפיעה על ההרכב והמגוון של חברת העשבוניים באמצעות שינוי במבנה הצומח (Naveh & Whittaker 1979, Casado et al. 2004, Pueyo et al. 2006) ובדגם המרחבי של כתמי הנוף (Bar Massada et al. 2008). השיחים מתפקדים כ"מעצבי נוף" אשר קובעים את הפיזור המרחבי של המינים העשבוניים (Shachak et al. 2008, פרק 8, שער IV), ואילו הרעייה משנה את האיזון התחרותי בין שיחים לעשבוניים. כאשר לחץ הרעייה גבוה, כיסוי השיחים מצטמצם ונוצרת הזדמנות למינים המותאמים לרעייה להתבסס ולהגדיל את חלקם היחסי בחברה (Palmer et al. 2004).

עם זאת, מבחינת השפעתה של הרעייה על מבנה החברה ועל הרכבה עולה שונות מרחבית רבה, שכן אוכלי העשב מגיבים להטרונות שבפיזור המשאבים במרחב (Adler & Hall 2005) ומשפיעים עליה. יתר על כן, דפוסים אלה הם תלויי קנה מידה

בדומה למערכות אקולוגיות ים-תיכוניות רבות בעולם, סוגיית הממשק העיקרית ביחס לצומח בפארק הטבע שברמת הנדיב קשורה ליחסים בין צומח מעוצה לצומח עשבוני ככלל, ולוויסות התפשטותו של הצומח המעוצה בפרט (פרקים 1 ו-3, שער VI). ברוב האזורים הים-תיכוניים, הגידול בכיסוי הצומח המעוצה גורם לצמצום העושר והמגוון של מיני הצומח העשבוני עקב יחסי תחרות על אור ומים, וכן בשל העובדה שכיסוי גבוה של צומח מעוצה יכול לפגוע בהפצת זרעים ובהצלחת נביטתם (Gabay et al. 2008). תהליך זה מביא להבנה כי התערבות באמצעות ניהול (ממשק) אקטיבי חיונית כדי לצמצם את כיסוי הצומח המעוצה ולעודד חברת צומח עשירה (McIntyre et al. 2003). חברות צומח ים-תיכוניות עשירות במינים במידה יוצאת מגדר הרגיל (Cowling et al. 1996, Lavorel 1999), הן כתוצאה מאבולוציה מהירה בתנאי סביבה המשתנים בקצב מהיר (אחרי תקופת הקרח האחרונה), והן בעקבות לחץ כבד של ניצול אנושי הולך וגדל החל מתקופת הפליסטוקן ועד התקופה ההיסטורית (Naveh & Whittaker 1979, Blondel 2006). לכן, הפעלת כלי ניהול כגון רעייה והרחקה של צומח מעוצה עשויה להיות

תמונה 1. חברת צומח אופיינית ברמת הנדיב



צילום: שניא שניב

חומרים ושיטות

תכנון מערך הניטור

מערך הניטור תוכנן והופעל בשני צירים. הציר הראשון בא להתמודד עם ההטרוגניות המרחבית העצומה של הפארק ועם השוני בהרכב חברת הצומח שצפוי להיגזר ממנה. בהדרגה, התרחב מערך הניטור כך שייצג אזורים וטיפוסי צומח שונים בפארק. לציר זה קראנו "אתר". הציר השני בא לבחון באופן מובנה את גורם הרעייה, ולשם כך תוכנן הניטור בכל אתר כך שיתבצע בשטח הנתון לרעיית בקר ובשטח המוגן מפני רעייה. לשטחים אלה התייחסנו כאל שני "טיפולים".

הנתונים נאספו בעונת השיא של התפתחות הצומח, בחודשים מרס ואפריל, בשנים 2003, 2005, 2006 ו-2008. דיגום הצומח התבצע תמיד לפני הכנסתו של עדר הבקר לאזור הפארק. מכיוון שתכנית הניטור שלנו התפתחה בהדרגה, נערכו הסקרים של שנת 2003 רק בחלקות ביקורת (שהן אזורים מגודרים ללא רעיית חיות משק במשך 15 שנה לפחות) בשני אתרים: גריגה פתוחה (Garrigue) בשטח המשתרע על כ-1,500 דונם של הפארק, ואזור חיץ למניעת התפשטות של שרפות (Fuel break), ששטחו כארבעים דונם. באזור החיץ מבוצעת כריתה דינית של שיחים והגבהת גוף העצים מדי עשר שנים (פרק 10, שער VI). בשנת 2005 הורחבו הסקרים גם לאזורים הנתונים לרעייה של בקר, כחלק מתכנית הניהול של הפארק (פרק 2, שער VI) ונדגמו חלקות הרעייה והביקורת של אתר הגריגה בלבד (בשל מגבלות טכניות). בשנת 2006, שודרגה תכנית הניטור ונוספו שני אתרים: חורשת ברושים (כ-280 דונם) וחורשת אורנים (כ-180 דונם), ונדגמו חלקות הרעייה וחלקות הביקורת של כל ארבעת האתרים. בשנת 2008 הושלמה תכנית הניטור עם התווספותו של האתר החמישי והאחרון, נחל כבארה (כ-190 דונם), המדגים שילוב של רעיית בקר ועצים בשטח אחד. וכך, בשנת 2008, נדגמו למעשה כל האתרים וכל הטיפולים (רעייה וביקורת). בכל אחד מהאתרים נבחרו חלקת רעייה וחלקת ביקורת כך שמלכתחילה יהיו דומות ככל האפשר מבחינת תנאי סלע-קרעק ומבנה הצומח. חלקת הביקורת של כל אתר גודרה כדי למנוע כניסה של חיות משק. חלקת הרעייה של כל אתר סומנה אך לא גודרה. הגודל של שני סוגי החלקות נע בין 3.2-4.0 דונמים כל אחת. בתוך כל אחד מהשילובים של אתר וטיפול, נדגם הצומח בריבועים בגודל 50X50 ס"מ, הממוקמים לסירוגין בצד הימני של שישה חתכי רוחב קבועים באורך 25 מטר הפרוסים בחלקה המנוטרת (בסה"כ 150 ריבועים בכל חלקה). המרחק בין החתכים היה כעשרה מטרים. החתכים קובעו וסומנו בשטח בסימון עמיד לטווח הארוך, כדי שאפשר יהיה לשוב ולדגום בכל שנה את אותם ריבועים (בקירוב של סנטימטרים בודדים). בתוך כל ריבוע נרשמו כל מיני הצמחים, וכן נאמד כיסוי הסלע וכיסוי מחטי האורן (במקומות הרלוונטיים).

(Scale dependent) ומצביעים גם על דינמיקה בזמן, אשר הופכת

את התמונה למורכבת הרבה יותר (Hadar et al. 2000).

מבנה הצומח והדגם המרחבי של כתמי הנוף משפיעים גם על עקומות הצטברות המינים, שהן מדד השוואתי אוניברסאלי בין חברות צמחים הקשור לדפוסי דומיננטיות, שווינויות ופיזור של צורות חיים שונות במרחב (Keeley & Fotheringham 2003).

בגריגה של רמת הנדיב, הצומח העשבוני גדל בעיקר במרווחים הפתוחים שבין השיחים והסלעים (תמונה 1). חברה זו עשירה מאוד במינים - בממוצע כ-12 מינים לריבוע שמידותיו 0.25 מ"ר - ומגוונת בצורות חיים. היא גם כוללת מינים נדירים ואנדמיים. בדומה לאזורים נוספים בעלי אקלים ים-תיכוני, השונות התוך-שנתית הרבה בכמויות ובפיזור של המשקעים משפיעה על הדינמיקה ועל ההרכב של חברת העשבוניים, שבערך 70% מהמינים הגדלים בה הם חד-שנתיים.

במטרה לקיים שטחים פתוחים התומכים במגוון ביולוגי ונופי עשיר, נעשה שימוש בכלי ממשק המסייעים להאטת תהליכי הסוקצסיה. בעקבות ניסיונות לא מוצלחים להשתמש בהרחקת שיחים במטרה לפתוח את הגריגה, הוכנסה רעיית בקר ככלי עיקרי למניעת שרפות ולממשק נוף הצומח (פרק 2, שער VI). בהמשך הוכנס גם עדר עזים להשגת אפקטיביות רבה יותר בתחום זה (פרק 7, שער VI).

בספטמבר 2003, נחנך ברמת הנדיב האתר למחקר אקולוגי ארוך טווח (LTER – Long Term Ecological Research), כחלק מרשת LTER הישראלית והעולמית. הפלורה של רמת הנדיב נדגמת בקביעות מאז אותה שנה, כחלק מתכנית ניטור ארוכת טווח שבה מנטרים באופן רציף ומובנה פרמטרים ואורגניזמים בעלי משמעות אקולוגית, כדי להגדיר את מצב המערכת האקולוגית בפארק ולתמוך בממשק אשר ישמר את המגוון הביולוגי המקומי בצורה הטובה ביותר (פרק 2, שער VII).

מטרתו של פרק זה היא לתאר את הצומח העשבוני ברמת הנדיב בהקשר של שלוש רמות - חברת הצומח כולה, הרכב הקבוצות התפקודיות (פונקציונליות) שבה והמינים המרכזיים, תוך מתן תשומת לב מיוחדת לדינמיקה במרחב ובזמן. דינמיקה במרחב תשווה בין אתרים שונים (למשל, חורשות נטועות של ברושים ואורנים לעומת גריגה טבעית), וכן אזורים הנתונים למשטרי רעייה שונים. דינמיקה בזמן תשווה את הצומח באותן חלקות בשנים שונות.

הדיון המוצג בפרק זה יתייחס לסוגיות הבאות:

1. באיזו מידה יכול המגוון של מיני הצמחים לשמש ככלי ניהול מעשי?
2. מהי המשמעות של שימור בהקשר של הרכב מינים המשתנה באופן תדיר בזמן?
3. האם מינים הם יחידות שימור הולמות? ומתוך כך - מהם יעדי הממשק בפארק ואיזה מצב מן הראוי לשמר?

ניתוח הנתונים

הניתוח התבסס על מסד נתונים שהכיל נתונים מארבע השנים הראשונות של סקרי הצומח, אשר נערכו במהלך תקופה של שש שנים. בניתוח התייחסנו תחילה למסד הנתונים כולו כשלם, אך בה בעת נתנו את דעתנו על כך שבשל ההקמה ההדרגתית של החלקות ובגלל בעיות טכניות מסוימות, הייצוג של האתרים השונים ושל הטיפולים השונים אינו שווה.

ניתוח הנתונים תוכנן כך שיפריד שלושה מקורות לשונות בנתונים: הטיפול (משטר רעייה), האתר ושנת הדגימה. הרכב החברה נבדק ברמת המינים וברמת הקבוצה התפקודית, תוך שימוש בתדירויות היחסיות של המינים השונים. הניתוחים התבצעו באמצעות התוכנות Excel, JMP, SPSS, CANOCO.

ניתוח הנתונים יושם בארבעה כיוונים:

1. ניתוחי שונות (ANOVA חד-כיווני עם מבחן Tukey פוסט הוק), המתבססים על ערכי עושר המינים וחישובי מגוון (מדדים של Shannon-Wiener ושל Simpson), וכן על תדירות הופעתן של

אזור 1. התפלגות תדירויות ברמת ריבוע הדגימה (0.5 X 0.5 מ') מבוססת על מסד הנתונים השלם הכולל את אתרי הרעייה ואתרי הביקורת מארבע שנות הדגימה 2003, 2005, 2006 ו-2008.

(א) התפלגות תדירויות המתייחסת למספר הפעמים שבהן הופיע המין במסד הנתונים

(ב) התפלגות תדירויות של מספר המינים שנמצאו בריבוע דגימה. ממוצע = 10.6; חציון = 10; סטיית תקן = 5.4.

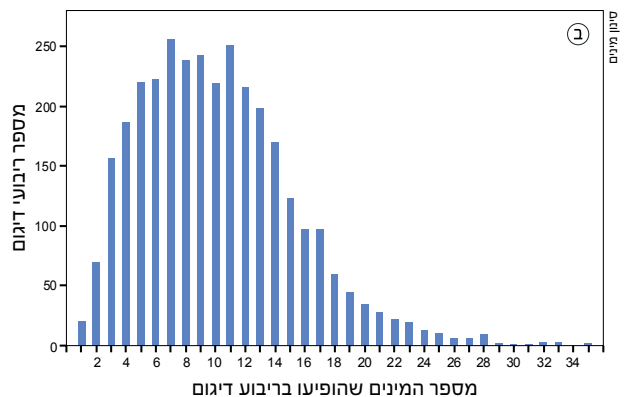
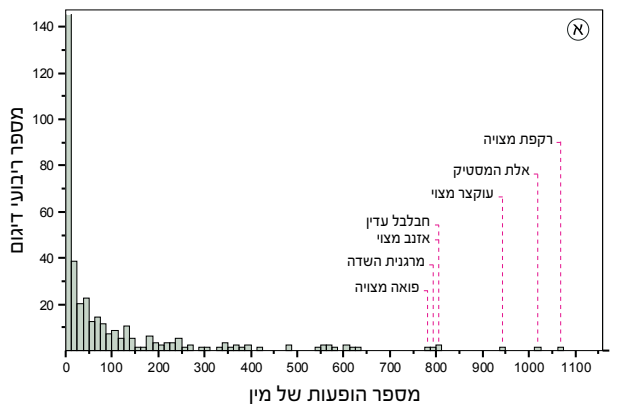
טבלה 1. שיוך מיני הצמחים שנמצאו ברמת הנדיב במסגרת ניסוח ארוך טווח של צומח לקבוצות תפקודיות, כולל מספר המינים והשיעור היחסי של המינים בכל קבוצה (מבוסס על מסד הנתונים 2003-2008)

קבוצה תפקודית	מספר מינים	שיעור יחסי (%)
דגניים רב-שנתיים	9	2.5
מטפסים	10	2.8
מצליבים	11	3.0
סוככיים	23	6.4
עצים ושיחים	23	6.4
דגניים חד-שנתיים	29	8.0
גיאופיטים	40	11.0
מורכבים	48	13.3
קטניות	53	14.6
דו-פסיגיים נוספים	116	32.0
סה"כ	362	100.0

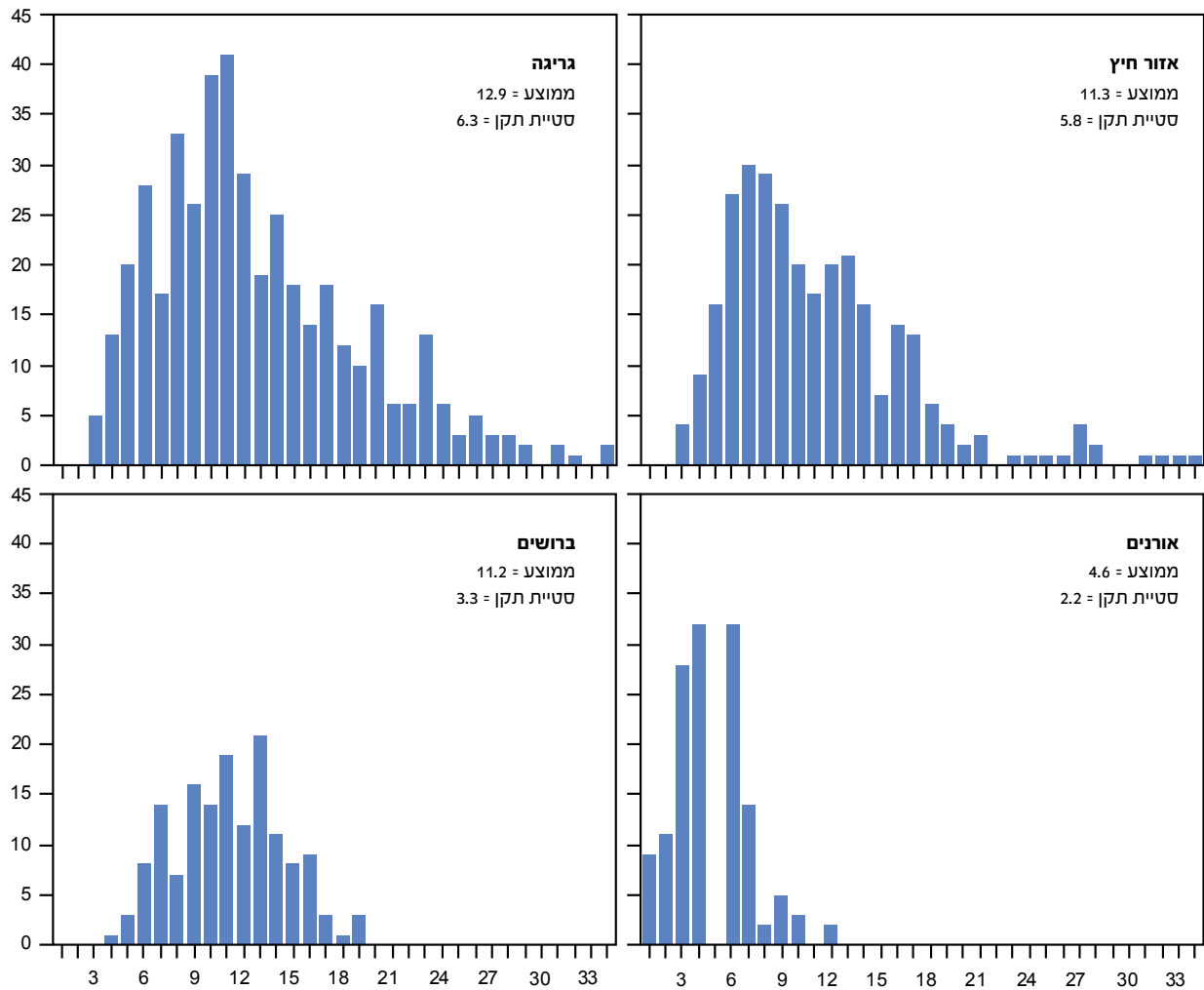
קבוצות תפקודיות שהוגדרו מראש. כל ניתוחי השונות בוצעו ברמת החתך. ניתוח המגוון בוצע בין טיפולים (באתרים: גריגה, בשנים 2005, 2006 ו-2008; אזור חיץ, ב-2006 ו-2008), בין אתרים (בחלקות הביקורת, ב-2006 ו-2008) ובין ארבע השנים (בחלקות הביקורת של אתר הגריגה).
2. יציבות המינים - הניתוח נעשה להרכב חברת הצומח בשלוש שנות הדגימה הראשונות. לגבי כל אחד מהמינים, חושב מספר הריבועים שבו המין הופיע בכל אחת מהשנים, והערך תואר כשיעור מתוך המספר הכולל של הופעות בשלוש השנים. מספרים אלה הוצבו במשולש יחידה-סכום, ומין עם מספר הופעות זהה מדי שנה קיבל מיקום אמצעי (חיתוך 0.33, 0.33, 0.33). ככל שהנקודה רחוקה יותר מהקואורדינטה למעלה, כך הייתה תדירות ההופעה במשך שלוש השנים דומה פחות.

3. אורדינציה - נעשה שימוש בתוכנת Canoco לביצוע של ניתוח רב-משתנים. יושמה אורדינציה לא ישירה (DCA - Detrended Canonical Analysis) כדי לאתר דפוסים של הרכב מינים באתרים השונים ובטיפולים השונים. הניתוח התבסס על קובץ הנתונים המלא במשך כל השנים, הטיפולים והאתרים, וגם בנפרד לגבי נתונים של צומח עשבוני לעומת צומח מעוצה (בחלקות ביקורת של אתר הגריגה הטיפוסי ביותר שנדגם בכל הסקרים - 2003, 2005, 2006 ו-2008).

4. ניתוח תיאורי ברמת המינים (דפוסים בקרב המינים הנפוצים ביותר ובקרב המינים הנדירים ביותר, בטיפולים השונים ובאתרים השונים).



איור 2. התפלגות התדיריות של מספר המינים בריבוע דגימה בגודל 0.5 X 0.5 מ' באתרים השונים. מבוססת על נתונים מחלקות הביקורת בלבד ומהשנים 2003, 2005 ו-2006.



מספר מינים בריבוע דיגום

תוצאות

I. תיאור כללי של חברת הצומח

ביותר ממאתיים ריבועים (איור 1א). כל המינים חולקו לעשר קבוצות תפקודיות על בסיס צורת החיים שלהם ושייכותם הסיסטמטי. המספר והשיעור של המינים שהשתייכו לכל קבוצה תפקודית מוצגים בטבלה 1. על בסיס מספר ההופעות, נמצא כי היחס בין מיני צמחים מעוצים לעשבוניים הוא 1:7, והיחס בין דגניים לרחבי עלים הוא 1:8.5.

מספר המינים השונים שהופיעו בריבוע דגימה אחד השתנה בטווח שנע בין 1 ל-35, והממוצע היה 10.6 מינים לריבוע. התפלגות התדירות של מספר המינים לריבוע, על בסיס מסד הנתונים כולו (כולל חלקות רעייה וביקורת), מוצגת באיור 1ב' ובנפרד לחלקות הביקורת של ארבעת האתרים (מבוסס על

ההתבסס על מסד הנתונים המלא, הכולל את נתוני ארבע שנות הדיגום (2003, 2005, 2006 ו-2008) ואת כל האתרים שנדגמו בשנים אלה, נערכו 33,001 זיהויים של מיני צמחים ברמת הריבוע הבודד. זיהויים אלה הכילו בסך הכול 362 מינים שונים של צמחים, שהם כ-58% מכלל מיני הצמחים - 624 - שתועדו בפארק בשנים 1985-2008. התפלגות התדיריות של מספר הפעמים שבהן הופיע מין נתון כלשהו במסד הנתונים הייתה מוטית מאוד: 140 מינים הופיעו בלא יותר מעשרה מתוך 3,270 הריבועים שנדגמו (להוציא ארבעה ריבועים שכללו 100% סלע). מצד אחר, 48 מינים הופיעו

טבלה 2. 25 המינים הנפוצים ביותר ברמת הנדיב בשנים 2003-2006, שיוכם לקבוצות תפקודיות, מספר ההופעות (ריבועים שבהם הופיעו) ותדירותם היחסית (מס' הופעות חלקי מספר הריבועים שנדגמו)

שם המין	קבוצה תפקודית	מספר הופעות	תדירות יחסית (%)
אלת מסטיק <i>Pistacia lentiscus</i>	עצים ושיחים	691	38.7
רקפת מצויה <i>Cyclamen persicum</i>	גיאופיטים	690	38.6
פואה מצויה <i>Rubia tenuifolia</i>	מטפסים	556	31.1
עוקצר מצוי <i>Brachypodium distachyon</i>	דגניים חד-שנתיים	488	27.3
קידה שעירה <i>Calicotome villosa</i>	עצים ושיחים	446	25
אזנב מצוי <i>Urospermum picroides</i>	מורכבים	428	24
עירית גדולה <i>Asphodelus ramosus</i>	גיאופיטים	427	23.9
אספרג החורש <i>Asparagus aphyllus</i>	מטפסים	421	23.6
מרגנית השדה <i>Anagalis arvensis</i>	דו-פסיגיים נוספים	418	23.4
חבלבל עדין <i>Convolvulus pentapetaloides</i>	דו-פסיגיים נוספים	416	23.3
חרחבינה מכחילה <i>Eryngium creticum</i>	סוככיים	354	19.8
טמוס מזרחי <i>Tamus orientalis</i>	מטפסים	333	18.6
שום שער <i>Allium trifoliatum</i>	גיאופיטים	312	17.5
כוכבן מצוי <i>Rhagadiolus stellatus</i>	מורכבים	308	17.2
לחך כרתי <i>Plantago cretica</i>	דו-פסיגיים נוספים	299	16.7
חגוית שעירה <i>Valantia hispida</i>	דו-פסיגיים נוספים	280	15.7
צבורת ההרים <i>Dactylis glomerata</i>	דגניים רב-שנתיים	273	15.3
צלבת ארוכת-שיבולת <i>Crucianella macrostachya</i>	דו-פסיגיים נוספים	267	14.9
אשחר ארץ ישראלי <i>Rhamnus lycioides</i>	עצים ושיחים	263	14.7
קחון מצוי <i>Anthemis pseudocotula</i>	מורכבים	691	38.7
תלתן תריסני <i>Trifolium clypeatum</i>	קטניות	690	38.6
זלזלת הקנוקנות <i>Clematis cirrhosa</i>	מטפסים	556	31.1
כלנית מצויה <i>Anemone coronaria</i>	גיאופיטים	488	27.3
כליינית מצויה <i>Hymenocarpus circinnatus</i>	קטניות	446	25
זנב-עקרב שיכני <i>Scorpiurus muricatus</i>	קטניות	428	24

נתוני השנים 2003-2006 (בלבד) באיור 2. אף שמספר המינים הממוצע לריבוע היה דומה בשני האתרים שתצורת הצומח השלטת בהם הייתה שיחיה (אזור חיץ וגריגה) וכן בחורשת הברושים, הוא היה נמוך בהרבה בחורשת האורנים. באופן דומה, טווח מספרי המינים לריבוע דגימה היה צר בהרבה בחורשת האורנים לעומת שלושת האתרים האחרים. ממצא זה עשוי להצביע על תנאי "מיקרו-אתר" הטרוגניים פחות בקנה מידה קטן (אבניות, כיסי קרקע וכד').

חורשת הברושים, אשר הראתה שונות נמוכה יותר במספר המינים לריבוע דגימה לעומת אתרי השיחיה, ניטעה בסוף שנות השבעים בחלקה שהייתה בעברה שדה חקלאי על קרקע גרומסול עמוקה, ולכן מטבעה היא כתמית פחות כתוצאה ממאפייני הקרקע וההיסטוריה של השטח. אתר האורנים ממוקם בחורשת אורן ברוטיה (*Pinus brutia*) צפופה עם תת-יער מפותח ושכבת מחטים עבה. חורשה זו הומוגנית עוד יותר מחורשת הברושים, ובה מספר מינים ממוצע לריבוע שערכו כשליש מהממוצע באתרים האחרים, ושונות נמוכה מאוד בין ריבועים (איור 2).

בטבלה 2 מוצגים 25 המינים הנפוצים ביותר ברמת הנדיב, שיוכם לקבוצות תפקודיות, מספר ההופעות והתדירות היחסית שלהם. המינים הנפוצים ביותר בפארק נגזרים מכל הקבוצות התפקודיות שברשימה המוצגת בטבלה 1 (למעט קבוצה אחת: מצליבים). ממצא זה מוסיף ממד נוסף למגוון חברת הצומח - אף על פי שעצים ושיחים הם דומיננטיים ובעלי נוכחות בנוף מבחינת כיסוי, העובדה שמינים עשבוניים רבים גדלים בתוך וליד חופת השיחים מאפשרת להם להיות נפוצים לא פחות מהמינים המעוצים. באופן מפתיע, אף שהשיח בר-זית בינוני הוא מרכיב נופי בולט, הוא אינו מופיע ברשימת המינים הנפוצים ביותר. תדירות הופעתו היחסית - מדד גס לכיסוי יחסי - הייתה רק 9.7%. ממצא זה עשוי להיות תוצאה של קיבוץ נתונים מכל האתרים ובתי הגידול שנדגמו בפארק, כולל בעלי כיסוי נמוך של בר-זית בינוני (חורשות נטועות).

43 מינים (11.8% מכלל המינים שנדגמו בשנים 2003-2008) הופיעו פעם אחת ויחידה במסד הנתונים, אולם רק שניים מהם (מרווה מנוצה ודבורנית צהובה) מוגדרים כמינים נדירים על-פי קריטריונים מקובלים של רשות הטבע והגנים הישראלית. הנדירות לכאורה של 41 המינים הנותרים היא תוצאה של אפקט שוליים - בין אם שוליים בזמן, לגבי מינים המתפתחים מאוחר (לדוגמה, בר-גביע קוצני ונירית הקמה) או מוקדם (לדוגמה, דודא רפואי, חניגית הבתה ובן-חצב סתונוני) ביחס לעונת הדיגום, ובין אם שוליים במרחב, עם תצפיות אקראיות של מינים שמחוץ לתחום בית הגידול או התנאים האופייניים להם (לדוגמה, אלון מצוי, עוזרר קוצני ולוטם מרווני).

אם ניקח את עשרת המינים שהיו הנפוצים ביותר בכל אחד מארבעת האתרים (כולל נתונים מאזורים תחת רעייה ומחלקות

ב. זיקה לטיפול הרעייה

נפוך ברעייה	נפוך בביקורת	נפוך בשני הטיפולים
חרחבינה מכחילה	עוקצר מצוי	רקפת מצויה
חגוית שעירה	קידה שעירה	אלת מסטיק
		פואה מצויה
		אזנב מצוי
		חבלבל עדין
		מרגנית השדה
		עירית גדולה
		אספרג החורש

לרעיית בקר ובחלקות הביקורת, ראינו כי 8 מתוך 12 מינים אלו הופיעו בשתי הרשימות (טבלה 3ב). תוצאה דומה התקבלה גם כאשר ניתוח זה נערך למרכיב העשבוני בחברה בלבד. ממצאים אלה מעידים על כך כי למיני הצומח הנפוצים ישנה זיקה חזקה יותר לאתר או לבית גידול מסוים מאשר לטיפול הרעייה. העובדה כי מינים מסוימים היו בדרך כלל נפוצים ביותר הן בחלקות הרעייה והן בחלקות הביקורת, עשויה להיות קשורה לגורמים שמתחת לרמת החלקה, כמו תנאי הצל והמיקרו אקלים שמתחת לשיחים (לדוגמה, רקפת מצויה) ו/או זיקה חיובית לסלעים (טרשנית שרועה), מינים מעוצים שהם מעצבי נוף והמטפסים המלווים אותם (אלת מסטיק, אספרג החורש ופואה מצויה) או מינים קטני גודל המאופיינים בגידול משתרע המספק להם הגנה מסוימת מרעייה (לדוגמה, חבלבל עדין ומרגנית השדה).

II. עושר ומגוון המינים

בטבלה 4 מוצג עושר המינים לכל האתרים, הטיפולים והשנים. עושר המינים ברמת החלקה המבוסס על נתונים מקובצים משישה חתכים, נע בתחום שבין 67 מינים בתת-יער אורנים ללא רעייה ו-177 מינים בחלקת שיחייה הנתונה לרעייה משולבת של בקר ועזים (כתף נחל הכבארה). בהשוואה בין חלקות הביקורת בארבעת האתרים שנמדדו בשנים 2006 ו-2008, נמצא כי עושר המינים היה דל באופן מובהק ($P < 0.0001$) בתת-היער של חורשת האורנים, אך לא היה שונה בשלושת האתרים האחרים. רעיית בקר לא השפיעה באופן מובהק על עושר המינים באותם ארבעה אתרים ובשתי שנות הדגימה הנ"ל, פרט למקרה אחד של אזור החיץ בשנת 2006, שבו היה עושר המינים רב באופן מובהק בשטח הנתון לרעייה ($P < 0.006$). ממצא זה מפתיע בהינתן שאזור החיץ חשוף להפרעה בעוצמה גבוהה ונתון

טבלה 3. מידת הזיקה של מיני הצמחים הנפוצים ביותר למשתני האתר ולמשתני הטיפול. לכל ערך של המשתנה, נבחרו עשרת המינים הנפוצים ביותר ונרשמה מידת הזיקה שלהם לטיפול או לאתר.

א. זיקה לאתר

הקודים של האתרים השונים: G=גריגה, F=אזור חיץ, C=חורשת ברושים, P=חורשת אורנים.

נפוך בשלושה אתרים		נפוך בשני אתרים		נפוך באתר אחד	
G, F, P	רקפת מצויה	G, F	עירית גדולה	P	אורן ירושלים
		G, F	עוקצר מצוי	C	ברומית אזמלנית
		G, F	קידה שעירה	P	גרגנית מצויה
		P, F	זלזלת הקנוקנות	G	חבלבל עדין
		G, F	אזנב מצוי	C	חגוית שעירה
		G, F	אלת מסטיק	C	חרחבינה מכחילה
		P, F	אשחר א"י	P	טמוס מזרחי
		G, P	פואה מצויה	C	כוכב מצוי
		P, F	אספרג החורש	C	כליינית מצויה
				C	כלנית מצויה
				C	לחך כרתי
				G	מרגנית השדה
				P	מרקולית מצויה
				P	סירה קוצנית
				F	צלבת ארוכת-שיבולת
				C	קחון מצוי
				G	שום שעיר
				C	תלתן כוכבי
				C	תלתן תריסני

ביקורת), הרי ש-19 (או 66%) מ-29 המינים הללו הופיעו אך ורק ברשימה אחת מבין הארבע (טבלה 3א'), כלומר, היו נפוצים באתר אחד בלבד. אף לא מין אחד היה נפוץ בארבעת האתרים ורק מין אחד (רקפת מצויה) היה נפוץ בשלושה אתרים. כאשר התייחסנו לעשרת המינים הנפוצים ביותר באזורים הנתונים

וסימפסון (לא מוצג): לא נמצאו הבדלים מובהקים בין חלקות הביקורת לארבעת האתרים, פרט לחורשת האורנים, שבה היה המגוון דל באופן מובהק ($P < 0.0001$). באופן דומה, הייתה לרעיית בקר השפעה מובהקת על מגוון המינים רק במקרה של אזור החיץ בשנת 2006, שבו היה המגוון בחלקה הנתונה לרעייה ולכריתה רב יותר באופן מובהק לעומת הביקורת.

III. הרכב המינים

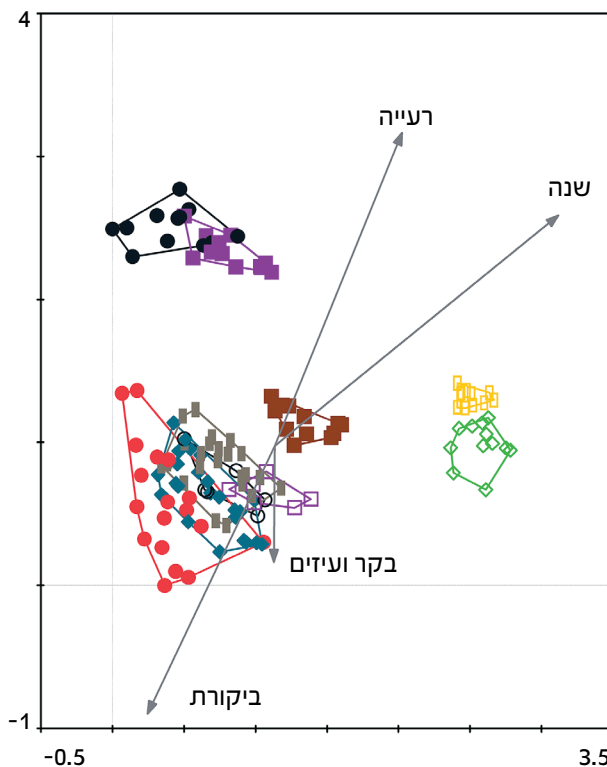
מגמה זהה לזו שנמצאה במינים הנפוצים ביותר - זיקה חזקה יותר בין מינים ואתרים לעומת בין מינים לממשק רעייה - נתמכה גם על-ידי ניתוח אורדינציה שהתבצע על מסד הנתונים כולו, כפי שאפשר לראות באיור 3. הרכב המינים השתנה בין האתרים; אף שהיה דומה מאוד בשלושת האתרים של הצומח הטבעי (גריגה, אזור חיץ וכבארה), הוא היה שונה בחורשות האורנים והברושים. הדמיון בין חלקות הרעייה והביקורת באותו אתר היה כמעט תמיד רב יותר לעומת הדמיון בין אתרים שונים, למעט באזור החיץ, שבו הייתה הרעייה משולבת עם כריתה ידנית מאסיבית של כל השיחים. ניתוח נפרד שכלל את המינים המעוצים בלבד הצביע על כך שהרכב המעוצים בתת-היער הנטוע (לא כולל את עצי האורן והברוש עצמם) היה שונה מאשר בשלושת אתרי הצומח הטבעי, ושהבדל זה היה בולט יותר לעין בתנאי רעייה (איור 4). ראוי לתשומת לב מיוחדת הוא הרכב המעוצים בתת-היער של חורשת הברושים, שכלל אסופת מינים מעוצים שאינה אופיינית לפארק, ביניהם פיגמית מצויה, אשחר רחב עלים ואשחר ארץ-ישראלי, הרוב מצוי, סירה קוצנית ופרסיון גדול.

ההבדל בין חלקות הצומח הטבעי לחורשות הנטועות ניכר עוד יותר כאשר בחנו את המרכיב העשבוני של חברת הצומח (איור 4). מעניין לראות כיצד בחלקות הנתונות לרעייה, גרמו כריתת השיחים וממשק הרעייה האינטנסיבי יותר באזור החיץ להיבדלות של הרכב הצומח בחלקה זו לעומת שני אתרי השיחיה האחרים. יתרה מכך, בחלקות הרעייה, מרחק האורדינציה בין תת-יער האורנים לגריגה היה קטן יותר והצביע על דמיון רב יותר. אמנם היבדלות אזור החיץ יכולה להיות מוסברת על-ידי פתיחה יעילה יותר של השטח, אשר אפשרה למינים רבים יותר להתקיים זה לצד זה, אולם היבדלות חורשת האורנים היא ככל הנראה תוצאה של עלייה בהטרוגניות המרחבית של השטח, אשר פתחה נישות חדשות ויצרה הזדמנות למינים המעדיפים שטח פתוח לבסס את עצמם תחת האורנים.

כאשר התייחסנו לקבוצות תפקודיות שהוגדרו מראש, נראה היה כי גיאופיטים וקטניות הגיבו באופן חיובי לרעייה, ואילו סוככיים הגיבו באופן שלילי; אולם מגמות אלה לא נצפו באופן עקבי לאורך זמן ובאתרים השונים.

IV. מגמות עתיות

איור 3. אורדינציה לא ישירה (DCA - Detrended Canonical Analysis) המציגה את השפעת האתר על הרכב המינים. מבוטסת על מסד הנתונים השלם הכולל את אתרי הרעייה והביקורת מארבע שנות הדגימה 2003, 2005, 2006 ו-2008. המשתנים הפאסיביים הם שנת הדגימה, ביקורת, רעייה (בקר) ורעיית בקר ועצים. כל נקודה במרחב מייצגת חתך אחד בשנה אחת.



אתרי ניטור ארוכי טווח

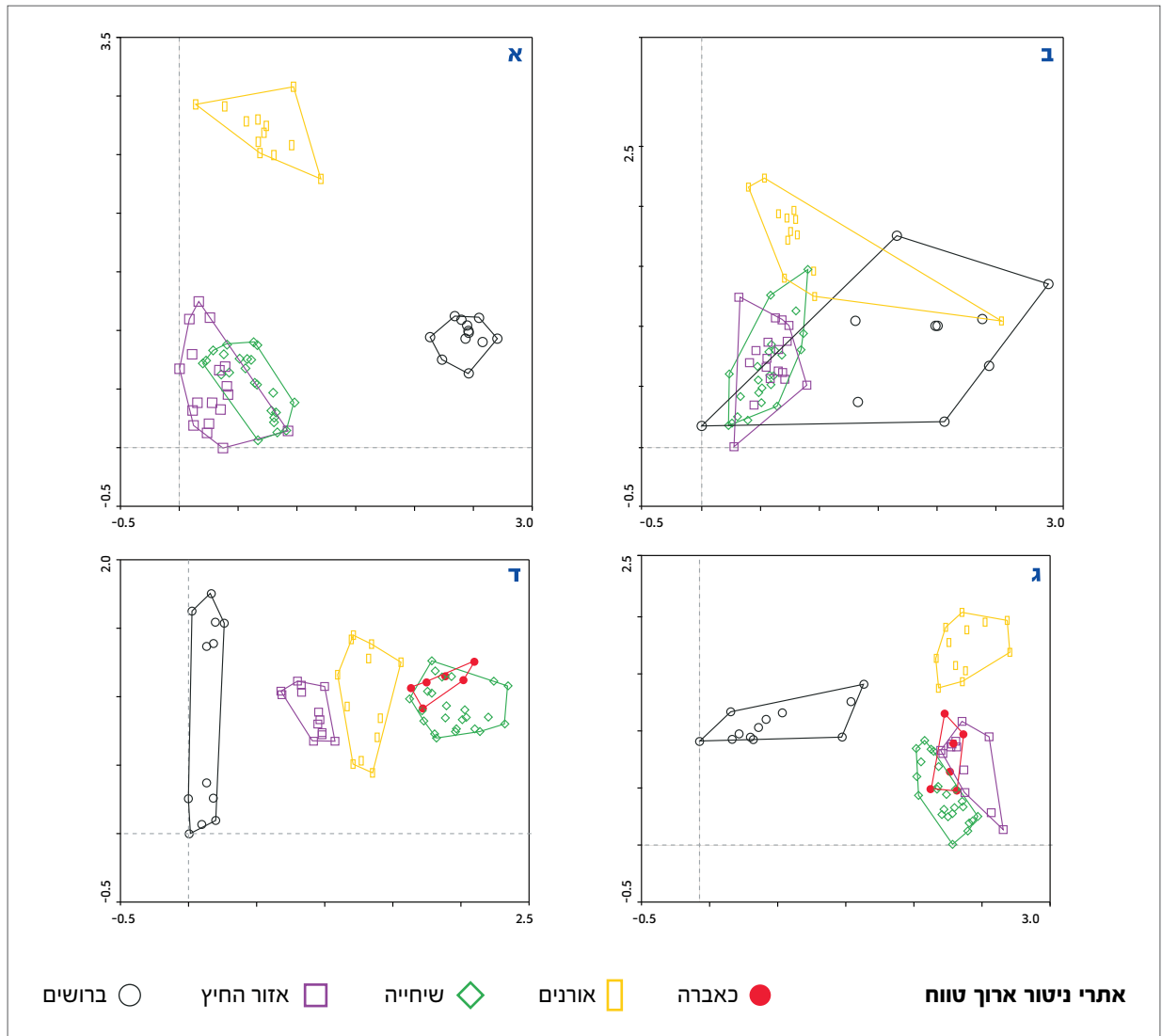
- | | | | |
|---|--------------------------|---|--------------------------|
| ○ | שטח ברעייה - נחל כבארה | ■ | רעייה - אזור חיץ |
| □ | רעיית בקר ועצים - כבארה | ◆ | ללא רעייה - שיחיה |
| ◇ | ללא רעייה - חורשת ברושים | ■ | רעייה - שיחיה |
| □ | רעייה - חורשת ברושים | ● | ללא רעייה - חורשת אורנים |
| □ | ללא רעייה - אזור חיץ | ■ | רעייה - חורשת אורנים |

→ משתנים משלימים

לממשק של כריתת שיחים ידנית ורעיית בקר אינטנסיבית באופן יוצא דופן בשיא עונת הירק. בנוסף לכך, אפשר לראות כי עושר המינים הרב ביותר נמדד באתרים הנתונים להפרעה החמורה ביותר: אזור חיץ שבו מתקיים ממשק שנועד לצמצום נזקי שרפות, וכתף נחל הכבארה, שבו מופעל ממשק רעייה משולב של בקר ועצים (טבלה 4).

תוצאות דומות הושגו גם בניתוח שהתבצע ביחס לשני מדדים המקובלים לחישוב מגוון המינים - שאנון ויינר (טבלה 5)

איור 4. אורדינציה לא ישירה (DCA – Detrended Canonical Analysis) המציגה את השפעת האתר על הרכב המינים לפי טיפול הרעייה וסיווג הצומח. (א) מינים עשבוניים בחלקות הביקורת; (ב) מינים מעוצים בחלקות הביקורת; (ג) מינים עשבוניים בחלקות הרעייה; (ד) מינים מעוצים בחלקות הרעייה; מבוססת על מסד הנתונים השלם הכולל את ארבע שנות הדגימה 2003, 2005, 2006 ו-2008. כל נקודה במרחב מייצגת חתך אחד בשנה אחת.



תעשה כלום" לבין "הכן תכנית ממשק ייחודית לכל מין בירידה". ניסינו לענות על שאלות אלה בעזרת נתונים מחלקות הביקורת של אתר הגריגה, שעבורן יש בידו ארבע שנות נתונים (2003, 2005, 2006, 2008). כאשר בחנו את עושר המינים באותה חלקה במהלך שנים אלה, לא מצאנו השפעה מובהקת של שנת הדגימה על עושר המינים ($P = 0.672$). תמונה דומה נמצאה גם לגבי מדדי המגוון השונים. הרכב המינים, מצד אחר, הראה תגובה דינמית בהרבה והשתנה באופן ניכר בין השנים, כפי שהתגלה בניתוח של אותם הנתונים עצמם בשיטת האורדינציה הלא-ישירה (DCA) (איור 5). עם זאת, נראה כי שינויים בין-

חלק מהשאלות העיקריות ששאלנו את עצמנו היו קשורות ליציבות ולשינוי בחברת הצומח. באיזו מידה יציבה הופעתם של מינים מסוימים משנה לשנה? איזה שיעור מחברת הצומח הוא יציב וחוזר ומופיע בכל שנה ושנה? ואם אכן חברת הצומח נתונה לשינוי - האם שינוי זה כיווני ומהווה חלק מתהליכי סוקצסיה?

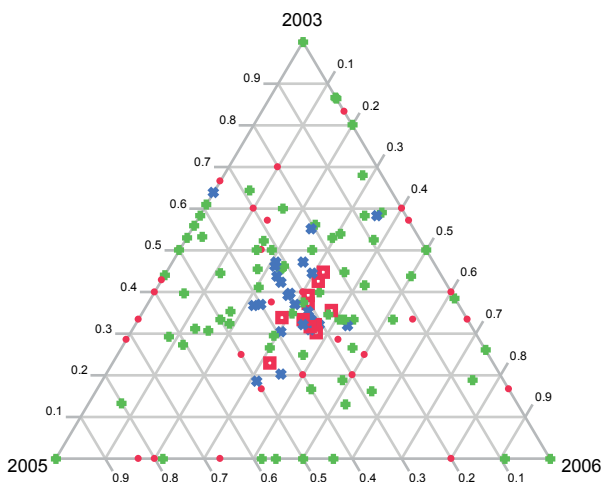
לתשובות על שאלות אלה חשיבות רבה מנקודת המבט הממשקית: הן מצביעות על מידת המשמעות שיש לייחס לנתונים משנה אחת בלבד ויכולות לסייע למנהלי הפארק להחליט היכן אנו רוצים להיות על הציר שבין "אל תדאג, אל

או בכל שלוש השנים. מינים אלה עשויים להיות מינים נדירים, בעלי אוכלוסייה קטנה אך יציבה; מינים הקרובים לגבול התפוצה הגיאוגרפי שלהם; מינים בעלי מחזור חיים מקדים במיוחד או מאפיל אשר ההסתברות לגילוי שלהם בעונה שבה נערך הסקר נמוכה ביותר; מינים הנפוצים אך ורק כאשר מתקיימים תנאי סביבה מסוימים, או שהם ממצא אקראי או טעות בדגימה (לדוגמה, היו שלושה מינים מעוצים שהופיעו רק פעם אחת).

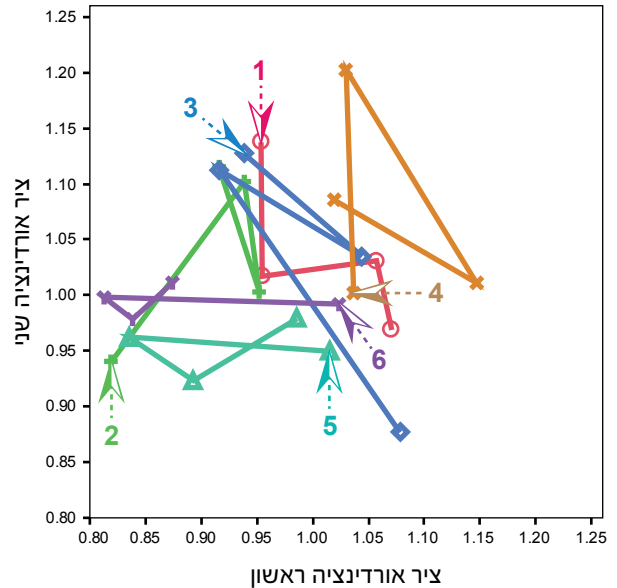
דיון ומסקנות

חברת הצומח ברמת הנדיב עשירה באופן יוצא דופן במינים ובצורות חיים. באביב 2008 עודכנה הרשימה המלאה של מיני הצומח הגדלים בפארק ל-624 מינים (כ-26% מהפלורה בישראל), 42 מהם מוגדרים כנדירים, 35 אנדמיים ושישה "אדומים" (IUCN). החל משנת 2003, הרכב החברה מנוטר

איור 6. גרף תלת-מרכיבי (Ternary plot) המציג את יציבות המינים בחלקות הביקורת של אתר הגריגה במהלך השנים 2003, 2005 ו-2006. כל נקודה מייצגת מין אחד. הסמלים השונים מייצגים את השכיחות הכוללת של המין במהלך שלוש השנים (מספר הריבועים שבהם הופיע המין): נקודה אדומה = 100-50; צלב ירוק = 50-11; איקס כחול = 100-50; ריבוע אדום = מעל 100. כל נקודה במשולש מייצגת את שכיחות הריבועים שבהם נצפה המין בשנים 2003, 2005 ו-2006, וסכום שכיחות אלה הוא 1. בפינה העליונה של המשולש, נדגמו 100% מהריבועים בשנת 2003. לאורך בסיס המשולש, היה אחוז הריבועים משנת 2003 שווה לאפס. באופן דומה, בפינה השמאלית התחתונה של המשולש, נדגמו 100% מהריבועים בשנת 2005, ולאורך צדו ההפוך של המשולש היה האחוז אפס. בפינה הימנית התחתונה של המשולש, נדגמו 100% מהריבועים בשנת 2006, ולאורך צדו ההפוך של המשולש היה האחוז אפס. התרשים מבוסס על נתונים לגבי 209 מינים, אולם חלק מהנקודות מונחות זו על גבי זו, רובן בפינות המשולש. בקואורדינטה [2006, 2005, 2003] על גבי ז', רובן בפינות המשולש. בקואורדינטה [0, 1, 0] קיימים 16 מינים ובקואורדינטה [0, 0, 1] קיימים 32 מינים; בקואורדינטה [0, 1, 0] קיימים 16 מינים ובקואורדינטה [1, 0, 0] קיימים 14 מינים



איור 5. אורדינציה לא ישירה (DCA - Detrended Canonical Analysis) המציגה את השפעתה של שנת הדגימה על הרכב המינים ברמת החתך, בחלקות הביקורת של אתר הגריגה. מבוססת על מסד הנתונים השלם הכולל את ארבע שנות הדגימה 2003, 2005, 2006 ו-2008. כל נקודה במרחב מייצגת את הרכב המינים בחתך אחד בשנה אחת. נקודות השייכות לאותו חתך מחוברות לפי סדר כרונולוגי של שנות הדגימה. מספר החתך מופיע בנקודה המציינת את שנת 2003.



שנתיים אלה אינם כיווניים, ואנו מציעים כי הדגם העתי הלא יציב שנמצא משקף אסופות מינים שונות שיש להן יתרון בשנים שונות, בהתאם לצירוף מורכב בין תנאי האקלים, תהליכי אקראי של הפצה וגורמים נוספים.

באיור 6 שרטטנו גרף תלת-מרכיבי (Ternary plot) כדי לגלם באופן חזותי ובתרשים יחיד את יציבות המינים בשנים 2003, 2005 ו-2006. ניתוח הנתונים התייחס לתדירות הכללית (מספר ההופעות) של כל מין בכל שנה, והוא מחבר (מרחבית) בין שני פרמטרים: שכיחות (Abundance) - מספר הריבועים שבהם הופיע המין, והתמדה/עקביות (Persistence) - מספר השנים שבהם הופיע המין. 100 מתוך 209 המינים שהופיעו במסד הנתונים הכללי התמידו בכל שלוש שנות הדגימה. באופן טבעי, המינים הנפוצים ביותר (כלומר, אלו שהופיעו בין 51-100 פעמים, או יותר מ-100 פעמים), היו לרוב גם המתמידים ביותר, וצפינו שהם ישקפו את המרכיב הרב-שנתי של חברת הצומח. אולם מצאנו כי רק שליש מהמינים שהתמידו בכל שלוש שנות הדגימה היו רב-שנתיים כלשהם. היתר היו מינים חד-שנתיים שכיחים ביותר, בעלי תפוצה רחבה בפארק ואשר מייצגים משפחות שונות, אך במיוחד קטניות (13%) ומורכבים (12%). מינים בעלי שכיחות נמוכה במיוחד התפרשו לרוחב הגרף כולו ויכלו להופיע בשנה אחת, בשנתיים

טבלה 4. עושר המינים ברמת החלקה לפי האתר, טיפול הרעייה ושנת הדגימה (מבוסס על נתוני השנים 2003-2008)

אתר										
שנה	גריגה		אזור חיץ		חורשת ברושים		חורשת אורנים		כבארה	
	בקר	ביקורת	בקר	ביקורת	בקר	ביקורת	בקר	ביקורת	בקר	בקר ועזים
2003	*	167	*	163	*	*	*	*	*	*
2005	144	149	*	*	*	*	*	*	*	*
2006	137	144	150	135	119	132	94	67	*	*
2008	153	152	157	140	151	132	83	74	149	177

טבלה 5. מדד שאנון-ווינר (Shannon-Weiner) למגוון מינים ברמת החלקה לפי האתר, טיפול הרעייה ושנת הדגימה (מבוסס על נתוני השנים 2003-2008)

אתר										
שנה	גריגה		אזור חיץ		חורשת ברושים		חורשת אורנים		כבארה	
	בקר	ביקורת	בקר	ביקורת	בקר	ביקורת	בקר	ביקורת	בקר	בקר ועזים
2003	*	4.445	*	4.450	*	*	*	*	*	*
2005	4.263	4.413	*	*	*	*	*	*	*	*
2006	4.120	4.333	4.309	4.112	4.069	3.843	3.713	3.279	*	*
2008	4.154	4.309	4.300	4.177	4.102	4.016	3.826	3.459	4.304	4.419

נוספים מרמת הנדיב (קנט וכרמל 2011).
 בחברת הצומח קיים מרכיב יציב ומתמיד הכולל בעיקר מינים חד-שנתיים נפוצים האופייניים (להערכתנו) לשיא העונה. לצד מרכיב זה, מתקיימים מאות מינים אשר הופעתם או שכיחותם משתנה בין השנים, בהתאם לתנאים האקלימיים והמיקרו-אקלימיים הספציפיים לאותה שנה, לתהליכים אקראיים של הפצה, לגורמים פיזיולוגיים ודמוגרפיים הקשורים לנביטה (דינמיקה של בנק הזרעים בקרקע) ולמועד הדיגום הספציפי ביחס למהלך העונה. דיגום חברת הצומח במאמץ יחיד בזמן שיא בעונה ובאתרים קבועים בעלי גודל מוגדר, מהווה מצד אחד אופטימיזציה בין קושי בזיהוי לבין הקצאה של משאבי כוח אדם ושל עלויות בפרויקטים שונים בתכנית הניטור ארוכת הטווח, ומצד אחר גורם להערכת יתר או להערכת חסר של חלק לא מבוטל מהפלורה הנדגמת למעשה בשוליים - בין אם של העונה ובין אם של בית הגידול.

באופן שוטף, במטרה להגדיר את הקשר בין פעולות ממשק שונות לבין העושר והמגוון של הצומח בפארק, וכדי לספק בסיס מדעי להשגת יעדים ספציפיים, כמו שמירה על מינים נדירים. בפרק זה בחרנו להציג היבטים שונים של המגוון - תיאוריים וכמותיים, כדי להאיר מושג רב-ממדי זה מזוויות שונות ולהראות כיצד הן יכולות לסייע לקבלת החלטות ממשקיות: האופן שבו המגוון מתפלג בסקאלה (קנה המידה) של ריבוע הדגימה (יחידת הבסיס של ניתוח זה), מאפייני מינים שכיחים יותר ופחות, תגובה של קבוצות תפקודיות שהוגדרו מראש, התמדה בין שנים והשפעת רעייה.
 מניתוח נתוני השנים 2003-2008, מצאנו כי לצד יציבות רבה בעושר ובמגוון של המינים בין שנים שונות, מראה חברת הצומח שונות רבה אך לא כיוונית בהרכב המינים בזמן - מינים רבים מופיעים ונעלמים בכל שנה מהדיגום בפארק, ורק כשליש מהם חזרו והופיעו בכל הסקרים. תוצאה זו מתאימה גם לממצאים

(רעיית בקר, רעיית עזים, כריתה או טיפולים יערניים שונים) לצד שטחים ללא רעייה. גם ההיערכות הטובה הקיימת היום ברמת הנדיב להתמודדות עם שרפות מאפשרת לנו להרגיש נוח יותר עם ניהול עדר הבקר, באמצעות ניהול נקודות השתייה וצמצום הגידור - פעולות ההפכות את השפעת הבקר בשטח לאחידה פחות בעוצמתה, משאירות אזורים עשבוניים שלא נוצלו עד תום ויצורות כתמיות נוספת המתבטאת ברמת הצומח העשבוני ואשר יכולה לתרום למגוון.

לצד היות הצומח העשבוני מרכיב חשוב במערכת האקולוגית, במסגרת של פארק פתוח לקהל דוגמת רמת הנדיב, ישנה תרומה ניכרת גם לערכו החזותי, לערכו החינוכי ולהיותו אטרקציה למטיילים. ניטור הצומח תוכנן כך שיהיה מוכוון לשאלות עיקריות ובעיקר להשפעת הממשק, ולבתי הגידול המאפיינים את האתרים השונים.

למרות ריבוי הקשיים - שונות רבה בין השנים, השקעת משאבים ניכרת בהפעלתה של מערכת הניטור ומשמעות לא תמיד ברורה של השינויים - אנו סבורים שאי אפשר להתעלם ממרכיב זה בבנייה של תכנית ניטור לטווח ארוך. לימוד מעמיק יותר של הקשר בין הרכב הצומח לגודל הכתמים, של תפקודם האקוסיסטמי ושל פיזור הגשמים, אולי יאפשר לרווח את תדירות הדגימה ולהשאיר מקום לקבלת החלטות במהלך העונה, באשר לצורך לבצע דיגום מחוץ לפרוטוקול עקב דגם של פיזור משקעים חריג.

ספרות

קנט, ר. וקרמל, י. 2011. ניתוח הנתונים של סקר צומח ברמת-הנדיב 2003-2009 (דו"ח פנימי)

Adler, P. B. and S. A. Hall. 2005. The development of forage production and utilization gradients around livestock watering points. *Landscape Ecology* 20: 319–333.

Bar Massada, A., Gabay, O., Perevolotsky, A. and Carmel, Y. 2008. Quantifying the effect of grazing and shrub clearing on small scale spatial pattern of vegetation. *Landscape Ecology* 23: 327–339.

Blondel, J. 2006. The 'design' of Mediterranean landscapes: a millennial story of humans and ecological systems during the historic period. *Human Ecology* 34: 713–729.

Casado, M.A., Castro, I., Ramírez-Sanz, L., Costa-Tenorio, M. and de Miguel, J.M. 2004. Richness and vegetation cover in Mediterranean grasslands and shrublands. *Plant Ecology* 170: 83–91.

Cowling, R.M., Rundel P.W., Lamont B.B., Arroyo M.K. and Arianoutsou, M. 1996. Plant diversity in Mediterranean climate regions. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 362–366.

Gabay O., Perevolotsky A. and Shachak M. 2008. Landscape mosaic for enhancing biodiversity – at what scale and how to maintain it? *Options Méditerranéennes* 79: 45–50.

Hadar, Liat, Noy-Meir, I. and Perevolotsky, A. 2000. Scale-dependent effects of fuel break management on herbaceous community diversity in a Mediterranean garrigue. *Journal of Mediterranean Ecology* 1: 237–248.

Keeley, J.E. and Fotheringham, C.J. 2003. Species-area relationships in

בהתייחס להשפעתם של האתר הנסקר וממשק הרעייה, מצאנו כי רוב המינים שנדגמו בסקר בשנים אלה היו ניטרליים ביחס לאתר או לטיפול, או שהראו זיקה חזקה יותר לאתר ספציפי (לדוגמה, גריגה רמתית חצי פתוחה ["גריגה"], חורשת ברושים צפופה, כתף ואדי ["כבארה"]) מאשר לממשק הרעייה. גם השוואת העושר והמגוון של המינים בין ממשקי הרעייה השונים הניבה תוצאות לא מובהקות (למעט בשילוב עם כריתה).

מחד גיסא, ממצאים אלה מצביעים על התאמה ארוכת שנים של המערכת האקולוגית להפרעה ולרעייה, ועל המוגבלות של מדדי העושר והמגוון אשר ככלל הראו עמידות רבה ולא השתנו דרמטית גם בהשוואה בין השנים או בין אתרי דיגום שונים. הדבר מעלה סימני שאלה לגבי המידה שבה מדדים אלה יכולים לשמש ככלי ניטור מעשי האמור להצביע על השפעות ממשק והתערבות אדם.

מאידך גיסא, אנו סבורים שלרעייה יש תרומה חשובה למגוון הצומח ולעושרו בסקאלה של הפארק כולו, גם אם היא אינה משפיעה דרמטית על הזיקה של רוב המינים ועל מדדי העושר והמגוון. מניתוחי האורדינציה שביצענו עולה שקיימים הבדלים לא מבוטלים בהרכב הצומח בחלקות הרעייה לעומת אלו ללא רעייה. כמו כן, בניתוח משלים שערכו קנט וקרמל (2011) על בסיס נתוני ניטור של הצומח ברמת הנדיב מהשנים 2003-2008 נמצא כי שליש מהמינים הראו זיקה מובהקת לשטחים הנתונים לרעייה. היות שקנה המידה הרלוונטי לניהול פארק הוא הסקאלה המרחבית הגדולה, שמעבר לרמת הדגימה, החלקה או האתר, שמירה על חלקות גדולות עם רעייה ובלעדיה באתרים בעלי אופי שונה תיצור בסיכומו של דבר חברת צומח עשירה ומגוונת ברמת הפארק כולו.

ביחס לשונות העתית, מסקנתנו היא שהמערכת האקולוגית ברמת הנדיב מפגינה עמידות גבוהה לשינויים. מספר המינים הכולל כמעט שאינו משתנה, ולכן סביר שמין שנעלם לשנה או לכמה שנים יחזור, ואין צורך למהר ולבנות בשבילו תכניות ממשק מיוחדות. התשובה על השאלה אם עלינו לדאוג לכל מין שנעדר מסקר שנערך בשנה או בשנים מסוימות, נעוצה בהבנה כי הרכב חברה קבוע אינו יעד שימור ישים, לפחות לא במערכות הים-תיכוניות עתירות המינים. יעד השימור בעצם אינו קיים בשטח בנקודת זמן נתונה כלשהי, והוא מושג אך ורק לאורך זמן. שימור של רוב המינים בפארק אפשרי רק לאורך זמן ותוך שמירה על הטרוגניות המרחבית של השטח בסקאלות מרחביות שונות.

כפי שראינו, ניתוח הרכב החברה מדגיש את חשיבות השמירה על מגוון של טיפוסים אתרים ושל ממשקי רעייה בסקאלה הגדולה, ואילו התפלגויות של מספרי המינים לריבוע מצביעות על הצורך בשמירה על הטרוגניות מרחבית בקנה המידה הקטן, זה של נישות ההתחדשות, כפי שיוצרת הרעייה. אפשר להשיג הטרוגניות כזו באמצעות שילוב כלי ממשק בעלי אופי שונה

Mediterranean-climate plant communities. *Journal of Biogeography* 30: 1629–1657.

Lavorel, S. 1999. Ecological diversity and resilience of Mediterranean vegetation to disturbance. *Diversity and Distribution* 5: 3–13.

McIntyre, S., Heard, K. M. and Martin, T. G. 2003. The relative importance of cattle grazing in subtropical grasslands—does it reduce or enhance plant biodiversity? *Journal of Applied Ecology* 40: 445–457.

Naveh, Z. and Whittaker, R.H. 1979. Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio* 41: 171–190.

Noy-Meir, I., Gutman, M. and Kaplan, Y. 1989. Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *Journal of Ecology* 77: 290–310.

Palmer, S.C.F., Gordon, I.J., Hester, A.J. and Pakeman, R.J. 2004. Introducing spatial grazing impacts into the prediction of moorland vegetation dynamics. *Landscape Ecology* 19: 817–827.

Perevolotsky, A. 2005. Conserving Mediterranean ecosystems: a challenge for landscape ecology. *Israel Journal of Plant Science* 53: 203–213.

Pueyo, Y., Alados, C.L. and Ferrer-Benimeli, C. 2006. Is the analysis of plant community structure better than common species-diversity indices for assessing the effects of livestock grazing on a Mediterranean arid ecosystem? *Journal of Arid Environments* 64: 698–712.

Shachak, M., Boeken, B., Groner, E., Kadmon, R., Lubin, Y., Meron, E., Neeman, G., Perevolotsky, A., Shkedy, Y. and Ungar, E. 2008. Woody Species as Landscape Modulators and their Effect on Biodiversity Patterns. *BioScience* 58: 209–221.