

## עלות מול תועלת של ממשק שולי שדות בעמק חרוד

הילה סגרה<sup>1</sup>, יוחאי כרמל<sup>2</sup>, מיכל סגולי<sup>3</sup>, ענת צ'צ'יק<sup>4</sup> ואסף שוורץ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לתכנון ערים ואזורים, הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון

<sup>2</sup> היחידה להנדסת הסביבה מים וחקלאות, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון

<sup>3</sup> המחלקה לאקולוגיה מדברית, המכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

<sup>4</sup> המחלקה למנהל עסקים, הפקולטה לניהול, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

## תקציר

ממשקים שכוללים הותרה או שיקום של שטחים טבעיים בנוף החקלאי הנם בעלי פוטנציאל להפוך את השטחים החקלאיים לידידותיים יותר לסביבה, אולם יש להם גם עלויות והם עשויים להסב נזקים לשטח החקלאי. לפיכך, כדי לפתח ניהול מקצועי של ממשקים אלו ולאפשר מדיניות שתעודד את יישומם בשטח נדרשת בחינה משולבת של פוטנציאל התועלת שלהם מבחינת שמירת טבע יחד עם הבנה של ההשלכות הכלכליות ופוטנציאל הנזק. מחקר זה בחן את ההשפעות של שימור צומח טבעי בשולי השדות על המגוון הביולוגי בשטח החקלאי ואת ההשלכות הכלכליות של יישום ממשק זה. המחקר בוצע באזור עמק חרוד, אזור חקלאי שמהווה צומת למספר צירי מעבר (מסדרונות אקולוגיים) בין חבלי ארץ שונים. על מנת לבחון את ההשפעה של שימור צומח טבעי בשולי שדות על המגוון הביולוגי, ביצענו סקר אקולוגי לאורך השנה החקלאית. הסקר כלל דיגום של צומח, פרפרים, עופות, מזיקי חקלאות ואוייבים טבעיים פוטנציאליים ופרוקי-רגליים קרקעיים באביב ובסתיו, במספר בתי גידול: משארים של צומח טבעי בשטח חקלאי, שדות, מטעים ושטחי מרעה טבעי כביקורת. בנוסף, נאספו נתונים כלכליים על השדות שהשתתפו במחקר על מנת לבחון האם קיים קשר בין המצאות שטחים טבעיים בקרבת החלקות ורווחיות הגידולים. ככלל, המשארים הראו מגוון גבוה יחסית לשדות ומטעים אך נמוך משטחי המרעה אליהם התייחסנו במחקר זה כשטחי ביקורת טבעיים. כמו כן, המשארים מהווים בית גידול ייחודי עם הרכב חברה שונה משטחי המרעה ומהשטחים המעובדים. עם זאת,

חשיבות המשארים משתנה בין הקבוצות, כתלות באופי המשארים וברוחבם, ולאורך העונה החקלאית. עבור פרוקי-רגליים קרקעיים ופרפרים, המשארים מהווים בית גידול שמשותווה לשטחי הביקורת מבחינת מדדי מגוון ובעונות מסוימות אף עולה עליו. מאידך, עבור הצומח והעופות המגוון במשארים נמוך מאוד בהשוואה לשטחי הביקורת ונראה שמשארים רחבים כגון צירי נחלים הם בעלי פוטנציאל שימור גבוה בהרבה משולי שדות צרים, מאחר והם מכילים מגוון ביולוגי גבוה יותר. מבחינת תועלת לחקלאי למשארים יש פוטנציאל ויסות מזיקים גבוה, מאחר והם מכילים אוכלוסיות גדולות של אויבים טבעיים, בעיקר צרעות טפיליות, ולעומתן מזיקי חקלאות לא הראו דגמים ברורים. ההשפעה הכלכלית של השטחים הטבעיים על הגידולים היא מורכבת, אך ניתן למזער את הפגיעה הכלכלית בשטח החקלאי ע"י שימור משארים רחבים וכך לטפח מגוון ביולוגי גבוה. נראה שללא ממשק מתאים התרומה העיקרית למסדרון האקולוגי היא של המשארים הרחבים, בדגש על צירי נחלים ואזורי נטיעות, והערך של שולי שדות צרים במצבם הנוכחי הוא קטן. עם זאת, ההבדלים בין הקבוצות ובתוכן מחייבים הגדרה של מטרות שימור על מנת לפתח אסטרטגיה נכונה של שיקום ושימור משארים בשטח החקלאי.

## תוכן עניינים

1	תקציר
4	מבוא
5	מטרות ושאלות המחקר
6	שיטות
6	שטח המחקר
8	הסקרים האקולוגיים
13	סקר כלכלי
15	תוצאות
15	צומח
18	עופות
22	פרפרים
26	פרוקי-רגליים קרקעיים
27	מזיקי חקלאות ואויבים טבעיים פוטנציאלים
31	השפעת מאפייני המשאר והנוף
34	ניתוח כלכלי
35	דיון
35	מדדי מגוון והרכב
35	השפעות מקומיות ומרחביות על המגוון
36	מזיקים ואויבים טבעיים
36	השפעת כמות השוליים העשבוניים על רווחיות הגידולים
36	סיכום ומטרות להמשך
38	מקורות

אחד האתגרים המרכזיים בימינו הוא כיצד ניתן לנהל את השטחים הפתוחים באופן המאזן בין ביקוש המזון ההולך וגובר תוך פגיעה מינימלית במערכת האקולוגית והשירותים שהיא מעניקה לאדם. בישראל ומדינות אחרות שטחי חקלאות נרחבים יוצרים קיטוע בין אזורים "טבעיים" אך בתכנון וניהול מיטבי הם יכולים לשמש כבית גידול או מסדרון אקולוגי ואף לספק שירותים לחקלאים ולתושבי האזור (Balmford et al. 2012). בשני העשורים האחרונים האיחוד האירופי מקדם מספר תוכניות לעידוד חקלאות סביבתית, המהוות כיום כ-40% מתקציבו השנתי המופנה למימון סובסידיות לחקלאים עבור יישום ממשקים אגרו-אקולוגיים (Pe'er et al. 2014).

אחד הממשקים המיושמים ביותר בתוכנית האירופאית הוא ממשק של שימור ושיקום שולי שדות. מחקרים רבים הראו את יעילותו בהגדלת מגוון המינים של מספר קבוצות טקסונומיות בניהם ציפורים, צומח, חיפושיות ועוד (Firbank et al. 2003; Vickery et al. 2009; Dicks et al. 2013). עם זאת, רוב המחקר עד כה התרכז בבחינת ההשלכות האקולוגיות של יישום ממשק ברמת השדה הבודד/החלקה, תוך מתן דגש מועט יחסית על הקשר בין השטחים החקלאיים והטבעיים ומבלי לקחת בחשבון את העלויות מול התועלות (אקולוגיות וכלכליות) ביישום הממשק. כמו כן, מרבית המחקרים שנערכו עד כה התרכזו באזורים בעלי אקלים ממוזג (בעיקר בצפון ומערב אירופה) והידע על ההשלכות של יישום ממשק שולי שדות באזורים ים-תיכוניים בכלל ובישראל בפרט עדין מצומצם (Sokos et al. 2013). מספר מחקרים חלוציים בארץ הראו ששימור צומח עשבוני בתוך ובשולי השדות יכולים לתרום להגדלת מגוון פרוקי-רגליים (Pe'er et al. 2011; Mandelik and Roll 2013; קיסר וחובריה 2013). באופן דומה משארים לא מעובדים הוצעו כשטחים חשובים לשימור מגוון של צומח, זוחלים ועכבישים באזורים ים-תיכוניים ומדבריים (2010 גלעדי וזיו ; פורת 2011). אולם, ההשלכות של יישום ממשקים אלו על החקלאים עדיין לא ברורות, שכן מחקר שבחן את העלויות מול התועלות לחקלאים לא הציג ממצאים חד-משמעיים (קול וחבריו 2014). לפיכך, בכדי לקדם יישום של ממשקים, כגון שיקום ושימור שולי שדות, חשוב לחקור את המערכת החקלאית על כלל מרכיביה האקולוגיים והסוציו-כלכליים, ולבצע ניתוחי עלות-תועלת שלוקחים בחשבון את כלל האינטרסים (Robertson and Swinton 2005).

מחקר רב-תחומי זה בוחן את ההשלכות האקולוגיות והכלכליות הצפויות ביישום ממשקים העוסקים בשימור/שיקום של כתמים טבעיים (שולי שדות ונחלים) בכדי לצמצם את הפגיעה במגוון הביולוגי תוך בחינת ההשלכות על החקלאות. המחקר בוחן את השאלות הללו בעמק חרוד, המהווה חלק מרצף העמקים שנמשך מעמקי זבולון ויזרעאל במערב עד עמק בית שאן ובקעת הירדן במזרח ומשתרע בין הגלבוע בדרום, לרמות יששכר ושלוחת צבאים בצפון. העמק כולו

בנוי כפסיפס של גידולי שדה (גדי"ש), מטעים, שטחי מרעה, מאגרי מים ויישובים, כאשר פרט לשטחי המרעה, השטח החקלאי הוא רציף ומעובד באינטנסיביות עם מעט מאוד שטחים טבעיים ומוגנים סטטוטורית (קפלן וויטמן 2011). מאחר והאזור מפריד בין השטחים המוגנים ברמת צבאים בצפון והגלבוע בדרום (וברמה ארצית בין הגושים הטבעיים של הגליל והשומרון), רטי"ג כללו את השטח החקלאי במפת המסדרונות האקולוגיים הארצית (שקדי ושדות 2000; רותם וחובריו 2015). בעקבות זאת נערך סקר מקיף שבחן חלופות לתכנון וניהול השטח כמסדרון אקולוגי (קפלן וויטמן 2011) על ידי השקעה בצירי נחלים, שיקום של בתי גידול בשולי השדות ולאורך השבילים החקלאיים והתיירותיים החוצים את העמק, אולם הצעות אלו מעולם לא נבחנו אמפירית ולא נאמדה התועלת/עלות הצפויה מהן. תוצאות ראשוניות ממחקר שבוחן את עמדות החקלאים בעמק חרוד (זמרוני וחבריה 2015) לגבי יישום ממשקים אגרו-אקולוגיים שונים הראה נכונות לאמץ ממשק של שיקום ושימור שולי שדות, במידה ויהיה ניהול מקצועי של הממשק שיפחית נזקים אפשריים לשדות.

## מטרות ושאלות המחקר

על מנת להשוות בין החלופות האפשריות לניהול המסדרון האקולוגי (שיקום צירי נחלים לעומת טיפוח שולי שדות צרים), התבססנו על משארים של צומח טבעי שקיימים בשטח (גדות נחלים, אזורים נטועים, שוליים לא מעובדים בצידי דרכים, לעיתים עם צומח עשבוני בלבד ולעיתים בתוספת מעוצים). באמצעות סקרים אקולוגיים וכלכליים בחנו את תרומתם לשמירה על המגוון הביולוגי ביחס ליחידות אגרו-אקולוגיות אחרות, ואת השפעתם על פוטנציאל הנזק לחקלאי והערך הכלכלי של הגידולים. ובפרט:

א. כיצד תורמים משארים בשולי השדות לשמירה על המגוון הביולוגי בעמק ביחס ליחידות אגרו-אקולוגיות אחרות (שדות, מטעים וכתמים טבעיים)? האם התרומה תלויה בגודל/רוחב המשאר או מאפיינים אחרים שלו? האם קיימים הבדלים בתרומת המשארים לאורך העונה החקלאית?

ב. כיצד משפיעים המשארים על פוטנציאל הנזק כתוצאה מחדירה של מזיקים או ויסות מזיקים באמצעות שימור אוכלוסיות של אויבים טבעיים?

ג. האם קיים קשר בין התפוקות והתשומות (כלכליות) של גידולים שונים לכמות המשארים הנמצאים בשוליהם? וכן כיצד מאפיינים שונים (כגון רוחב והרכב צומח) של המשארים משפיעים על הערך הכלכלי הנמדד?

## שיטות

### שטח המחקר

שטח המחקר ממוקם בעמק חרוד (בשטחים שמרמת צבאים עד כביש 71 בדרום) ואופיינו בו שש יחידות אגרו-אקולוגיות המייצגות את המרחב (טבלה 1): 1) גידולי חיטה תחת ממשק הפחתת-פליחה, 2) גידולי חיטה תחת עיבוד מלא, 3) גידולי שלחין של אבטיח מללי ועגבניות, 4) מטעים (פרדסים, שקדים וזיתים), 5) משארים טבעיים מסוגים שונים (גדות נחלים, נטיעות, שולי דרכים) ו-6) שטחי מרעה שישמשו כשטחי ביקורת של "שטח טבעי". ארבע היחידות הראשונות מייצגות את השטח החקלאי לאורך השנה ובמרחב: חיטה מהווה כ-50-60% מהגידולים בעמק ומגודלת בשני ממשקים - בממשק עיבוד מלא ובממשק הפחתת-פליחה (ממשק של עיבוד מינימלי שנועד למנוע איבוד קרקע). מאחר וגידולי חיטה מהווים אחוז ניכר מהשטח, חשיבותם רבה במערכת האגרו-אקולוגית בעמק ובארץ בכלל (חיטה היא גידול עיקרי באזורים נוספים בארץ). גידול החיטה מתחיל עם תחילת הגשמים בנובמבר-דצמבר, קציר שחתות מתבצע באפריל וקציר גרעינים במאי-יוני. חלק מחלקות החיטה מושקות השקיית עזר ונקצרות לגרעינים, חלקות הבעל נקצרות לרוב לשחת/תחמיץ באפריל. הגידול השני הוא גידולי שלחין של אביב-קיץ שמייצגים גידול מאוחר מהחיטה - אבטיח מללי ועגבניות הם שני גידולי שלחין נפוצים יחסית מבין גידולי הירקות המאוחרים (מחזור מרץ-אוגוסט). הגידול האחרון שנכלל הוא מטעים (כאשר שקד, זית ופרדסים הם הנפוצים ביותר) – מטעים מייצגים שטח עם כיסוי מעוצה יציב יחסית לאורך השנה שיכול לספק בית גידול למינים שונים מהשדות, ומורכבות מבנית גדולה יותר בגלל אופי הגידול ותודות לממשקי שימור-קרקע הנהוגים במטעים (שיחים והותרת צומח עשבוני בין השורות). שתי היח' הנוספות מייצגות את השטחים הטבעיים: היח' החמישית היא משארים לא מעובדים בשולי השדות אשר קיימים בעיקר בצידי דרכים או בשטחים שאינם נגישים לעיבוד כגון גדות נחלים. המשארים סווגו ל-4 קטגוריות: שולי שדות/דרכים, תעלות ונחלים, אזורים נטועים (בעיקר מיני חורש כגון חרוב ושיזף), ושטחי בור. היח' השישית הינה שטחי מרעה - שטחי בתה עשבונית עם נטיעות דלילות של חרוב מצוי ושיזף השיח, והם מהווים שטחי ביקורת מול השטחים המעובדים ומול המשארים (שמטבעם הם צרים ומופרים יותר). כך ניתן להשוות בין איכויות של שטחים לא-מעובדים מסוגים שונים וגם להשוות בינם לבין השטחים המעובדים.

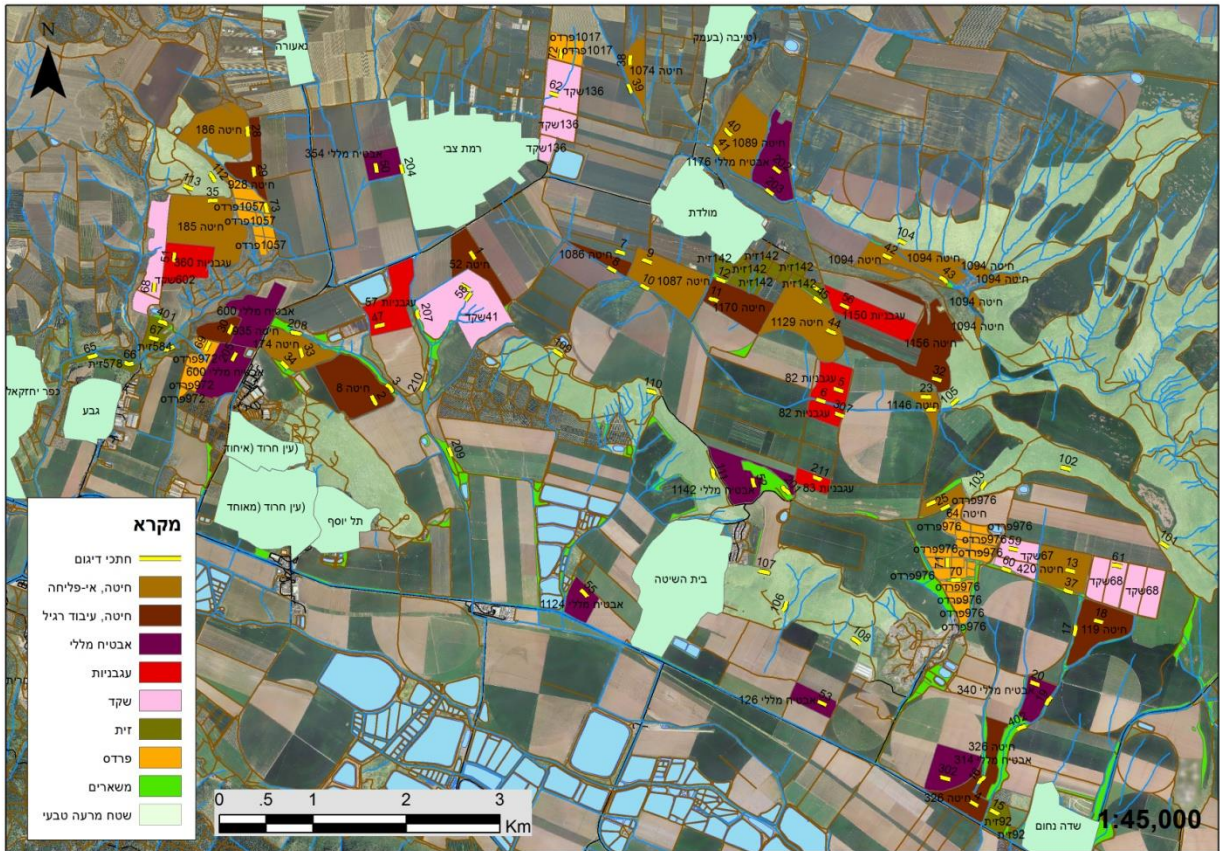
שטח המחקר הוא כ-90 קמ"ר מכביש 71 ועד רמת צבאים (כולל) (איור 1). **החלקות החקלאיות** מופו ע"ב מיפוי שימושי קרקע של עמק חרוד שהתקבל מרטי"ג, ומיפוי חלקות גידולים ממשרד החקלאות. הגידולים הצפויים לשנת 2015-2016 עודכנו ע"ב ראיונות עם מדריכים וחקלאים ואיסוף מידע מעודכן על ת"ע לשנה הקרובה מהקיבוצים עין חרוד איחוד, מאוחד, בית-אלפא, שדה-נחום, חפציבה, מולדת, גבע, בית השיטה, ועל בסיס ביקורים בשטח. **משארים**

**טבעיים** בשולי שדות מופו באמצעות דיגיטציה ואימות בשטח. אותרו משארים ברוחב ממוצע של לפחות 6-7 מטרים, ובמרחק 100 מטרים מכבישים ומאגרי מים. נבחרו משארים שצמודים לחלקות חיטה, שלחין ומטעים. מיפוי **השטחים הטבעיים** מבוסס על המיפוי שהתקבל מרט"ג, נדגמו רק 4 גושים גדולים (דרך נוף צבאים מזרחית ומערבית, גבעת קיפודן וגבעת בולוק). מערך הדיגום כלל 86 חלקות בדיגום שבוצע בסתיו 2015 (עופות ופרפרים בלבד) ו-88 חלקות בדיגום החוזר שבוצע באביב 2016. עדכון מערך הדיגום באביב בוצע משתי סיבות: (1) הוספת יחידות דיגום של משארים על מנת לאפיין סוגי משארים שונים ולהתמודד עם השונות הגדולה שהיתה ביניהם כפי שעלה בניתוח סקרי הסתיו, (2) עקב שינויים שמבוצעים בתכניות העבודה של המגדלים לאורך החורף.

**טבלה 1: חתכי הדיגום בסקר**

סקר אביב	סקר סתיו	יח' אגרו-אקולוגית
9	13	חיטה (אי-פליחה)
11	12	חיטה (עיבוד מלא)
<b>20</b>	<b>25</b>	<b>סה"כ חיטה</b>
7	7	אבטיח מללי
5	5	עגבניות
<b>12</b>	<b>12</b>	<b>סה"כ גידולי אביב</b>
5	5	שקד
4	4	זית
4	4	פרדס
<b>13</b>	<b>13</b>	<b>סה"כ מטעים</b>
30	24	משאר
13	13	שטח טבעי (מרעה)

## איור 1: חלקות הסקר והחתכים שנדגמו



## הסקרים האקולוגיים

בחלקות המחקר בוצעו מספר סקרים לאורך העונה החקלאית שכללו מספר קבוצות: צומח, עופות, פרפרים, פרוקי-רגליים קרקעיים ומזיקי חקלאות ואויבים טבעיים פוטנציאליים. בסתיו-חורף 2015 בוצע סקר של שתי קבוצות בלבד – עופות ופרפרים. באביב-קיץ 2016 הסקר כלל צומח, עופות, פרפרים, פרוקי-רגליים קרקעיים ומזיקי חקלאות ואויבים טבעיים פוטנציאליים.

**סקר הצומח** בוצע במהלך שבועיים מסוף פברואר עד תחילת מרץ, כדי לדגום בשלב של שיא הפריחה מבחינת רוב המינים. בוצע דיגום נוכחות ל-4 מקטעים באורך 10 מטרים ובמרווחים קבועים של 20 מטרים לאורך חתך של 100 מטרים (וברוחב מטר) שמייצג את החלקה. בשיטה הזאת ניתן לדגום כ-40% משטח החתך והיא מספקת 4 דרגות של שכיחות כך שניתן להבדיל בין מינים שולטים למינים פחות נפוצים. **מינים נזירים** או מעוצים דומיננטים שנצפו מחוץ



לחתך נרשמו בנפרד. **סקר הפרפרים** בוצע בסתיו ובאביב. בסתיו בוצעו שני ביקורים בכל חתך מסוף ספטמבר ועד אמצע נובמבר. באביב בוצעו שלושה ביקורים החל מאמצע מרץ ועד תחילת יולי. הדיגום בכל ביקור בוצע בשיטת ה-Pollard walk לאורך חתכים של 100 מטר (מקבילים לחתכי הצומח). דיגום הפרפרים בוצע בימים בהירים כאשר מהירות הרוח קטנה מ-10 קמ"ש והטמפרטורה גבוהה מ-18°C ונמוכה מ-33°C בין השעות 9:00 ל-16:00. בכל חתך נרשמו נתוני טמפ', רוח, ועננות. עבור כל פרט בטווח 2.5 מטר מהחתך נרשמו הפרטים הבאים: מין הפרפר, זמן מתחילת הדיגום, ובמידת האפשר זווית והתנהגות (מנוחה/תעופה/אכילה/פעילות חברתית). כמו כן, בשטח החקלאי נרשם האם הפרט נצפה בשולי השדה. פרטים שנצפו מעבר ל-2.5 מטר תועדו כתצפית נוספת מחוץ לחתך ולא נלקחו בחשבון בניתוח הנתונים. בנוסף, תועדו באופן מילולי צמחים בולטים שהיו בחלקות או המינים שבקרבתם זוהו המינים בדיגום. **סקר העופות**, שהתווסף לפרוייקט ולא הוצע בהצעת המחקר, גם הוא כלל שתי עונות: בסתיו בוצעו שני ביקורים החל מסוף ספטמבר ועד תחילת נובמבר, ובאביב בוצעו 4 ביקורים בכל חלקה מתחילת מרץ ועד אמצע יוני. הביקורים בוצעו בשעות הבוקר המוקדמות (מזריחה ועד שלוש שעות מזריחה) ואחר הצהריים המאוחרות (שעתיים לפני שקיעה עד שקיעה), ובכל ביקור נרשמו כל העופות שנצפו/נשמעו בחתך של 100 מטר במשך 10 דקות. לגבי כל אחת מהתצפיות מדדנו את המרחק בין הדוגם לתצפית בעזרת מד טווח לייזר וכן צוינו הפרמטרים הבאים: האם הזיהוי נעשה בשמיעה/ראייה, מיקום הציפור (על הקרקע או בסבך / בתעופה) והאם נצפתה בשמיים (מעל גובה צמרות כגון עופות שעפו גבוה יותר אבל ולא היו באינטראקציה עם השטח) / בשטח סמוך ליחידה הנבדקת (פרמטרים שמעידים על אינטראקציה עם סוג השטח הנבדק).

**סקר מזיקי חקלאות ואויבים טבעיים פוטנציאליים** בוצע בשני סבבים: בתחילת אפריל נדגמו השטחים הטבעיים (מרעה ומשארים), גידולי החיטה והמטעים השונים. במטעים בוצעו שני סוגים של שאיבות – שאיבה מהגידול העיקרי ושאיבה מהעשבייה בין שורות העצים (אם קיימת). השאיבה מהצמחייה התבצעה ע"י שואב חרקים מסוג וורטיס (<http://www.burkard.co.uk/vortis.htm>) במשך דקה בכל חלקה. בשלב זה שדות האבטיח מללי והעגבניות היו אחרי חריש וזריעה/שתילה ולכן הם נדגמו בסבב נוסף שבוצע בתחילת יוני בעת שהגידולים היו מפותחים והעונה רלוונטית יותר לבחינה של מזיקים ואויבים טבעיים בשדה. כדי לשמור על האחידות, גם המשארים בקרבת גידולי עגבניות ואבטיח מללי נדגמו שוב בתחילת יוני, וכמו כן דגמנו 4 משארים נוספים סמוכים לשדות אלו על מנת להעלות את מספר החזרות המזווגות. החומר מהשאיבות מויין ל-20 קבוצות טקסונומיות ברמת סדרה או מיון משני בתוך הסדרה בין קבוצות תפקודיות שונות: בקבוצת המזיקים הפוטנציאליים נכללו קבוצות שידועות כגורמות נזקים בחקלאות באופן כללי, למרות שלא הוגדרו לרמת המין באופן שיאפשר לדעת מה הרלוונטיות לגידולים הספציפיים

שבהם נמצאו. קבוצות שידועות כטורפות או טפילות על מזיקי חקלאות באופן כללי, הוגדרו כאויבים טבעיים, ללא התייחסות לגידול הספציפי או למזיקים שנמצאו. קבוצות שכוללות גם מינים מזיקים וגם אויבים טבעיים סווגו בקטגוריה "מעורב" וקבוצות שכוללות בעיקר מינים שאין להם השפעה משמעותית על גידולים חקלאיים נותרו ללא סיווג (טבלה 2). הניתוחים בוצעו רק על קבוצות שסווגו כאויבים טבעיים או מזיקים.

**טבלה 2:** מיון הקבוצות התפקודיות של מזיקים פוטנציאליים ואויבים טבעיים שנמצאו בסקר

קבוצה תפקודית	מידע נוסף	מיון משני	סדרה
מעורב	אקריות.		<b>Acari</b>
אויבים טבעיים	עכבישאים.		<b>Araneae</b>
מעורב	חיפושיות. בד"כ צמחוניות, אך יש גם טורפות (למשל מושית השבע).		<b>Coleoptera</b>
ללא סיווג	קפצזנבאים (קולמבולה). צמחוניים או אוכלי רקב אך אינם נחשבים כמזיקים בחקלאות.		<b>Collembola</b>
ללא סיווג	צבתנים. צמחוניים ויכולים לגרום נזק אבל לא נחשבים כמזיקים בד"כ.		<b>Dermaptera</b>
בד"כ מזיקים פוטנציאליים	זבובאים.		<b>Diptera</b>
מזיקים פוטנציאליים	כנימות-עלה, פסילות וכו'.	Sternorrhyncha	<b>Hemiptera</b>
מזיקים פוטנציאליים	ציקדות.	Auchenorrhyncha	<b>Homoptera</b>
מעורב	פשפשים.	Heteroptera	<b>Homoptera</b>
ללא סיווג	נמלים. בד"כ טורפות.	Formicidae	<b>Hymenoptera</b>
ללא סיווג	דבוראים שאינם פריזואידיים, כדוגמת דבורים.	Not-parasitic	<b>Hymenoptera</b>
אויבים טבעיים	פריזואידיים. צרעות טפילות.	Parasitic	<b>Hymenoptera</b>
מזיקים	פרפראים. נמצאו בעיקר עשים. זחלים רבים מזיקים לחקלאות.		<b>Lepidoptera</b>
אויבים טבעיים	גמל-שלמה. טורפים.		<b>Mantodea</b>
אויבים טבעיים	ארינמלים. טורפים.		<b>Neuroptera</b>
ללא סיווג	חגבאים. צמחוניים ויכולים לגרום נזק, אך רובם אינם נחשבים כמזיקים.		<b>Orthoptera</b>
ללא סיווג	זוטקרב. טורפים אבל לא משמעותיים (נמצאו מעטים ולא נכללים בתוצאות).		<b>Pseudoscorpion</b>
ללא סיווג	פסוקאים. צמחוניים אך אינם נחשבים כמזיקים בחקלאות.		<b>Psocoptera</b>

קבוצה תפקודית	מידע נוסף	מיון משני	סדרה
ללא סיווג	פרעושים. נמצא רק פעם אחת ולא נכלל בתוצאות.		Siphonaptera
מזיקים	תריפסים.		Thysanoptera

**סקר פרוקי-רגליים קרקעיים** בוצע בתחילת אפריל. הסקר בוצע באמצעות מלכודות נפילה יבשות (ללא חומר ממית) בנפח ליטר ובקוטר 11 ס"מ. בכל חתך מוקמו 9 מלכודות. המלכודות נאספו כעבור שלושה ימים. החומר החי מויין במעבדה<sup>1</sup> ופרטים בודדים מייצגים מכל מין נאספו ונשמרו באוסף החרקים הלאומי באוניברסיטת תל אביב. החיפושיות והנמלים הוגדרו לרמה הטקסונומית הנמוכה ביותר האפשרית, על בסיס אוסף החרקים הלאומי באוניברסיטת תל אביב ובעזרת מומחים. קבוצות שאינן חיפושיות או נמלים הוגדרו לרמות טקסוניות גבוהות, כגון סוג, משפחה או סדרה.

#### ניתוח נתוני הסקרים האקולוגיים

**מדדים ברמת השדה ומדדים בקנה-מידה נופי** חושבו עבור כל אחד מהחתכים בסקר באמצעות תכנת ArcMap. על מנת לבחון את השפעת היחס בין שטח טבעי למעובד מסביב לחתך השתמשנו באחוז השטח הטבעי מתוך כלל השטח (השטח הטבעי כלל את כל השטחים הלא-מעובדים או בנויים שמופו עם כיסוי צמחי). בקנה-מידה מקומי חושב אחוז השטח הטבעי ברדיוס 100 מטר סביב לחתך, ובקנה-מידה נופי חושב אחוז השטח הטבעי ברדיוסים 500 ו-1000 מטר מסביב לחתך. המשארים סווגו לשולי שדה (משארים צרים בשולי שדות ודרכים), נחלים ותעלות (נחלים ותעלות ניקוז שיש בהם זרימה בחורף, חלקם עוברים כיסוח וחפירה ע"י רשות ניקוז בתדירויות משתנות), שטח נטוע (משארים רחבים וגדות נחלים שנטועים ומטופלים ע"י קק"ל, בעיקר נטיעות דלילות של מיני חורש מקומי) ושטחי בור (כתמים קטנים שלא עובדו באותה שנה, אך ייתכן שמעובדים או עוברים רעייה בשנים אחרות). בנוסף לסוג המשאר חושב גם רוחב המשאר ע"פ הרוחב הממוצע של קטע המשאר בטווח של 200 מטר סביב לחתך הדיגום. השתמשנו ברוחב ממוצע מאחר והמשארים אינם אחידים ברוחבם.

<sup>1</sup> המיון וניתוח הנתונים נעשה במעבדה האנטומוולוגיה לניטור אקולוגי במחלקה לזואולוגיה באוניברסיטת ת"א, ע"י איתי רנן וצוות המעבדה

## איור 2: סוגי משארים טבעיים בשטח המחקר



מתוך נתוני הסקרים חושבו מדדי מגוון (שפעה, עושר מינים, Fisher's Alpha, Shannon index (H')) עבור בתי הגידול והקבוצות הטקסונומיות שנדגמו, ובוצעו מספר ניתוחים (הניתוחים בוצעו כולם בתכנת R):

1. ערכיות אקולוגית של היחידות האגרו-אקולוגיות נבדקה בשני אופנים:

- א. בחנו את השפעת בית הגידול (מעובד, משאר, מרעה טבעי) על מדדי המגוון שחושבו באמצעות מודלים לינאריים, עבור כל קבוצה ועונה בנפרד. המודל הבסיסי הוא גרסיה או one-way ANOVA כאשר נתונים שלא התפלגו נורמלית עברו טרנספורמציה  $\log+1$ . על מנת לבחון הבדלים בין קבוצות בוצע ניתוח post-hoc ע"י Tukey. במידה והשונויות של הקבוצות אינן שוות, השתמשנו במבחן Kruskal-Wails עם ניתוח post-hoc ע"י Mann-Whitney להשוואה בין בתי הגידול. עבור פרפרים היו שינויים במגמות לאורך העונה ולכן הניתוח בוצע ע"י two-way ANOVA וכלל את השפעת בית הגידול ומספר הביקור. עבור עופות לא היו שינויים לאורך העונה ולכן המדדים היו עושר ומגוון לחתך (ע"פ 4 ביקורים בעונה).
- ב. בחנו את השפעת היחידה האגרו-אקולוגית (טבעי, משאר, חיטה, עגבניות, אבטיח מללי, שקד, זית והדרים) על מדדי המגוון שחושבו בצורה דומה להשפעת בית הגידול. גידולי אביב ומטעים לא נותחו כקטגוריה אחת אלא כל גידול בנפרד, מפני שהיו הבדלים משמעותיים בין הגידולים.
- ג. בדקנו את השפעת בית הגידול (מעובד, משאר, טבעי) על הרכב חברה באמצעות אורדינציה (nMDS) עבור עופות, צומח ופרפרים. השפעת בית הגידול על ההרכב נבחנה סטטיסטית באמצעות ADONIS.

2. השפעת מאפייני המשאר והסביבה על המגוון:

- א. השפעות נופיות נבחנו באמצעות רגרסיה של עושר המינים מול אחוז השטח הטבעי במרחק 100, 500, ו-1000 מטר מהחלקה, בית הגידול והאינטראקציה בין בית הגידול והשטח הטבעי.
- ב. בחנו את השפעת סוג המשאר (נחל/שולי שדה/נטוע) ורוחב המשאר על עושר המינים של עופות ושל צומח באמצעות רגרסיה לינארית, וכן את האינטראקציה בין סוג ורוחב המשאר.
3. פוטנציאל נזק ותועלת כתוצאה מחדירת מזיקים וויסות מזיקים מהשוליים :
- א. בחנו את השפעת היחידה האגרו-אקולוגית (טבעי, משאר, חיטה, גידולי אביב (אבטיח+עגבניות), מטעים (גידול עיקרי), מטעים (עשבייה)) על שפעת המזיקים והאוייבים הטבעיים (כל קבוצה נבחנה בנפרד) באמצעות one-way ANOVA עם ניתוח post-hoc ע"י Tukey. כאשר עבור המטעים בוצעה הפרדה בין השאיבות בגידול העיקרי לבין השאיבות בעשבייה בין שורות המטע. במידה והיה הבדל משמעותי בין השפעה במטעים השונים או בין גידולי האביב, הניתוח בוצע באמצעות two-way ANOVA עבור השפעת הגידול ומיקום (גידול עיקרי או עשבייה).
- ב. בחנו את השפעת סוג ורוחב המשאר על שפעת הצרעות הפרזיטואידיות באמצעות רגרסיה לינארית, וכן את האינטראקציה ביניהם.

## סקר כלכלי

על מנת לאמוד את השינוי בערך הכלכלי הנובע משימור שולי שדות, נחלים וכתמים טבעיים אחרים, קיימנו ראיונות עם מנהלי הגד"שים בשטחי המחקר ואספנו מהם נתונים על עלויות מיכון ועבודה, תשומות, ותפוקות (כולל פדיון) לגבי כל אחת מהחלקות המשתתפות במחקר (סה"כ 23 חלקות חיטה, 6 חלקות עגבניות, ו-7 חלקות אבטיח מללי של 7 מגדלים). העלויות שנאספו כוללות:

1. עלות עבודה ומיכון לדונם עצמי ושכיר (כולל רכב), בפילוח לעלויות עיבודי קרקע, הזנה, הדברה, השקיה, איסוף, ועלויות נוספות/קבועות.
2. תשומות לדונם (זרעים/שתילים, עלות מים, חומרי דישון והדברה ועלויות נוספות/קבועות).
3. הפדיון לדונם ונתונים על התפוקות לדונם והמחיר לחקלאי בשווקי היעד. לרוב יש יותר מתפוקה יחידה לשדה (למשל קציר חיטה לגרעינים מניב גם חבילות קש ושחת).

בנוסף, על בסיס מיפוי השטחים הטבעיים, חושב אחוז השטח הטבעי (כל השטחים הלא מעובדים/בנויים עם תכסית צומח) במספר מרחקים מהחלקות על מנת לאמוד את השפעת הסביבה על הכלכליות של השדה. אחוז השטח הטבעי

במרחק 10 מ' מהשדה מהווה אינדיקציה להשפעת שולי השדה הישירים, וכמו כן חושבו אחוז השטח הטבעי במרחקים 100 ו-500 מטר כאינדיקציה להשפעה בקנה מידה נופי של יחס שטח טבעי למעובד.

הרצנו שני מודלים של רגרסייה בנפרד עבור שני המשתנים התלויים: פדיון לדונם ורווח לדונם (פדיון כולל פחות עלויות), המודלים ההתחלתיים כללו את המשתנים המסבירים: אחוז שטח טבעי בשלושת הרדיוסים, סוג הגידול, גודל החלקה, עלות השקייה/סוג השקייה, והמגדל.

המגדל נבחר כמשתנה המסביר את משטר העבודה וכולל את כל משתני העלות שלא נכנסו לניתוח (עיבוד, הדברה, דישון, כולם תלויים במשטר עבודה של המגדל). עלויות הדברה הושמטו מהרגרסיה מכיוון שלא ניתן טיפול פרטני לחלקה בהתאם לנגיעות בעשבים ומזיקים, והטיפול היה זהה לכל החלקות מאותו גידול אצל כל מגדל. בעגבניות כן ניתן טיפול פרטני לחלקה, אבל רוב הגד"שים גידלו רק שדה אחד של עגבניות. עלויות חיצוניות או קבועות של הגד"ש לא משפיעות באופן ישיר על עלות הגידול ולא נכללו ברגרסיה. עלות דישון לא נכללה ברגרסיה מאחר ובחלק מהחלקות הדישון ניתן במחזור רב-שנתי ואין לנו נתונים של מספר שנים. מדד העלות היחיד שנכלל ברגרסיה הוא השקייה שכן ללא השקייה רוב חלקות החיטה נקצרו לשחת ותחמיץ ולא לגרעינים, דבר שמשפיע על כל תכנית העבודה והתפוקות של החלקה.

אחוז השטח הטבעי סמוך לשולי החלקה (10 מ') הורד מהמודל עקב קו-לינאריות עם אחוז שטח טבעי ברדיוס 100 מ', עם הגידול ועם ההשקייה (יש יותר עשביית שוליים בחיטה בפרט בבעל, ופחות בגידולים המושקים). גודל החלקה לא נכלל במודל הסופי כי לא היתה לו השפעה. מתוך 7 מגדלים, רק מגדל אחד הראה השפעה מובהקת על הפדיון והרווח, ולכן רק הוא נכלל במודל. לגבי השקייה תוצאות המודל היו רובסטיות אם השתמשנו בסוג ההשקייה (בעל/שלחין) או בעלויות ההשקייה.

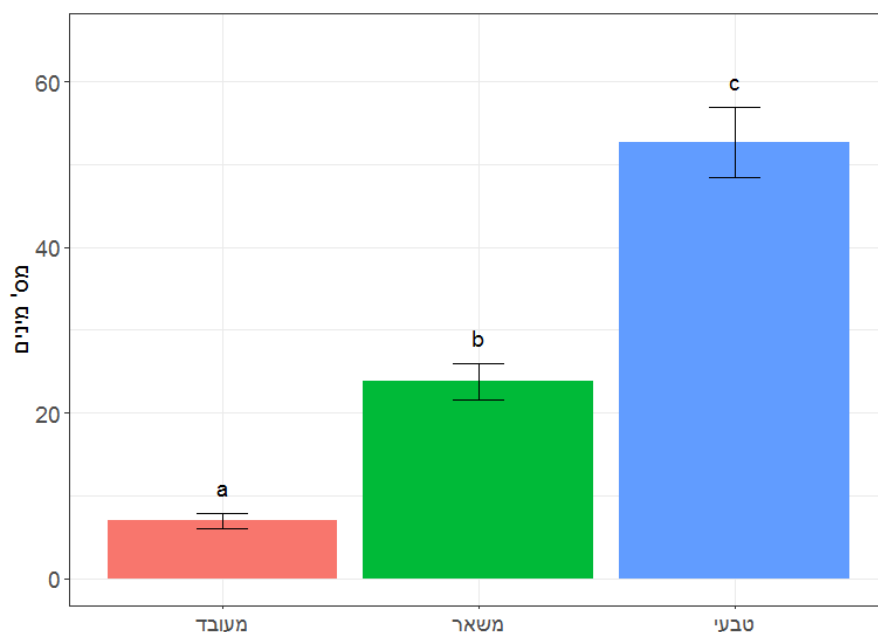
המודל הסופי כלל את השפעת הגידול (חיטה/עגבניות/אבטיח מללי), אחוז עשבייה ב-100 ו-500 מ', עלות השקייה והמגדל.

## תוצאות

### צומח

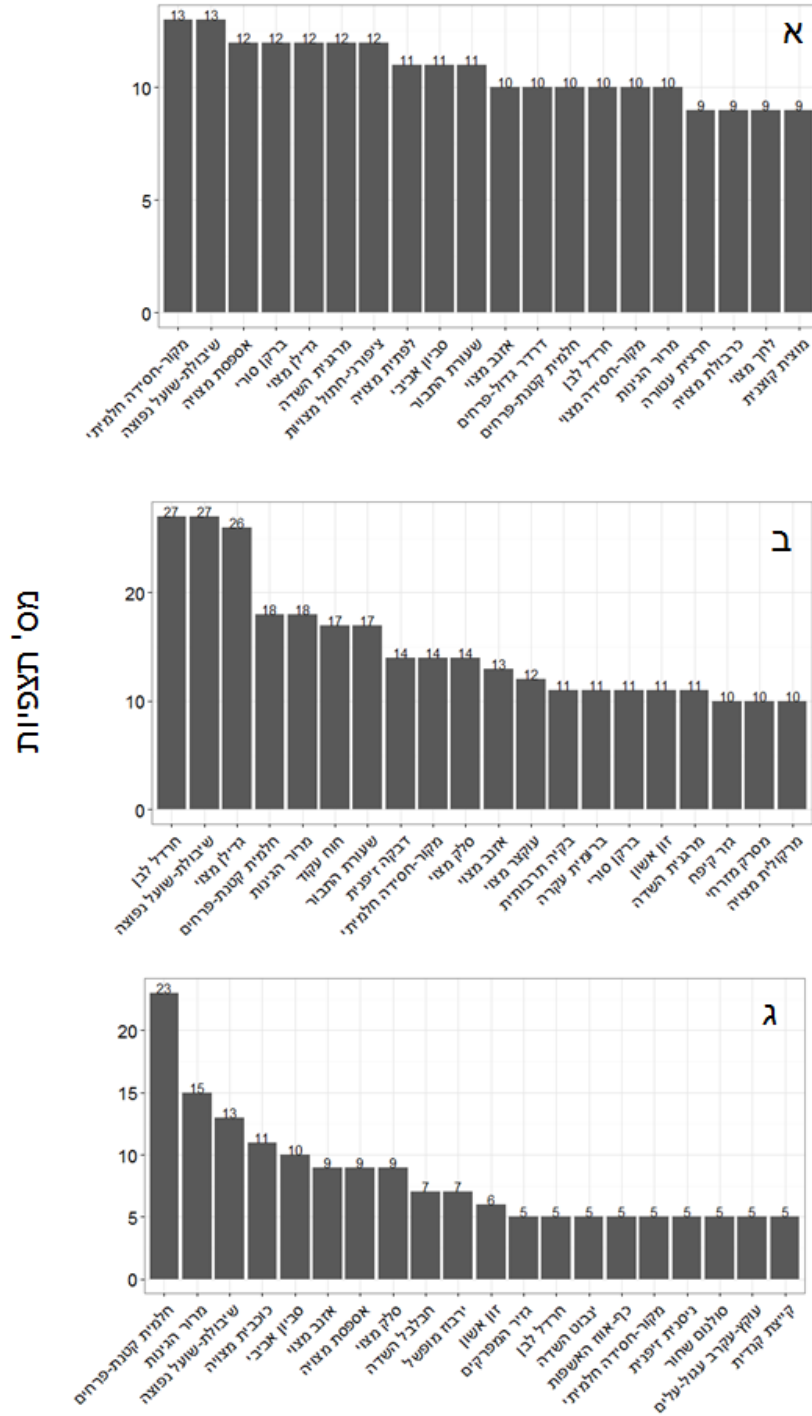
בסקר נדגמו בסה"כ 256 מינים מ-51 משפחות. איור 4 מציג את המינים הנפוצים בכל אחד מבתי הגידול שנדגמו. עושר המינים לחתך (איור 3) היה הגבוה ביותר בשטחי מרעה טבעי (ביקורת), בינוני במשארים, והכי נמוך בשטחים המעובדים (מטעים ושדות) (regression log-transformed, adj.  $R^2=0.66$ ,  $P < 0.05$ ). ניתוח של מדד שאנון הראה תוצאה דומה. לסוג המשאר (שולי שדה, נחל, נטוע) לא היתה השפעה על עושר או מגוון של הצומח. אורדינציה של הרכב חברת הצומח (איור 5) הצביעה על הבדלים בין השטח הטבעי, המשארים והשטח המעובד (איור 5א, ADONIS  $F_{2,84}=10.64$ ,  $P<0.01$ ), וכן בין סוגי הגידולים וסוגי המשארים (למרות שאין הבדל בעושר המינים, איור 5ב, ADONIS  $F_{10,76}=7.54$ ,  $P<0.01$ ). ההרכב בין המטעים השונים ובין גידולי השלחין (אבטיח מללי ועגבניות) הוא דומה, אך המטעים, גידולי השלחין, והחיטה נבדלים זה מזה בהרכב. אף על פי שסוגי המשארים לא נבדלים בעושר המינים, הם כן נבדלים זה מזה בהרכב: משארים מסוג שולי שדות הם בעלי הרכב דומה לשטחים מעובדים, ואילו משארים נטועים הם בעלי הרכב דומה לשטחי מרעה. בנוסף, למרות ששטחי המרעה הם בעלי המגוון הגבוה ביותר לחתך, ניתוח ההרכב מעיד על דמיון גדול בין חלקות המרעה בעוד שהמשארים הם מאוד מגוונים בהרכבם ומפוזרים.

**איור 3:** עושר מיני צומח בשטחי מרעה טבעי, משארים ושטחים מעובדים (ממוצע לחתך ושגיאת תקן).



איור 4: המינים הנפוצים בחתכי הצומח עבור (א) שטחי מרעה טבעי, (ב) משארים, (ג) שטחים מעובדים, מספר תצפיות במהלך

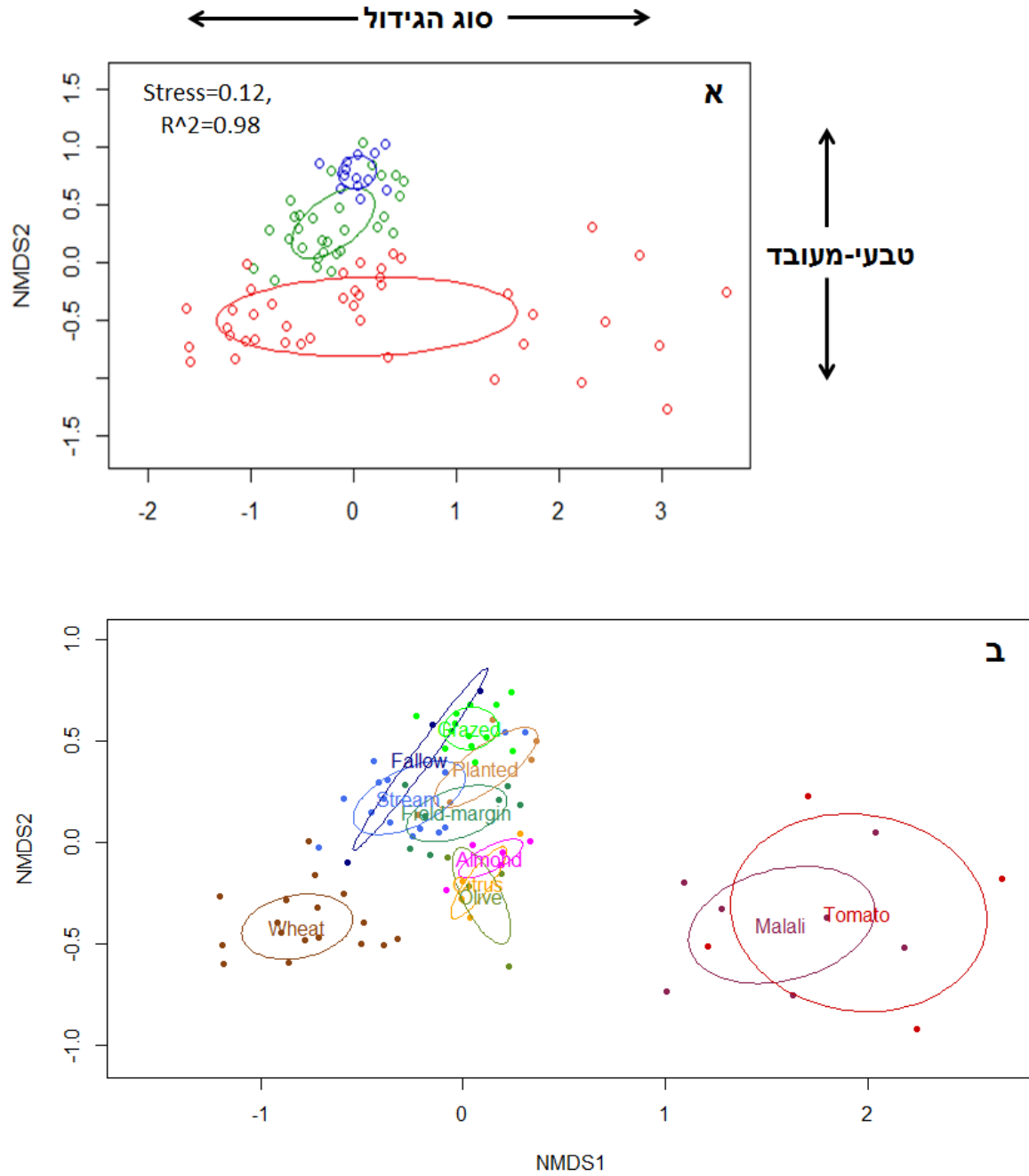
הסקר.





**איור 5: הרכב חברת צומח**

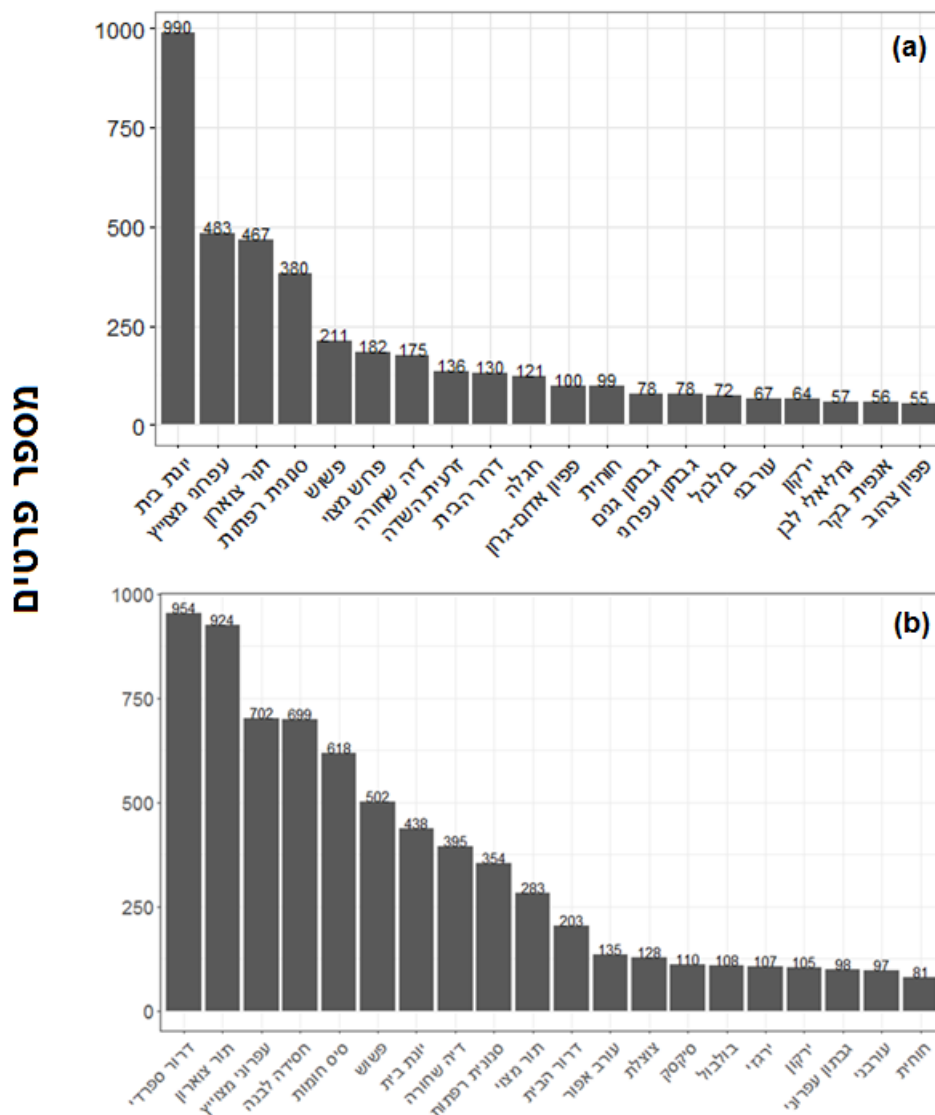
הגרף העליון מראה את הרכב החברה בפילוח ע"פ שטחים מעובדים (אדום), משארים (ירוק), ושטחי מרעה (כחול). הציר NMDS2 מקביל למעבר משטח מעובד לחלוטין לשטח טבעי לחלוטין, והציר NMDS1 מקביל לסוג הגידול, כפי שניתן לראות בגרף התחתון. הגרף התחתון מציג את אותם חתכים בפילוח ע"פ מאפייני החתך: גידול עבור שטחים מעובדים וסוג המשאר עבור שטחים מעובדים.



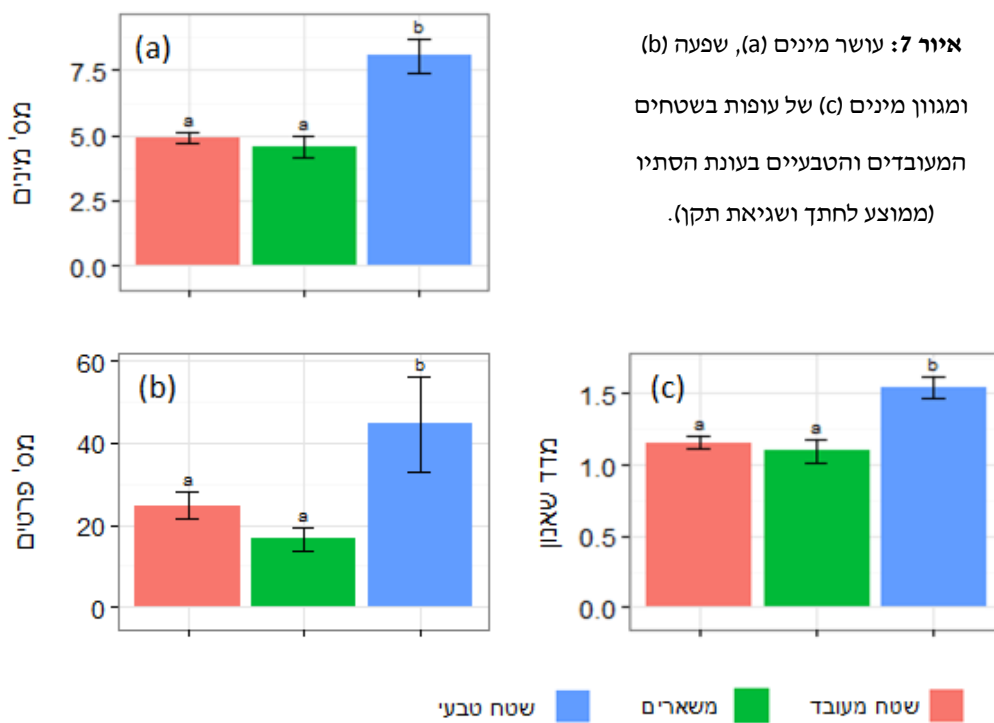
## עופות

בסקר העופות נצפו 112 מינים, מתוכם 34 מינים יציבים, 13 מקייצים, 35 חורפים, ו-29 חולפים. נצפו בסקר גם 8 מינים אדומים (אנפה אפורה, בז אדום, זרון סוף, חרגולן זמירי, נחליאלי צהוב, פרנקולין, קנית אירופית, ושרקרק מצוי). איור 6 מציג את המינים הנפוצים בסקר.

איור 6: מיני העופות הנפוצים בסתיו (a) ובאביב (b), סה"כ פרטים בסקר.

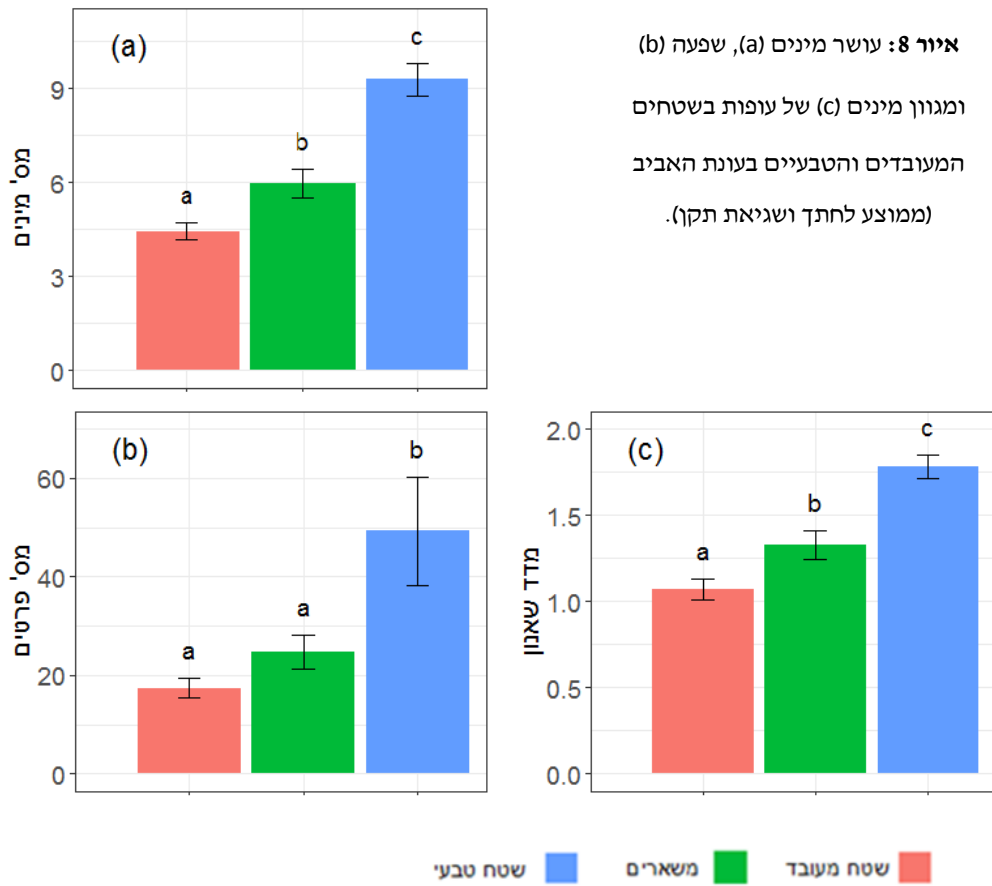


בסתיו כל שלושת המדדים: עושר המינים, שפעה ומגוון מינים, היו גבוהים יותר בשטחים הטבעיים מאשר במשארים ובשטח המעובד (איור 7). בין המשארים לשטח המעובד לא נמצאו הבדלים עבור אף אחד מהמדדים שנבדקו. עושר המינים הממוצע לחתך בשטחים הטבעיים היה הגבוה ביותר איור 7a, ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{1,85} = 18.76$ ,  $P < 0.0001$  (comparisons:  $F_{1,85} = 18.76$ ,  $P < 0.0001$ ). השפעה בשטח הטבעי הייתה גבוהה מהמשארים והשטחים המעובדים (איור 7b, ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{1,85} = 5.01$ ,  $P < 0.05$ ). וכך גם מדד שאנון (איור 7c, ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{1,85} = 7.79$ ,  $P < 0.0001$ ). nMDS לא הראה השפעה של בית הגידול על הרכב המינים.

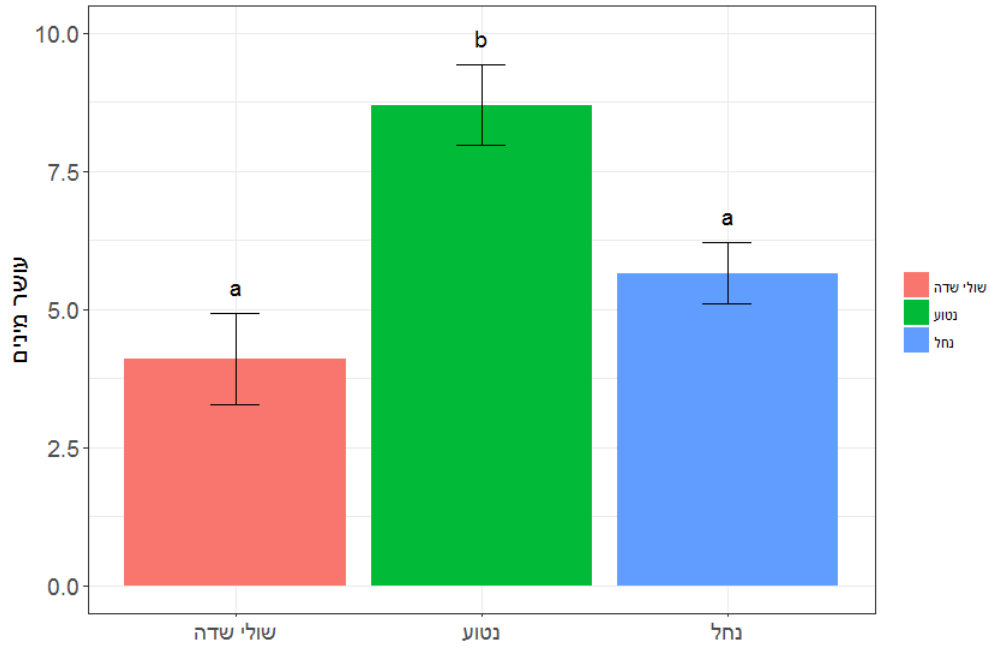


בסקר האביב עושר המינים היה הגבוה ביותר בשטחי המרעה, בינוני במשארים, והכי נמוך בשטחים המעובדים (איור 8a, ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{2,85} = 27.83$ ,  $P < 0.001$ ), עם זאת ההבדל בין שטחים מעובדים למשארים הוא קטן. מגוון המינים מציג דגם דומה (איור 8b, ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{2,85} = 16.56$ ,  $P < 0.001$ ), ואילו השפעה היא גבוהה ביותר בשטחי המרעה, ואין הבדל בין

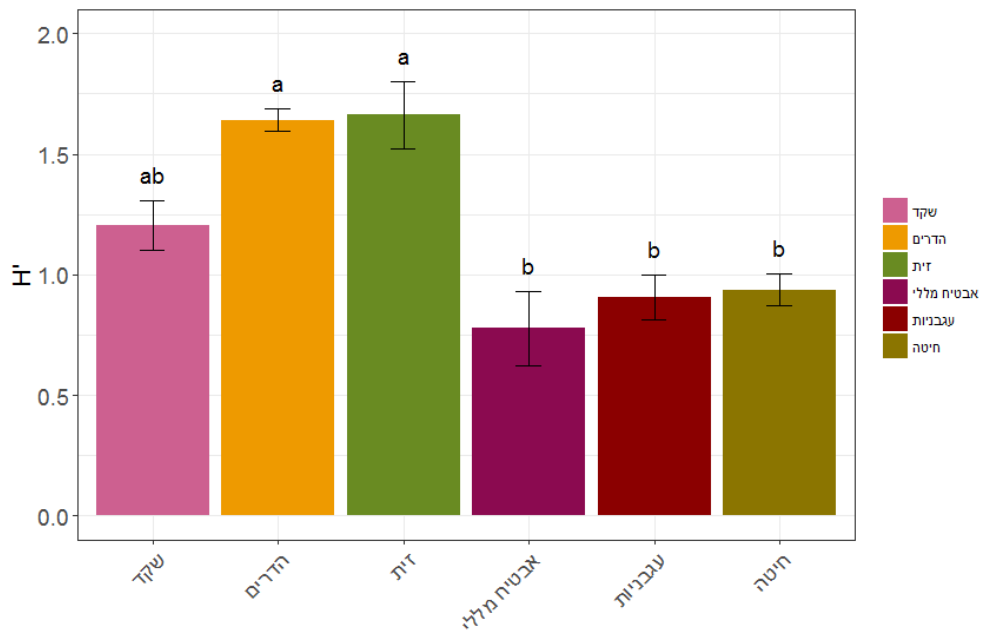
ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{2,85} = 12.08$ ,  $P < 0.001$ , (איור 8c), המשארים לשטחים המעובדים. במילוח ע"פ סוג המשאר, משארים נטועים הם העשירים ביותר (איור 9),  $F_{2,24} = 7.26$ ,  $P < 0.001$ . (ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{5,39} = 9.2$ ,  $P < 0.001$ , (איור 10), המטעים לגידולי השדה. פילוח השטחים המעובדים ע"פ סוג הגידול מראים הבדלים בין שטחי בור לא נכנסו לניתוח בגלל מספר חזרות קטן. פילוח השטחים המעובדים ע"פ סוג הגידול מראים הבדלים בין המטעים לגידולי השדה (איור 10),  $F_{5,39} = 9.2$ ,  $P < 0.001$ ).



**איור 9:** עושר מיני עופות ממוצע לחתך ע"פ סוג המשאר (ממוצי ושגיאת תקן)



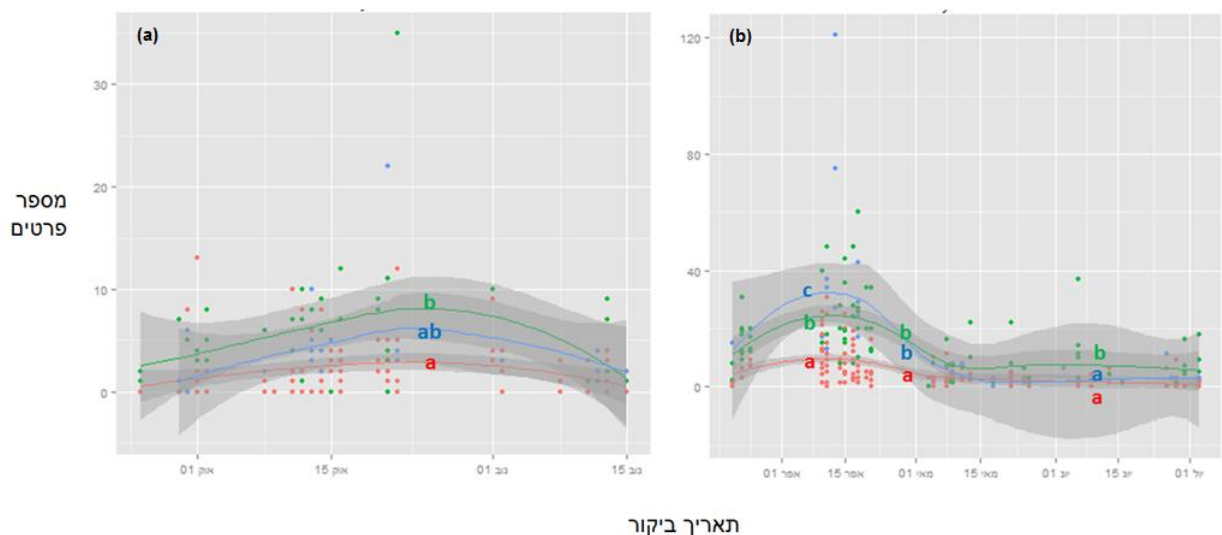
**איור 10:** מגוון עופות ממוצע בשטחים מעובדים (ממוצע ושגיאת תקן).



## פרפרים

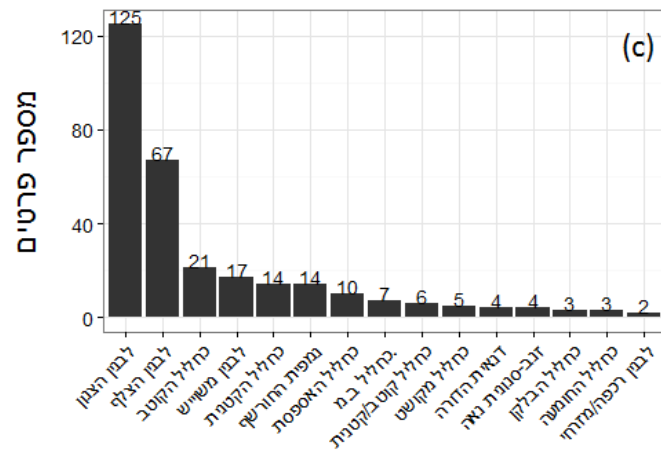
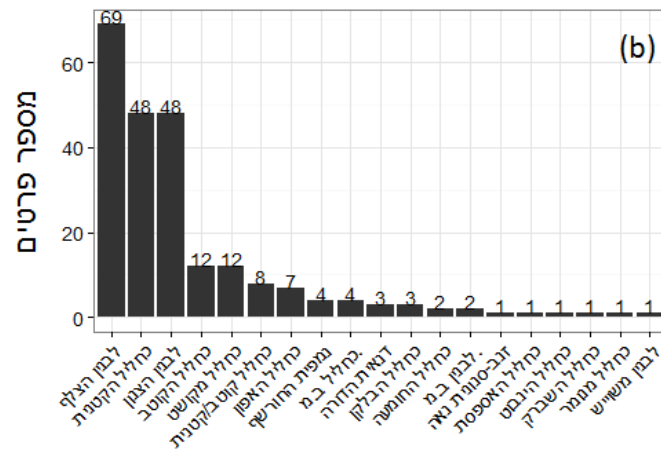
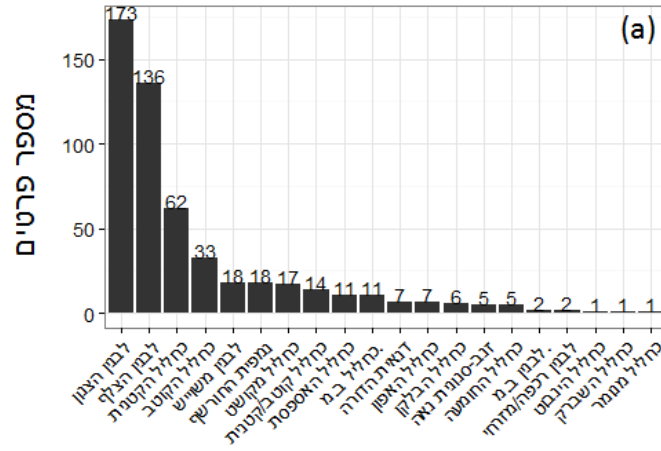
בסתיו בוצעו שני ביקורים בכל חתך ונצפו 530 פרפרים מ-18 מינים. המינים הנפוצים היו לבנין הצנון ולבנין הצלף (איור 11). שני מיני כחלילים היו גם הם נפוצים למדי – כחליל הקוטב והקטנית. יתר המינים נצפו בתדירויות קטנות בהרבה. רוב מיני הכחלילים נצפו אך ורק במשארים – כחליל האפון, כחליל האספסת, כחליל החומעה, כחליל הבלקן ותצפיות בודדות בכחליל השברק וכחליל הינבוט – מינים אלו נצפו במשארים פחות מופרים שהיו בהם ואדיות עם פריחה משמעותית, בעיקר של ארכובית וטיון בעונה הזאת, ולא נצפו במשארים סבוכים של צומח מעזבות בשולי שדות. דגמי השפעה לא השתנו לאורך הסתיו והיא היתה הכי גבוהה במשארים, בינונית בשטחי המרעה והכי נמוכה בשטחים מעובדים, אלא שההבדל בין המשארים לשטחי המרעה לא מובהק (איור 13a),  $one-way ANOVA$ , followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{2,84}=11.41, p<0.001$ . עושר המינים הגבוה ביותר בתחילת הסתיו היה במשארים, ללא הבדל מובהק בין השטח הטבעי לשדות, ואילו בסוף הסתיו עושר המינים הגבוה ביותר היה בשטח הטבעי ובמשארים ללא הבדל מובהק ביניהם, ועושר המינים בשדות היה הנמוך ביותר, אך ההבדל בין השדות למשארים הוא מובהק בקירוב (  $Two-way ANOVA$  followed by Tukey's pairwise comparisons:  $(F_{2,166}=21.23, p<0.001$ ).

**איור 13:** שפעת פרפרים לאורך הסתיו (a) והאביב (b) בשטחים המעובדים (באדום), במשארים (בירוק) ובשטחי המרעה (בכחול). כל נקודה מייצגת ביקור, הקווים מייצגים ממוצע הביקורים והשטח האפור רווח סמך 95%. ניתוח הנתונים של האביב בוצע ע"פ מספר ביקור ולא תאריך ביקור, ולכן ההבדלים הסטטיסטים עבור סבב אפריל, מאי ויוני בנפרד.



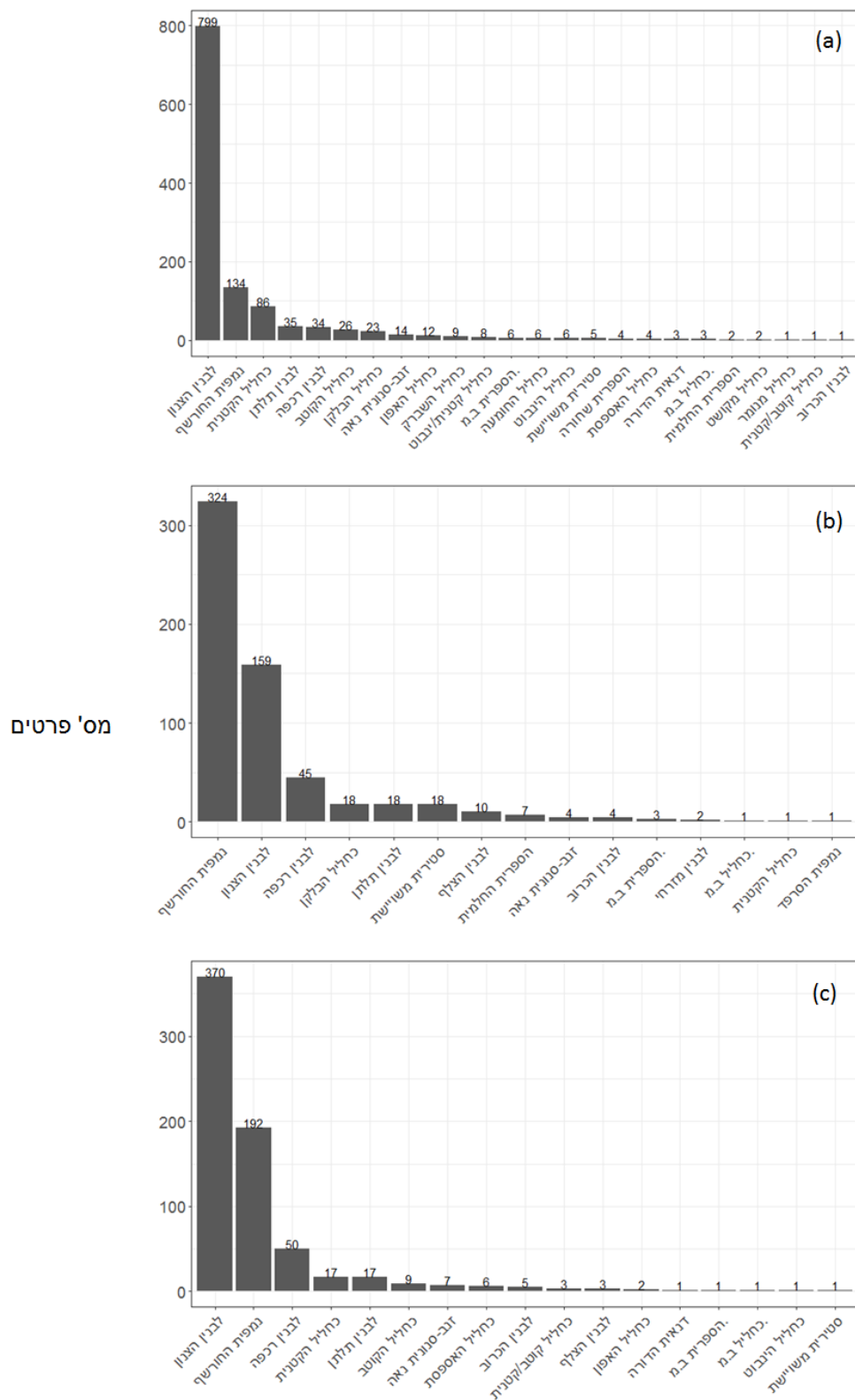
בעונת האביב בוצעו שלושה ביקורים ונצפו בסה"כ 2,567 פרפרים מ-23 מינים. השפעה במרץ-אפריל היתה גבוהה מאוד, אך החל ממאי הפעילות ירדה באופן ניכר ובשטחים המעובדים כמעט לא נרשמה פעילות. גם באביב שפעת וחברת הפרפרים השתנתה לאורך העונה: בדומה לסתיו, רוב מיני הכחלילים נצפו כמעט אך ורק במשארים ואילו בשטחי המרעה נצפתה פעילות יותר גבוהה של לבנינים (איור 14). מבחינת השפעה השטחים המעובדים היו העניינים ביותר בפרפרים לאורך כל האביב, ואילו שטחי המרעה היו בעלי השפעה הגבוהה ביותר בתחילת האביב אך לאחר מכן המשארים השתוו להם (איור 13b), Two-way ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{2,255}=23.46$ ,  $p<0.001$ . גם עושר המינים היה הגבוה ביותר בשטחי המרעה בתחילת האביב, ללא הבדל בין המשארים לשטחים המעובדים, אך באמצע האביב לא נצפו הבדלים בעושר המינים בין בתי הגידול, והמגמה התהפכה בסוף האביב כאשר המשארים היו העשירים ביותר ולא היה הבדל בין שטחי המרעה לשטחים המעובדים (Two-way ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{2,255}=13.188$ ,  $p<0.001$ ). למרות זאת, אורדינציה להרכב הפרפרים בבתי הגידול השונים לא הראתה הבדלים באף אחת מהעונות. סוג המשאר לא השפיע על מדדי המגוון של הפרפרים.

איור 11: מיני פרפרים בסקר סתיו: (a) שפעה לאורך כל הסקר, (b) סבב ראשון, (c) סבב שני.





איור 12: מיני פרפרים שנצפו במשארים (a), שטחי מרעה (b), ושטחים מעובדים (c) באביב, סה"כ פרטים שנצפו בסקר



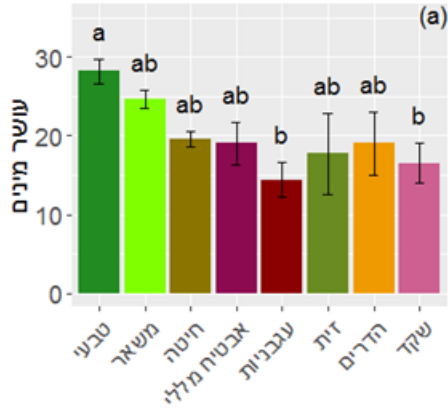
## פרוקי-רגליים קרקעיים

סה"כ נאספו במהלך סקר האביב 3,472 פרטים המייצגים 257 מינים ו-RTU<sup>2</sup> מ-19 סדרות שונות (טבלה 3). עושר המינים הגבוה ביותר נצפה בשטחי המרעה, המשארים הראו עושר מינים מעט גבוה יותר מהגידולים, אך לא באופן מובהק, ומבין הגידולים השקד והעגבניות היו מעט פחות עשירים (איור 14a), ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons,  $F=5.68$ ,  $p<0.05$ ). השפעה היתה הכי גבוהה בשטחי המרעה, במשארים, ובגידולי אבטיח מללי (איור 14b), Kruskal-Wails test followed by Mann-Whitney pairwise comparisons,  $\chi^2=17.28$ ,  $p<0.05$ ). מטעי השקדים היו עניים בפרוקי-רגליים קרקעיים, ויתר הגידולים לא הראו ערכי ביניים ללא מגמה מובהקת. מגוון המינים (Fisher's- $\alpha$ ) מראה מגמה דומה – השטחים הטבעיים והמשארים הכי מגוונים, יחד עם מטעי השקדים, אבטיח מללי ועגבניות הם בעלי המגוון הנמוך ביותר, ויתר הגידולים מראים ערכי ביניים (איור 14c), Log transformed data One-way ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F=6.49$ ,  $p<0.05$ ).

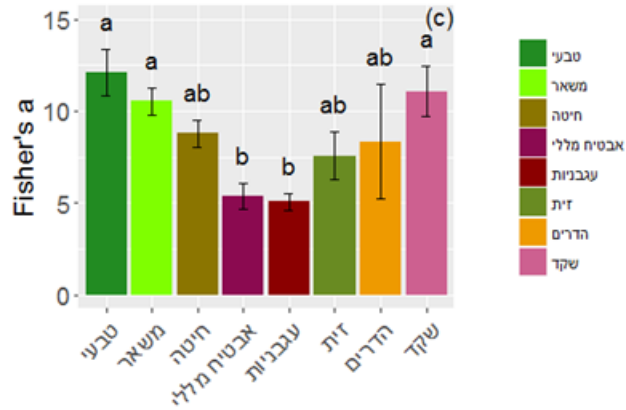
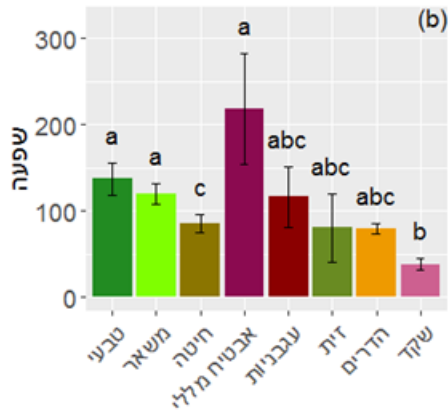
**טבלה 3:** סך כל מספר הפרטים ומספר המינים שנדגמו ביחידות האגרו-אקולוגיות השונות.

מס. מינים	מס. פרטים	יחידה אגרו-אקולוגית
108	651	טבעי (מרעה)
173	1481	משאר
74	494	חיטה
51	294	אבטיח מללי
38	191	עגבניות
51	154	זית
30	80	פרדס
38	127	שקד

<sup>2</sup> RTU (Recognisable Taxonomic Units): יחידת המיון הטקסונית הנמוכה ביותר אליה מסוגל להגיע ממיון החומר. המיון נעשה על בסיס אפיון מורפולוגי של הפרטים. הגדרה ודאית לרמת המין אפשרית, לעיתים, על ידי מומחה לקבוצה הספציפית בלבד. שיטת העבודה עם RTU מאפשרת מיון מהיר, באופן יחסי ולמעשה הדרך המעשית היחידה למיון אלפי פרטים. מחקרים מצאו כי אבדן המידע במיון לרמת ה-RTU זניח בהקשר של שאלות אקולוגיות (לדוגמא: Ward, Darren F., and Margaret C. Stanley. "The value of RTUs and parataxonomy versus taxonomic species." *New Zealand Entomologist* 27.1 (2004): 3-9).



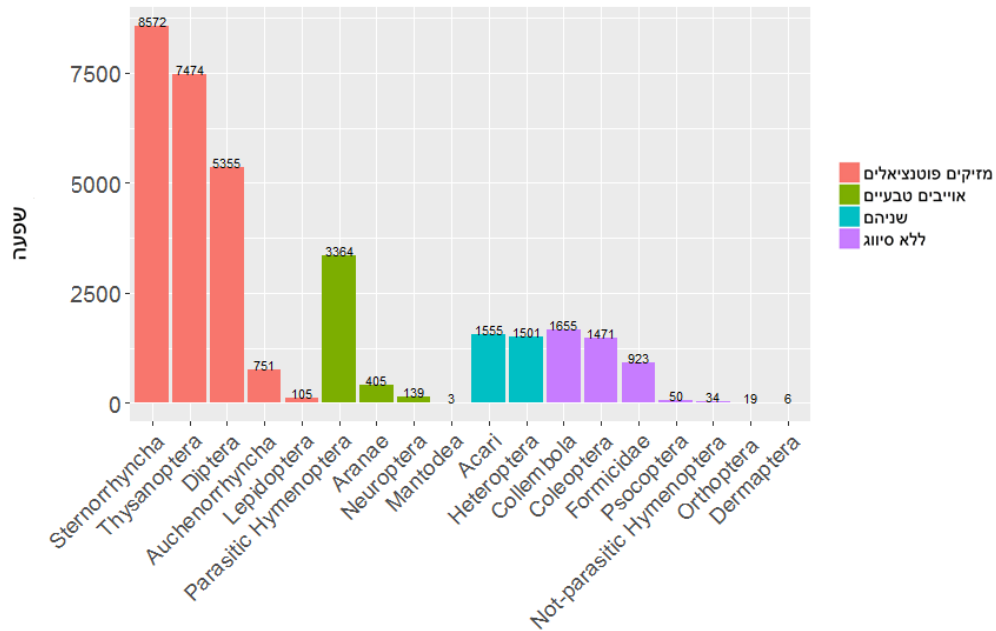
איור 14: עושר (a), שפעה (b) ומגוון Fisher's- $\alpha$  (c) של פרוקי-רגליים קרקעיים לחתך (ממוצע ושגיאת תקן).



### מזיקי חקלאות ואויבים טבעיים פוטנציאליים

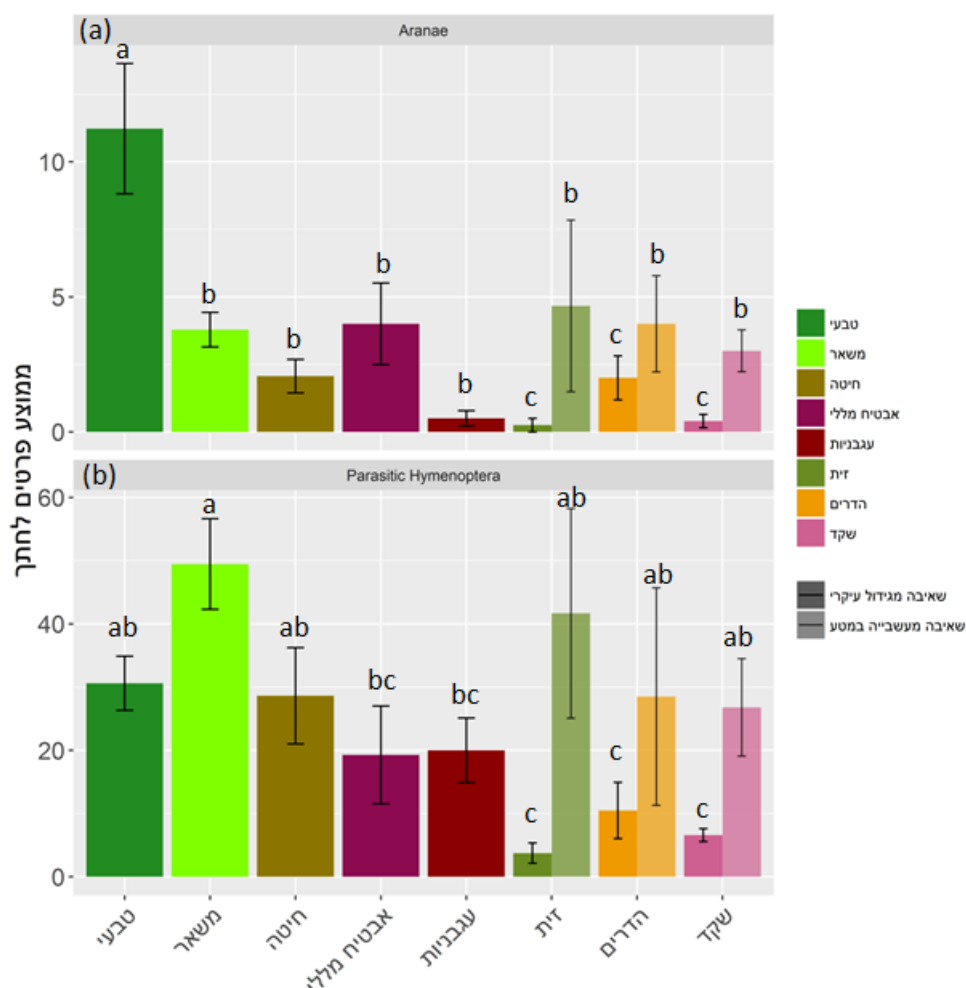
השאיבות הניבו בסה"כ 1836 פרטים שסווגו ל-20 קבוצות ברמת סדרה או קבוצה תפקודית (איור 15). 3 הקבוצות הדומיננטיות ביותר שנדגמו היו ה-Sternorrhyncha (כנימות-עלה, כנימות-עש ופסילולות), Thysanoptera (תריפסים) ו-Diptera (זבובאים) הנמנים על קבוצת המזיקים הפוטנציאליים. כמו כן, נמצא מספר גדול של פרטים מקבוצת הצרעות הטפיליות (Parasitic Hymenoptera). למרות שהדיגום היה כוללני ולא התמקד בגידול ומזיק מסויימים, ניתן לראות הבדלים בקבוצות שנמצאו בגידולים ובזמנים שונים בעונה. כך למשל בקבוצת ה-Sternorrhyncha, נמצאו בשטחי הגידולים באפריל בעיקר כנימות-עלה (מזיק בגידולי חיטה) ואילו ביוני נמצאו בעיקר כנימות-עש שהן מזיק בעייתי בגידולי עגבניות ואבטיחים (בעיקר כנימת עש הטבק). מבחינת אויבים טבעיים חשובים, בקבוצת ה-Heteroptera נמצאו הרבה פשפשים מהמין *Nesidiocoris tenuis* בגידולי העגבניות בעונה הרלוונטית, זהו אויב טבעי של *Tuta absoluta*, מזיק משמעותי בגידולי עגבניות (בע"פ, ליאורה שאלתיאל).

איור 15: שפעה של קבוצות מזיקים פוטנציאליים ואויבים טבעיים (סה"כ פרטים בכל החתכים)



שתי הקבוצות הנפוצות ביותר של אויבים טבעיים (עכבישאים וצרעות טפיליות) מוצגות באיור 16. שפעת **עכבישאים** הגדולה ביותר נמדדה בשטחי המרעה, והנמוכה ביותר במטעים (גידול עיקרי), כאשר בין גידולי השדה השונים, העשבייה במטעים והמשארים לא היה הבדל (איור 16a),  $\log$  transformed data ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{5,96} = 10.02, P < 0.001$ . לעומת העכבישאים, **צרעות טפיליות** נמצאו בשפעה גבוהה ביותר דווקא במשארים, במידה בינונית בשטחי מרעה ועשביית מטעים ובחיטה (איור 16b),  $\log$  transformed data ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{5,96} = 11.41, P < 0.001$ . השפעה הנמוכה ביותר נמדדה במטעים (גידול עיקרי), בדומה לעכבישאים, ומעט יותר צרעות פרזיטואידיות נמצאו בגידולי העגבניות והאבטיחים.

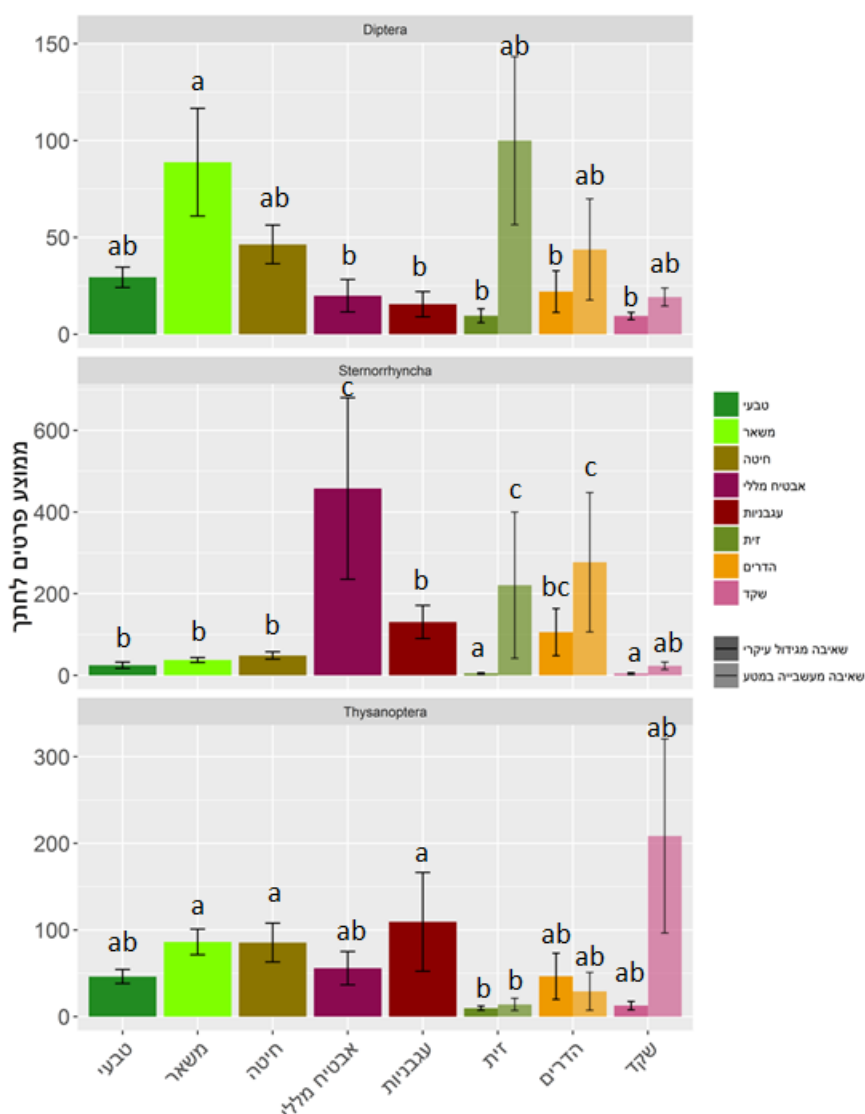
**איור 16:** אויבים טבעיים פוטנציאליים, מס' פרטים ממוצע לחתך ושגיאת תקן ע"פ יח' אגרו-אקולוגית. עבור המטעים מוצגות שתי עמודות – שאיבות מהגידול עצמו (צבע כהה) ומעשבייה בין השורות (צבע בהיר).



שלוש הקבוצות הנפוצות ביותר של מזיקים פוטנציאליים (כנימות ופסילות, תריפסים וזבובאים) מוצגות באיור 17. **זבובאים** נמצאו בשפעה הגבוהה ביותר במשארים, בשפעה בינונית בשטחי המרעה, בעשבייה במטעים, ובחיטה, ולבסוף בגידולי האביב ובמטעים בגידול העיקרי (איור 17a), log transformed data ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{5,96} = 4.37, P < 0.05$ . **כנימות ופסילות** נמצאו בשפעה הגבוהה ביותר באבטיח מללי ובעשבייה בשני מטעים – זיתים והדרים, במידה בינונית בחיטה, בעשבייה במטעי שקד, בגידול העיקרי בהדרים, בשטחי מרעה ובמשארים, והשפעה הנמוכה ביותר נמצאה בגידול העיקרי של זית ושקד (איור 17b), log transformed data two-way ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{crop\ 7,91} = 15.11, F_{vegetation\ 1,91} = 27.71, P < 0.001$ . **טריפסים** נמצאו בשפעה הגבוהה ביותר במשארים, בחיטה ובעגבניות, במידה בינונית בשטחי

מרעה, אבטיח מללי, מטעי הדרים ושקדים, והשפעה הנמוכה ביותר נמצאה במטעי זיתים (איור 17c, log transformed data two-way ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{crop\ 7,91} = 2.87$ ,  $P < 0.05$ ). לא נמצאה השפעה מובהקת של העשבייה במטעים על שפעת הטריפסים, אך קיימת אינטראקציה עם הגידול (log transformed data two-way ANOVA followed by Tukey's pairwise comparisons:  $F_{2,91} = 3.80$ ,  $P < 0.05$ ). לא נמצאה השפעה של לסוג המשאר על אף קבוצה מתוך המזיקים והאוייבים הטבעיים הפוטנציאליים שנבדקו.

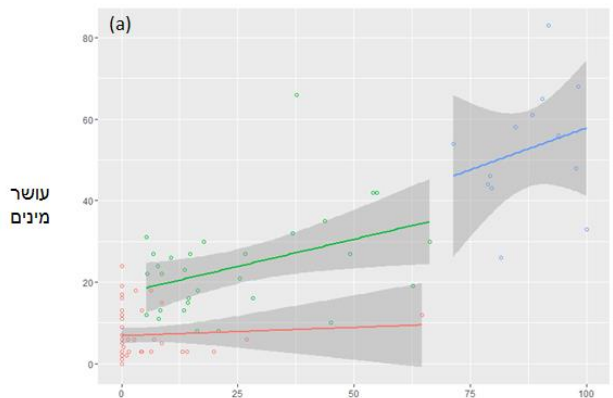
**איור 17:** מזיקים פוטנציאליים, מסי' פרטים ממוצע לחדך ושגיאת תקן ע"פ יח' אגרו-אקולוגית. עבור המטעים מוצגות שתי עמודות – שאיבות מהגידול עצמו (צבע כהה) ומעשבייה בין השורות (צבע בהיר).



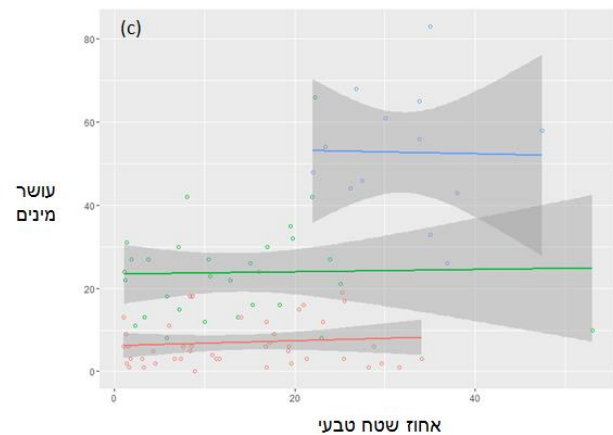
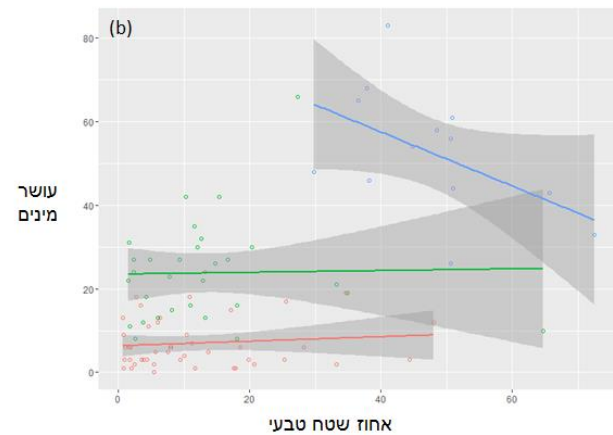
## השפעת מאפייני המשאר והנוף

השפעת רוחב המשאר ואחוז השטח הטבעי בקנה-מידה נופי נותחו עבור עופות וצומח כאינדיקטורים למגוון ביולוגי ועבור צרעות טפיליות כאינדיקטור לפוטנציאל ויסות מזיקים. עבור צומח לאחוז שטח טבעי במרחק 1000 מ' אין השפעה על עושר המינים, שטח טבעי במרחק 500 מ' מפחית את עושר המינים בשטחי מרעה (מגמה לא מובהקת) ושטח טבעי במרחק 100 מ' מעלה את עושר המינים בכל בתי הגידול באופן קרוב למובהק (איור 15, log-transformed data).

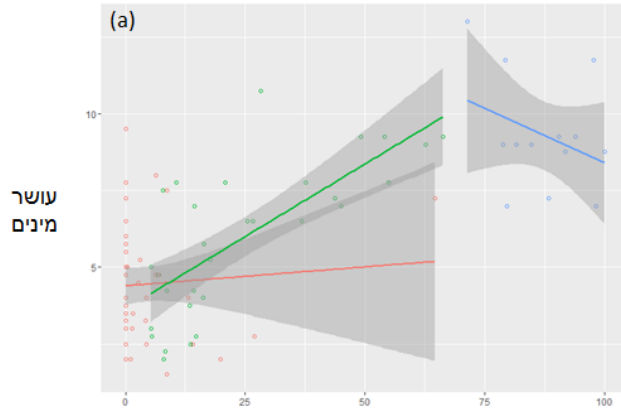
(regression  $t = 1.95$ ,  $P = 0.053$ ).



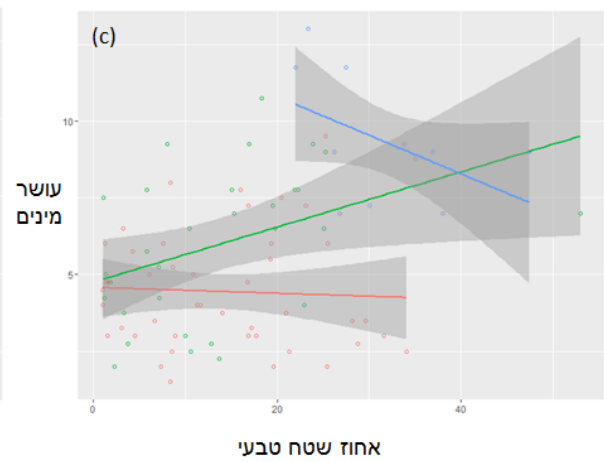
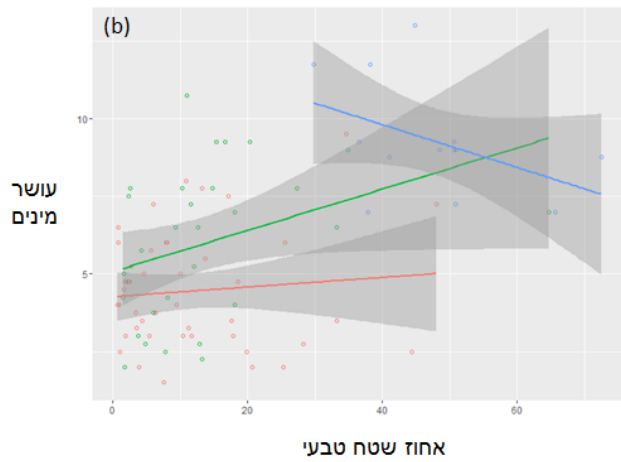
**איור 15:** השפעת אחוז שטח טבעי מסביב לחתך על עושר מיני צומח בשטח מעובד (באדום), במשארים (בירוק) ובשטחי מרעה (בכחול) בשלושה רדיוסים: 100 מטר (a), 500 מטר (b), 1000 מטר (c)



עבור עופות נמצאה אינטראקציה בין אחוז השטח הטבעי לבית הגידול (איור 16): עבור שדות לא היתה השפעה לשטח הטבעי כלל, עבור שולי שדות שטח טבעי מעלה את עושר המינים, אך המגמה מובהקת רק עבור מרחק 100 ו-1000 מטר (log-transformed data regression 100m<sup>2</sup>:  $t = 2.64$ ,  $P < 0.001$ ; 1000m<sup>2</sup>:  $t = 2.14$ ,  $P < 0.05$ ), ועבור שטחי מרעה אחוז השטח הטבעי מוריד את עושר המינים אבל לא בצורה מובהקת.



**איור 16:** השפעת אחוז שטח טבעי מסביב לחתך על עושר מיני עופות בשטח מעובד (באדום), במשארים (בירוק) ובשטחי מרעה (בכחול) בשלושה רדיוסים: (a) 100 מטר, (b) 500 מטר, (c) 1000 מטר

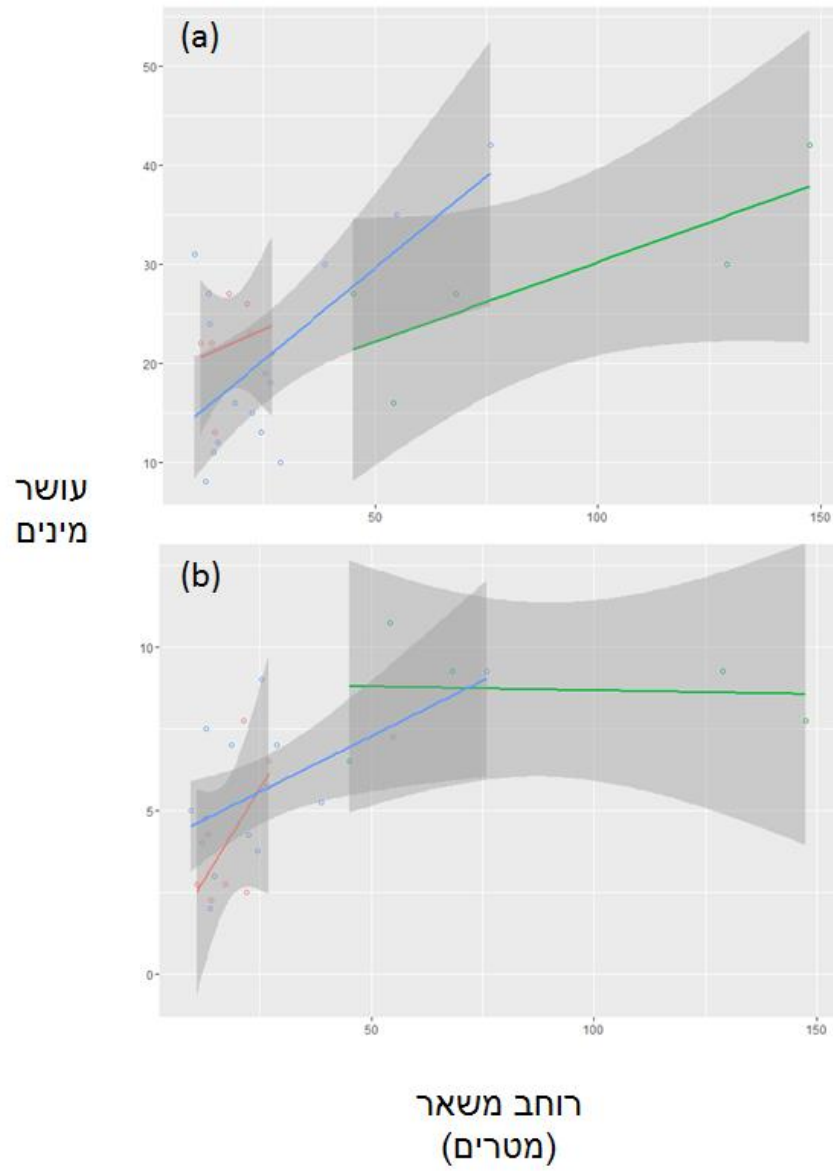


השפעת רוחב המשאר על עושר מיני צומח היא חיובית ולא נמצאה אינטראקציה עם סוג המשאר (איור 17a, log-transformed data regression adj.  $R^2=0.25$ ,  $P=0.03$ ). גם על עושר מיני עופות נמצאה השפעה חיובית ללא אינטראקציה עם סוג המשאר (איור 17b, log-transformed data regression adj.  $R^2=0.32$ ,  $P < 0.01$ ). לרוחב המשאר אין השפעה על שפעת הצרעות הפרזיטואידיות.



**איור 17:** השפעת רוחב המשאר על עושר מינים של צומח (a) ועופות (b) בשלושה סוגי משארים: שולי שדות (אדום), נחלים

(כחול), נטוע (ירוק)



## ניתוח כלכלי

סה"כ נאספו נתונים על 23 חלקות חיטה, 6 חלקות עגבניות, ו-7 חלקות אבטיח מללי מ-7 מגדלים שונים. רק 8 מחלקות החיטה נקצרו לגרעינים בשנה זו, בגלל מיעוט הגשמים. נתוני התפוקות כללו גרעינים (חיטה או אבטיח מללי), קש (תוצר לוואי של כל היבולים), שחת/תחמיץ לחיטה, ועגבניות לתעשייה. קיימים פערים גדולים בין היבולים המושקים לגידולי בעל: ממחיר של 600 ש"ח לטון שחת/תחמיץ עד 800 ש"ח לטון גרעיני חיטה. הגידולים הרווחיים יותר הם אבטיח מללי (13,000 ש"ח לטון גרעינים) ועגבניות (330 ש"ח לטון יבול), אך גם עלויות הגידול שלהם גדולות יותר.

תוצאות שני המודלים מרוכזות בטבלה 4. מודל הפדיון כלל נתונים מ-34 חלקות גידולי אבטיח ועגבניות מגדלים את הפדיון לעומת גידול חיטה, ועלות ההשקייה לא הראתה השפעה מובהקת על הפדיון. אחוז השטח הטבעי במרחק 500 מטר מהחלקה השפיע באופן חיובי על הפדיון של כלל הגידולים, ואילו אחוז שטח טבעי במרחק 100 מ' מורידה את הפדיון עבור חיטה, אבל מעלה את הפדיון של עגבניות באופן מובהק. מודל הרווח כלל נתונים מ-31 חלקות גידולי אבטיח ועגבניות מגדלים את הרווח לעומת גידול חיטה, וכך גם עלות ההשקייה. אחוז שטח טבעי במרחק 500 מטר מהחלקה מעלה את הרווח עבור כלל הגידולים ואילו השטח הטבעי במרחק 100 מ' מוריד את הרווח עבור כל הגידולים.

**טבלה 4:** תוצאות המודלים עבור הפדיון והרווח (ממוצע ושגיאת תקן)

משתנה	פדיון לדונם	רווח לדונם
גידול חיטה	414.22±110.96 **	218.49±94.83 *
גידול אבטיח מללי	502.66±272.30 .	926.08±212.61 ***
גידול עגבניות	3261.48±611.58 ***	2528.87±476.32 ***
עלות השקייה	0.32±0.68	-1.77±0.58 **
מגדל	-210.65±138.23	-293.31±116.75 *
שטח טבעי 500 מ'	18.88±7.86 *	18.80±6.91 *
שטח טבעי 100 מ' x גידול חיטה	-14.51±5.84 *	-12.67±4.94 *
שטח טבעי 100 מ' x גידול מללי	5.804±7.97	-
שטח טבעי 100 מ' x גידול עגבניות	41.32±17.54 *	-
N	34	31
adj. R2	0.96	0.75

מהתוצאות עולה שתרומת המשארים **לשמירה על המגוון הביולוגי** במצבם הנוכחי היא מועטה, וקיימת בעיקר במשארים רחבים כגון צירי נחלים גדולים ואזורים נטועים. עם זאת, תרומתם משתנה מקבוצה לקבוצה, ולכן יש להגדיר את מטרות השימור לאזור זה על מנת לפתח אסטרטגיה נכונה של שיקום ושימור משארים בשטח החקלאי (שולי שדות צרים או צירי נחלים רחבים). **פוטנציאל הנזק** כתוצאה מחדירת מזיקים לא הראה תוצאות ברורות בגלל הבדלים גדולים בין הקבוצות והגידולים, אבל התוצאות מראות שקיים פוטנציאל גבוה לויסות מזיקים באמצעות צרעות טפיליות שנמצאו בכמות רבה בעשבייה הטבעית במשארים וגם בתוך המטעים. **ההשפעה הכלכלית** של השטחים הטבעיים על הגידולים היא מורכבת, אך נראה שניתן למזער את הפגיעה הכלכלית בשטח החקלאי ע"י שימור משארים רחבים וכך לטפח מגוון ביולוגי גבוה. בהמשך הדיון נפרט את המורכבות של כל אחת מהנקודות.

### מדדי מגוון והרכב

החשיבות היחסית של המשארים למגוון ביולוגי משתנה בין הקבוצות השונות, כך שעבור פרוקי-רגליים קרקעיים ופרפרים נראה שטיפוח שולי שדות צרים הוא פתרון אופטימלי, ואילו עבור צומח ועופות נדרש ככל הנראה פתרון שנוטה לכיוון משארים רחבים כגון נחלים ואזורים נטועים. עם זאת, ע"פ הרכב החברות המשארים מייצגים מגוון בתי גידול נפרדים ושונים זה מזה, בעוד ששטחי המרעה דומים אחד לשני. דבר זה מביא לפוטנציאל למגוון גבוה בקנה-מידה רחב יותר דווקא בזכות המשארים. בנוסף, כדאי לקחת בחשבון מינים בעלי חשיבות לשימור שהראו זיקה דווקא לבית גידול של שולי שדות: שלושה מתוך המינים האדומים שמקננים באזור נצפו בעיקר במשארים (מעל 60% מהתצפיות) – פרנקולין, חרגולן זמירי וקנית אירופית.

### השפעות מקומיות ומרחביות על המגוון

רוחב המשאר משפיע לחיוב על מגוון המינים, דבר שמעיד על החשיבות של השארת פסי עשבייה רחבים (כגון נחלים), מאחר והעלייה היא משמעותית בעיקר בטווחים של מעל 10 מ' ולא ניכרת השפעה בטווח של שולי שדות צרים. יחד עם הנטייה של עופות להמצא במשארים שיש לידם פחות שטח מעובד ויותר שטחים טבעיים וההעדפה לשטחים נטועים, נראה שיש עדיפות ברורה לאסטרטגיה של שיקום צירי נחלים ולא לשולי שדות צרים במקרה של עופות. עם זאת, ייתכן והדפוסים הללו מושפעים בעיקר ממיני חורש, ולא מינים בעלי זיקה לשטחים חקלאיים או מינים אוכלי זרעים שמעדיפים בתות קוצים כפי שיש בשולי השדות.

## מזיקים ואוייבים טבעיים

ככלל, אוייבים טבעיים מראים נטייה להיות בעיקר בעשבייה הטבעית, ואילו המזיקים לא מראים מגמה ברורה אך יש מספרים לא מבוטלים מהם בתוך הגידולים. מגמות אלו מעידות על פוטנציאל ויסות מזיקים חיובי שטמון בשולי שדות ומטעים. הפוטנציאל נמצא כבר בשולי שדות צרים, מאחר ולא נצפתה השפעה לרוחב המשאר.

### השפעת כמות השוליים העשבוניים על רווחיות הגידולים

השפעת השטח הטבעי מסביב לחלקה הראה דגם מורכב, כאשר שטח טבעי בקנה-מידה רחב (500 מ') מעלה את הפדיון והרווח, ושטח טבעי בקנה-מידה מקומי (100 מ') גורם לירידה בפדיון וברווח עבור הגידול הדומיננטי (חיטה). בקנה-מידה רחב ייתכן ומדובר בהשפעה עקיפה שקשורה לעלייה בויסות מזיקים מוגבר וטיוב של השטח, או שבסקלה כזאת יש קורלציה בין האזור למגדל. אם אכן מדובר באפקט חיובי הרי שבסקלה נופית יש עניין גם למגדלים בטיפוח עשביית שוליים, ואין קונפליקט בין רוחב המשארים לבין רווחיות הגידולים. הפתרון האופטימלי במקרה כזה יהיה טיפוח של ערוצי נחלים רחבים ופחות שולי שדות צרים, כך נקבל משארים רחבים דיים למגוון ביולוגי גבוה ורווח למגדלים בקנה-מידה רחב. בקנה-מידה מקומי, חלקות שנמצאות קרוב למשארים רחבים, או שבקרבתן אזורים לא מעובדים רבים, עלולות לחוות ירידה בפדיון וברווח. אם מביאים בחשבון את השפעת רוחב המשאר על המגוון הביולוגי, נראה שיש כאן קונפליקט, מאחר והמגוון עולה עם העלייה ברוחב המשאר ואנחנו מעוניינים לשמור דווקא על המשארים הרחבים יותר ללא הפרעות. ניתן לחשב את הפיצוי הנדרש עבור שדות חיטה בעבור תחזוקת אזורי שוליים: עלייה של 1% בעשבייה במרחק 100 מ' משמעה עלייה של 1% במגוון הביולוגי (ע"פ מקדם הרגרסיה של הצומח), וירידה של 14.5 ש"ח לדונם בפדיון, ו-12.67 ש"ח לדונם ירידה ברווח. העלייה בפדיון העגבניות היא מפתיעה אך מאחר וחצי מהשדות הן של מגדל יחיד, והם מתאפיינים ברווח נמוך ומעט עשביית שוליים, קשה להפריד את השפעת המגדל מהשפעת השוליים העשבוניים.

### סיכום ומטרות להמשך

השיקולים האקולוגיים וגם הכלכליים מצביעים על פתרון אופטימלי של מיקוד מאמצים במשארים רחבים. עם זאת, נראה שיש פוטנציאל תועלת של ויסות מזיקים בטיפוח שוליים צרים וקרובים לחלקות, וכן קבוצות טקסונומיות ומינים לשימור שיהנו מטיפוח ממשק שוליים כזה. לכן הבחירה באסטרטגיה המועדפת צריכה להיעשות בהתאם למטרות שימור אזוריות. בפרט, כדאי לכלול בהגדרת המדדים לשימור התייחסות לקבוצות פונקציונליות ומיני מטרה, שכן דגמי מגוון מינים כולל הם מדד חלקי בלבד לחשיבות האקולוגית. למשל, מגוון העופות הוא נמוך במשארים

לעומת שטחי המרעה, אך ישנם מינים רבים בעלי זיקה לחקלאות שנמצאים בעיקר במשארים ובשדות, ויש לשאול את עצמנו האם אנחנו מעוניינים במגוון גבוה נטו או במגוון של עופות ייחודיים למערכות חקלאיות (בהמשך המחקר ננסה לפתח מדדים מסוג זה). ובכל מקרה נדרש שיקום וטיוב של שולי השדות ממצבם הנוכחי. בניגוד לפוטנציאל תועלת מויסות מזיקים, פוטנציאל הנזק לא היה חד משמעי, ויש לבחון אותו עבור גידולים שונים בהקשר למזיקים הספציפיים שלהם (המלצה אותה יישמנו השנה בניסויי המשך שערכנו, ויפורסמו בהמשך). מבחינה כלכלית, הגישה של טיפוח שולי שדות רבים וצירים עשויה לגרום לקונפליקט גדול יותר עם החקלאים, ולכן יש להמשיך לבחון את ההשפעה הכלכלית על גידולים שונים כפי שעשינו במחקר זה. גם בפן זה, סביר שממשק שוליים טוב יותר יוכל לשפר את התפקוד של המשארים מבחינת שירותי המערכת שהם מספקים.

- Anderson, A., McCormack, S., Helden, A., Sheridan, H., Kinsella, A. & Purvis, G. (2011) The potential of parasitoid Hymenoptera as bioindicators of arthropod diversity in agricultural grasslands. *Journal of Applied Ecology*, **48**, 382–390.
- Balmford, a., Green, R. & Phalan, B. (2012) What conservationists need to know about farming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **279**, 2714–2724.
- Dicks, L. V., Ashpole, J.E., Danhardt, J., James, K., Jonsson, A., Randall, N., Showler, D.A., Smith, R.K., Turpie, S., Williams, D. & Sutherland, W.J. (2013) *Farmland Conservation: Evidence for the Effects of Interventions in Northern and Western Europe*.
- Firbank, L.G., Smart, S.M., Crabb, J., Critchley, C.N.R., Fowbert, J.W., Fuller, R.J., Gladders, P., Green, D.B., Henderson, I. & Hill, M.O. (2003) Agronomic and ecological costs and benefits of set-aside in England. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **95**, 73–85.
- Kremen, C., Colwell, R.K., Erwin, T.L., Murphy, D.D., Noss, R.F. & Sanjayan, M.A. (1993) Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology*, **7**, 796–808.
- Mandelik, Y. & Roll, U. (2013) Diversity patterns of wild bees in almond orchards and their surrounding landscape. *Israel Journal of Plant Sciences*, **57**, 185–191.
- Nicholls, C.C.I. & Altieri, M.M.A. (2004) Designing species-rich, pest-suppressive agroecosystems through habitat management. *Agronomy*, **43**, 49–62.
- Oostermeijer, J.G.B. & van Swaay, C.A.M. (1998) The relationship between butterflies and environmental indicator values: a tool for conservation in a changing landscape. *Biological Conservation*, **86**, 271–280.
- Pe'er, G., Dicks, L. V., Visconti, P., Arlettaz, R., Baldi, A., Benton, T.G., Collins, S., Dieterich, M., Gregory, R.D., Hartig, F. & others. (2014) EU agricultural reform fails on biodiversity. *Science*, **344**, 1090–1092.
- Pe'er, G., van Maanen, C., Turbe, A., Matsinos, Y.G. & Kark, S. (2011) Butterfly diversity at the ecotone between agricultural and semi-natural habitats across a climatic gradient. *Diversity and Distributions*, **17**, 1186–1197.
- Robertson, G.P. & Swinton, S.M. (2005) Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: A grand challenge for agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **3**, 38–46.
- Sokos, C.K., Mamolos, A.P., Kalburtji, K.L. & Birtsas, P.K. (2013) Farming and wildlife in Mediterranean agroecosystems. *Journal for Nature Conservation*, **21**, 81–92.
- Thies, C., Roschewitz, I. & Tschardtke, T. (2005) The landscape context of cereal aphid-parasitoid interactions. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, **272**, 203–10.

Thomas, J.A. (2005) Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, **360**, 339–57.

Vickery, J.A., Feber, R.E. & Fuller, R.J. (2009) Arable field margins managed for biodiversity conservation: A review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **133**, 1–13.

Wilson, E.O. (1987) The little things that run the world (the importance and conservation of invertebrates). *Conservation Biology*, **1**, 344–346.

Wilson, E.O. (1992) *The Diversity of Life*.

גלעדי, א. וזיו, י. (2010) שימור מיני צומח נדירים בתוך פסיפס חקלאי בשפלה הדרומית. *נקודת ח"ן*.  
זמרני, ח., רותם, ד., סיני, י. ושוורץ, א. (2015) עמדות בקרב חקלאים על ממשקים ליצירת מסדרונות  
אקולוגיים בעמק חרוד - דו"ח התקדמות. *נקודת ח"ן*.  
פורת, י. (2011) מגוון מיני הזוחלים והדו-חיים במערכת חקלאית-אקולוגית ברמות יששכר: כלי להערכת  
ערכיות אקולוגית של שימושי קרקע חקלאיים. *עבודת מוסמך באוניברסיטת תל-אביב*.  
קול, מ., שטרנברג, מ. ועשת, ש. (2014) צמחיית כיסוי ככלי לשימור המגוון הביולוגי: שקלול שירותי מערכת  
חיוביים ושליליים של פרוקי רגליים בפרדס. *יום עיון נקודת ח"ן*. עמ' 28–22.  
קיסר, ת., הררי, א., שרון, ר., זהבי, ת. וגביש-רגב, א. (2013) גידול צמחי צוף בשולי כרמים לשימור אויבים  
טבעיים למטרות הדברה ביולוגית. *יום עיון נקודת ח"ן*. עמ' 22–16.  
קפלן, מ. וויטמן, נ. (2011) מסדרון אקולוגי רמת צבאים - גלבוע - חרוד. *רט"ג*.  
רותם, ד., אנגרט, נ., גולדשטיין, ח. ובן-נון, ג. (2015) מסדרונות אקולוגיים – מהלכה למעשה, עקרונות  
והנחיות לתכנון וממשק מסדרונות אקולוגיים בישראל. *רשות הטבע והגנים, ירושלים*.  
רותם, ד. ופורת, י. (2011) חקלאות אינטנסיבית ושמירה על מגוון מינים של זוחלים ודו-חיים: האם וכיצד  
ניתן לשלב בין השניים? *נקודת ח"ן*.  
שקדי, י. ושדות, א. (2000) מסדרונות אקולוגיים בשטחים הפתוחים: כלי לשמירת טבע. *פרסומי חטיבת  
המדע, רט"ג*.