

איתי אפוטובסקי

ביה"ס הבין-לאומי ללימודי מדבר ע"ש אלברט כץ, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

איריס מוסלי

המחלקה לאקולוגיה מדברית, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

פיליס ויינטראוב

המחלקה לאנטומולוגיה, מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני

יעל לובין

המחלקה לאקולוגיה מדברית, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב



נקבת עכביש ממשפחת הכדורניים (מהמין *Enoplognatha gemina*) עם שק ביצים. גודל העכביש כ-4.3 מ"מ | צילום: Pau-Shen Huang

לאן הולכים האויבים הטבעיים של המזיקים כשהחיטה נקצרת? בתי גידול חלופיים-עונתיים לעכבישים בסביבה החקלאית של צפון הנגב

גיליון אביב 2013 / כרך (1)4 / חקלאות, קיימות וסביבה 3 בפברואר, 2013

[מחקרי נקודת ח"ו](#)

ציטוט מומלץ

אפוטובסקי א, מוסלי א, ויינטראוב פ ולובין י. 2013. לאן הולכים האויבים הטבעיים של המזיקים כשהחיטה נקצרת? בתי גידול חלופיים-עונתיים לעכבישים בסביבה החקלאית של צפון הנגב. *אקולוגיה וסביבה* 4(1): 64-69.

על קצה המזלג

- לשימוש באויבים טבעיים במאבק נגד מזיקים בשדה החקלאי יש יתרונות רבים.
- אחד הגורמים המגבילים פעולה זו הוא הפרעות התכופות בשדה – פועל יוצא של העיבוד החקלאי עצמו – הפוגעות בבית הגידול של האורגניזם שרוצים לטפח.
- מאמר זה בוחן שטחים פתוחים השכנים לשדה החקלאי, עצים בגבול השדה או שדות שיש בהם גידולים אחרים, כבתי גידול חלופיים לאורגניזמים שהם אויבים טבעיים למזיקים.
- המחקר העלה ששדות פתוחים הסמוכים לשדות החיטה הם בית גידול חלופי מתאים ביותר לעכבישים, שנאלצים לעזוב את השדה החקלאי לאחר הקציר.
- האינטרס החקלאי הוא טיפוח שטחים פתוחים בצמידות לשדות החיטה בנגב. הטיפול יתרום להפצה מהירה של עכבישים אל השדות בעונת הגידול הבאה, ויביא להפחתת נזקי המזיקים.

המערכת

תקציר

הסביבה החקלאית היא סביבה בעלת רמת הפרעה גבוהה, ועל כן קשה לאויבים טבעיים של מזיקים חקלאיים לקיים בה אוכלוסיות יציבות. הפרעות אלה מודגשות בסביבה החקלאית-מדברית שקיימים בה הבדלים גדולים בתנאים הביולוגיים והאביוטיים בין בתי הגידול השונים. בנגב הצפוני החיטה היא גידול חורף עיקרי. שיערנו כי בין עונות הגידול ישנה חשיבות לבתי גידול חלופיים, שאינם שדות החיטה, כמחסה לאויבים טבעיים, כאתר רבייה או כמקור למזון. מטרת המחקר הייתה בחינת שימושם של בתי הגידול החלופיים (עצים נטועים, שטחים פתוחים וגידולי קיץ) בסביבה החקלאית-מדברית במהלך עונות גידול החיטה וביניהן, כמקור הפצה או כאתר רבייה לעכבישים שהם אויבים טבעיים פוטנציאליים של כנימות עֵלָה. במאמר התמקדנו בשתי משפחות עכבישים: ערסלניים (Linyphiidae), הנמצאים העיקר בשדות חקלאיים ולכן נחשבים "עכבישים חקלאיים", וכדורניים (Theridiidae) המהגרים אל שדות החיטה. איסוף העכבישים התבצע משדות חיטה ומבתי גידול חלופיים הצמודים להם באמצעות מלכודות נפילה ומכשיר שאיבה. מצאנו כי השטחים הפתוחים משמשים מקור הפצה לסוג הכדורניים הנפוץ בשדות החיטה (*Enoplognatha*). מצאנו כי העצים הנטועים אינם משמשים מקור הפצה או אתר רבייה לקבוצות אלה.

לסיכום, הראינו כי השטחים הפתוחים הם בית גידול חלופי לעכבישים בין עונות גידול החיטה, ושהם מהגרים מהם אל שדות החיטה הפעילים. התוצאות מצביעות על החשיבות בשימור שטח מדברי טבעי מסביב לשדות חיטה בנגב הצפוני. ייתכן שחשיבותו גדולה אף יותר מזו של העצים הנטועים, מאחר שהוא מקור להגירת עכבישים – הידועים כטורפים של מזיקי חיטה – אל השדות החקלאיים. יש לשמר ואף להגדיל את כמות השטחים הפתוחים כדי הגדיל את כמות האויבים הטבעיים של מזיקי החיטה בסביבה החקלאית של צפון הנגב.

מבוא

אוכלוסיות אויבים טבעיים (בעיקר פרוקי רגליים טורפים וטפילים) ידועות כבעלות יכולת לצמצם אוכלוסיות מזיקים בחקלאות. עם זאת, הסביבה החקלאית היא סביבה בעלת רמת הפרעה גבוהה, ועל כן קשה לאוכלוסיות יציבות של אויבים טבעיים להתקיים בה [14]. מיקום הגידולים בסביבה החקלאית משתנה משנה לשנה, ומיני מזיקים מצליחים לשרוד ולהתרבות בבתי גידול חקלאיים המשתנים בזמן ובמרחב הודות ליכולת הפצה גבוהה ולמחזור חיים קצר [1]. לעומת זאת, רוב מיני האויבים הטבעיים, ובעיקר הטורפים, הם בעלי מחזור חיים ארוך יחסית לעונת הגידול בשדות החקלאיים. כדי לשמר אוכלוסיות בנות-קיימא של אויבים טבעיים נדרשים בתי גידול חלופיים בין עונות הגידול, שיספקו מחסה, מקור נוסף למזון ואתרי רבייה [3, 14].

בסביבה החקלאית באזור המדברי של צפון הנגב משובצים בתי גידול חלופיים שונים, הכוללים שטחים טבעיים וחצי-טבעיים ובתי גידול של עצים נטועים וטבעיים. כל בית גידול מתאפיין בתנאים הייחודיים לו וברמת יציבות משלו לאורך השנה. בניגוד לבית הגידול החקלאי שמכיל צמחייה אחידה וצפופה וסביבה לחה, בית הגידול הטבעי הוא יציב, אבל יבש במהלך רוב השנה, ובו עונת גידול קצרה של צמחים חד-שנתיים המופיעים לאחר הגשמים. בית הגידול של עצים נטועים וטבעיים משלב יציבות של בית הגידול המדברי עם כיסוי צומח ותנאי מיקרו-אקלים נוחים גם במהלך הקיץ כאשר שאר בתי הגידול יבשים.

עבודה זו מתמקדת בעכבישים שהם אויבים טבעיים של מזיקים. עכבישים ידועים כטורפים כוללניים המגוונים באורח חייהם, בהתנהגות הטריפה שלהם ובהעדפת בית הגידול [4, 5, 13]. חשיבות העכבישים כטורפים של מזיקי חקלאות ידועה [4, 10, 11], אך הידע לגבי תפקידם במערכת החקלאית המדברית עדיין לוקה בחסר. במחקרים קודמים בסביבה החקלאית של צפון הנגב מצאנו שקיימות שלוש משפחות עכבישים דומיננטיות בשדות: הקטועניים (Gnaphosidae), הכדורניים (Theridiidae) והערסלניים (Linyphiidae). הקטועניים והכדורניים מהגרים לשדות החיטה שיצרונותם גבוהה יחסית לסביבה הטבעית, אך אינם מגיעים לבגרות ולרבייה במהלך עונת הגידול [2]. לעומת זאת, משפחת הערסלניים נמצאת כמעט רק בשדות החיטה המעובדים. רוב המינים ממשפחה זו אינם עוברים לבית הגידול המדברי, העוין עבורם, או שאינם יכולים להתקיים בו [2, 7, 8]. מאמר זה בוחן את השימוש בבתי הגידול השונים בסביבה החקלאית במהלך מחזור חייהם של עכבישים ממשפחות הערסלניים והכדורניים. עכבישים ממשפחות אלה הם בוני רשתות ובעלי אורך חיים דומה, וידועים כטורפים של מזיקי חיטה (כנימות עֵלָה – Aphididae).

שיטות וחומרים

אזור המחקר

עכבישים נדגמו ב-14 אתרים באזור קיבוץ בארי בשנת 2011. אתרי הדגימה כללו שדות חיטה, שהם הגידול העיקרי בסביבה זו, ובתי גידול חלופיים הצמודים לחיטה. בשישה אתרים היו שדות החיטה צמודים לעצי איקליפטוס נטועים (להלן – עצים נטועים), ארבעה אתרים היו צמודים לשטח טבעי-מדברי פתוח (להלן – שטח פתוח) וארבעה אתרים היו צמודים לשדות חמניות שהם גידול קיץ חד-שנתי (אתרים אלה נדגמו רק בין עונות גידול החיטה, להלן – חמניות). בדרך כלל שדות החיטה באזור זה אינם מושקים, אך בשנת 2011 הושקו שני שדות סמוך לעצים הנטועים.

דגימת עכבישים

העכבישים נדגמו ארבע פעמים במהלך עונת גידול החיטה (נובמבר, ינואר, פברואר ואפריל) ושלוש פעמים בין עונות גידול החיטה (יוני, אוגוסט וספטמבר). הדגימה התבצעה באמצעות מלכודות נפילה ומכשיר שאיבה, 50 מטר מגבול השדה בקו ישר המקביל לגבול, אל פנים השדה החקלאי ואל בית הגידול החלופי הצמוד (בסך הכול 16 מלכודות ו-10 דגימות שאיבה באתר). מלכודות הנפילה הקבורות בקרקע שימשו לאיסוף עכבישים שהתהלכו על פני הקרקע, ואילו מכשיר השאיבה לכד עכבישים שנמצאו על הצמחייה.

העכבישים הבוגרים הוגדרו לרמת המין על פי מדריכים ומאמרים טקסונומיים. פרטים תת-בוגרים וצעירים הוגדרו לסוגים ולמורפו-מינים על פי צורה חיצונית.

ניתוח הנתונים

נבחנה השפעת שני גורמים: **תקופת הדגימה** (עונת גידול החיטה ובין עונות הגידול) ו**בית הגידול** (בית גידול פתוח, עצים נטועים, שדות חמניות ושדות החיטה הצמודים להם) על ממוצע הפרטים למלכודת או לדגימה (שיטת הלכידה שהייתה היעילה ביותר לקבוצת העכבישים המסוימת היא זו שנבחנה סטטיסטית) באמצעות מבחן לא-פרמטרי Kruskal-Wallis. אם שני הגורמים נמצאו מובהקים, נבדקה השפעת בית הגידול לכל תקופת דגימה בנפרד. תוצאות מובהקות נבחנו באמצעות מבחן פוסט-הוק מסוג Pairwise Wilcoxon rank sum עם תיקון לפי Bonferroni. המבחנים הסטטיסטיים בוצעו באמצעות תכנת R^[12].

תוצאות

בסך הכול נלכדו 5,089 עכבישים; 544 פרטים מתוכם, השייכים ל-18 משפחות, נלכדו במהלך עונת גידול החיטה בשדות החיטה.

ערסלניים

משפחה זו הייתה הנפוצה ביותר בשדות החיטה ו-25% מכלל הפרטים שנלכדו בשדות החיטה השתייכו אליה. ניתוח השימוש של הערסלניים בבתי הגידול השונים מתבסס על לכידות במלכודות הנפילה (**טבלה 1, איור 1א**). הערסלניים הופיעו בשפע גדול יותר במהלך עונת החיטה, ומרבית הפרטים הופיעו בשדות החיטה הצמודים לעצים נטועים. בין עונות החיטה הופיעו מרבית הפרטים בשדות חיטה חרושים הצמודים לשדות חמניות (אך ההבדל אינו מובהק סטטיסטית). המינים הנפוצים ביותר של משפחה זו הם: 28% *Alioranus pastoralis* מכלל הערסלניים שנלכדו בשדות חיטה) ו-22% *Trichonoides piscator* (הפרטים). שני המינים היו נפוצים יותר בשדות החיטה מאשר בבתי גידול אחרים (**איור 1ב, 1ג**). *A. pastoralis* הופיע בעונת החיטה בלבד, בעיקר בשדות חיטה אך גם בשטחים הפתוחים (ללא הבדל מובהק ביניהם) (**טבלה 1, איור 1ב**). *T. piscator* הופיע במהלך כל השנה, בעיקר בשדות החקלאיים (אך ללא הבדל מובהק בהשוואה לבתי גידול אחרים) (**טבלה 1, איור 1ג**). מאחר שלא נמצאו צעירים במשפחה זו, לא ניתן לנתח את השימוש בבתי הגידול השונים עבור שלב מחזור חיים זה של הערסלניים.

טבלה 1. השפעת שני הגורמים (בית גידול ותקופת הדגימה) על שפע ממוצע של הקבוצות השונות (ערסלניים וכדורניים) ההשפעה נבדקה עבור כל המינים יחד ועבור סוגים, מינים עיקריים ופרטים צעירים מאותן משפחות. המובהקות הסטטיסטית מוצגת בעמודת p. אם בית הגידול ותקופת הדגימה נמצאו מובהקים סטטיסטית ($p < 0.05$), נבדקה השפעת בית הגידול בכל תקופת דגימה בנפרד. עמודת ההבדלים המובהקים מציינת את ההבדלים המובהקים לאחר בחינה במבחן פוסט-הוק (ראו שיטות). סימן מינוס (-) מראה שמבחני פוסט-הוק אינם מובהקים.

קבוצה	גורם נבדק	p	הבדלים מובהקים
ערסלניים	תקופות דגימה	0.002	עונת החיטה < בין העונות
	בית גידול	0.001	חיטה הצמודה לעצים < עצים (0.04)
	בית גידול (בעונת החיטה)	0.01	חיטה הצמודה לעצים < עצים (0.03)
	בית גידול (בין העונות)	0.01	-
	בית גידול (בעונת החיטה)	0.03	-
	תקופות דגימה	0.44	-
<i>Alioranus pastoralis</i>	בית גידול	<0.001	חמניות < חיטה צמודה לשטח פתוח (0.01) חמניות < שטח פתוח (0.01) חמניות < עצים (0.01)
	תקופות דגימה	<0.001	עונת החיטה < בין העונות
כדורניים	בית גידול	0.02	חיטה צמוד לשטח פתוח < עצים (0.01)
	בית גידול (בעונת החיטה)	<0.001	חיטה צמוד לשטח פתוח < עצים (0.01)
	בית גידול (בין העונות)	0.47	-
	תקופות דגימה	<0.001	עונת החיטה < בין העונות
<i>Enoplognatha</i>	בית גידול	0.04	-
	בית גידול (בעונת החיטה)	0.01	חיטה צמוד לשטח פתוח < עצים (0.03) שטח פתוח < עצים (0.03)
	בית גידול (בין העונות)	0.47	-
	בית גידול	0.52	-
<i>Enoplognatha</i> צעירים			

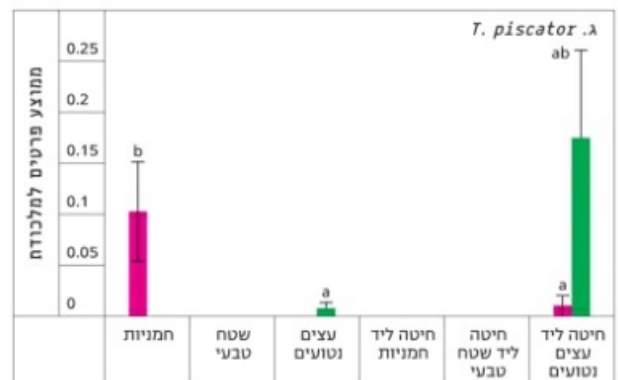
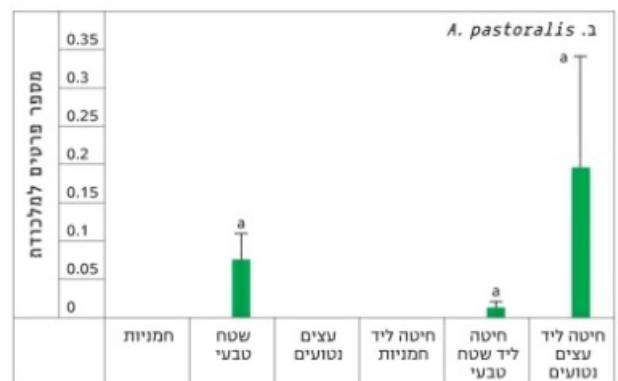
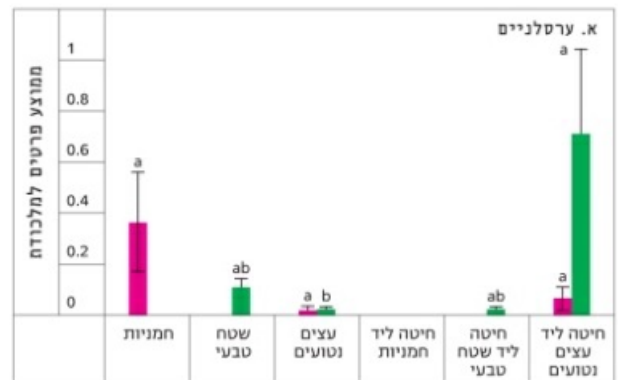
טבלה 1

השפעת שני הגורמים (בית גידול ותקופת הדגימה) על שפע ממוצע של הקבוצות השונות (ערסלניים וכדורניים)

ההשפעה נבדקה עבור כל המינים יחד ועבור סוגים, מינים עיקריים ופרטים צעירים מאותן משפחות. המובהקות הסטטיסטית מוצגת בעמודת p. אם בית הגידול ותקופת הדגימה נמצאו מובהקים סטטיסטית ($p > 0.05$), נבדקה השפעת בית הגידול בכל תקופת דגימה בנפרד. עמודת ההבדלים המובהקים מציינת את ההבדלים המובהקים לאחר בחינה במבחן פוסט-הוק (ראו שיטות). סימן מינוס (-) מראה שמבחני פוסט-הוק אינם מובהקים.

איור 1. ממוצע הפרטים של משפחת הערסלניים למלכודת נפילה

א: כלל הפרטים מהמשפחה; ב, ג: שני המינים הנפוצים ביותר (ממוצע±שגיאת תקן). הגרף מציין את בתי הגידול השונים שנדגמו, ואת תקופות הדגימה. העמודות הירוקות מייצגות את עונת החיטה, והעמודות הוורודות כהות מייצגות את החקופה שבין עונות גידול החיטה. האותיות מעל העמודות מציינות הבדלים סטטיסטיים בין בתי הגידול בחורף כל אחת מתקופות הדגימה (אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים, $p < 0.05$).



איור 1

ממוצע הפרטים של משפחת הערסלניים למלכודת נפילה

א: כלל הפרטים מהמשפחה; ב, ג: שני המינים הנפוצים ביותר (ממוצע±שגיאת תקן). הגרף מציין את בתי הגידול השונים שנדגמו ואת תקופות הדגימה. העמודות הירוקות מייצגות את עונת החיטה, והעמודות הוורודות כהות מייצגות את החקופה שבין עונות גידול החיטה. האותיות מעל העמודות מציינות הבדלים סטטיסטיים בין בתי הגידול בחורף כל אחת מתקופות הדגימה (אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים, $p < 0.05$).

מעל העמודות מציינות הבדלים סטטיסטיים בין בתי הגידול בתוך כל אחת מתקופות הדגימה (אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים, $p > 0.05$).

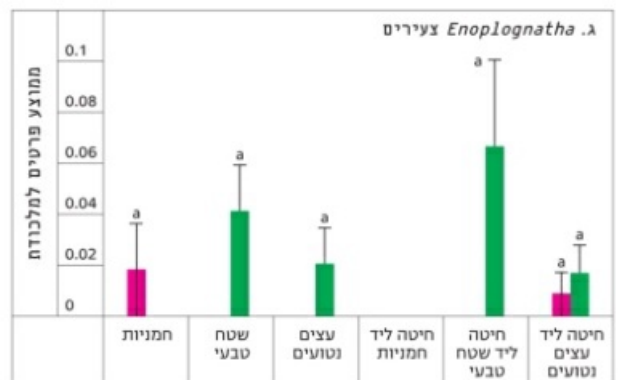
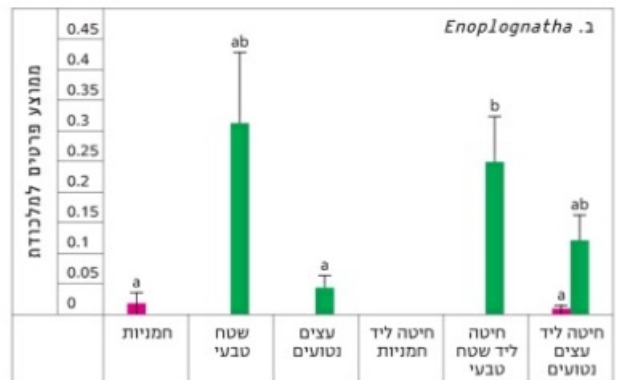
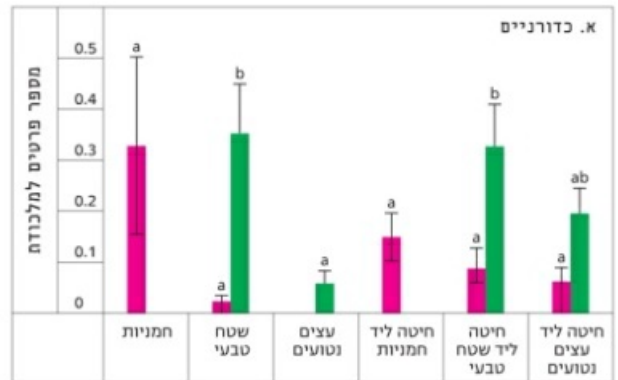
כדורניים

משפחה זו הייתה שלישית במידת השכיחות שלה, ו-14% מכלל הפרטים שנלכדו בשדות חיטה השתייכו אליה. היא נבחרה להצגה בגלל מידת הדמיון שהיא נושאת מבחינה אקולוגית למשפחת הערסלניים ועקב חשיבותה בבקרת אוכלוסיות כנימות העֵלָה^[6]. ניתוח השימוש בבתי הגידול השונים על-ידי הכדורניים מתבסס על לכידות במלכודות נפילה (מלבד צעירים שנאספו במכשיר השאיבה). הכדורניים הופיעו בעיקר במהלך עונת החיטה, והיו נפוצים ביותר בבית הגידול הפתוח ובשדות החקלאיים הצמודים לו (טבלה 1, איור 2). הסוג הנפוץ ביותר בקרב הכדורניים בשדות החיטה הוא *Enoplognatha*, שנמצא בשדות ובשטחים הפתוחים בעיקר בעונת החיטה (טבלה 1, איור 2). אף על פי שישנם שני מינים נפוצים בסוג זה (*E. gemina*, *E. macrochelis*), לא היו מספיק פרטים לניתוח סטטיסטי נפרד. הצעירים מסוג *Enoplognatha* נמצאו, בעיקר בעונת החיטה, בכל בתי הגידול (טבלה 1, איור 2).

איור 2. ממוצע הפרטים הבוגרים ממשפחת הכדורניים למלכודת

נפילה וממוצע הפרטים הצעירים מהסוג *Enoplognatha* לשאיבה

א: כלל הפרטים מהמשפחה; ב: הסוג הנפוץ ביותר; ג: פרטים צעירים שנלכדו בשאיבה (ממוצע ± שגיאת תקן). הגרף מציין את בחי הגידול השונים שנדגמו ואח תקופות הדגימה. העמודות הירוקות מייצגות את עונת החיטה, והעמודות הורודות כהות מייצגות את החקופה שבין עונות גידול החיטה. האותיות מעל העמודות מציינות הבדלים סטטיסטיים בין בחי הגידול בחורף כל אחת מחקופות הדגימה (אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים, $p < 0.05$).



איור 2

ממוצע הפרטים הבוגרים ממשפחת הכדורניים למלכודת נפילה וממוצע הפרטים הצעירים מהסוג *Enoplognatha* לשאיבה

א: כלל הפרטים מהמשפחה; ב: הסוג הנפוץ ביותר; ג: פרטים צעירים שנלכדו בשאיבה (ממוצע ± שגיאת תקן). הגרף מציין את בחי הגידול השונים שנדגמו ואת תקופות הדגימה. העמודות הירוקות מייצגות את עונת החיטה, והעמודות הורודות כהות מייצגות את החקופה שבין עונות גידול החיטה. האותיות מעל העמודות מציינות הבדלים סטטיסטיים

בין בתי הגידול בתוך כל אחת מתקופות הדגימה (אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים, $p > 0.05$)

דיון ומסקנות

במחקרנו מצאנו כי **הערסלניים והכדורניים נמנעו מהעצים הנטועים**, ייתכן שבגלל תנאים שאינם מתאימים לבניית רשתות. עם זאת, הערסלניים הופיעו בצפיפות גדולה בשדות חקלאיים הצמודים לעצים נטועים, ככל הנראה בעקבות השפעת השדות המושקים שנמצאו בשנה זו ליד עצים נטועים.

בניגוד לעצים הנטועים, **בתי הגידול הפתוחים** השפיעו על אוכלוסיות עכבישים בשדות החיטה. ה-*Enoplognatha*, עכבישים ממשפחת הכדורניים שנפוצים בשדות חקלאיים, נמצאו יותר בשטחים הפתוחים מאשר בעצים הנטועים, וככל הנראה זהו מקור ההפצה שלהם במהלך עונת גידול החיטה. אף על פי שהערסלניים נחשבים משפחה של "עכבישים חקלאיים", המין הנפוץ ביותר של ערסלן (*A. pastoralis*) הופיע גם בבית הגידול החקלאי וגם בבתי הגידול הפתוחים. בתצפיות שלא פורסמו מצאנו כי מין זה משלים את מחזור חייו בשדה, אך אין לנו מידע לגבי ההפצה לשטח הפתוח או הפצה חוזרת ממנו. Opatovsky and Lubin^[7] הראו כי הערסלניים אינם מהגרים אל השטחים הפתוחים לאחר קציר החיטה, אלא מאכלסים את השוליים שבין השדה לשטח הפתוח. בניגוד ל-*A. pastoralis* המין השני בשכיחותו בשדות החקלאיים (*T. piscator*) הוא "עכביש חקלאי" מובהק, שכלל הנראה נודד בין שדות חקלאיים במהלך השנה. הוא זקוק לשדות אלה כדי להמשיך את מחזור חייו בסביבה החקלאית ולקיים אוכלוסייה בת-קיימא.



ורשת עצים הנטועים לצד שדה חיטה בצפון-מערב הנגב | צילום: איתי אופטובסקי

לסיכום, הראינו כי לשטחים הפתוחים, יותר מאשר לעצים הנטועים, חשיבות מרובה כמקור הפצה לעכבישים, שידועים כטורפי מזיקים חקלאיים (כנימות עֵלָה)^[6] ושמגרים לשדות החיטה. מחקר קודם שערכנו הראה כי לאחוז הכיסוי של השטח הפתוח השפעה חיובית על שפע העכבישים ממשפחת הכדורניים בשדות החיטה עד לרדיוס של 1 ק"מ מהשדות^[9]. ההמלצה העיקרית העולה מהמחקר היא לשלב שטחים פתוחים הכוללים צמחייה טבעית בצמידות לשדות חיטה, ואולי לשלבם אפילו על חשבון שטחי העצים הנטועים. בדרך זו יגדל מגוון בתי הגידול בסביבה זו, והדבר יביא לשימור אוכלוסיות האויבים הטבעיים של המזיקים^[3]. עם זאת, ייתכן כי מיני עכבישים אחרים, שגם הם טורפים מזיקים של חיטה, זקוקים לבית הגידול של העצים הנטועים. יש לזכור כי לבתי גידול שונים עשויה להיות השפעה מנוגדת על מינים שונים, וכי גם למינים קרובים מאותו הסוג יהיה שימוש שונה בבתי הגידול החלופיים. לפיכך, יש לבחון כעת את ההשפעה של מיני עכבישים שונים על אוכלוסיות המזיקים בשדה.

מקורות

- Ehler L and Miller J. 1978. Biological control in temporary agroecosystems. *Biocontrol* **23**: 207-212 .1
- Gavish-Regev E, Lubin Y, and Coll M. 2008. Migration patterns and functional groups .2
.of spiders in a desert agroecosystem. *Ecological Entomology* **33**: 202-212
- Landis DA, Wratten SD, and Gurr GM. 2000. Habitat management to conserve natural .3
.enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* **45**: 175-201
- Nyffeler M and Benz G. 1987. Spiders in natural pest control: A review. *Journal of* .4
Applied Entomology **103**: 321-339
- Nyffeler M, Sterling W, and Dean D. 1994. How spiders make a living. *Environmental* .5
Entomology **23**: 1357-1367
- Opatovsky I, Chapman EG, Weintraub PG, et al. 2012. Molecular characterization of .6
the differential role of immigrant and agrobiont generalist predators in pest
.suppression. *Biological Control* **63**(1): 25-30
- Opatovsky I and Lubin Y. 2012. Coping with abrupt decline in habitat quality: Effects of .7
.harvest on spider abundance and movement. *Acta Oecologica* **41**: 14-19
- Pluess T, Opatovsky I, Gavish-Regev E, et al. 2008. Spiders in wheat fields and semi- .8
.desert in the Negev (Israel). *Journal of Arachnology* **36**: 368-373
- Pluess T, Opatovsky I, Gavish-Regev E, et al. 2010. Non-crop habitats in the landscape .9
enhance spider diversity in wheat fields of a desert agroecosystem. *Agriculture,*
Ecosystems & Environment **137**(1-2): 68-74
- Sunderland K. 1999. Mechanisms underlying the effects of spiders on pest .10
.populations. *Journal of Arachnology* **27**: 308-316
- Symondson WOC, Sunderland KD, and Greenstone MH. 2003. Can generalist .11
.predators be effective biocontrol agents? *Annual Reviews of Entomology* **47**: 561-594
- Team R. 2010. R: A language and environment for statistical computing. Vienna .12
(Austria): R Foundation for Statistical Computing
- Uetz GW, Halaj J, and Cady AB. 1999. Guild structure of spiders in major crops. .13
Journal of Arachnology **27**: 270-280
- Wissinger SA. 1997. Cyclic colonization in predictably ephemeral habitats: A template .14
.for biological control in annual crop systems. *Biological Control* **10**: 4-15