



## השפעת ממשק ידידותי על מגוון המינים (מגוון ביולוגי) בשטחים חקלאיים ועל היבול ואיכותו

מספר תוכנית המחקר: 870-6047-10

שם המדריך / חוקר ראשי: ענת לוינגרט-אייצ'יצי – אגף אגרואקולוגיה וגד"ש, שה"מ, משרד

החקלאות ופיתוח הכפר

שמות חוקרים שותפים: דר' ליאורה שאלתיאל-הרפז – מו"פ צפון, שושי פלס – מו"פ צפון, שאול גרף

– מו"פ צפון, ניצן רוטמן – המחלקה להדרים, שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

דואר אלקטרוני של החוקר הראשי: [anatlw@shaham.moag.gov.il](mailto:anatlw@shaham.moag.gov.il)

### תקציר

בעמק החולה, החל מקיץ 2010 מתקיים בישובים בית הילל, שדה נחמיה וכפר בלום מיזם להפחתת השימוש ברעלים בחקלאות וקיום ממשק ידידותי. הממשק הידידותי כולל פיקוח בכל ענפי הצומח: נשירים, פרדס, גד"ש וירקות, העדפת שימוש בתכשירי הדברה ידידותיים לאדם ולסביבה, פיזור מלכודות ללכידת בוגרים של זבוב הפירות בחצרות הבתים, במטעים ובפרדסים במשך כל השנה וסניטציה.

מטרת מחקר זה היתה לבחון האם ממשק ההדברה מופחת רעלים מעשיר את המגוון הביולוגי בפרדסים ומעלה את שיעור החרקים המועילים, האויבים הטבעיים, של המזיקים בפרדסים. אי לכך, נעשתה העבודה בשני זני ההדרים הדומיננטיים באזור: אשכולית אדומה מהזן "סטאר רובי" והקליף "אור" בפרדס של כפר בלום (הדברה בממשק ידידותי לסביבה) ובפרדס עמיר (הדברה בממשק ממ"קל).

בשנת המחקר הראשונה והשנייה נמצאו הבדלים באוכלוסיות החרקים המועילים כמו גם המזיקים כתלות בממשק ההדברה. בממשק הידידותי נמצאו יותר מועילים לעץ מאשר בפרדסים המטופלים בממשק הממ"קל, בשני הזנים. בשנה השנייה לממשק הידידותי חלה עליה במספר המזיקים אך מגמה זו התהפכה בשנת המחקר השלישית. בהשוואת מגוון המינים ניכר שהממשק הידידותי מאפשר התפתחות של מגוון מינים גבוה יותר מאשר בממשק הממ"קל. בשנת המחקר השלישית בה פרדסי קיבוץ עמיר עברו גם הם לממשק ידידותי חלה עליה במגוון המינים בפרדסים אלו בדומה למגוון בפרדסי כפר בלום. בשני הממשקים לא נמצאה כלל נגיעות בזבוב הפירות הים תיכוני בקטיפה ולא דווח על פסילה של פרי בבתי האריזה בשל הימצאות מזיקים כלשהם.

### מבוא

מגוון ביולוגי הוא המדד לשונות בטבע ומתאר את הגיוון של היצורים מכל מארגי המזון והמערכות האקולוגיות שהם משתייכים אליהם ואת התהליכים האקולוגיים שתומכים בהם. המגוון הביולוגי מהווה מרכיב בחוליות של כל מחזורי החיים על פני כדור הארץ. יחסי הגומלין בין היצורים השונים במערכת האקולוגית מבקרים את קצב

התהליכים שמתרחשים בה, את גודל האוכלוסיות, ביניהן אוכלוסיות מזיקים, גורמי מחלות, מאביקים ועוד. יש לכך חשיבות על אופן תיפקודן של המערכות האקולוגיות ואיכות שירותי המערכת האקולוגית לאדם. בעשורים האחרונים גברה ההכרה בעולם כי קיומו של האדם ורווחתו תלויים במגוון הביולוגי ובשירותים שהמערכות האקולוגיות מספקות (גבריאלי וחוב). כדי לפתח חקלאות בת קיימא יש לדאוג לממשקים שיתמכו במגוון הביולוגי (Altieri 1999).

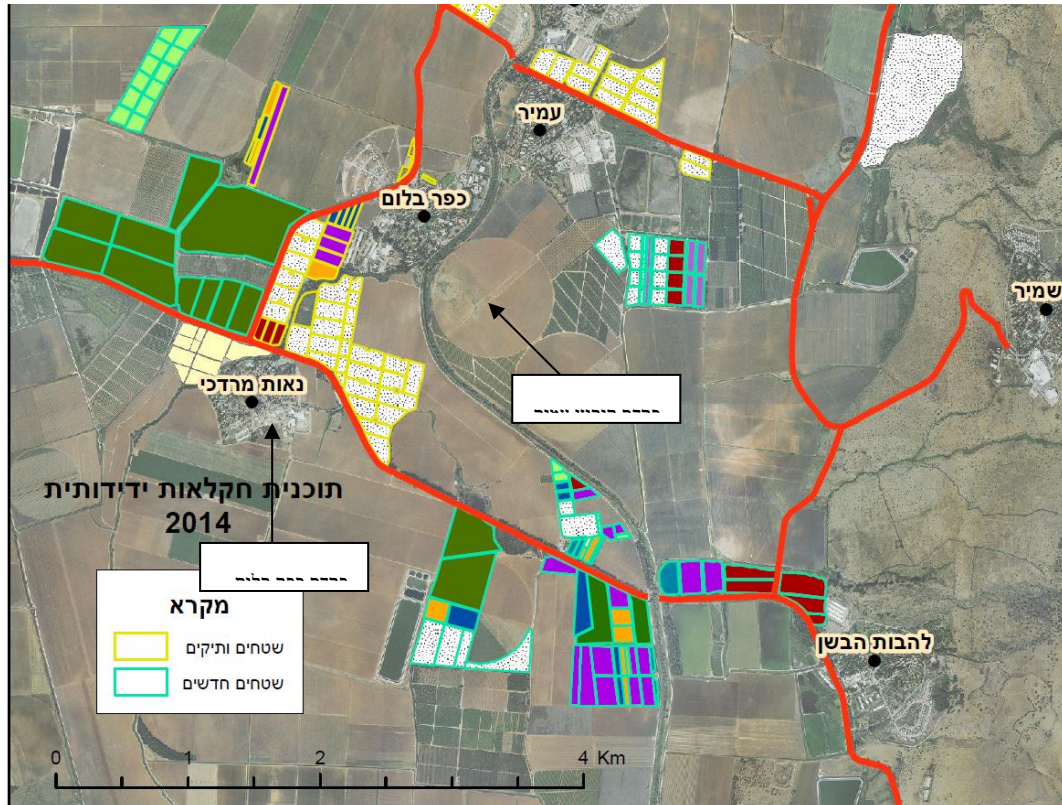
בעמק החולה, החל מקיץ 2010, מתקיים ביישובים בית הילל, שדה נחמיה וכפר בלום מיזם להפחתת השימוש ברעלים בחקלאות וקיום ממשק ידידותי. יעדי המיזם הם: **א.** צמצום הדרגתי של השימוש בפועל בחומרי הדברה רעילים ומסוכנים לאדם ולסביבה בכל המרחב ופיתוח אלטרנטיבות ידידותיות; **ב.** פיתוח ממשק לחקלאות ידידותית בכל הענפים כדי ליצור איזון אקולוגי שיהיה בעל ערך כלכלי וסביבתי; **ג.** שיתוף מלא של המגדלים מכל המגזרים - באיסוף וקבלת מידע, בקבלת החלטות וביישומם

הממשק הידידותי כולל פיקוח בכל ענפי הצומח: נשירים, פרדס, גד"ש וירקות, העדפת שימוש בתכשירי הדברה ידידותיים לאדם ולסביבה, פיתוח שימוש בטכנולוגיה מתקדמת בניטור מזיקים, פיזור מלכודות ללכידת בוגרים של זבוב הפירות בחצרות הבתים, במטעים ובפרדסים במשך כל השנה וסניטציה. ב-2011 השטח שבו התבצע ממשק זה היה כ-6000 דונם שמתוכם 2650 דונם הם פרדסים כאשר ב-2012 הוא גדל לכ-10000 דונם שמתוכם 3170 דונם הם פרדסים. במחקר הנוכחי בדקנו האם ממשק ידידותי בפרדסים משפיע על המגוון הביולוגי בפרדסים אלו.

**מטרת המחקר** היא לבחון האם ממשק ההדברה מופחת הרעלים המבוצע במסגרת המיזם מעשיר את מגוון המינים בפרדסים ומעלה את שיעור החרקים המועילים, האויבים הטבעיים, של המזיקים בפרדסים.

## **שיטות וחומרים**

**מיקום זנים וממשק:** במחקר הזה בחרנו להתמקד בשני זני ההדרים הדומיננטיים באזור: אשכולית אדומה מהזן "סטאר רובי" והקליף "אור". המחקר נערך בפרדס של כפר בלום (שטח פרדס ה"אור" הינו 71.3 דונם ופרדס אשכולית ה"סטאר רובי" 49.3 דונם) ובפרדס עמיר (שטח ה"אור" 32 דונם ושטח האשכולית 300 דונם). צפיפות הנטיעה באור 55 עצים לדונם ובאשכולית 60 עצים לדונם. המרחק בין הפרדסים הינו כ-3 ק"מ (מפה 1). בפרדס בכפר בלום התבצעה הדברה בממשק ידידותי לסביבה, על פי הנחיות המיזם ובפרדס עמיר התבצעה הדברה בממשק ממ"קל.



איור 1.

מיקום שטחי הפרדסים בהם התבצע המחקר.

ממשקי ההזברה: בכפר בלום- הממשק ידידותי כלל שימוש במתקני SeraTrap ללכידת זבוב הפירות הים תיכוני במינון של 10 מתקנים לדונם וטיפולים כימיים לפי הצורך בתכשירים שרעילותם מדרגה רעילות 4 בלבד: Pyriproxyfen (טריגון) Spirotetramat (מובנטו), Acetamiprid (מוספילן), Fenbutatin oxide (בוטרקס), ו Abamectin

בשטחי קיבוץ עמיר- בניהול חברת "מהדרין" הממשק ממ"קל שכלל ריסוסי סקסס מהאוויר (13 בעונת גידול) + טיפוליים כימיים לפי הצורך בתכשירים בדרגות רעילות 3-4 Chlorpyrifos:3-4 (דורסבאן), Pyriproxyfen (טיגר, מ"קרה), Fenbutatin oxide (אקרמיט, בוטרקס).

ב2013 גם בעמיר עברו לשימוש במתקני לכידה והופסקו הטיפולים בסקסס אך בשאר החומרים טיפלו כרגיל

הדיגום: נערך כל שנות המחקר אחת לשבועיים מאפריל עד ספטמבר בכל מועד דיגום נבחרו 15 עצים שונים באקראי מכל זן בכל פרדס (לא חזרנו על דגימה של אותם עצים באותה שנה). בכל עץ נבחרו באקראי 3 ענפים שהוכו במקל. לאחר הכאת הענף במקל נספרו וזוהו כל החרקים שנפלו על מגש לבן (בגודל של 40X30 ס"מ בשנת המחקר השלישית האורגניזמים נאספו ונשמרו לצורך צילום והגדרה במעבדה.

חישוב המגוון הביולוגי: נערך ע"פ מדד Shannon– Wiener כאשר הרמה הטקסונומית שנבחרה לחישוב הייתה משפחות.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$n_i$  - מספר הפרטים של כל משפחה

$S$  - עושר ביולוגי: מספר המשפחות בחברה

$$\sum_{i=1}^S n_i$$

- מספרם הכולל של הפרטים בחברה: N

$$\frac{n_i}{N}$$

-P<sub>i</sub> חלקה היחסי של כל משפחה בחברה

ניתוח הנתונים: בכל מועד דיגום חושב מספר המועילים והמזיקים הממוצע לעץ. מכיוון שבכל מועד נדגמו עצים אחרים מאותו פרדס התייחסנו לצורך הניתוח הסטטיסטי לכל מועד כחזרה והשווינו בעזרת מבחן T את מצב המועילים והמזיקים באותו זן באותה שנה בשני הממשקים השונים.

### **תוצאות**

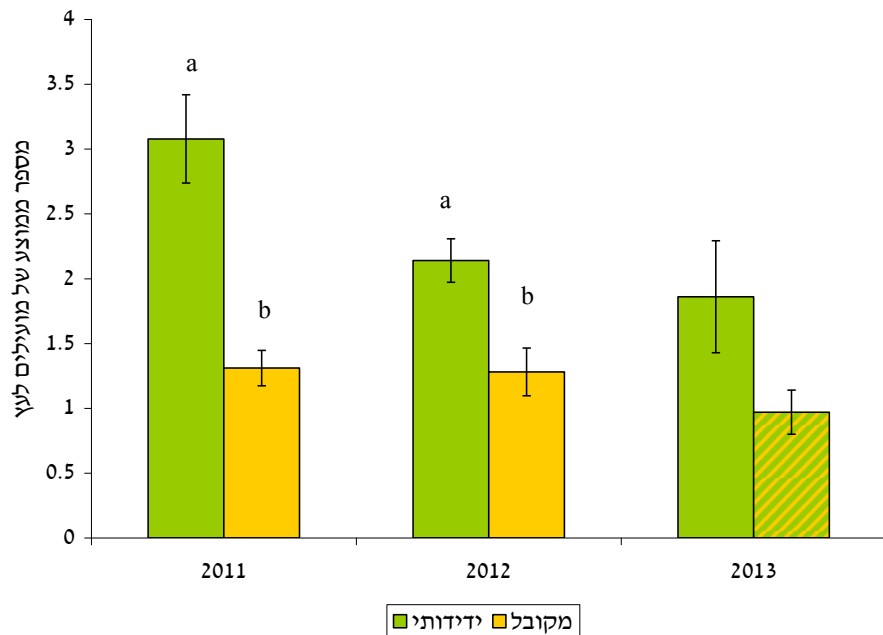
במהלך שלוש שנות המחקר זיהינו מועילים מ-8 סדרות וברוב המקרים הצלחנו להגדיר אותם לרמת המשפחה, כך שמצאנו כ-10 משפחות של מועילים, בעיקר טורפים אך גם צרעות טפילות. מבין המזיקים מצאנו פרטים מ-8 סדרות שונות השיכים לכ-15 משפחות שונות. רוב המועילים והמזיקים נמצאו בשני הזנים פרט לפסילות וגמלי שלמה שמצאנו רק באור וזבובי דרוזופילה וקפזנביים שנמצאו רק באשכולית (טבלה 1).

**טבלה 1.** רשימת משפחות וסדרות המועילים והמזיקים\* שנמצאו בפרדסים בשני הממשקים בשלוש שנות המחקר.

מזיקים/מועילים	משפחה	סדרה	אור	אשכולית
מועיל	פיטוסיים	Phytoseiidae	+	+
מועיל	עינפזיים	Chrysopidae	+	+
מועיל	צרעות טפילות	Terebrantia	+	+
מועיל	יתוציים	Cecidomyiidae	+	+
מועיל	רחפניים	Syrphidae	+	+
מועיל	מושיתיים	Coccinellidae	+	+
מועיל	עכבישאים	Araneae	+	+
מועיל	אנתוקוריים	Anthocoridae	+	+
מועיל	רכנפיים	Miridae	+	+
מועיל	גמלי שלמה	Mantodea	+	
מזיק	כנימות רכות	Coccidae	+	+
מזיק	כנימות עש	Aleyrodidae	+	+
מזיק	ציקדיתיים	Cicadellidae	+	+
מזיק	קמחיתיים	Pseudococcidae	+	+
מזיק	מגניתיים	Diaspididae	+	+
מזיק	פסוקאים	psocoptera	+	+
מזיק	אפידיים	Aphidae	+	+
מזיק	פסילות	Psylloidea	+	
מזיק	טטרניכיים	Tetranychidae	+	+
מזיק	נמליים	Formicidae	+	+
מזיק	תסיסניתיים	Drosophilidae		+
מזיק	חיפושיות תסיסה	Nitidulidae	+	+
מזיק	עשנוריים	Pyralidae	+	+
מזיק	קפזנביים	Collembola		+
מזיק	תריפסאים	Tripidae	+	+

\*האבחנה האם יצור מוגדר כמועיל או כמזיק נערכה בהתייעצות עם מדריכי הגידול והפקחים באזור ובעזרת ספרות מקצועית (סבירסקי וחוב' 2002, דרישפון 2000).

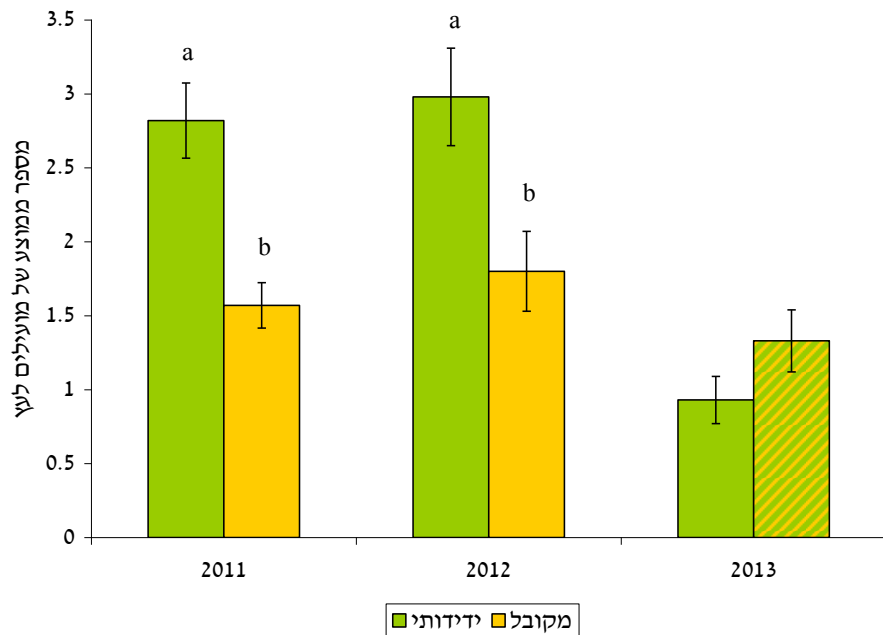
כאשר השווינו את מספר המועילים הממוצע לעץ בקליף אור בשני ממשקי ההדברה (איור 2) מצאנו כי בשלוש שנות המחקר המספר הממוצע של המועילים בממשק הידודתי היה גבוה ממספר המועילים בממשק הממ"קל. ב-2013 כאשר בפרדס עמיר החלו להשתמש במתקנים ללכידת הזבוב והפסיקו את השימוש בסקסס ההבדל בין הממשקים הצטמצם וכבר לא היה מובהק אך עדיין היו יותר מועילים בפרדס של כפר בלום.



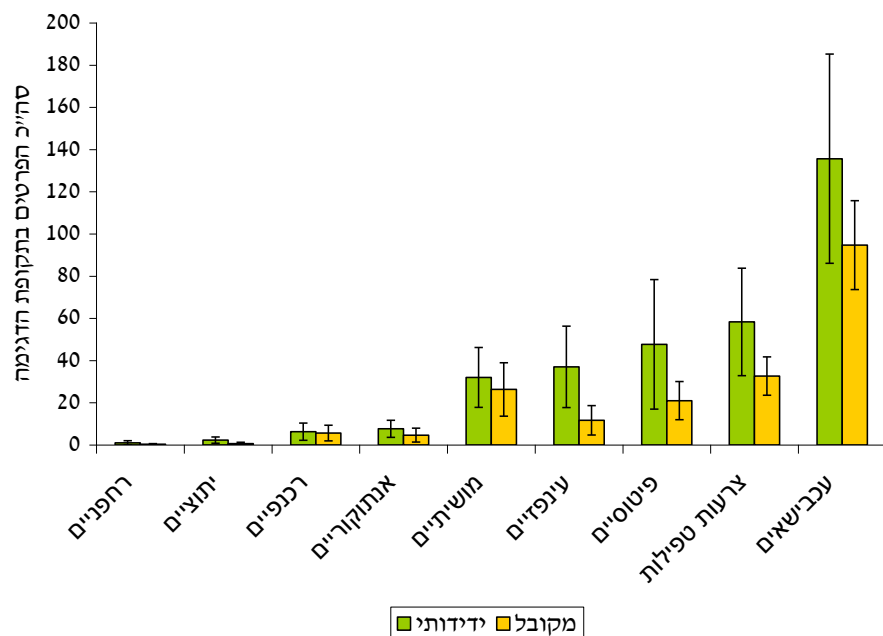
**איור 2:** מספר המועילים (ממוצע±סטיית תקן) שנמצאו בדיגום בממשק הידידותי (כפר בלום) ובממשק הממ"קל (עמיר) בזן אור בשלוש שנות המחקר. עמודות עם אותיות שונות נבדלו זו מזו ע"פ מבחן T ברמת מובהקות הקטנה מ-0.05 (p)

תמונה דומה התקבלה גם באשכוליות כאשר בשנים הראשונות היו יותר מועילים בפרדס כפר בלום מאשר בפרדס עמיר (איור 3). ב-2013 כאשר הופסקו ריסוסי הסקסס בעמיר הפער במספר המועילים לעומת פרדס כפר בלום נעלם.

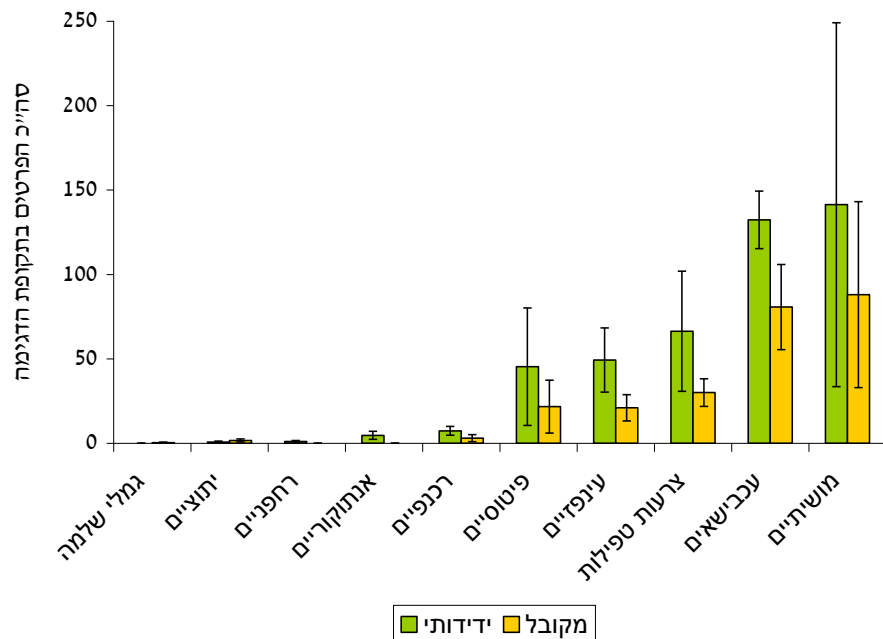
בהסתכלות על קבוצות המועילים השונות שהופיעו בכל אחד מהממשקים באשכולית (איור 4) ובזן אור (איור 5). ניראה בבירור שבממשק הידידותי היו יותר פרטים של מועילים מכל אחת מהמשפחות לעומת הממשק הממ"קל. העכבישים היו הקבוצה הגדולה ביותר של המועילים באשכולית, בעוד שמספר הפרטים הרב ביותר באור היה דווקא ממשפחת המושיות.



**איור 3:** מספר המועילים (ממוצע±סטיית תקן) שנמצאו בדיגום בממשק הידידוטי (כפר בלום) ובממשק הממ"קל (עמיר) באשכולית אדומה מהזן "סטאר רובי" בשלוש שנות המחקר. עמודות עם אותיות שונות נבדלו זו מזו ע"פ מבחן T ברמת מובהקות הקטנה מ-0.05 (p)



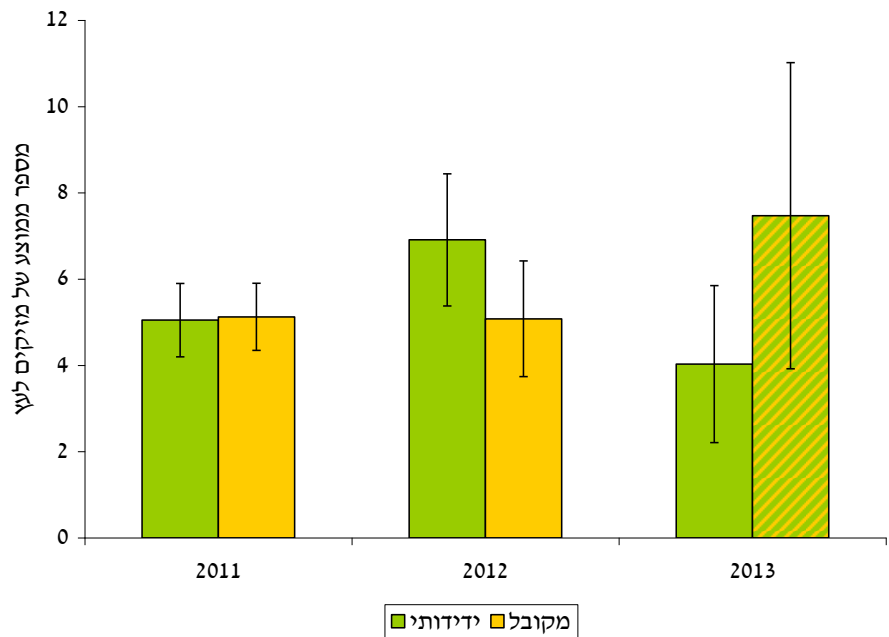
**איור 4:** התפלגות המועילים למשפחות באשכולית אדומה בשני ממשקי הגידול (ממוצע ושגיאת התקן) בשנים 2011-2013



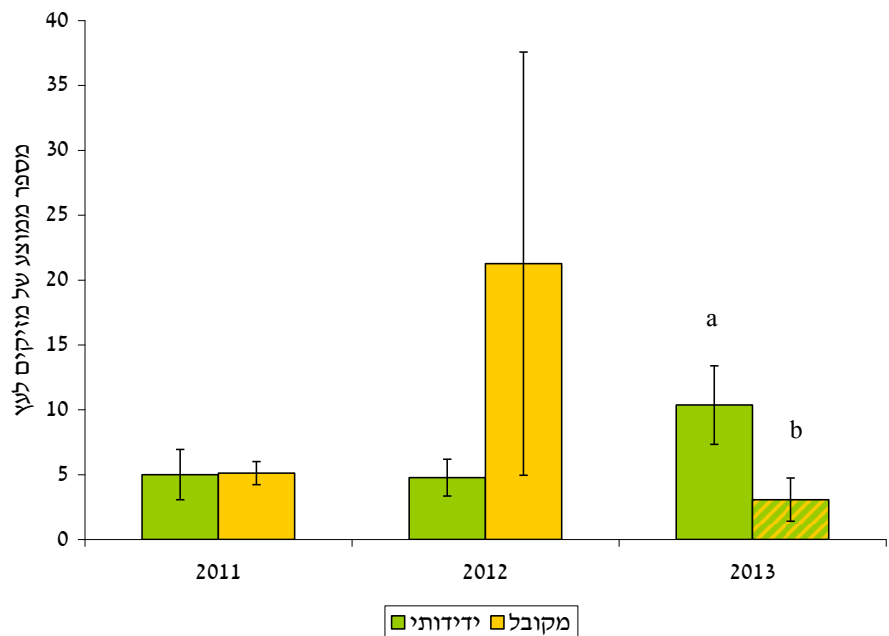
**איור 5:** התפלגות המועילים למשפחות באור בשני ממשקי הגידול (ממוצע ושגיאת התקן) בשנים 2011-2013

בהשוואת מספר המזיקים הממוצע לדגימה במהלך כל עונת הדיגום, נמצא שבאשכולית בממשק הידודתי בשנת המחקר הראשונה לא נימצאו הבדלים, בשנת המחקר השניה מספר המזיקים הממוצע היה גבוה במעט מאשר בממשק הממ"קל (איור 7) ובשנת המחקר השלישית המגמה התהפכה, אך בכל מיקרה ההבדלים לא נימצאו מובהקים. גם בזן אור לא נמצאו הבדלים מובהקים במספר המזיקים בין הממשקים בשנת המחקר הראשונה והשניה ובשנת 2013 בה עברו גם בעמיר לשימוש בסרהטראפ מספר המזיקים הממוצע היה נמוך יותר מאשר בפרדס בכפר בלום (איור 6). בכל מיקרה באשכולית האדומה היחס בין מספר המועילים למספר המזיקים היה גבוה יותר בממשק הידודתי בשלוש שנות המחקר ובאור הוא היה גבוה יותר בממשק הידודתי בשנתיים הראשונות למחקר והשתווה בין הממשקים בשנת המחקר השלישית (טבלה 2).



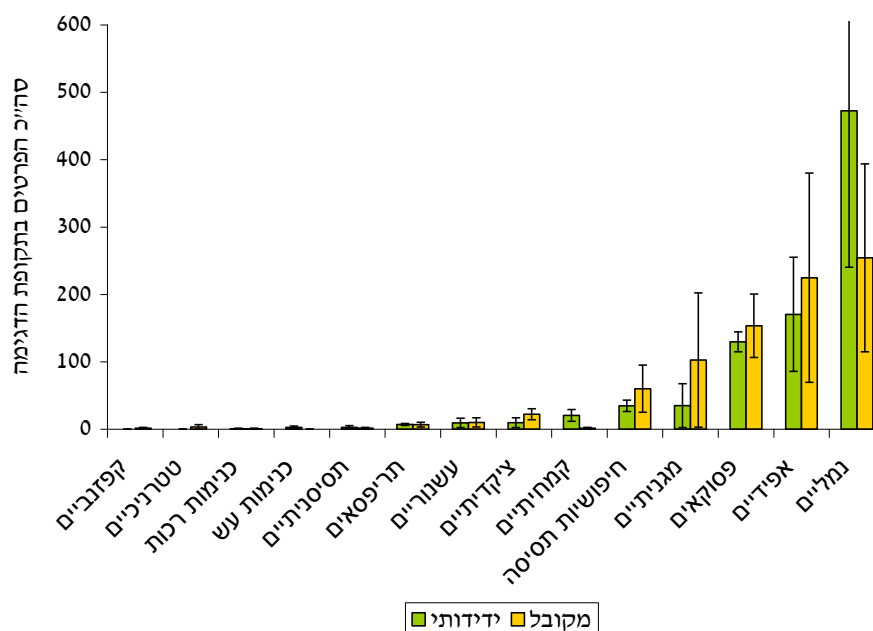


**איור 6:** מספר המזיקים (ממוצע±סטיית תקן) שנמצאו בדיגום בממשק הידידוטי (כפר בלום) ובממשק הממ"קל (עמיר) באשכולית האדומה סטאר רובי בשנים 2011-2013 בשנים.



**איור 7:** מספר המזיקים (ממוצע±סטיית תקן) שנמצאו בדיגום בממשק הידידוטי (כפר בלום) ובממשק הממ"קל (עמיר) בזן אור 2011-2013 בשנים. עמודות עם אותיות שונות נבדלו זו מזו ע"פ מבחן T ברמת מובהקות הקטנה מ-0.05 (p<0.05)

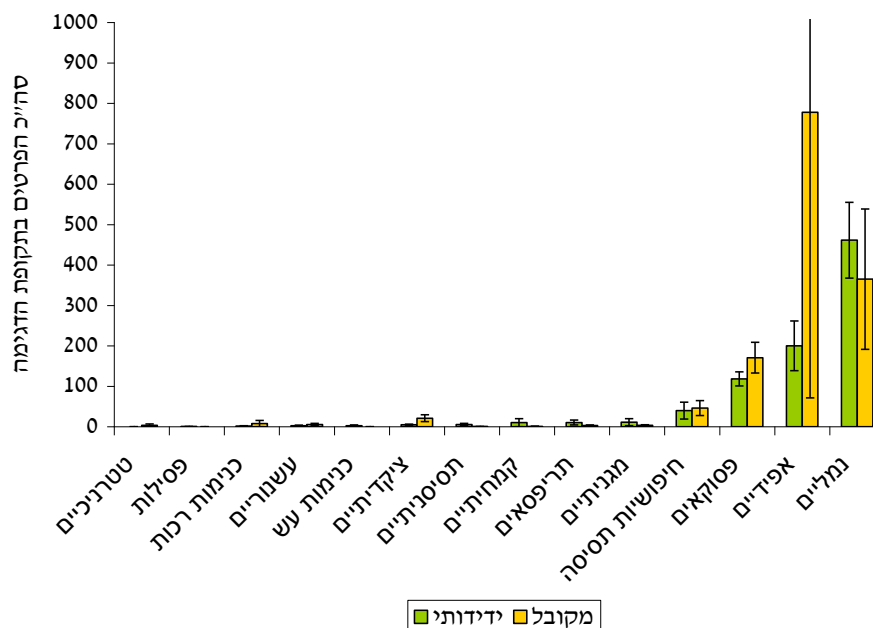
בהסתכלות על התפלגות משפחות המזיקים בשני הממשקים באשכולית (איור 8) ובאור (איור 9) ניתן לראות מגמה לפיה ברוב משפחות המזיקים נימצאו יותר פרטים בממשק הממ"קל מאשר בידידותי פרט לקמחיות ולנמלים בהן המגמה התהפכה ונימצאו יותר פרטים מקבוצות אלו דווקא בממשק הממ"קל.



**איור 8:** מספר פרטי המזיקים בכל משפחה (ממוצע±סטטיית תקן) שנמצאו בדיגום בממשק הידידותי (כפר בלום) ובממשק הממ"קל (עמיר) באשכולית אדומה מהזן סטאר רובי בשנים 2011-2013.

**טבלה 2:** השוואת יחס המועילים למזיקים בשני הממשקים בשני הזנים בשלוש שנות המחקר

שנה	ממשק	אשכולית אדומה	אור
2011	ידידותי	0.96	0.73
	ממ"קל	0.71	0.39
2012	ידידותי	0.58	0.82
	ממ"קל	0.45	0.29
2013	ידידותי	0.43	0.38
	ממ"קל ללא ריסוס בסקס	0.29	0.39



**איור 9:** מספר פרטי המזיקים בכל משפחה (ממוצע±סטיית תקן) שנמצאו בדיגום בממשק הידידותי (כפר בלום) ובממשק הממ"קל (עמיר) בזן אור בשנים 2011-2013 בשנים.

**בהשוואת מגוון המשפחות** ע"פ מדד שאנון מדד שנון-וינר (Shannon–Wiener) נימצא שבאשכולית האדומה מדד המגוון בממשק הידידותי היה גבוה יותר מאשר בממשק הממ"קל בשלוש שנות המחקר (טבלה 3). כמו כן נימצא שבשנת 2013 כאשר בעמיר הפסיקו את הריסוסים מהאוויר בסקסס, המגוון הביולוגי באותו פרדס עלה ביחס למגוון באותו פרדס עצמו בשנים הקודמות. גם בזן אור התמונה הזו חזרה על עצמה כאשר המגוון הביולוגי היה גבוה יותר בממשק הידידותי בשנתיים הראשונות ובשנת 2013 כאשר הופסקו ריסוסי הסקסס המגוון הביולוגי בפרדס עמיר היה גובה יותר מאשר בזן האור בפרדס בממשק הידידותי וגם ביחס למגוון באותו פרדס בשנתיים הראשונות של המחקר.

**בהשוואת היבולים** ע"פ דיווח המגדלים בשני הממשקים לא נמצאה בכלל נגיעות בזבוב הפירות הים תיכוני בקטיפי בכל שנות המחקר. בנוסף, לא דווח על פסילה של פרי בבתי האריזה בשל הימצאות מזיקים כלשהם. כמו כן המגדלים לא דיווחו על שנויים ביבול בשטחיהם עם המעבר לממשק הידידותי.

**טבלה 3:** השוואת מגוון המשפחות ע"פ מדד שאנון מדד שנון-וינר (Shannon–Wiener) בשני הממשקים בשני הזנים בשלוש שנות המחקר

שנה	ממשק	אשכולית אדומה	אור
2011	ידידותי	2.79	3.10
	ממ"קל	2.36	2.83
2012	ידידותי	2.52	2.77
	ממ"קל	2.49	1.56
2013	ידידותי	2.90	2.39
	ממ"קל ללא ריסוס בסקסס	2.68	2.93

### מסקנות ודיון

בשלוש שנות המחקר, המגוון הביולוגי של פרוקי הרגליים היה גבוה יותר בפרדסים שנוהלו בממשק הידידותי מאשר בממשק הממ"קל בשני הזנים. ניתן ליחס הבדלים אלו לעליה יחסית במספר המינים המועילים בממשק הידידותי לעומת הממשק הממ"קל ולירידה יחסית במספר הפרטים המזיקים בקרב רוב המשפחות שנמצאו. המעבר לתליית מתקנים ללכידת זבוב פירות ים תיכוני והפסקת הטיפולים בסקסס בשנת המחקר האחרונה בפרדסים שנוהלו בממשק הממ"קל' לוותה בעליה במגוון המינים באותם פרדסים. ישנן עדויות שהחומר הפעיל בסקסס (spinozad) הנחשב ידידותי לאדם פוגע באויבים טבעיים (Arnó & Gabarra, 2011).

בקרב האויבים הטבעיים שנמצאו בפרדסים בלטה נוכחותם הרבה של העכבישים מבין המועילים ומצאינו מראים שהם רגישים לתכשירי ההדברה. Mansur et al. (1980), הראו שבמטעי תפוח בישראל שבהם לא ריססו נמצאו יותר עכבישים שטרפו את מזיקי המטע מאשר במטעי תפוח שטופלו בתכשירי הדברה. גם מחקרים מאירופה מצביעים על חשיבותם הרבה של עכבישים כטורפי מזיקים במטעים ומצביעים על ההשפעה השלילית של תכשירי הדברה על נוכחותם ופיזורם במטעי (Bogya, 1999). בארץ כיום כמעט ולא ניתנת תשומת לב לעכבישים כאויבים טבעיים בחקלאות ומן הראוי להרחיב את המחקר בתחום.

ברוב משפחות המזיקים שנמצאו במחקר, מספר הפרטים מכל משפחה היה הנמוך יותר או לא השתנה בממשק הידידותי לעומת הממשק הממ"קל, פרט לקמחיות ולנמלים. מכיון שנמלים מגינות על הקמחיות מפני אויביהן הטבעיים (Mgocheki, and Addison. 2009) יתכן שהפחתת השימוש בחומרים כימיים הפוגעים בנמלים, גרמה לעליה במספר הקמחיות למרות העליה במספר המועילים. בכל מיקרה, למרות החשש הממ"קל שהפחתה במספר הטיפולים הכימיים ודרגת הרעילות שלהם בפרדסים תגרום לעליה במספר המזיקים ורמת הנזק, לא חלה עליה במספר המזיקים ושני המגדלים שבשטחם נערך המחקר לא דיווחו על נזק כלשהו ליבול מבחינת כמותו או איכותו ביחס לשנים לפני החלת הממשק הידידותי באותו פרדס.

חשוב לזכור שממצאי מחקר זה מוגבלים בשל העובדה שלא נערכו חזרות במרחב אלא רק חזרות בזמן ומן הראוי לחזור על המחקר במספר רב יותר של פרדסים על מנת שניתן יהיה לגבש המלצות לחקלאים.

## ספרות

- גבריאלי י. פלדמן ע. רול א. 2009 המגוון הביולוגי: סדרת מצגות באתר משאבי הטבע ברשת. קמפוס בטבע.אוניברסיטת תל-אביב. <http://earthweb.tau.ac.il>
- Altieri, M. A. (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74.1: 19-31.
- Arno, J., & Gabarra, R. (2011). Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). *Journal of Pest Science*, 84(4), 513–520. doi:10.1007/s10340-011-0384-z
- Bogya, S. Spiders(Araneae) as polyphagous natural enemies in orchards. Landbouwniversiteit Wageningen, 1999.
- Mansour, F., Rosen, D., Shulov, A. (1980) A survey of spider populations (Araneae) in sprayed and unsprayed apple orchards in Israel and their ability to feed on larvae of *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Acta Oecologica, Oecologia Applicata* 1 : 189-190
- Mgocheki, N., Addison., P. (2009) Interference of ants (Hymenoptera: Formicidae) with biological control of the vine mealybug *Planococcus ficus* (Signoret)(Hemiptera: Pseudococcidae). *Biological Control* 49.2: 180-185.

## תודות

לאירים מוסלי ויעל לובין על הגדרת העכבישים. לאהרון בן דוד מרכז הפרדס בקיבוץ כפר בלום ובצלאל מרדכי מרכז המטע של "מהדרין" בשטחי קיבוץ עמיר על האפשרות לבצע את המחקר בשטחם ועל העזרה במידע ולריקה קדושים על העזרה באיסוף והגדרת היצורים.  
המחקר נערך במימון קרן שה"מ של משרד החקלאות