

## ייעול מערך ההדברה האזורי של מזיקים בעמקים הצפוניים

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ופיתוח הכפר

על-ידי

יפית כהן, אמוץ חזרוני, איתן גולדשטיין, פרהאד גאולה, המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר  
החקלאי

ליאורה שאלתיאל, מו"פ צפון

איתמר לנסקי, המחלקה לגיאוגרפיה וסביבה, אוניברסיטת בר-אילן

תמר אלון, הגנת הצומח, שה"ס

רבקה רביב, המב"ע

Summary Report for Research Project # 458-0534-11

## Improving areal pest management in the northern valleys in Israel

Submitted to the Chief Scientist of the Ministry of Agriculture and Rural Development

By

**Yafit Cohen, Amots Hezroni, Eitan Goldtein, Farhad Geula**, *Agricultural Engineering  
Institute, ARO, the Volcani Center*

**Liora Shaltiel**, *Notrthern R&D*

**Itamar Lensky**, *Dep. of Geography and Environment, Bar-Ilan Univ.*

**Tamar Alon**, *Extension*

**Rivka Raviv**, *Hamabia*

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר \_\_\_\_\_

## א. תקציר

**הצגת הבעיה:** מערך ההדברה בעמקים הצפוניים מתבסס כיום על ביקורי פקחים ומדריכים אצל המגדלים במהלך העונה. כמו באזורים אחרים גם באזורים אלו נהוגה גישת ההדברה המשולבת תוך קבלת החלטות לגבי 'חלקה-חלקה' (farm-to-farm) ו'גידול-גידול' (crop-to-crop). גישה זו אינה מיטבית בייחוד כאשר מדובר במזיקים רב-פונדקאים אשר עוברים מחלקה לחלקה ומגידול אחד למשנהו.

**מטרת המחקר:** לפתח כלים לביסוס מערך הדברה רחב היקף על מנת לייעל את השימוש בחומרי הדברה. המחקר מתייחס לשני מזיקים רב-פונדקאים: הליותיס וכע"ט. **שלבי המחקר:** א. לימוד הדינאמיקה של הליותיס וכע"ט במרחב ובזמן; ב. התאמה ומימוש של מודלים לחיזוי הליותיס; ג. הגדרת קווים מנחים לתכנון מערך הגידולים במרחב.

**מוקדי המחקר בשנה זו היו שלבים א' וב'.**

**עיקרי הפיתוחים במסגרת המחקר: שלב א':** נותחה הדינאמיקה של ההליותיס בשני אזורי המחקר (עמקים המעיינות וחרוד ועמק החולה) בשתי עונות 2009-10 ו-2010-11. באמצעות ניתוח מרחבי, נמצאו קשרים חיוביים בין שטח העגבניות המקיף שדות תירס ובין רמת ההליותיס שנמצאה בשדות התירס המוקפים. הקשרים החיוביים הללו מעידים על מעבר של ההליותיס מחלקות העגבניות לחלקות התירס. נמצא גם קשר שלילי בין שטח הכותנה המקיף ובין רמת ההליותיס בשדות התירס המוקפים מה שיכול להעיד על מעבר של ההליותיס מהתירס לכותנה. השערה זו צריכה עוד להיבדק בעונה נוספת אחת לפחות.

**שלב ב':** נבנה בסיס נתונים של נתוני הגלאי MODIS. בסיס נתונים זה כולל את כל נתוני טמפרטורת קרקע ומדדי צמחיה הזמינים מהשיגור ועד היום, כאשר בסיס הנתונים מתעדכן באופן אוטומטי על בסיס יומי. כמו כן שולבו נתוני פיקוח בחלקות עם הפנולוגיה של הגידולים המתקבלת מסדרות הזמן של אינדקס הצמחייה. שילוב זה יכול לסייע לדעת מהו טווח הזמן שבו קרבה בין גידולים רלוונטית ועל-פיה ניתן יהיה לקבוע מועדי זריעה מועדפים בהינתן שכנות של גידול 'מקורי' עם גידול 'מבלעי'.

## ב. מבוא

מערך ההדברה כיום בעמקים הצפוניים (המעיינות, חרוד והחולה) בדומה לאזורים אחרים בארץ, מתבסס על ביקורי פקחים ומדריכים המבקרים אצל המגדלים במהלך העונה. בסיום כל ביקור הם מעבירים מידע לחקלאי לגבי מצב החלקה והמלצות ליישום חומרי הדברה. במערך הנוכחי אין תיעוד מסודר של דוחות אלה, מצב המגביל את היכולת להסיק מסקנות הן מיידיות והן לטווח הארוך. המגבלות על שימוש בחומרי הדברה הולכות ומחמירות, בעיקר בגידולי הייצוא והתעשייה. פרוטוקולים ורשימת התכשירים המורשים מתעדכנים מידי שנה, על-סמך דרישות הקניינים. וכך נדרשים החקלאים ביחד עם הפקחים והמדריכים להיות יצירתיים בפתרונות ולא להתבסס רק על תכשירים, אלא על פעולות מניעה בשילוב שימוש בתכשירים "רכים" מורשים בעיתוי אופטימאלי. לפני כ-12 שנים הוקם פרויקט המב"ע- הדברה מבוקרת בין ענפית בגידולי שדה, ירקות, תבלינים ומטעים בעמקים המעיינות וחרוד. בשנת 2010 החל פרויקט 'הדברה ידידותית' בעמק החולה הדומה להמב"ע בעקרונותיו. מטרת העל של הפרויקטים הינה בניית מערך הדברה משולבת בכל הגידולים באזור: גדיש וירקות מטעים ופרדסים. מערך ההדברה המשולבת כולל שימוש בשיטות הדברה חלופיות כגון שימוש באויבים טבעיים, שימוש בפרומונים לבלבול, שיטות קולטוראליות ושיטות ליישום יעיל של חומרי הדברה שיביאו להפחתת השימוש בכימיקלים, במגמה להפחית את הנזק למגדלים, לצרכנים ולסביבה, להאט פיתוח תנגודת ולשמר יעילות של חומרי ההדברה. תועלתם של שני הפרויקטים הינה בהיקפם ובשותפות אמיתית של מגדלים רבים. המב"ע והדברה ידידותית עובדים על פי העיקרון של המעבר מהחלטות הדברה מקומיות של החקלאי הפרטי להחלטות מתואמות רחבות היקף אשר מייעלות את ההדברה, מאפשרות שימוש באמצעי הדברה ידידותיים לסביבה ומצמצמות עמידות של מזיקים לחומרי הדברה. החלטות רחבות-היקף דורשות בראש ובראשונה מרכז מידע מרחבי-היסטורי ברמת האזור אליו ירוכזו הנתונים הנאספים על-ידי פקחים וחקלאים ויתעדכנו בזמן (או כמעט בזמן) אמת. בנוסף, יש לחקור את הדינאמיקה של מזיקי מפתח רב-פונדקאים באזור במרחב ובזמן תוך התייחסות לתפרושת הגידולים, משטר ריסוסים ותנאים מטאורולוגיים. באזורי המחקר קיימים שני מזיקי מפתח חשובים: הליותיס וכנימת עש-הטבק (כע"ט). לבסוף על בסיס הידע שיצטבר יש להתוות קווים מנחים למימשק הדברה רחב-היקף שיכללו התייחסות לניטור מיטבי, פיזור מיטבי של גידולים במרחב הלוקח בחשבון את הדינאמיקה של המזיק במיגבלות השיקולים הכלכליים ומישטר ריסוסים מיטבי הלוקח בחשבון היסטוריה של ריסוסים גם בגידולים אחרים באזור כדי לצמצם עמידויות.

**מטרת המחקר הכללית** לפתח כלים בתחום טכנולוגיות מידע ותקשורת כולל מערכות מידע גיאוגרפיות (ממ"ג) לביסוס מערך הדברה רחב היקף על מנת לייעל את השימוש בחומרי הדברה. המחקר מתייחס לשני מזיקים רב-פונדקאים: הליותיס וכע"ט. התוצאות בדו"ח זה מוצגות להליותיס בלבד.

## ג. עיקרי הפיתוחים במסגרת המחקר

עיקרי הפיתוחים בשנה זו מתייחסים למימוש חלקי של שלבים א' ובי' כפי שמופיעים בהצעת המחקר. כחלק משלב א' המתייחס ללימוד הדינאמיקה של הליותיס במרחב ובזמן עסקנו השנה בחקר ההעדפה של גידולים על ידי המזיק ומעבר ביניהם ברמה האזורית. כחלק משלב ב' המתייחס להתאמה ומימוש של מודלים לחיזוי הליותיס עסקנו בבניית בסיס נתוני לוויינים מהם אמורים להיות מוזנים המודלים לחיזוי.

### שלב א': העדפה של גידולים ומעבר ביניהם ברמה האזורית

אזור המחקר מחולק לשניים: אזור העמקים המעיינות וחרוד ואזור עמק החולה. אזורים אלו נבדלים בכמה היבטים: **גידולים**: באזור העמקים המעיינות וחרוד הגידולים הדומיננטיים הרלוונטיים למחקר הם

תירס, עגבניות, חיטה ואפונה. תירס מגודל באזור זה הן בעונת הסתיו והן בעונת האביב. באזור עמק החולה לגידולים הללו מתווספת הכותנה. אקלים: העמקים המעיינות וחרוד חמים יותר מעמק החולה ועל כן נבדלים בעונת הגידול ובעונתיות של ההליותים והכע"ט. התירס והעגבניות באזור העמקים המעיינות וחרוד נזרעים כחודשיים לפני שהם נזרעים בעמק החולה והדינאמיקה של המזיקים משתנה בהתאם.

#### **איסוף נתונים:**

לימוד אלו גידולים מועדפים על המזיקים וכן לימוד המעבר שלהם מגידול לגידול ברמה האזורית דורש את הנתונים הבאים: נתוני פיקוח בחלקות, שכבת גבולות החלקות, הגידול הגדל בכל חלקה ותאריכי זריעה ואסיף.

איסוף נתוני פיקוח היה האתגר המרכזי במחקר הקודם בנושא זה. חברת Scan-Task פיתחה בשיתוף מובילי המחקר הזה ומחקרים נוספים המובלים על-ידי חוקרים ממו"פ צפון מערך לאיסוף מקוון של נתוני פיקוח באמצעות מכשירים סלולאריים (מסוכם בדו"ח [http://www.agri.gov.il/download/files/HAMABIA\\_Rep03\\_v4\\_1.pdf](http://www.agri.gov.il/download/files/HAMABIA_Rep03_v4_1.pdf)). עדיין, רב הפקחים לא נעזרים במכשירים הסלולאריים מסיבות שונות. בעמקים המעיינות וחרוד יש שתי פקחיות המצויידות במכשיר סלולארי. עם 4-5 פקחים נוספים מתקיימים מפגשים שבועיים (המצב המיטבי) והנתונים שלהם מוכנסים בדיעבד אל בסיס הנתונים המקוון. בעמק החולה יש שתי פקחיות ופקח המצויידים במכשיר סלולארי ושלושתם חולשים על אזור נרחב. ארבע פקחיות נוספות שולחות את הנתונים שלהם בקבצי אקסל והנתונים שלהם מוכנסים בדיעבד לבסיס הנתונים המקוון (פקחית נוספת מתעתדת לשלוח את הנתונים שלה גם כן בצורה כזו). למרות הקשר עם רב הפקחיות יש קושי בקבלת נתונים וקיים מחסור בנתונים לגבי חלקים שלמים של אזור המחקר בזמנים שונים לאורך העונה או שהנתונים הנאספים אלינו אינם לפי התקינה של המכשיר הסלולארי ופעמים שקשה לתרגם אותם בצורה מהימנה.

מיפוי חלקות ואיסוף נתוני גידול: שכבת גבולות החלקות משתנה משנה לשנה והגידולים משתנים משנה לשנה. על מנת להפיק מפת חלקות וגידולים עונתית אנו נדרשים לשתוף פעולה של החקלאים. למרות הרצון שלהם והמוטיבציה וההשקעה שלנו (גם של כח אדם וגם תקציבית) עדיין לא הגענו למצב בו הצלחנו לאסוף נתונים מלאים ומהימנים, למעט בעונת 2009-10 בעמקים המעיינות וחרוד.

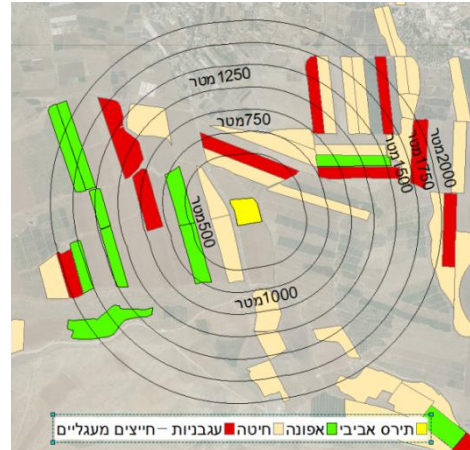
טבלה 1 מסכמת את אחוזי החלקות עבורן הגידול ידוע, אחוזי החלקות עבורן תאריכי זריעה ואסיף ידועים ואחוזי החלקות עבורן התקבלו נתוני פיקוח (לפחות ארבעה נתונים במהלך העונה). ניתן לראות כי בעמקים המעיינות וחרוד ידוע לנו מהו הגידול הגדל בכל חלקה לעומת זאת בעמק החולה ידועים לנו גידולים ב-80% מהחלקות. לעומת זאת, איננו מצליחים לקבל נתוני זריעה ואסיף כלל (למעט בעמקים המעיינות וחרוד בעונת 2009-10). השנה אנו מנסים לקבל נתונים אלו ישירות מהפקחיות אך כך נוכל לקבל נתונים רק לגבי החלקות המנוטרות ולא של כלל החלקות. לגבי נתוני פיקוח ניתן לראות כי מתקבלים בין 20-100% מהנתונים תלוי בגידול, באזור ובעונה. כלומר, אין הבטחה כי אמנם מתקבלים נתונים ממרבית החלקות ועל-כן הניתוח במקרים בהם מתקבלים מעט נתונים אינו מהימן.

#### **טבלה 1: אחוזי החלקות עבורן ידועים נתונים מסוגים שונים**

עונה	אזור	הגידול ידוע*	תאריכי זריעה ואסיף ידועים	התקבלו נתוני פיקוח של הליותים: תירס	התקבלו נתוני פיקוח של הליותים: עגבניות	התקבלו נתוני פיקוח של הליותים: כותנה
2009-10	העמקים המעיינות וחרוד	100%	100%	35%	70%	100%
	החולה	79%	*0%	29%	58%	
2010-11	העמקים המעיינות וחרוד	100%	*0%	27%	49%	
	החולה	85%	*0%	34%	18%	52%

\* לא קבלו תאריכים מדוייקים מהחקלאים. ישנם תאריכי זריעה ואסיף גנריים לכל גידול, כביכול כל החלקות מאותו גידול נזרעו ונאספו באותו תאריך.

**איור 1: דוגמא לחייצים מעגליים שסומנו סביב שדה תירס-אביבי ותפרושת שדות העגבניה, אפונה וחיטה בסביבתו.** על-ידי חיתוך מרחבי בין גבולות החייץ ובין גבולות השדות, חושב סך השטח של כל גידול בתוך כל חייץ. הערה: חייץ של 750 מ' למשל מתייחס לכל המעגל סביב החלקה ברדיוס של 750 מ' ולא רק לרצועה שבין 500 ל-750 מ'. מקור התצ"א ברקע הינו האורטופוטו של מפ"י משנת 2010.



### ניתוח נתונים:

ניתוח הדינאמיקה בזמן ובמרחב של ההליותיס התייחס להיבטים הבאים:

- א. ההשתנות בזמן של אוכלוסיית זחלי ההליותיס: ההשתנות בזמן נבחנה בשדות של גידולים פונדקאים דומיננטיים בכל אזור בעונות 2009-10 ו-2010-11. לא נותחו עדיין נתונים של כע"ט.
- ב. השפעת תפרושת הגידולים המקיפים שדות תירס על אוכלוסיית ההליותיס בשדות המוקפים: השפעה זו נבחנה באמצעות השוואה בין השטח של גידולים פונדקאים סביב שדות תירס-אביבי במרחקים שונים ובין אוכלוסיית ההליותיס שנמצאה בשדות המוקפים (Carrière, et al, 2006; Allen and Luttrell, 2009). ההשערה הייתה שאם אמנם קיים מעבר של הליותיס משדות שכנים יהיה קשר חיובי בין שטח הגידולים התורמים הסמוכים ('מקור') ובין אוכלוסיית ההליותיס העונתית בשדות הנבחנים ('מיבלע'). לשם כך בוצעו השלבים הבאים:
  - סביב שדות תירס-אביבי יוצרו חייצים מעגליים (איזוטרופיים) ברדיוסים של 500 עד 2000 מ' במרווחים של 250 מ' (איור 1);
  - בכל חייץ נסכמו שטחי גידולים פונדקאים ולא-פונדקאים להליותיס (איור 1);
  - בוצעה השוואה בין השטח של גידולים בתוך חייץ המקיף שדות תירס ובין אוכלוסיית ההליותיס העונתית בשדות התירס והעגבניות המוקפים. חושבו מיתאמי  $r$  - Pearson ומקדמי השונות המוסברת  $R^2$ .

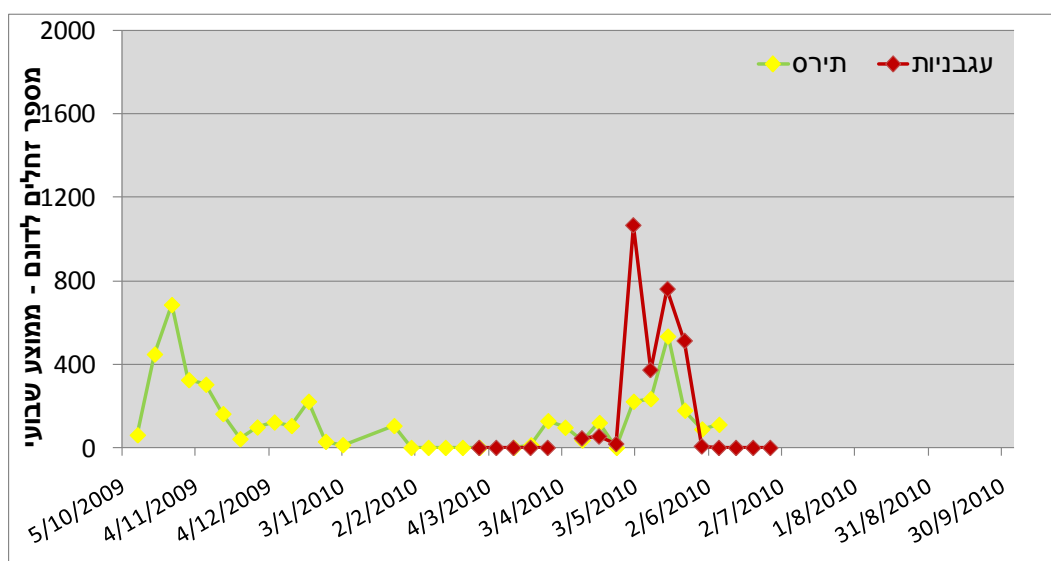
ניתוח הדינאמיקה על כל שלביו התבצע באמצעות תוכנת ArcGIS10 (ESRI, Ltd.) ו-MS-Excel.

### תוצאות:

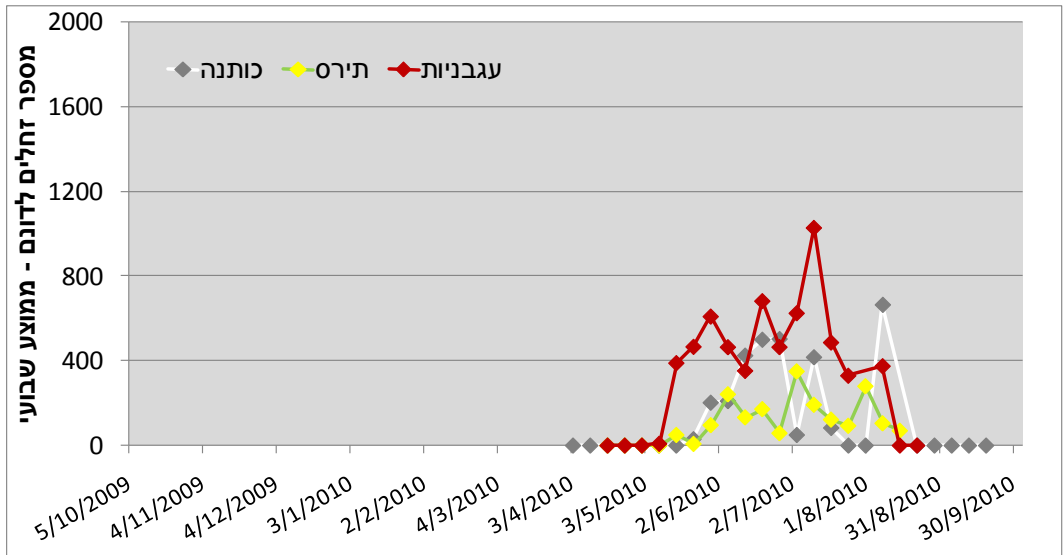
ההשתנות בזמן של אוכלוסיית זחלי ההליותיס בשדות תירס ועגבניות לתעשייה:

איור 2 מראה את הממוצע השבועי של מספר הזחלים של ההליותיס לדונם ("יבול מזיקים") בתירס סתווי ואביבי ובעגבניות במהלך עונת 2009-10 באזור העמקים המעיינות וחרוד. מכיוון שתוצאות אלו כבר הוצגו בדו"ח המסכם של המחקר הקודם הוא מובא כאן לצרכי השוואה בין האזורים ובין העונות. מנתונים אלו עולה כי בעונת הסתיו, כאשר לא היו עדיין עגבניות, זחלי ההליותיס נמצאו בתירס הסתווי. בשבוע האחרון של חודש אפריל הייתה עליה משמעותית בשיעורי הזחלים בעגבניות שבעטיה בוצעו ריסוסים (מידע שנמסר בעל-פה) אשר הובילו לירידה חדה בשיעור זחלי ההליותיס. מיד אחרי הירידה נצפה גל עלייה נוסף במספר הזחלים הן בעגבניות והן בתירס-אביבי. החל מאמצע מאי הייתה ירידה במספר הזחלים בשני הגידולים. באופן כללי, שיעורי האוכלוסייה של הליותיס בעגבניות גבוהים יותר מאלו שבתירס אך אין

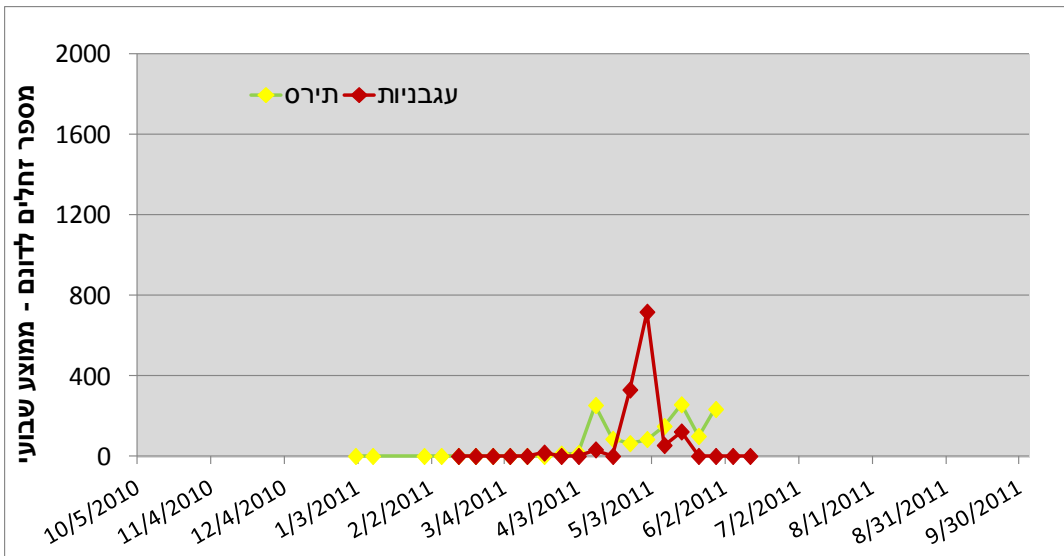
הבדל בין שיעורי האוכלוסייה בתירס סתווי לאביבי. איור 3 מראה את "יבול מזיקים" של ההליותיס בעגבניות, תירס אביבי וכותנה במהלך עונת 2009-10 באזור עמק החולה. בהשוואה להעמקים המעיינות וחרוד לא נצפה הליותיס בעונת הסתיו מכיוון שאין בעונה זו באזור זה פונדקאים. בנוסף, בעונת האביב עליה בהליותיס בעמק החולה מתחילה באמצע מאי בעוד שבהעמקים המעיינות וחרוד היא החלה בתחילת מאי. בהעמקים המעיינות וחרוד ניתן לומר כי מדובר בהתפרצות מאפס ל-1000 זחלים לדונם והעונה של ההליותיס קצרה יחסית ומסתיימת לאחר חודש (בתחילת יוני). לעומת זאת, בעמק החולה, ישנה עליה הדרגתית וההליותיס כמו הפונדקאים שלו נצפה לאורך זמן עד לירידה לקראת השבוע השלישי של אוגוסט. למרות ההבדלים, נראה כי עוצמת הנגיעות העונתית בהליותיס בשני האזורים דומה. בדומה להשתנות בהעמקים המעיינות וחרוד, נגיעות בהליותיס מתחילה בעגבניות ורמת נגיעות נמוכה יותר נצפתה בתירס. בכותנה נצפתה רמה בינונית של הליותיס (גבוהה מהתירס ונמוכה מהעגבניות). איור 4 מראה את "יבול מזיקים" של ההליותיס בעגבניות, תירס אביבי וכותנה במהלך עונת 2010-11 באזור העמקים המעיינות וחרוד. מעונה זו לא נתקבלו נתונים ברורים לגבי ההליותיס בתירס סתווי בגלל ריבוי מזרעים בחלקות ולכן נתונים אלו לא מוצגים כאן. ההשתנות בזמן של הנגיעות בעגבניות ובתירס אביבי דומה לזו של עונת 2009-10. הנגיעות מתחילה בפיך נמוך בתירס אביבי ואח"כ מתפרצת בעגבניות בסוף אפריל-תחילת מאי עם ירידה בנגיעות בתירס. לאחר החלפת צבע ההליותיס עבר כנראה לתירס אם כי ברמות נמוכות יותר (פחות מחצי) מאשר בעונת 2009-10. איור 5 מראה את "יבול מזיקים" של ההליותיס בעגבניות, תירס אביבי וכותנה במהלך עונת 2010-11 באזור עמק החולה. בעונה זו מתקבלת תמונה שונה מהעונה הקודמת באותו אזור. רמת הנגיעות בעגבניות דומה במידה מסויימת לזו שנצפתה בעונה הקודמת (איור 3) אך ההליותיס נעלם מהעגבניות כבר באמצע יולי ולא לקראת סוף אוגוסט, עובדה הקשורה בחלקות נוספות של עגבניות עם זריעות מאוחרות. בתירס ובכותנה נצפתה התפרצות של הליותיס באמצע יוני (1700 זחלים לדונם) לה קדם פיק נמוך בכותנה. מיד לאחריה ישנה ירידה דרסטית כתוצאה מריסוסים שבאו כנראה בעקבות התצפיות הגבוהות. במהלך יולי נצפתה שוב אוכלוסייה גבוהה יחסית בכותנה והטיפולים שכנראה באו בעקבות זאת השאירו את האוכלוסייה ברמות נמוכות עד סוף ספטמבר. בהשוואה לעונה הקודמת האוכלוסייה בכותנה נצפתה עד אמצע אוגוסט.



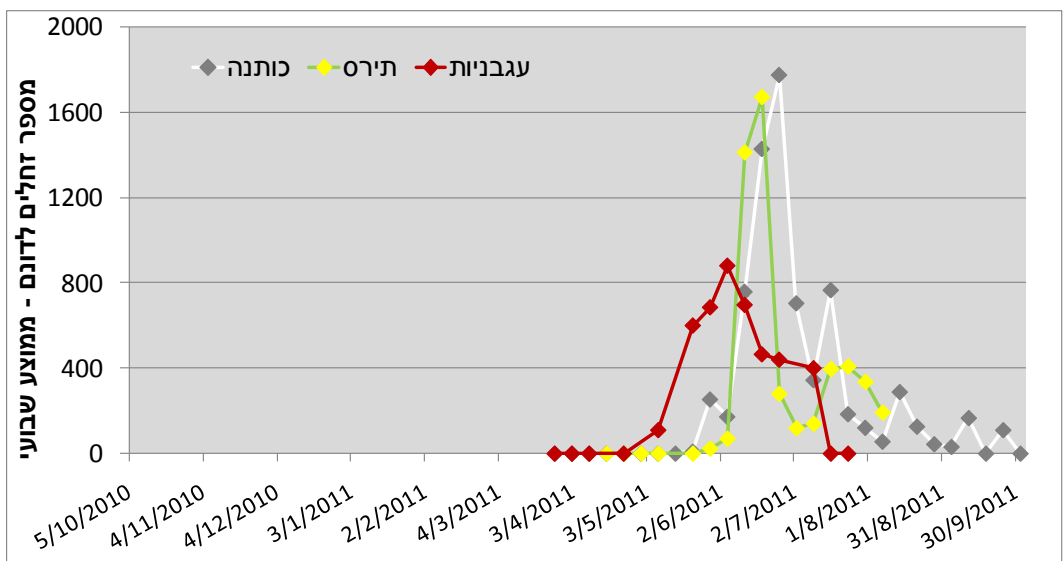
איור 2: ממוצע שבועי של מספר זחלים של הליותיס לדונם בעונת 2009-10 בעמקים המעיינות וחרוד.



איור 3: ממוצע שבועי של מספר זחלים של הליותיס לדונם בעונת 2009-10 בעמק החולה.



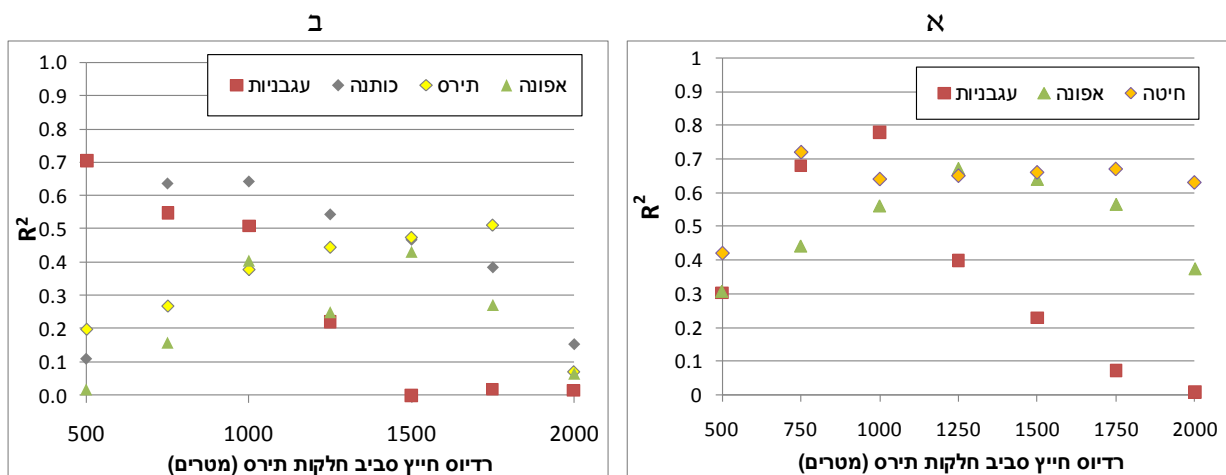
איור 4: ממוצע שבועי של מספר זחלים של הליותיס לדונם בעונת 2010-11 בעמקים המעינות וחרוד.



איור 5: ממוצע שבועי של מספר זחלים של הליותיס לדונם בעונת 2010-11 בעמק החולה.

**השפעת תפרושת הגידולים המקיפים שדות תירס-אביבי על אוכלוסיית ההליותיס בשדות המוקפים:**

השפעת תפרושת הגידולים המקיפים שדות תירס-אביבי על אוכלוסיית זחלי ההליותיס בשדות המוקפים יכולה להעיד על מעבר של המזיק משדה אחד לשכנו. ניתוח זה נעשה לנתונים מעונת 2009-10 בשני אזורים המחקר ולנתונים מעונת 2010-11 בעמקים המעיינות וחרוד. הוא לא התבצע לעמק החולה באותה עונה מכיוון ששדות התירס, העגבניות והכותנה היו במקבצים. מתוך שדות תירס-אביבי אשר נוטרו על-ידי הפקחיות נבחרו לניתוח מרחבי השדות שנוטרו לפחות בארבעה שבועות במהלך העונה. בחירה זו הותירה לניתוח 15 שדות תירס באזור העמקים המעיינות וחרוד ו-14 שדות בעמק החולה בעונת 2009-10 ו-8 חלקות בעונת 2010-11 (חלקה נוספת שהיתה מוקפת עגבניות נמצאת באזור אחר ולכן לא נכללה בניתוח). בנוסף, במידה ואחוז הגידול הלא ידוע בחיץ מסויים היה גדול מ-30% אותה חלקה לא נכנסה לניתוח באותו חיץ מכיוון שיכול להיות שהיו בה גידולים רלוונטיים נוספים שאיננו יודעים מהם. לכן מספר החלקות בכל חיץ משתנה.



**איור 6: ערכי  $R^2$  בין השטח של גידול סביב שדות תירס בחיצים משתנים ובין מספר זחלי ההליותיס העונתי שנמצא בשדות הללו - עונת 2009-10. א - בעמקים המעיינות וחרוד; ב - בעמק החולה**

כאמור, סביב כל שדה תירס הופק השטח של גידול פונדקאי ולא פונדקאי (כמו עגבניות, אפונה וחיטה) בחיצים הולכים וגדלים סביב השדות וחושב מיתאם פירסון ( $r$ ) ו- $R^2$  בינו ובין סכום זחלי ההליותיס לדונם העונתי שנמצא בשדות התירס המוקפים. למרות שהמיתאמים חושבו לכלל הגידולים לא לכולם נמצאו מיתאמים גבוהים ולכן בכל אזור נבחרו הגידולים להם נמצאו מיתאמים מובהקים לפחות בחלק מן החיצים. איורים 6א ו-6ב מציגים את ערכי ה- $R^2$  בין השטח של גידולים נבחרים בכל חיץ ובין ממוצע זחלי ההליותיס לדונם כפי שנתקבלו לנתונים מהעמקים המעיינות וחרוד ומעמק החולה בהתאמה. מכיוון ש- $R^2$  אינו מציג את כיוון הקשר (שלילי או חיובי) טבלה 2 מציגה את כיוון הקשר לכל גידול בכל אזור.

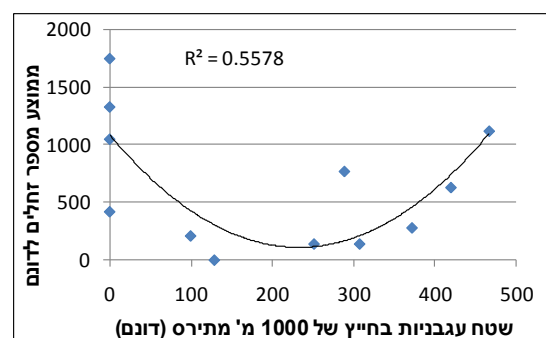
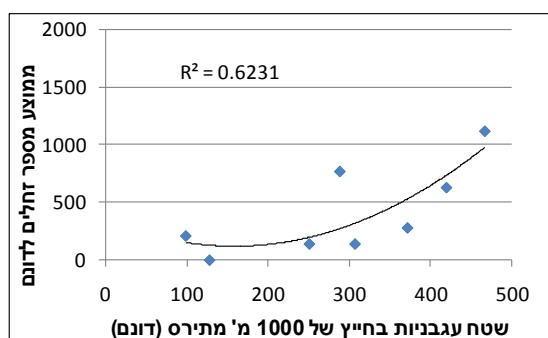
**טבלה 2: כיוון המיתאם בין שטח גידול בכל חיץ ובין ממוצע ההליותיס לדונם בשדות התירס המוקפים**

עונה	אזור	גידול	קשר שלילי או חיובי
2009-10	העמקים המעיינות וחרוד	עגבניות	חיובי
		אפונה	חיובי
		חיטה	שלילי
	עמק החולה	עגבניות	חיובי
		כותנה	שלילי
		תירס	שלילי
		אפונה	שלילי

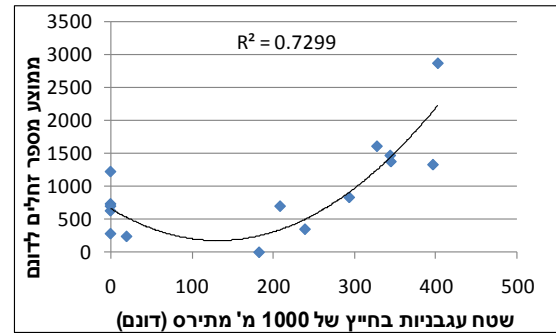
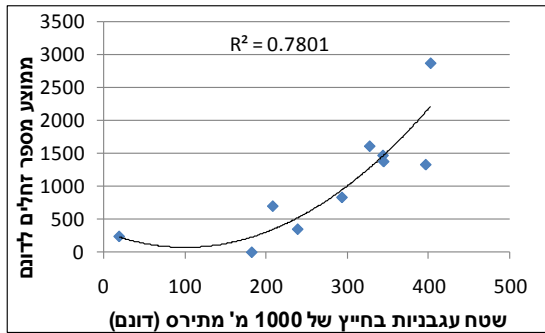


בשני האזורים נמצא כי יש קשר חיובי ומובהק בין שטח העגבניות המקיף את שדות התירס ובין רמת ההליותיס שנמצאה בתירס המוקף. בשני האזורים קשרים מובהקים נמצאו עד למרחק של 1000 מ' (למעט בחייץ של 500 מ' בעמקים המעיינות וחרוד). גם בעונת 2010-11 בעמק המעיינות נמצא מיתאם חיובי אך לא כמו בעונה הקודמת המיתאם הולך ועולה עד 1500 מ' ( $R^2 = 0.6$ ;  $p < 0.05$ ) ושוב יורד עם המרחק. יש לציין כי בניתוח זה לא נלקחו בחשבון שדות אשר סביבם אין בכלל שטח של עגבניות. כאשר לוקחים בחשבון שדות שסביבם אין עגבניות כלל הקשר משתנה. איור 7 ואיור 8 מציגים את הקשר בין שטח העגבניות בחייץ של 1000 מ' סביב שדות תירס ובין מספר זחלי הליותיס לדונם שנמצא בשדות התירס המוקפים כאשר מתחשבים בשדות של תירס שאין סביבם שדות עגבניות וכאשר לא מתחשבים בהם. ניתן לראות כי שדות תירס שאין סביבם עגבניות מגלים שונות ברמות הנגיעות של ההליותיס. בעמקים המעיינות וחרוד (איור 7) הנגיעות עדיין היתה נמוכה עד בינונית אך בעמק החולה הנגיעות ברב השדות הללו היתה גבוהה באופן מובהק יותר משדות שסביבם היו עגבניות ( $p < 0.05$ ). מכאן, שכאשר אין עגבניות התירס מהווה מיבלע וההליותיס "יודע" להגיע אליו כמו שהוא מגיע לעגבניות (שלהן לא מצאנו מקור גידולי - דו"ח מסכם, קישור למעלה). יש לציין כי השדות אשר היו נגועים ברמה גבוהה לא היו מוקפים בעגבניות כלל אך גם היו מוקפים במעט מאוד כותנה ויחסית גם במעט תירס. כלומר, הם היו מבודדים ולכן כנראה היוו מיבלע טוב להליותיס וההליותיס "יודע" להגיע אליהם כמו שהוא מגיע לשדות עגבניות (שלהם לא מצאנו מקור גידולי - דו"ח מסכם, קישור למעלה).

הקשר בין שטח האפונה המקיף ובין רמת ההליותיס בשדות התירס המוקפים אינו יציב: ב-2009-10 בעמק המעיינות וחרוד נמצא קשר חיובי, בעמק החרוד קשר שלילי (לא יציב עם המרחק) ואילו בעונת 2010-11 לא נמצא קשר כלל. מכאן, שלא ניתן להסיק מסקנות לגבי הקשר לאפונה עם הנתונים הקיימים. בעמק החולה נמצאו קשרים מיוחדים בין שטח הכותנה והתירס המקיפים את שדות התירס. בשני המקרים הקשר הוא שלילי: ככל ששטח הכותנה או התירס סביב חלקות תירס גדול יותר הנגיעות בהליותיס בשדה התירס המוקף תהיה קטנה יותר. בכותנה הקשר הטוב יותר נמצא במרחק של 750-1000 מ' אך קשר מובהק קיים עד למרחק של 1500 מ'. בתירס הקשר הולך ועולה עד למרחק של 1750 מ' ובמרחק של 2000 מ' הוא יורד משמעותית. בעמק המעיינות וחרוד בעונת 2009-10 נמצא קשר שלילי עם חיטה אך לא נמצא קשר כלל עם חיטה בעונת 2010-11. לעומת זאת נמצא קשר חיובי עם תירס אביבי ועם כלל שטח הפונדקאים במרחק של 1000 מ'.



**איור 7: קשר בין שטח העגבניות בחייץ של 1000 מ' סביב שדות תירס ובין מספר זחלי הליותיס לדונם בשדות התירס המוקפים. מימין כאשר מתחשבים בשדות תירס שאין סביבם עגבניות ומשמאל כאשר לא מתחשבים בהם (עמק החולה)**



**איור 8:** קשר בין שטח העגבניות בחיץ של 1000 מ' סביב שדות תירס ובין מספר זחלי הליותיס לדונם בשדות התירס המוקפים. מימין כאשר מתחשבים בשדות תירס שאין סביבם עגבניות ומשמאל כאשר לא מתחשבים בהם (העמקים המעיינות וחרוד)

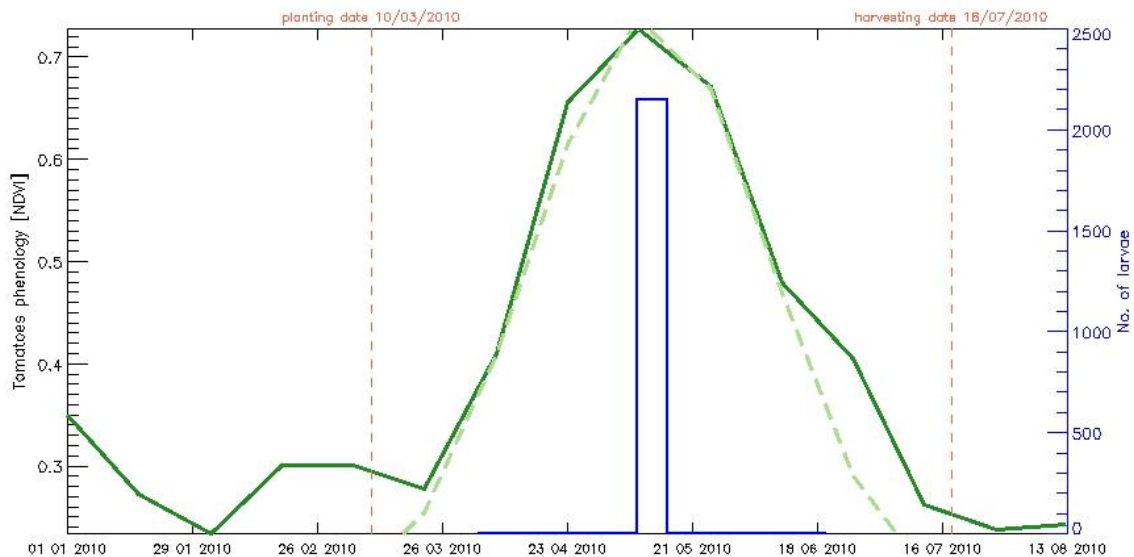
#### מסקנות ראשוניות:

המסקנה שעולה מניתוח הנתונים של שתי עונות משני אזורים הינה: שדות העגבניות מהווים מקור להליותיס לשדות התירס שבקרבתם (עד למרחק של 1000-1500 מ'). בנוסף, ניתן לשער כי שדות התירס מהווים מקור לשדות הכותנה שבקרבתם. על מנת לאשש או להפריך את השערות אלו יש לנתח נתונים משנים נוספות. אנו מתכוונים לעשות כן עם הנתונים של השנים 2010-11 ושל העונה המסתיימת בחודשים אלו. הקשר עם החיטה, האפונה והתירס אינו יציב ולכן לא ניתן להסיק מסקנות לגבי הקרבה שלהם לשדות תירס.

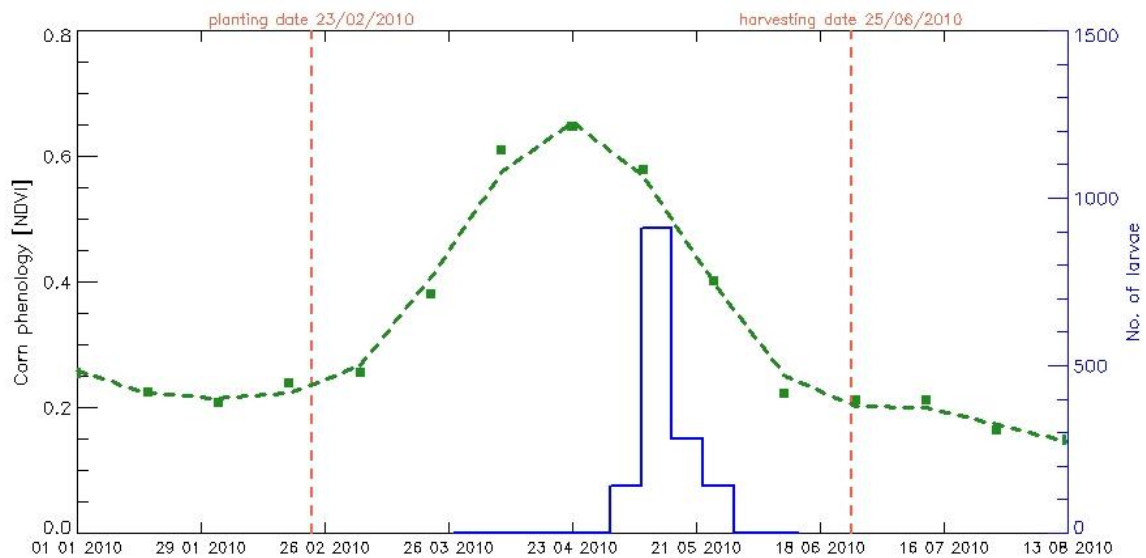
#### שלב ב': התאמה ומימוש של מודלים לחיזוי הליותיס

בשנה הראשונה למחקר בנינו בסיס נתונים של נתוני הגלאי MODIS שעל הלוויינים הפולריים TERRA (10:30 AM/PM LT) ו-AQUA (1:30 AM/PM LT) של NASA. בסיס נתונים זה כולל את כל נתוני טמפרטורת קרקע ואינדקסי צמחיה הזמינים מהשיגור ועד היום, כאשר בסיס הנתונים מתעדכן באופן אוטומטי על בסיס יומי. באזורים 9א ו-9ב מוצגות דוגמאות לשימוש בסדרות זמן של אינדקס צמחיה ממאגר נתונים זה. באזור משולבים נתוני "יבול מזיקים" בחלקות (שהוצגו בתיאור שלב א' של הדו"ח) עם הפנולוגיה של הגידולים המתקבלת מסדרות הזמן של אינדקס הצמחיה. שילוב זה יכול לסייע לדעת מהו טווח הזמן שבו קרבה בין גידולים רלוונטית ועל-פיה ניתן יהיה לקבוע מועדי זריעה מועדפים בהינתן שכנות של גידול 'מקור' עם גידול 'מבלע'.

בנוסף אנו משתמשים בסדרות זמן של טמפרטורת הקרקע המומרים לימי-מעלה כדי לשחזר את תאריך הטלת הביצים באותן חלקות ע"י דור הבוגרים הקודם, ולהבין וחזות את הדינאמיקה של אוכלוסיית ההליותיס בזמן ובמרחב.



**איור 9א הפנולוגיה של שדה עגבניות כפי שבא לידי ביטוי בסדרת זמן של מדד הצומח NDVI שהתקבל מחלקה באזור העמקים המעיינות וחרוד באביב 2010 (בירוק) ביחד עם "יבול מזיקים" (הליותיס) באותה חלקה ובאותה תקופה (בכחול).**



**איור 9ב הפנולוגיה של שדה תירס כפי שבא לידי ביטוי בסדרת זמן של מדד הצומח NDVI שהתקבל מחלקה באזור העמקים המעיינות וחרוד באביב 2010 (בירוק) ביחד עם "יבול מזיקים" (הליותיס) באותה חלקה ובאותה תקופה (בכחול).**

לאחרונה הצטיידנו בשרת שבעזרתו נפיץ לבעלי עניין (חוקרים, פקחים וחקלאים) את התוצרים בעזרת אתר אינטרנט אינטראקטיבי יעודי. השרת ניגש לבסיס הנתונים ומפעיל תוכניות שמחשבות תוצרים שונים. האתר בשלבי הקמה מתקדמים, צפי להשקה בשבועות הקרובים. בעזרת מערכת זו בכוונתנו להפיץ מידע חשוב נוסף לחקלאים כגון חישוב התאדות בחלקה לצורך תכנון מושכל של השקית החלקה.

המשך המחקר בנושא זה יעסוק בין השאר ב: ניתוח של הדינאמיקה של ההליותיס בזמן ובמרחב על סמך הנתונים שנאגרו: סוג ופנולוגיה של הגידול ו"יבול המזיקים"; שימוש במודל פשוט (שאנו כבר עובדים איתו) כדי לראות מה ניתן לקבל ברמת החלקה מהנתונים שנאגרו; יישום מודל אזורי על בסיס המודל של Feng et al. (2010) המותאם לאזור המחקר.

## סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
לפתח כלים לביסוס מערך הדברה רחב היקף על מנת לייעל את השימוש בחומרי הדברה. המחקר מתייחס לשני מזיקים רב-פונדקאים: הליותיס וכע"ט. שלבי המחקר: א. לימוד הדינאמיקה של הליותיס וכע"ט במרחב ובזמן; ב. התאמה ומימוש של מודלים לחיזוי הליותיס; ג. הגדרת קווים מנחים לתכנון מערך הגידולים במרחב.
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
א. ניתוח הדינאמיקה בזמן ובמרחב של ההליותיס לפי גידולים מעיד על השפעה של קירבה בין גידולים ב. נבנה בסיס נתונים של נתוני הגלאי MODIS. בסיס נתונים זה כולל את כל נתוני טמפרטורת קרקע ומדדי צמחיה הזמינים מהשיגור ועד היום, כאשר בסיס הנתונים מתעדכן באופן אוטומטי על בסיס יומי. ג. שולבו נתוני פיקוח בחלקות עם הפנולוגיה של הגידולים המתקבלת מסדרות הזמן של אינדקס הצמחייה. שילוב זה יכול לסייע לדעת מהו טווח הזמן שבו קרבה בין גידולים רלוונטית ועל-פיה ניתן יהיה לקבוע מועדי זריעה מועדפים בהינתן שכנות של גידול 'מקור' עם גידול 'מבלע'.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח.
המסקנה המדעית העיקרית היא שניתוח דינאמיקה של מזיקים במרחב ובזמן יכול להתבסס על נתונים הנאספים מהפקחים ולא דוקא מנתונים הנאספים מניסויים מסודרים. העוצמה של נתוני הפיקוח היא בכמות הרבה שלהם ויכולת להפיק מהם מידע על מרחב גדול ולאורך זמן. מסקנות יישומיות: א. כדאי לנסות לבצע פרישה מרחבית של גידולים באופן המתייחס למעבר של ההליותיס ביניהם; ב. בבחירת תכשירי הריסוס יש לקחת בחשבון את ההיסטוריה של השימוש בתכשירים בגידולים הסמוכים על מנת לצמצם עמידויות; מכיוון ששני השליבים העיקריים של המחקר פרושים על שלוש שנים לא ניתן להשיג את המטרות בשנה אחת. לגבי שלב א' ניתוח הנתונים נעשה כמו שהצהרנו על שני אזורים משתי עונות אך רק על ההליותיס ולא על הכע"ט נקווה כי בשנה הבאה נוכל להוסיף ניתוח על הכע"ט. לגבי שלב ב', נראה כי יש התקדמות בקצב סביר. נצטרך להשקיע מאמץ גדול יותר בשנה הבאה לקדם אותנו מהר יותר.
הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר.
ישנה תלות בשת"פ עם החלקאים והפקחים ויש לבסס אותה על-ידי שיתוף המימצאים והתועלת המופקת ממחקר כזה.
האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח:
לא
פרסום הדו"ח: אני ממליצה לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
רק בספריות
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
חסוי לא לפרסם