



דו"ח לתכנית מחקר מספר 08-458-0461

## מידע עיתי ומרחבי להבנת הגורמים לאילוח בהלקטית ורודה

### מוגש להנהלת ענף כותנה

על ידי:

- אמוץ חצרוני • הנדסה, מנהל המחקר החקלאי
- אריאלה ניב • מועצת הכותנה
- יפית כהן • הנדסה, מנהל המחקר החקלאי
- ויקטוריה סורוקר • הגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי
- ליאורה שאלתיאל-הרפו • מו"פ צפון

### תקציר

בכל שדות הכותנה בארץ מיושמת שיטת "בלבול" הזכרים, שהיא מרכיב חשוב בהדברה משולבת. אף על פי כן לא פחתו אוכלוסיות המזיק, החקלאים נאלצים לרסס פעמים רבות ועלויות ההדברה מרקיעות שחקים. מרכיב הסניטציה של השדות לאחר הגידול, וסילוק השאריות צוין כגורם אפשרי בשיבוש תהליכי ההדברה. ככל שתסולקנה יותר שאריות של כותנה מהשדות, כן יפחתו סיכוייו של המזיק לשרוד את החורף ולפתח אוכלוסיות בשנה העוקבת. כדי לנסות ולהבין את תרומת מקורות האילוח האפשריים להתפרצות אוכלוסיית המזיק נערכו, בשתי עונות קודמות, סקרים, ברמה ארצית. אלו הצביעו על שונות ברמת הנגיעות בשדות הכותנה, אולם לא נמצאה מגמה מרחבית משמעותית. הרמזים שנמצאו בסקרים הקודמים הביאו למסקנה שפיזור איסוף המידע ברמה ארצית, עקב היקפי העבודה הנדרשים, לא יכול להביא לאישוש המסקנות. לכן יש להתמקד בשטח קטן יותר ובו לאסוף את מירב המידע על כל חלקות הכותנה וכל מקורות האילוח הפוטנציאליים.

מטרת העבודה זו הייתה חקר הקשר המרחבי בין מקורות אילוח פוטנציאליים לנזק שנגרם מזחל ורוד.

העבודה התפרסה על פני ארבעה אזורים בארץ, סך של 34 חלקות. נערך מיפוי לחלקות ולנתוני רקע של גידול כותנה בסביבתן בעונה קודמת. במהלך העונה נאספו ומופו נתונים נוספים הקשורים בנגיעות ופעולות מניעה והדברה. נבחנו מודלים מקובלים של גורמי אילוח סביבתיים ולאילו נוספו פרמטרים שחושבו מתוך מערכת מידע מרחבי.

הסקר מאשש ידע קודם על השפעת מקורות האילוח. בכך ניתן להסיק ששיטות המיפוי וניתוח מרחבי בהן נעשה שימוש בניתוח הנתונים אכן הגיעו לתוצאות תקפות. איסוף נתונים ורישום חלקות, טיפולים ועוד, יכולים לשמש לצורך פיתוח מערכת תומכת החלטה לחיזוי חלקות עם פוטנציאל אילוח.

## מבוא

הלקטית וורודה היא אחד ממזיקי הכותנה הנפוצים והקשים בארץ ובעולם. מזיק זה תוקף, בעיקר, צמחים ממשפחת החלמיתיים עם העדפה לכותנה. בישראל תוקפת ההלקטית הורודה רק כותנה. בשנים האחרונות התעצמה מאוד אוכלוסיית המזיק והוא הפך למזיק העיקרי, המאיים על עתיד גידול הכותנה בארץ. ההלקטית הורודה פוגעת בהלקטים ובזרעים שבתוכם, וגם בכפתורים צעירים. הנזק להלקטים הוא משמעותי מבחינה כלכלית ונגיעות קשה יכולה להביא לאובדן היבול כולו.

זחל ההלקטית בוקע מהביצה באורך כ-1-2 מ"מ. תוך שעתיים מבקיעתו חודר הזחל הצעיר אל תוך הלקט ואינו משאיר סימנים בולטים על פני ההלקט. מרגע חדירתו מוגן הזחלים בתוך אברי הצמח בפני אויביו הטבעיים ובפני תכשירי הדברה כימיים.

בתום ארבע דרגות התפתחות בתוך ההלקט, קודח הזחל חור בדופן החיצונית של ההלקט ומפיל עצמו אל הקרקע, בה הוא מתגלם. הבוגרים שיוצאים מהגלמים מזדווגים, מטילים ביצים על ההלקטים, וחוזר חלילה. ההלקטית מקיימת בארץ 4-5 דורות, בהתאם לטמפרטורה באזור בו היא מתפתחת. לקראת סוף חודש ספטמבר, כשהימים מתקצרים והטמפרטורות יורדות, נכנסים הזחלים לשלב של תרדמה למשך החורף בתוך ההלקטים, ובעיקר בהלקטים הירוקים הנמצאים על הצמח שלא יפתחו עד הקטיף. ההלקטים הירוקים שלא נקטפו נושרים במהלך עיבודי הקרקע על ידי מכסחת או עקרון. הזחלים שבתוכם מהווים את פוטנציאל הנגיעות לשנה הבאה. זחלים של ההלקטית עלולים גם לשרוד את החורף בתרדמה בתוך זרעים של הלקטי כותנה פתוחים שנפלו לקרקע.

בשנים האחרונות נעשה בארץ מעבר לגידול של זני פימה, שהיא כותנה ארוכת סיב עתירת הכנסה. עונת הגידול של הפימה ארוכה יותר יחסית לעונת הגידול של הזנים האחרים. ולכן, משך התקופה בה יש על הצמחים הלקטים ירוקים – ארוך יותר, ולהלקטית הורודה יש יותר הזדמנויות להטיל עליהם. ואכן, עם המעבר לפימה התעצמה אוכלוסיית המזיק בארץ.

ההתמודדות עם ההלקטית הורודה בעולם נעשית באמצעות זנים טרנסגניים שמייצרים רעלן להדברת הזחלים, באמצעות פיזור זכרים עקרים, יישום פרומונים ל"בלבול" זכרים וריסוסים. אין בארץ גידול של כותנה טרנסגנית ואין פיזור של זכרים עקרים. ההתמודדות עם המזיק נעשית רק באמצעות יישום פרומון ל"בלבול" הזכרים, ריסוסים נגד בוגרים וזחלים צעירים שלא חדרו עדיין לתוך ההלקטים, ואמצעי סניטציה שונים שנועדו לסלק את שאריות הכותנה מהשדות. בעבר נוסה גידול של כותנה טרנסגנית בארץ שנמצאה יעילה, באופן מוחלט, נגד ההלקטית הורודה. אולם אין בנמצא כיום זני פימה טרנסגנית.

בכל שדות הכותנה בארץ מיושמת שיטת "בלבול" הזכרים, שהיא מרכיב חשוב בהדברה משולבת. אף על פי כן לא פחתו אוכלוסיות המזיק, החקלאים נאלצים לרסס פעמים רבות ועלויות ההדברה מרקיעות שחקים. בתנאים האלה מקבל מרכיב הסניטציה משנה חשיבות. ככל שתסולקנה יותר שאריות של כותנה מהשדות, כן יפחתו סיכוייו של המזיק לשרוד את החורף ולפתח אוכלוסיות בשנה העוקבת. בין שיטות הסניטציה

המקובלות ניתן לציין את הכיסוח והעקירה, החריש, איסוף השאריות וכיבושן לחבילות, והכנסת בקר למרעה.

כדי לנסות ולהבין את תרומת מקורות האילוח האפשריים להתפרצות אוכלוסיית המזיק נערכו, בשתי עונות קודמות, סקרים, ברמה ארצית. בסקרים אלו נבחרו חלקות שהיו ידועות כנגועות ובכל אחת מהן נערכו כ-10 דגימות להערכת הנזק.

החלקות היו מפוזרות ברחבי הארץ וייצגו את מרבית האזורים בהם גודלה כותנה.

בסקר הראשון, בעונת גידול 2006 נבחרו 35 חלקות מתוך כל אזורי גידול הכותנה בארץ, שהיו ידועות כנגועות בזחל ורוד. לפני הקטיף נדגמו בכל חלקה 10 קטעים, כל אחד באורך 1 מטר. הדגימות נערכו באזורים בחלקה שצוינו על ידי המגדל/פקח כפגועים. תהליך הדגימה כלל ספירת ההלקטים הלא נגועים לאורך הקטע; שאר ההלקטים (הפגועים) נקטפו ומוינו לפי מידת הפגיעה באונות השונות, ועל פי זה חושב אחוז הנזק. באזורי המדגם סומנו מקורות אילוח פוטנציאליים. בחלק מהמקרים ניתן היה לקשר, באופן נקודתי, בין מידת הנזק למקור אילוח פוטנציאלי.

בסקר השני, בעונת הגידול 2007 נבחרו 51 חלקות, מתוך כל אזורי גידול הכותנה בארץ, ברובן ידועות כנגועות בזחל ורוד. בכל חלקה נדגמו 10 קטעים כמפורט לעיל, במספר אזורים בשדה. נגיעות כל אזור נקבעה על פי ממוצע הנגיעות באותו אזור. גם בעונה זו ניתן היה, בחלק מהאתרים, לקשר, באופן נקודתי, בין רמת הנגיעות למקורות אילוח פוטנציאליים.

תוצאות הסקרים האחרונים הצביעו על שונות ברמת הנגיעות בשדות הכותנה, אולם לא נמצאה מגמה מרחבית משמעותית. בין השאר כיוון שהחלקות היו פזורות במידה כזאת שלא ניתן היה לקשר ולכמת בוודאות את מידת ההשפעה ההדדית בין החלקות ובין גורמי סביבה או גורמים שקשורים בטיפולים קודמים בזחל הורוד ברמה האזורית. הרמזים שנמצאו בסקרים הקודמים הביאו למסקנה שפיזור איסוף המידע ברמה ארצית, עקב היקפי העבודה הנדרשים, לא יכול להביא לאישוש המסקנות. לכן יש להתמקד בשטח קטן יותר, אך עדיין ברמת אזור (לעומת חלקה), ובו לאסוף את מירב המידע על כל חלקות הכותנה וכל מקורות האילוח הפוטנציאליים.

מטרת העבודה: חקר הקשר המרחבי בין מקורות אילוח פוטנציאליים לנזק שנגרם מזחל ורוד.

## **פירוט עיקרי הניסויים**

התכנית התמקדה במספר אזורים: עמק החולה, עמק יזרעאל, אזור מנשה, ובדרום. בסך הכל היו בסקר 34 חלקות. מתוכן התמקדנו בשני אזורים עיקריים: עמק יזרעאל עם עשר חלקות, ואזור מנשה עם שמונה חלקות. עקב צימצום שטחי הכותנה בעונת 2008 היו החלקות בשאר האזורים מפוזרות על שטח נרחב ולכן תרומתן לעבודה זו היתה נמוכה.

סימון חלקות ומיקום הדגימות נעשה על פי מפות שנאספו אצל המגדלים ומידע מהדוגמים. המפות עברו המרה סיפרתית למפות ממוחשבות ורוכזו במערכת מידע גיאוגרפי (ESRI ArcView) ששימשו לאחר מכן לגזירת נתונים לצורך חישובים סטטיסטיים.

איסוף נתוני רקע כלל את המרכיבים הבאים:

- מופו כל חלקות הכותנה בעונת 2008 שבאזור.

- מופו החלקות בהן גודלה כותנה בעונת 2007.

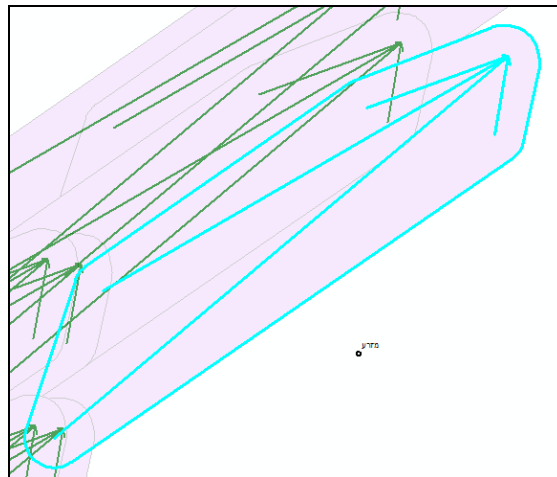
- סומנו כל האתרים בהם רוכזו ערמות הכותנה בעונת 2007.

איסוף הנתונים כלל את מינון ה"בלבול" ומועד יישומו; טיפולי ההדברה במהלך העונה: מועד ריסוסים וחומרי הדברה; איסוף נתוני נזק בסוף העונה. הדגימה בסוף העונה בוצעה כדלהלן: לפני הקטיפה נדגמו מכל חלקה 12 קטעים באורך מטר כל אחד (שלוש חזרות בארבעה אזורים בחלקה); ההלקטים ה"טובים" נספרו, וההלקטים הפגועים נאספו ונבדקו לאחר מכן בתנאי מעבדה מחוץ לשדה. חושב אחוז ההלקטים הפגועים מהלקטית ורודה.

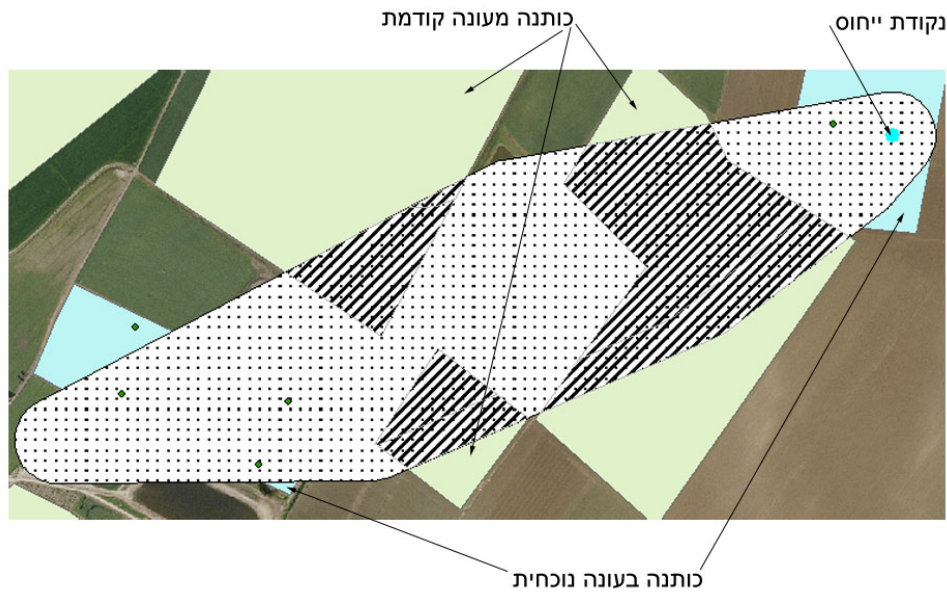
עיבוד הנתונים כלל אומדן שונות רמת הפגיעה בחלקה, חושב קשר בין רמת הפגיעה למרחק ממקורות אילוח פוטנציאליים, והקשר בין רמת הפגיעה למינון ה"בלבול" ולמספר טיפולי ההדברה. נעשה שימוש במדידות של עוצמת הרוח וכיוונה לבחינת ההשפעה על רמת הפגיעה.

המרחק ממקורות אילוח פוטנציאליים נמדד באמצעות מערכת מידע גיאוגרפי. עבור כל נקודת דגימה נמדד המרחק אל מקור האילוח הקרוב ביותר. זה יכול היה להיות הנקודה הקרובה ביותר בחלקה בה גודלה כותנה בשנה שעברה, או המרחק אל ריכוז הכותנה הקרוב ביותר (מעונה קודמת). מיקום חלקות מעונה קודמת ומיקום ערימות הכותנה התקבל מהמגדלים שסימנו אותם על גבי מפות ואלו הומרו ידנית למערכת הגיאוגרפית.

נלקחו נתוני מהירות וכיוון רוח שנמדדו באזור. מתוכם חושבה שושנת הרוחות כוקטורים של אנרגיית הרוח. מבנה שושנת הרוחות הוטל סביב כל אחת מנקודות המדידה באורך שהוא פרופורציונאלי לעוצמת הרוח באזור. באופן זה, לדוגמא, באזור משמר העמק רדיוס ההשפעה המכסימאלי היה 2.0 ק"מ ובאזור מנשה 1.2 ק"מ. סביב קטורי כיוון ועצמת הרוח שורטט איזור ההשפעה באמצעות אלגוריתם הקימור (convex hull). למבנה שנוצר הוספה רצועה ברוחב של 100 מטרים שהרחיבה את אזור ההשפעה (איור 1).



איור 1 היטל שושנת עוצמת הרוח ואיזור ההשפעה



איור 2 חישוב שטח השפעה על נקודת ייחוס: שטח השפעה פוטנציאלי על פי עצמת וכיוון הרוח (מנוקד); ובתוכו שטחי כותרת מעונה קודמת (מקווקו).

בשלב הבא נמצאו, עבור כל נקודת מדידה, כל האזורים בהם גודלה כותרת בשנה קודמת ונמצאים תחת כל אזור השפעה (איור 2). עבור כל נקודה חושב סך השטח שמתייחס אליה. היחס בין השטח בו הייתה כותרת בעונה קודמת לשטח ההשפעה הוכנס כפרמטר שמייצג את שטח הכותרת מעונה קודמת. באיור דלעיל: יחס השטח המקווקו לשטח המנוקד (להלן REA – Ratio to Effective Area).

באופן דומה חושב שטח השפעה של כותרת מעונה קודמת על חלקה שלמה לצורך זה הוטלה שושנת הרוחות על כל היקף החלקה. המעטפת הכוללת שנוצרה (באמצעות אלגוריתם הקימור) מגדירה את היקף אזור ההשפעה והחישוב נעשה כמתואר לעיל.

## תוצאות

מספר הימים עד הריסוס הראשון עשו לרמזו האם הנגיעות מוקדמות או הגיעה בשלב מאוחר יותר. לצורך זה בחנו את ההנחה שככל ששדות כותרת ומצבורים מעונה קודמת קרובים יותר כך יפחתו מספר הימים עד לריסוס ראשון. הממצאים לא אוששו את ההשערה ונמצא כי המרחק אל שדה כותרת ואל מצבורי כותרת מעונה קודמת לא השפיע באופן משמעותיים משמעותיים על מספר הימים עד לריסוס ראשון.

נמצא גם כי השפעת המרחק לשדה כותרת משנה קודמת על ימים לריסוס ראשון אינה מובהקת, גם אם מתחשבים במגדל.

השפעת מרחק מערימות (שנה קודמת) על הימים לריסוס ראשון הייתה גבולית. התחשבות במגדל מקטינה את השפעת המרחק.

לעומת זאת כאשר במקום למדוד את המרחק אל מקורות האילוח הפוטנציאליים השתמשנו בשטח הכותרת בסביבת החלקה (REA) נמצא, באופן מובהק ( $p=0.0112$ ), כי ככל שהייתה יותר כותרת בסביבה - הוקדם הריסוס.

מספר הריסוסים במשך העונה עשוי להוות קנה מידה לרמת הנגיעות ולהמצאות מקורות אילוח. השערה זו נמצאה מובהקת ( $p=0.0071$ ). כלומר ככל ששטח הכותנה מעונה קודמת (REA) היה גדול יותר, כך עלה מספר הריסוסים בהתאם.

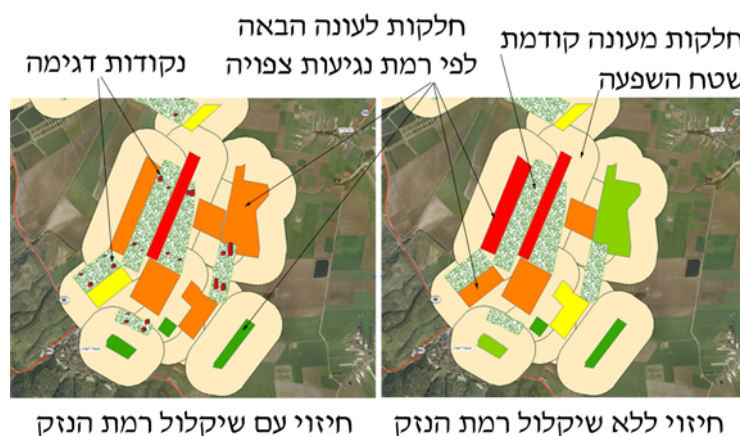
מתוך הבדיקות שנערכו בארבע חזרות בכל חלקה בסוף העונה חושבה שונות רמת הפגיעה בכל חלקה (33 חלקות – באחת החלקות הייתה רק חזרה אחת). סטיית התקן שנמצאה הייתה, בממוצע  $3.6 \pm 1.3\%$ . השפעת טיפול (25, 25+25) על ימים לריסוס ראשון אינה מובהקת (ממוצע 112 ימים מהנבטה) – (תואם את התוצאות מניסוי מינוני פרומון)

## סיכום

הסקר מאשש ידע קודם על השפעת מקורות האילוח כפי שנמסר על ידי מומחים ואנשי שדה. בכך קיבלנו אישור לכך ששיטות המיפוי והניתוח המרחבי בהן נעשה שימוש אכן הניבו תוצאות תקפות. השימוש במערכות מידע ובפרט במערכת מידע גיאוגרפי מאפשר לא רק ארגון מסודר לצורך תיעוד רב שנתי של הנתונים אלא גם מרחיב את היכולת בעצם ההקלה בהצגת שאלות מחקריות הקשורות במרחב. ובביצוע חישובים שקשה ואף לא מעשי לבצע במערכות אחרות.

איסוף נתונים ורישום חלקות, טיפולים ועוד, יכולים לשמש לצורך פיתוח מערכת תומכת החלטה לחיזוי חלקות עם פוטנציאל אילוח. ההשפעה המובהקת של שטח הגידול כותנה מעונה קודמת על מספר הריסוסים בעונה יכולה לשמש כבסיס למערכת תומכת החלטה. לצורך הדגמת הגישה נקבע תכנון חלקות (שרירותי – ולמעשה העתקה של תכנון משנה קודמת) לקראת עונת הזריעה הבאה (מסומנות בצבע באיור 3). סביב כל אחת מחלקות אלו חושב שטח הכותנה מעונה נוכחית. החלקות לעונה הבאה נצבעו בפרופורציה לשטח האפקטיבי שבסביבתן. חלקות עם שטח סמוך קטן נצבעו בירוק, וחלקות שבסביבתם היה שטח מרבי של חלקות מעונה אחרונה נצבעו באדום (איור 3).

בווריאציה על אותה סימולציה שוקללה מידת הנגיעות של החלקות בעונה האחרונה ולא רק השטח היחסי. התוצאות מתוארות באיור 3 משמאל שם ניתן לראות שחלק מהחלקות דורגו באופן שונה.



איור 3 דוגמה לטכניקת חיזוי נגיעות צפויה. סביב החלקות אזור השפעה אפקטיבי. בצבעים מירוק לאדום, רמת נגיעות צפויה. מימין על סמך שטח החלקות הסמוכות, משמאל התחשבות בערך הנגיעות שנמצא בעונה קודמת.

מודל זה הינו בגדר הצעה בלבד וניתן יהיה לבחון ולשפר אותו במידה ונתונים רב שנתיים יהיו זמינים. עליית המודעות לצורך באיסוף נתונים והצטרפות מגדלים באזורים שונים בארץ למיזם איסוף נתוני נגיעות למאגר נתונים וידע מרכזי יסיע בקידום האפשרויות לפיתוח מודלים מעין זה.

## **תודות**

לאפי פרשיץ ודוד חזן ממועצת הכותנה על ביצוע הדגימות.