

אימות מודל ימי המעלה בעבור גיחות ההלקטית הורודה בכותנה
Degree day Model validation for pink bollworm emergence

מיכל אקסלרוד¹, אריאלה ניב¹

¹ המועצה לייצור ושיווק כותנה

תקציר

גיחת ההלקטית הורודה בתחילת האביב הינה תלויה טמפ'. על מנת לחזות את תחילת הגיחות ניתן להשתמש בצבירת ימי מעלה ובניית מודל המתאים לתנאי הארץ. בעונות 2012, 2013 נעשה מעקב אחר גיחות ההלקטית הורודה אל מול צבירת ימי המעלה על פי מודלים שונים אשר קיימים בארה"ב. בעונת 2014 נעשה אימות נוסף של מודל ימי המעלה לצורך חיזוי גיחת הלקטית ורודה בתחילת האביב.

נמצא כי המתאם בין צבירת ימי המעלה לגיחות העשים הינו 0.88. כלומר, צבירת יחידות חום (ימי מעלה) מסבירה 88% מאופי הגיחות של המזיק בתחילת האביב. מתאם זה מהווה שיפור למתאם שהיה קיים על פי הנתונים של השנתיים הראשונות של הניסוי.

מודל ימי מעלה מאפשר חיזוי גיחת העשים בשנים העוקבות על ידי מעקב אחר הטמפ' בשטח וחישוב ימי המעלה. השימוש בו עשוי לעזור בהכוונת מועד ישום "בלבול הזכרים". כמו כן, יכול לעזור בהכוונת מועד הזריעה והתחמקות מהדור הראשון שמגיח ("גיחות התאבדות"), או לדעת מהי רמת החשיפה למזיק בתחילת העונה. צבירה של ימי מעלה רבים טרם הזריעות מגדילה את משך הזמן בו למזיק אין אברים ההכרחיים להתבססותו.

מבוא

הלקטית ורודה, *Pectinophora gossypiella*, הינו עש שמהווה מזיק חשוב ביותר בכותנה בארץ ובעולם. זחלי המזיק מהדור האחרון של העונה חורפים בקרקע או בהלקטים שנותרו בשדה, ובתחילת האביב הבא הם מתגלמים ומגיחים מהקרקע כבוגרים. היציאה של הזחלים מתרדמה, התגלמותם וגיחתם כבוגרים באביב מושפעת בעיקר מטמפרטורה. נקבות עשים שמגיחות לפני הופעת איברים רפרודוקטיביים על צמחי הכותנה, מטילות את הביצים על גבי החלקים הוגטטיביים של הצמח. בהיעדר איברים רפרודוקטיביים, לזחלים המגיחים אין מזון, ולכן אינם מסיימים להתפתח ומתים (Bariola 1978). פקעי הפריחה עליהם ניזונים הזחלים צריכים להיות בני 7-10 ימים לפחות על מנת לאפשר את התפתחות הזחל (University of Arizona, Brown et al 1992). גיחה של בוגרים לפני הופעת איברים רפרודוקטיביים שיכולים לתמוך בהמשך ההתפתחות, נקראת "גיחת התאבדות" (Bariola 1978).

מחקרים שונים הראו כי זריעה מאוחרת של הכותנה עשויה להביא לכך שמרבית אוכלוסיית המזיק תגיח לפני שיתפתחו איברים רפרודוקטיביים (Chu et al 1996). כ-95% מהעשים של הלקטית ורודה מגיחים מהתרדמה מאמצע מרץ ועד לאמצע יוני. זריעה מאוחרת מאריכה את התקופה שבה למזיק אין פונדקאי ראוי להתפתחות ולכן יש אחוז גבוה של גיחות התאבדות (Henneberry and Naranjo 1998).

התפתחותו של המזיק, כמו גם של חרקים רבים אחרים, מושפעת בעיקר משני גורמים, זמן וטמפרטורה. ההלקטית זקוקה לתקופת זמן בטמפרטורה מתאימה על מנת להתפתח משלב אחד במחזור החיים למשנהו. הסף התחתון הינו הטמפ' המינימאלית שבה ההתפתחות נעצרת, ואילו הסף העליון הוא הטמפ' שמעליה ההתפתחות נעצרת, או שקצב ההתפתחות יורד. כמות החום שנדרשת על ידי אורגניזם להשלמת ההתפתחות ידועה כזמן פיזיולוגי, אשר מבטא בד"כ ביחידות שנקראות ימי מעלה (Brown 1989). השימוש בימי מעלה מאפשר לחזות את מועד התרחשותם של אירועים ביולוגיים משמעותיים, כמו גיחות האביב, ויכול לעזור בקביעת סיפי פעולה (Beasley and Adams 1996, Ingram 1994). שימוש בידע של צבירת ימי מעלה יכול לשמש את המגדלים לקביעת "חלון" מועדי הזריעות שיביא למקסימום "גיחות התאבדות", תוך פגיעה מינימאלית ביבול הצפוי (Brown et al 1992).

בארה"ב פיתחו מספר מודלים (Sevacherian et al 1977, Huber et al 1979, Naranjo and Martin 1993, Beasley and Adams 1996) שחוזים את מועד הגיחה של המזיק ומאפשרים לקבוע בצורה מושכלת את מועד זריעת הכותנה. מודלים אלו הינם בעלי סיפי התפתחות שונים ותאריך התחלת צבירה שונה (1 בינואר או ה-1 בפברואר). בעבודה במסגרת תואר שני של מיכל אקסלרוד נבדקה ההתאמה של גיחות הלקטית ורודה לצבירת ימי המעלה על פי ארבעה מודלים שונים במשך שנתיים, בתשעה משקים ברחבי הארץ. בעבור כל ארבעת המודלים התקבל מקדם מתאם גבוה (סביב 0.85), ולכן המסקנה היא כי ניתן להשתמש במודל זה כדי לחזות את הגיחות.

מטרת המחקר היא להמשיך לאמת את המודלים לחיזוי מועד הופעת הלקטית ורודה על בסיס ימי מעלה על פני טווח רחב יותר של שנים. מעקב לאורך מספר רב יותר של שנים אחר גיחות המזיק אל מול צבירת ימי המעלה עשוי לשפר את המתאם הקיים.

חומרים ושיטות

בחירת המשקים ושדות הניסוי- המשקים אשר נבחרו לניסוי הם משקים שמייצגים אזורי אקלים שונים בארץ, ובהם יש נגיעות גבוהה בהלקטית ורודה. השדות אשר נבחרו לניסוי היו שדות כותנה מהעונה שעברה, שהשנה לא גודלה שם כותנה, וזאת כדי להבטיח שלא יהיה בהם "בלבול" זכרים. בעונת 2014 שימשו לניסוי חמישה משקים- גבעת חיים איחוד, גן שמואל+שדות ים, קבוצת יבנה, צבר קמה ושדה יואב.

איסוף נתוני הטמפ'- נתוני הטמפ' השעתיים נלקחו מתחנות מטאורולוגיות שנמצאות סמוך למשקי הניסוי.

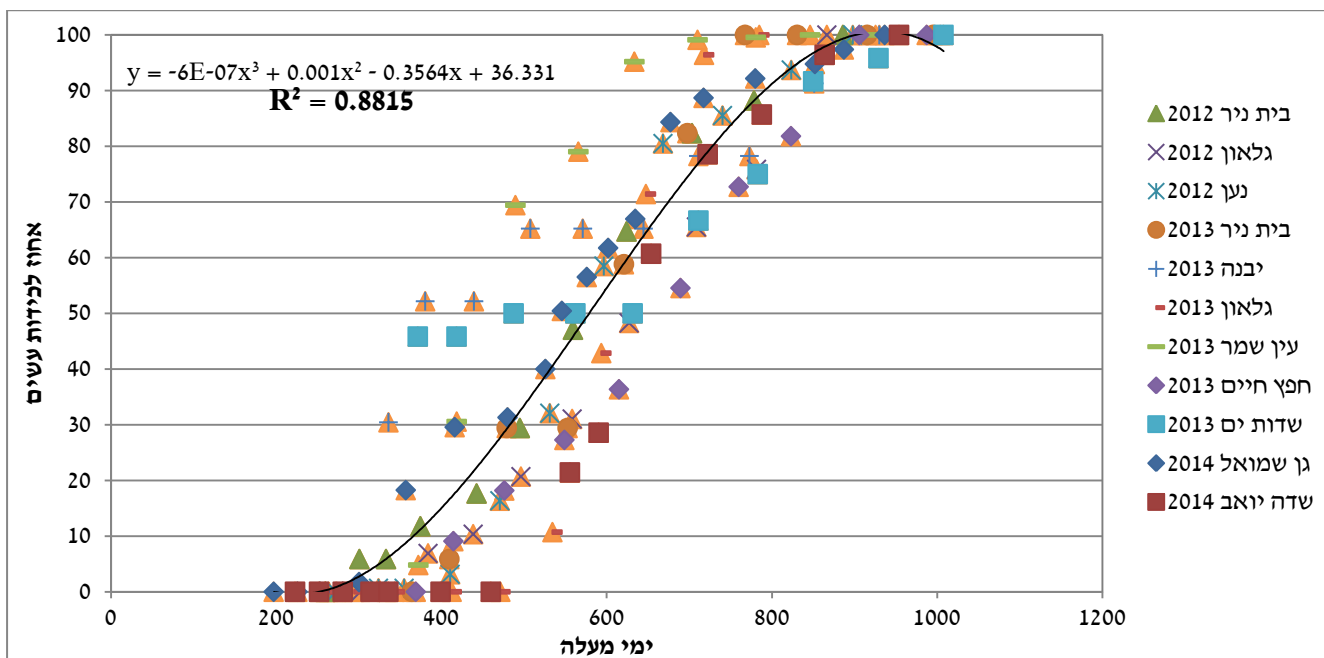
ניטור המזיק- ניטור המזיק נעשה בעזרת ארבע מלכודות פרומון שהוצבו מאמצע מרץ בכל חלקה במרחק של לפחות 50 מ' זו מזו. רצועת הפרומון הוחלפה מידי שלושה שבועות, על מנת לשמור על רמה גבוהה של פרומון נדיף במלכודת. בדיקת המלכודות וריקון שלהן התבצעו אחת לשבוע מתאריך הצבת המלכודות ועד לסוף יוני. בסוף יוני לא ניתן להבחין בוודאות בין גיחות חדשות של זכרים מהקרקע לדור הראשון של העשים שיכול היה להימצא בשטח.

אימות מודל ימי המעלה- הקשר בין צבירת ימי מעלה לכידות העשים- נתוני הטמפ' סוכמו ומתוכם חושבה צבירת ימי המעלה היומית על פי סף התפתחות עליון של 30 מ"צ ותחתון של 12.8 מ"צ, מה- 1 בינואר.

במקביל, סוכם אחוז לכידות העשים המצטבר עבור כל משק בניסוי. מלכודות אשר לכדו פחות מ- 10 עשים במהלך העונה, הוצאו מהחישוב הכללי. מספר נמוך מידי של לכידות עשים יכול להביא להטיה של גרף גיחות העשים ולא דווקא יעזור להסביר את הקשר בין צבירת ימי המעלה לגיחות. לכן, בעונת 2014 הוצאו מהחישוב גבעת חיים איחוד, קבוצת יבנה וצבר קמה. מהנתונים חושבה רגרסיה פולינומית מסדר שלישי עבור אחוז הגיחות המצטבר אל מול צבירת ימי מעלה.

תוצאות

במשך שלוש שנים נבחנה ההתאמה של צבירת ימי המעלה לגיחות ההלקטית הורודה. על מנת למצוא את הקשר בין צבירת ימי המעלה לגיחת בוגרים של הלקטית ורודה לאחר התרדמה, הותאמה רגרסיה פולינומית. מתוצאות שנתיים של מעקב אחר נתוני הטמפ' אל מול לכידות העשים, התקבל מתאם של 0.85, עבור סף התפתחות תחתון של 12.8 מ"צ ועליון 30 מ"צ. המשך המעקב בעונה נוספת נועד לשפר את המתאם. בעונת 2014 נעשה מעקב אחר הלכידות בחמישה משקים נוספים, כאשר רק בשניים היו מעל עשרה פרטים שנלכדו במהלך האביב ועל כן הוכנסו למודל. ניתן לראות כי במודל שכולל 11 משקים במשך שלוש עונות התקבל מתאם טוב יותר של 0.88. כלומר, צבירת ימי המעלה מסבירה 88% מאופי הגיחות של המזיק בתחילת האביב.



איור 1. אחוז לכידות עשים מצטבר כתלות בצבירת ימי מעלה על פי סף תחתון של 12.8 מ"צ וסף עליון 30 מ"צ.

דין

המתאם בין צבירת ימי המעלה אל מול אחוז גיחות העשים הוא 0.88. כלומר, צבירת ימי המעלה מסבירה לפחות 88% מהאופן של גיחות העשים בתחילת העונה. זהו אחוז גבוה של שונות

מוסברת. ערך זה הינו שיפור במתאם בהשוואה ל- 0.85 שהיה לפני הוספת הנתונים של השנה. מטרת המחקר היתה לאמת את המתאם על ידי מעקב אחר צבירת ימי המעלה אל מול הגיחות על פי טווח רחב יותר של שנים ונראה שחל שיפור במתאם.

אופן הגיחות האביביות של ההלקטית הורודה אכן תלוי, ברובו, בצבירת יחידות חום. זאת בדומה למודלים הקיימים בארה"ב. יש גורמים רבים נוספים אשר עשויים להשפיע על הגיחות האביביות, כמו משקעים, עיבודי קרקע, גנוטיפים שונים של המזיק, אך אלו לא נבחנו במסגרת זו.

מפני שהתקבל מתאם גבוה בין צבירת ימי המעלה לגיחות העשים ניתן לעשות שימוש בגרפים אלו לצורך חיזוי גיחת העשים בשנים העוקבות על ידי מעקב אחר הטמפ' בשטח וחישוב ימי המעלה. מודלים לחיזוי הגחת ההלקטית הורודה בתחילת העונה קיימים בארה"ב ומשמשים ככלי ליישום שיטות ההדברה השונות ו/או מעקב אחר אוכלוסיית המזיק. בארץ, בהעדר צמחים טרנסגניים, הצורך בהתאמת מודל שמתאים לתנאי הארץ הינו בעל משמעות רבה לתיאום הפעולות שנעשות בתחילת עונה כחלק ממערך ההתמודדות כנגד הלקטית ורודה. דוגמא חשובה לכך היא יישום חוטי הפרומון כחלק מ"בלבול הזכרים" במועד המתאים לפני גיחות הבוגרים בתחילת העונה, כאשר הצמחים מפותחים מספיק. יישום מאוחר של חוטי הפרומון עלול להביא להתבססות האוכלוסייה של המזיק כבר בשלב מוקדם של העונה, עלייה ברמותיה ובכך לירידה ביעילות ה"בלבול". השימוש בצבירת ימי המעלה יכול לעזור בדיוק היישום של אמצעי ה"בלבול".

מודל ימי מעלה המתאים לתנאי הארץ יאפשר קבלת החלטה מושכלת לגבי מועד הזריעה שיביא לשיעור גבוה של "גיחת התאבדות" או מהי רמת המזיק שאליה השדה חשוף. צבירה של ימי מעלה רבים יותר טרם זריעות הכותנה מגדילה את משך הזמן שיש גיחות של בוגרים, אך עדיין אין צמחים אשר יכולים לתמוך בהעמדת דור צאצאים חדש.

כל שנה מתאפיינת בתנאי אקלים שונים אשר עשויים להשפיע על מועד התחלת הגיחות של ההלקטית הורודה. כאשר האביב הוא חם וצבירת ימי המעלה מהירה, סביר שתהיה הקדמה של גיחות העשים ולכן תהיה חשיפה נמוכה יותר של הצמחים לגיחות אפקטיביות. מנגד, כאשר האביב קר יחסית וצבירת ימי המעלה איטית הגיחות יהיו מאוחרות יחסית ולכן הצמחים יהיו חשופים ליותר גיחות אפקטיביות.

- Bariola LA. 1978.** Suicidal emergence and reproduction by overwintered pink bollworm moths. *Environmental Entomology*, 7: 189- 192.
- Beasley CA, Adams CJ. 1996.** Field-based, degree-day model for pink bollworm (lepidoptera: gelechiidae) development. *Journal of Economic Entomology*, 89: s881-890.
- Brown PW. 1989.** Heat units. Extension Report 8915. University of Arizona.
- Brown P, Silvertooth J, Watson T. 1992.** Revised planting window for full season cotton varieties. In: *Cotton, A College of Agriculture Report*. Tucson: University of Arizona. pp. 421-451.
- Chu CC, Henneberry TJ, Weddle RC, Natwick ET, Carson JR, Valenzuela C, Birdsall SL, Staten RT. 1996.** Reduction of pink boll worm (lepidoptera: gelechiidae) populations in the imperial valley, california, following mandatory short-season cotton management. *Journal of Economic Entomology*. 89: 175- 182.
- Henneberry TJ, and Naranjo SE. 1998.** Integrated management approaches for pink bollworm in the southwestern United States. *Integrated Pest Management Reviews*, 3: 31 -52.
- Huber RT, Moore L and Hoffman MP. 1979.** Feasibility study of areawide pheromone trapping of male pink bollworm moths in a cotton insect pest management program. *Journal of Economic Entomology*, 72: 222- 227.
- Ingram WR. 1994.** *Pectinophora* (Lepidoptera: Gelechiidae), pp. 107- 148. In: *Insect pests of cotton*, Mathews GA, Tunstall JP (eds.). CABI, Wallingford, UK.
- Naranjo SE and Martin JM. 1993.** Comparative development, reproduction, and oviposition of pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) on a resistant okra-leaf cotton and commercial upland and pima cultivars. *Journal of Economic Entomology*, 86: 1094-1103.
- Sevacherian V, Toscano NC, Van Steenwyk RA, Sharma RK SR. 1977.** Forecasting pink bollworm emergence by thermal summation. *Environmental Entomology*, 46: 545–546.