

דו"ח שנה ראשונה - מסכם לתכנית מחקר מספר 10-0499-458
מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ופיתוח הכפר

מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני

על-ידי

יפית כהן, עמוס מזרח, יוסף גרינשפון
המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי
דורון טימר ויואב גזית, המועצה לשיווק פרי הדר

בשיתוף עם **לביא רוזנפלד**, המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי

Final Report for Research Project # 458-0499-10
Submitted to the Chief Scientist of the Ministry of Agriculture and Rural Development

Development of an automatic system for Medfly monitoring

By

Yafit Cohen, Amos Mizrach, Yosef Grinshpon
Agricultural Engineering Institute, ARO, the Volcani Center
Doron Timar, Yoav Gazit, *Citrus Marketing Board of Israel*

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר

א. תקציר

הצגת הבעיה: זבוב הפירות היס תיכוני הוא מזיק מפתח בהדרים, נשירים ומינים סוב-טרופיים. ההדברה בהדרים מתבצעת באורח מאורגן ומרכזי. מועדי ההדברה והחלקות המיועדות לריסוס בהדרים נקבעים ע"י 3 רכזי הדברה אזוריים הנעזרים במערך מיפוי פרדסים ממוחשב ובמערך ניטור של רשת ארצית של כ-2,600 מלכודות-ניטור, אשר פרושה בכל חלקות ההדרים בארץ. מערך הדברה יקבל תוספת מידע חיונית במידה ויימצא פיתרון לניטור רציף ואוטומטי של הזבוב.

מהלך ושיטות עבודה: במסגרת המחקר פיתחנו מספר אבי טיפוס של מערכות לניטור אוטומטי של הזפי"ת. בסופו של תהליך נבחר אב הטיפוס הטוב ביותר אשר מורכב ממלכודת בשילוב של פרומון למשיכת הזבוב (בדומה למלכודת רגילה), חיישן אופטי, חיישני טמפרטורה ולחות, אוגר נתונים ומערכת שידור סלולארית. על מנת לבחון את אמינות ודיוק המערכת ביצענו מספר ניסיונות במעבדה ובמרחב הפתוח ליד המכון להדברה ביולוגית ע"ש כהן.

תוצאות עיקריות: הדיוק הכללי של המערכת לניטור אוטומטי של הזבוב בארבעת הניסויים נעה בין 95%-ל-100% והאמינות של המערכת מגיעה ל-97%. מבחן שונויות (ANOVA) מראה כי אין הבדל בין כמות הלכידות במלכודות שטיינר ובין המלכודות לניטור אוטומטי ($p=0.92$).

מסקנות והמלצות: מערכת לניטור אוטומטי מאפשרת רצף של נתוני לכידות על ציר הזמן ויכולה לשמש לניטור בזמן אמת או כמעט בזמן אמת ולזהות התפרצויות של זבוב לפני שהן עלולות להביא לנזק. כמו כן, היא מאפשרת את חקר התנהגות הלכידות והקשר שלה לתנאים סביבתיים. מנתוני הלכידות ניתן ללמוד כי הזבובים נלכדו לאורך היום ולא בלילה. נתון זה הוא חשוב מכיוון שהוא משליך על האנרגיה הנדרשת להפעלת המערכת במהלך היום. במידה וניתן לכבות את המערכת בשעות הלילה ניתן לחסוך אנרגיה רבה. משילוב של נתוני טמפרטורה ניתן לראות כי יש פער זמן בין העליה בטמפרטורות ובין העליה בלכידות של הזבובים וכי ירידות קלות של טמפרטורה באמצע היום הביאו לקצב לכידות נמוך יותר. מכל מקום, לא ניתן להגיע למסקנות מנתונים של ניסויים בודדים שבוצעו על פני זמן קצר בשנה.

ב. מבוא

זבוב הפירות היס-תיכוני (זפי"ת) הוא מזיק מפתח רב-פונדקאים שתוקף הדרים, נשירים ומינים סוב-טרופיים. ללא הדברה נזקו עלול להגיע לכדי 100%. נזקו השווקי אף גדול מנזקו הכלכלי למגדל הבודד. מזיק זה הוא מזיק הסגר בשווקים חשובים של תוצרת חקלאית ישראלית בעולם כמו יפן, קוריאה, רוסיה, ארה"ב ואוסטרליה וללא הדברה יעילה לא ניתן לשווק פרי טרי מישראל לשווקים אלו. ההדברה בהדרים מתבצעת באורח מאורגן ומרכזי. מועדי ההדברה והחלקות המיועדות לריסוס בהדרים נקבעים ע"י 3 רכזי הדברה אזוריים הנעזרים במערך מיפוי פרדסים ממוחשב ובמערך ניטור של רשת ארצית של כ-2,600 מלכודות-ניטור, אשר פרושה בכל חלקות ההדרים בארץ. מלכודות הניטור הן מלכודות פלסטיק קטנות מטיפוס שטיינר/נאדל פשוטות ונוחות מאוד לתפעול, מצוידות בטרימדלור, שהינו פרומון מושך זכרים של זפי"ת וחומר קוטל. המעקב אחריהן נעשה על ידי 6 נטרים אשר סופרים את הזבובים שנמצאו במלכודות במהלך העונה (אוגוסט-מאי) בתדירות של 7-10 ימים. נתוני הניטור מועברים ל-3 רכזי-ההדברה: צפון, מרכז ודרום. לכל רכו, מערכת מידע גיאוגרפית (ממ"ג) ובה מאוחסנות שכבות מרחביות של חלקות ההדרים והמלכודות. הממ"ג מאפשרת לרכז לקשר את נתוני הקריאות העדכניות מכל מלכודת לשכבת המלכודות ולמפות אותן באופן המסייע לו להחליט היכן צריך לרסס. החרפת בעיית הזבוב בכל הגידולים הפונדקאים, הרחבת ההדברה הארצית גם לנשירים והכניסה של שיטות הדברה נוספות כמו פיזור זבובים עקרים ומתקנים ללכידה המונית, הגדילו מאוד את הצורך בניטור ובאיתור מדויק של מוקדי התפרצות והתפשטות הזבוב, בהצבת מספר גדול יותר של מלכודות ובתגובה מהירה לעליה בלכידת הזבובים. איסוף נתונים אינטנסיבי ובהיקף ארצי כרוך בהפעלת כח-אדם רב, עלויות גבוהות וקשיים לוגיסטיים רבים. בתדירות הניטור הנוכחית, לא ניתן

לדעת מתי הגיעו הזבובים למלכודת וממילא גם לא את הכיוון והמקור ממנו הם הגיעו. אפשרות אחת לשפר את תמונת הזפי"ת היא באמצעות ניטור בתדירות תכופה יותר. במרוקו למשל מתבצע ניטור יומי של הזפי"ת (שיחה עם M. Bounfour ממשרד החקלאות של מרוקו). אך מעבר לעלותו הגבוהה של ניטור בתדירות כזו בארץ, הוא עדיין לא יספק תמונה דינאמית רציפה של הזפי"ת.

מערך הדברה יקבל תוספת מידע חיונית במידה ויימצא פיתרון לניטור רציף ואוטומטי של הזבוב. בפיתוח מערכת מלכודות לניטור אוטומטי ושילובה בממ"ג יש יתרונות רבים המחולקים לשני היבטים עיקריים:

1. שיפור מערך ההדברה:

א. חיווי של נתוני לכידות מדויקים ואמינים יותר בזמן אמת וברצף שאינו מותנה באפשרות גישה וכח-אדם. בכלל זה, חיווי התראה על מוקדי התפרצות בזמן אמת. מידע זה יאפשר תגובה מיידית לכל עליה מקומית או אזורית ברמת הזבוב. לזמן התגובה לאחר גילוי, השפעה מכרעת על ההצלחה בהדברה;

ב. יצירת בסיס אחיד לניטור (ללא ההטיה המתקבלת מאומדני הנטרים השונים). אחידות כזו תאפשר יכולות השוואה בין השנים השונות, בין תנאי סביבה משתנים ובין זנים ומינים שונים. מעבר לכך, הבסיס האחיד יסלול את הדרך ליצירת מסד נתונים ארצי משותף ממלכודות שתפוזרנה בכל הארץ ולקבלת החלטות באופן מתואם בין הגורמים הרלוונטיים;

ג. חסכון בכח-אדם.

2. כלי מחקר ראשון במעלה:

א. לחקר הדינאמיקה היומית והעונתית של הלכידות;

ב. למציאת הקשר בין הדינאמיקה של הלכידות לתנאי סביבה המשתנים כמו גורמים מטאורולוגיים, מצבם הפנולוגי של עצי הפרי והשפעת מטעים שכנים;

ג. לאיתור מקור הזפי"ת בתחילת העונה ואיתור מקורות אילוח במהלך העונה;

ד. ללימוד השפעתם של שיטות וחומרי ריסוס שונים על הדינאמיקה של הלכידות.

כל אלה לא נחקרו עדיין בצורה מקיפה ומעמיקה בתנאי שדה בגלל חוסר היכולת לנטר בהיקפים נרחבים ובאופן רציף. ידע מסוג זה בסופו של דבר ישמש לשיפור מערך ההדברה המשולבת.

מערכי ניטור אוטומטי למזיקים הם נדירים. מערכי ניטור אוטומטי נמצאו למזיקי אחסון (Arbogast et al., 2000; Devereau et al., 2003; Flinn et al., 2009) Smith and Riley (1996) פיתחו מערך לניטור אוטומטי של נדידת מזיקים המתבססת על חיישני רדאר. בטיוואן פותחה מערכת ניסיונית לניטור אוטומטי של זבוב הפירות המזרחי (*Bactrocera dorsalis*) (Hendel) (Jiang et al., 2008) בארה"ב, חברת CASC (Comprehensive automation for specialty crops) מפרסמת כי היא מפתחת מלכודת זולה לספירה של עשים (http://www.cascrop.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1303&Itemid=138).

לפיכך, מטרת המחקר בשנה החולפת היתה לפתח אב-טיפוס של מערכת לניטור אוטומטי ושידור בזמן אמת של לכידות זבוב הפירות היס-תיכוני.

ג. עיקרי הפיתוחים בתקופת המחקר

במסגרת מחקר היתכנות של שנה אחת (2010-2011) במימון קרן המדען הראשי של משרד החקלאות פיתחנו מספר אבי טיפוס של מערכות לניטור אוטומטי של הזפי"ת. בחודשים הראשונים פיתחנו מערכת המחקר את העיקרון של מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות המזרחי שפותחה בטיוואן. המערכת מתבססת על חיישן אופטי המוצב בכניסה של המלכודת ואשר שולח אות לאוגר נתונים בכל פעם שנחסם האור. מאחר ויש אפשרות מסויימת שהזבוב "יטייל" פנימה והחוצה יש צורך לפתח מנגנון שימנע שגיאה בספירה. המערכת של הטייוואנים בנויה ממערך של שני חיישנים שהותקנו בפתח הכניסה עם מרחק ביניהם (Jiang et al., 2008). בשל מבנה פתח הכניסה (משפך מתכנס

כלפי פנים המלכודת) רק אות שיתקבל משני החיישנים יחשב. בחינת האותות המתקבלים מאב טיפוס בעל שני חיישנים הראתה כי קיימת אינפלציה של קריאות, מכיוון שהזבוב מטייל גם לאורך החיישן השני ואף מצליח לצאת מן המערכת.

לאחר התייעצויות של כל צוות המחקר עלה רעיון לספור את הזבובים בצורה שונה אשר לא ניתן לפרט עליה מכיוון שהיא בתהליך רישום של פטנט. על כל פנים נבנתה מערכת העובדת על העיקרון החדש ואשר מורכבת ממלכודת בשילוב של פרומון למשיכת הזבוב (בדומה למלכודת רגילה), חיישן אופטי, חיישני טמפרטורה ולחות, אוגר נתונים ומערכת שידור סולארית. על מנת לבחון את אמינות ודיוק המערכת ביצענו מספר ניסיונות במעבדה ובמרחב הפתוח ליד המכון להדברה ביולוגית ע"ש כהן.

שיטות

איכויות הביצוע של המערכת נבחנו באופן ראשוני במעבדה ובאופן נרחב יותר במרחב הפתוח.

במעבדה: נבנתה מלכודת אחת אשר חוברה לאוגר נתונים מסוג: CR-10 של Campbel אל המלכודת הושלכו זבובים מתים בזה אחר זה ולאחר מכן נבדקו מספר הספירות שנקלטו באוגר הנתונים. לאחר מספר ניסיונות ושיפורים הוחלט על אב-הטיפוס המיטבי אשר ייבחן בתנאי המרחב הפתוח.

במרחב הפתוח: הניסויים במרחב הפתוח נועדו:

- א. לבחון את אמינות ודיוק המערכת לניטור אוטומטי;
- ב. לבחון את הגורמים המשפיעים על איכויות הניטור של הזבובים במערכת ולאפיין את המרכיבים המיטביים עבורה;
- ג. להדגים את היכולת לשדר את הנתונים לבסיס נתונים מרכזי באמצעות שידור סולארי;
- ד. לימוד ראשוני של דינאמיקה היממתית של לכידות הזבוב והקשר שלה לתנאים סביבתיים.

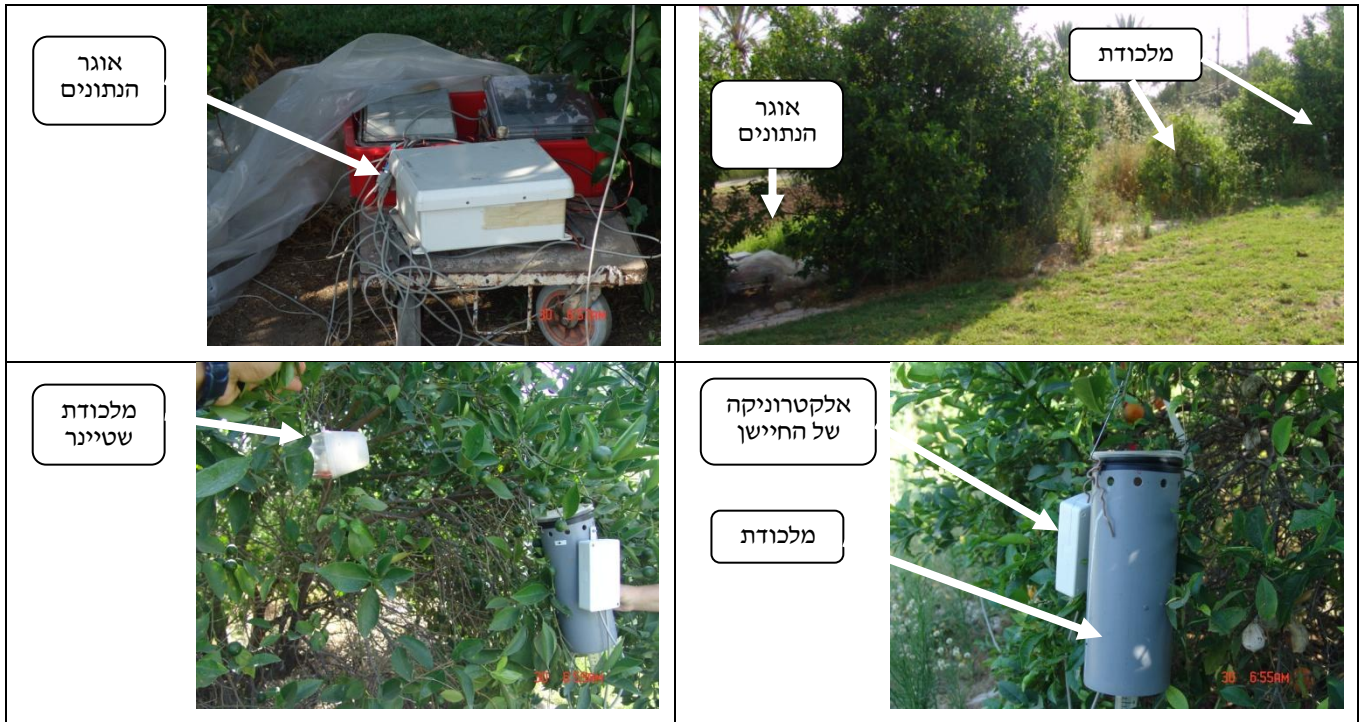
תיאור הניסויים

לצורך בחינת המערכת במרחב הפתוח נבנו ארבע מלכודות לניטור אוטומטי אשר חוברו לאוגר נתונים יחיד מסוג ??? באמצעות חוטי תקשורת וליחידת שידור סולארית. בארבעה מועדים שונים הוצבו המלכודות בשטח הפתוח סמוך למכון להדברה ביולוגית ע"ש כהן, בית דגן (טבלה 1). כל מלכודת הוצבה ליד עץ פרי-הדר (ראו תמונות) כאשר המרחק בינה לאוגר הנתונים נע בין 1 מטר ל-10 מטרים. בכל מועד פוזרו בין 100 ל-200 זבובים ולאחר הפיזור הושארו המלכודות ל-22 ועד 100 שעות עד לאיסופן. בעת איסוף המלכודות נספרו בכל מלכודת מספר הזבובים והמספרים הללו שימשו כנתוני אימות. נתוני הניטור שודרו באמצעות שידור סולארי לשרת במכון להנדסה חקלאית. נתוני האוגר הושאו לאחר מכן לנתוני הספירה בכל מלכודת בנפרד ובכלל המלכודות. בנוסף, הוצגו הלכידות הנצברות מול נתוני הטמפרטורה. בניסוי ארבע הוצבו גם מלכודות שטיינר שהן המלכודות הרגילות המוצבות בפרדסים. בצורה זו ניתן היה לבחון אם יש הבדל בין מספר הזבובים הנלכדים במלכודת החדשה ובין אלו שמשתמשים בהם בשיגרה.

טבלה 1: תיאור הניסויים שבוצעו לבחינת המערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות היס-תיכוני

מספר הניסוי	תאריך העמדת המלכודות ופיזור זבובים	מספר הזבובים שפוזרו	מספר שעות בו נותרו המלכודות במרחב הפתוח
1	17.3.2011	100	40
2	20.3.2011	100	22
3	31.3.2011	100	47
*4	26.4.2011	200	100

* בניסוי זה המערכת כובתה בשעות הלילה חוץ מביום השלישי לניסוי. ראה איור 2.



תוצאות

איכויות הביצוע של המערכת

טבלה 2 מראה את מספר הזבובים שנלכדו במלכודת מול מספר הזבובים שנספרו באמצעות המערכת לניטור אוטומטי בכל אחת מהמלכודות בכל אחד מהניסויים. מתוך הטבלה ניתן ללמוד כמה דברים:

א. בשלושת הניסויים הראשונים נלכדו פחות זבובים מאשר זבובים ששחררו. לעומת זאת בניסוי הרביעי בו הושארו 6 מלכודות (4 לניטור אוטומטי ו-2 שטיינר) במשך ארבעה ימים נלכדו 255 זבובים שהם כ-30% יותר מהמספר ששחרר. על-כן לא ניתן להניח בוודאות כי בניסויים הראשונים נלכדו רק זבובים ששחררו. עם זאת, מכיוון שבניסויים הראשונים הושארו רק ארבע מלכודות לזמן של בין יום ליומיים ניתן להניח כי רב הזבובים שנלכדו בניסויים הללו הם מאלה ששחררו.

ב. תחת ההנחה לעיל, בשני הניסויים הראשונים נלכדו בין 25% ל-40% מהזבובים בטווח זמן של 20 ו-40 שעות בהתאמה. זוהי רגישות נמוכה יחסית. בבדיקה של הפרומון נתגלה כי הפרומון שהונח במלכודות היה ישן. ואמנם, בניסוי השלישי כאשר הוחלף הפרומון ובו הושארו ארבעת המלכודות לטווח זמן דומה (47 שעות) נלכדו 80% מהזבובים.

ג. מבחן שוניות (ANOVA) מראה כי אין הבדל בין כמות הלכידות במלכודות שטיינר ובין המלכודות לניטור אוטומטי ($p=0.92$). עובדה זו מעידה כי למרות ההבדל הצורני ביניהן וההבדל ברכיבים שלהן אין הבדל במידת המשיכה בין שני סוגי המלכודות והמלכודות לניטור אוטומטי תוכלנה להחליף את המלכודות הרגילות ללא צורך בהתאמה מיוחדת.

ד. בניסויים 1, 2 ו-4 ישנו חוסר איזון בין הלכידות של מלכודת מספר 2 ובין שאר המלכודות אך חוסר איזון זה לא נראה בניסוי 3. על-כן לא נראה שהמלכודת שונה מאחרות במידת המשיכה שלה לזבובים. בכל מקרה נושא זה ייבדק שוב בניסויים נוספים.

ה. הדיוק הכללי של המערכת לניטור אוטומטי של הזבוב בארבעת הניסויים נעה בין 95% ל-100%.

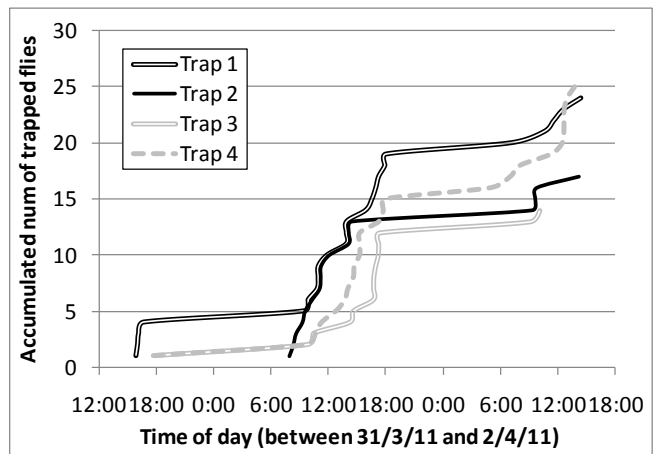
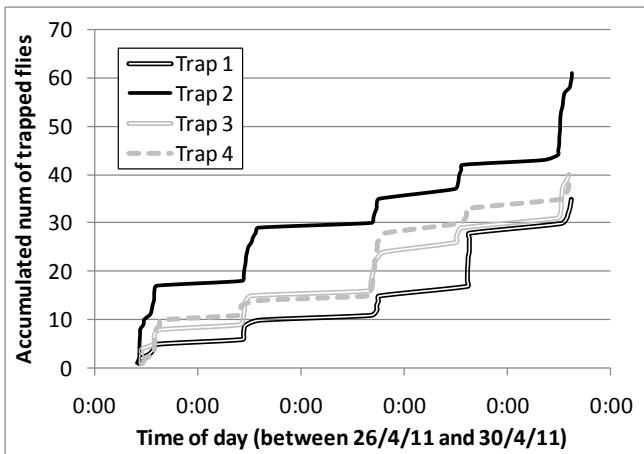
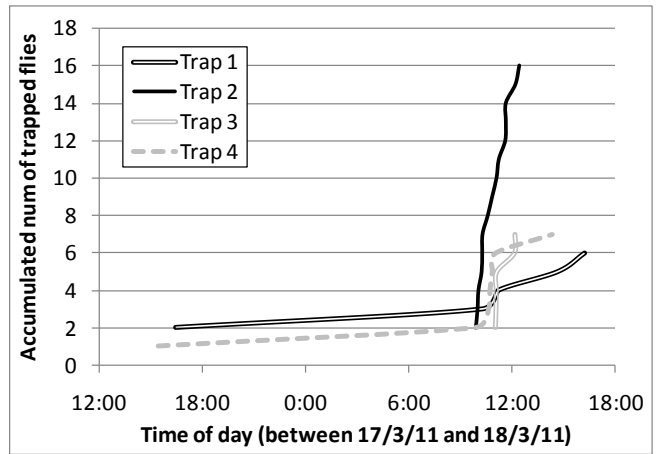
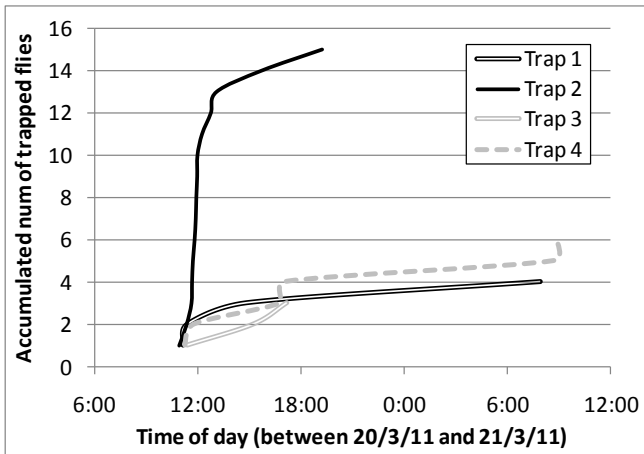
1. בכל ארבעת הניסויים המערכת ספרה 10 אובייקטים מיותרים מתוך 315 (3%-10/315). כלומר, גם אמינות המערכת מגיעה ל-97%. הספירות המיותרות נובעות משלוש סיבות עיקריות: מעבר איטי של הזבוב שעלול לגרום לספירה מיותרת (ניתן לראות זאת על-ידי ספירה של כמה לכידות בתוך שניות אחדות), כניסה של חרקים שאינם זבובים, כניסה של אגלי טל.

טבלה 2: מספר זבובים שנלכדו במכל מלכודת מול מספר זבובים שנספרו באמצעות המערכת

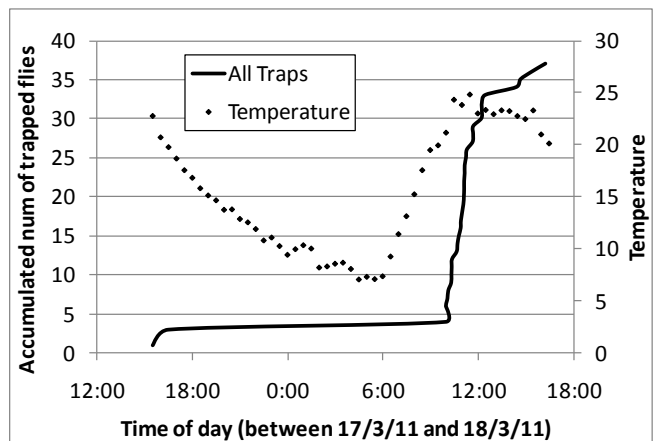
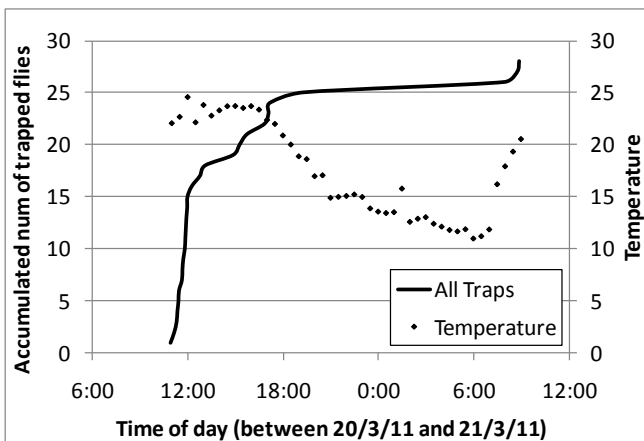
Experiment #	Trap	Automatic Counts	Real Counts	Error	% of flies from trapped flies	% of flies from released flies	Overall Accuracy
1 (17.3.2011)	trap-4	7	7	0.0%	17.9%	7.0%	
1	trap-3	8	9	-11.1%	23.1%	9.0%	
1	trap-2	16	17	-5.9%	43.6%	17.0%	
1	trap-1	6	6	0.0%	15.4%	6.0%	
1	All traps	37	39			39.0%	94.9%
2 (20.3.2011)	trap-4	6	3	100.0%	12.0%	3.0%	
2	trap-3	3	3	0.0%	12.0%	3.0%	
2	trap-2	15	15	0.0%	60.0%	15.0%	
2	trap-1	4	4	0.0%	16.0%	4.0%	
2	All traps	28	25			25.0%	100%
3 (31.3.2011)	trap-4	25	23	8.7%	29.1%	25.0%	
3	trap-3	14	16	-12.5%	20.3%	14.0%	
3	trap-2	17	16	6.3%	20.3%	17.0%	
3	trap-1	24	24	0.0%	30.4%	24.0%	
3	All traps	80	79			80.0%	97.5%
4 (26.4.2011)	trap-4	38	37	2.7%	14.5%*	19.0%	
	trap-3	40	40	0.0%	15.6%*	20.0%	
	trap-2	61	63	-3.2%	24.6%*	30.5%	
	trap-1	35	32	9.4%	12.5%*	17.5%	
	All auto traps	174	172			87.0%	98.8%
	Steiner-1	41			16.0%*	20.5%	
	Steiner-2	43			16.4%*	21.0%	
	All 6 traps		255			128%	

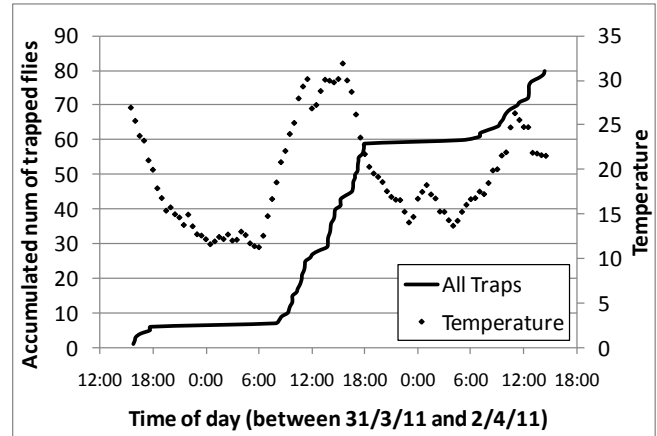
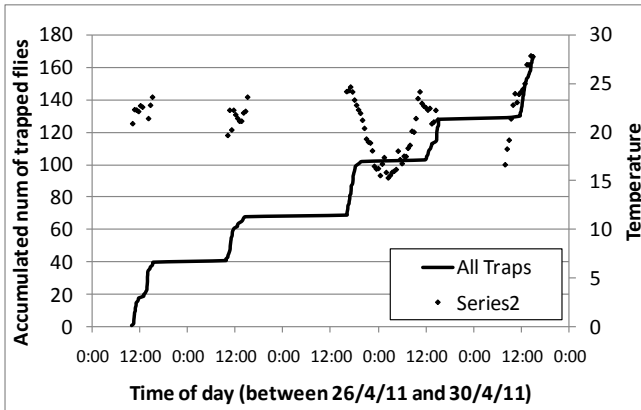
הדינאמיקה היממתית של לכידות הזבוב והקשר שלה לתנאים סביבתיים

איור 1 מראה הצטברות של זבובים לאורך זמן בכל אחת מהמלכודות בכל אחד מהניסויים ואילו איור 2 מראה הצטברות של זבובים של כל המלכודות מול ערכי טמפרטורות. למעשה זהו היתרון הגדול של מערכת לניטור אוטומטי. היא מאפשרת רצף של נתוני לכידות על ציר הזמן ויכולה לשמש לניטור בזמן אמת או כמעט בזמן אמת ולזהות התפרצויות של זבוב לפני שהן עלולות להביא לנזק. כמו כן, היא מאפשרת את חקר התנהגות הלכידות והקשר שלה לתנאים סביבתיים. מנתוני הלכידות ניתן ללמוד כי הזבובים נלכדו לאורך היום ולא בלילה (זמני פעילות של הזבוב?). נתון זה הוא חשוב מכיוון שהוא משליך על האנרגיה הנדרשת להפעלת המערכת במהלך היום. במידה וניתן לכבות את המערכת בשעות הלילה ניתן לחסוך אנרגיה רבה.



איור 1: הצטברות של זבובים בכל אחת מהמלכודות בין התאריכים בכל אחד מן הניסויים





איור 2 : הצטברות של זבובים בכל המלכודות ונתוני טמפרטורה בכל אחד מן הניסויים

משילוב של נתוני טמפרטורה ניתן לראות כי יש פער זמן בין העליה בטמפרטורות ובין העליה בלכידות של הזבובים וכי ירידות קלות של טמפרטורה באמצע היום הביאו לקצב לכידות נמוך יותר. מכל מקום, לא ניתן להגיע למסקנות מנתונים של ניסויים בודדים שבוצעו על פני זמן קצר בשנה. לקרן המדען הראשי הוגשה הצעה הקדמית להמשך המחקר אשר יאפשר לבצע ניסויים נוספים וללמוד את הדינאמיקה היממתית של הלכידות בתנאים מטאורולוגיים משתנים. מחקר ההמשך יאפשר גם כן שיפור של המערכת בעיקר מההיבט של השידור ולימוד של השפעות ריסוס ורגישות זנים על הלכידות בתנאים של פרדסים מסחריים.

ד. סיכום

המטרה של המחקר החד-שנתי היתה לפתח אב-טיפוס של מערכת לניטור אוטומטי של הזבוב בעלת אמינות גבוהה. תוצאות הניסויים במעבדה ובמרחב הפתוח מראים כי הרעיון עליו מתבססת המערכת עובד בצורה טובה מאוד ודיוק ואמינות הניטור גבוהים מאוד. עוד נראה כי הרגישות של המערכת איננה נמוכה יותר ממלכודות שטיינר רגילות בהן משתמשים בניטור השגרתי היום בהדרים. המערכת מסוגלת לשדר את הנתונים לבסיס נתונים מרכזי תוך התבססות על שידור סלולארי. בימים אלו אני מנסים לעבור למערכת שידור אלחוטית.

הניטור לאורך זמני הניסויים מראה כי לכידות של זבוב מתרחשות במהלך היום ואינן מתרחשות במהלך הלילה. בנוסף, ישנה השפעה אפשרית של הטמפרטורה על זמן התחלה של הלכידות ועל קצב הלכידות. יש לבחון במחקר המשך את הגורמים האחרים המשפיעים על הלכידות כמו לחות יחסית וקרינה. בנוסף יש ללמוד את הדינאמיקה של הלכידות תחת משטרי ריסוס שונים, במיקום בפרדס, בסוג הזן ועוד.

הערה חשובה: במקור הוגשה תוכנית מחקר לשלוש שנים אשר מטרתה היו פיתוח של מערכת לניטור אוטומטי אמינה ולימוד הדינאמיקה של לכידות הזבוב וההשפעות של ריסוסים וסניטציה על הלכידות. בסופו של דבר קיבלנו אישור לשנה אחת להראות שאמנם ניתן לפתח מערכת לניטור אוטומטי אמינה על בסיס חיישנים אופטיים. מטרה זו הושגה במלואה ולאור זאת הוגשה הצעה הקדמית לשלוש שנים לחקר הדינאמיקה. עם זאת, בגלל פערי הזמן נוצר ואקום של שנת מחקר שלמה.

ה. פרסומים מדעיים – אין

- Arbogast, R.T., Kendra, P.E., Weaver, D.K., Shuman, D., 2000. Insect infestation of stored oats in Florida and field evaluation of a device for counting insects electronically. *J. Econ. Entomol.* 93, 1035-1044.
- Devereau, A.D., Gudrups, I., Appleby, J.H., Credland, P.F., 2003. Automatic, rapid screening of seed resistance in cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walpers, to the seed beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae) using acoustic monitoring. *J. Stored Prod. Res.* 39, 117-129.
- Flinn, P.W., Opit, G.P., Throne, J.E., 2009. Predicting Stored Grain Insect Population Densities Using an Electronic Probe Trap. *J. Econ. Entomol.* 102, 1696-1704.
- Jiang, J.A., Tseng, C.L., Lu, F.M., Yang, E.C., Wu, Z.S., Chen, C.P., Lin, S.H., Lin, K.C., Liao, C.S., 2008A GSM-based remote wireless automatic monitoring system for field information: A case study for ecological monitoring of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). *Comput. Electron. Agric.* 62, 243-259.
- Smith, A.D., Riley, J.R., 1996. Signal processing in a novel radar system for monitoring insect migration. *Comput. Electron. Agric.* 15, 267-278.

סיכום עם שאלות מנחות

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
פיתוח מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות היס-תיכוני - מחקר היתכנות
3. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
במסגרת המחקר פיתחנו מספר אבי טיפוס של מערכות לניטור אוטומטי של הזפיי"ת. בסופו של תהליך נבחר אב הטיפוס הטוב ביותר אשר מורכב ממלכודת בשילוב של פרומון למשיכת הזבוב (בדומה למלכודת רגילה), חיישן אופטי, חיישני טמפרטורה ולחות, אוגר נתונים ומערכת שידור סולארית. על מנת לבחון את אמינות ודיוק המערכת ביצענו מספר ניסיונות במעבדה ובמרחב הפתוח ליד המכון להדברה ביולוגית ע"ש כהן. תוצאות עיקריות: הדיוק הכללי של המערכת לניטור אוטומטי של הזבוב בארבעת הניסויים נעה בין 95% ל-100% והאמינות של המערכת מגיעה ל-97%. מבחן שוננויות (ANOVA) מראה כי אין הבדל בין כמות הלכידות במלכודות שטיינר ובין המלכודות לניטור אוטומטי ($p=0.92$).
4. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרת המחקר בתקופת הדו"ח.
מטרת המחקר העיקרית של פיתוח אב-טיפוס של מערכת לניטור אוטומטי הושגה. ניתן לנטר את הזבוב באופן רציף באמצעות המערכת שפותחה. לאור זאת יש צורך במחקר המשך החוקר את הדינאמיקה של הזבוב תחת תנאים שונים.
5. הבעיות שנתרו לפתרון ואו השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרת המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר.
בהווה המערכת עובדת על שידור סולארי שהוא מסורבל. יש לעבור למערכת שידור אלחוטית ולפתח מערך של פיזור מלכודות ומערך שידור חסכוני ויעיל על מנת להפוך את המערכות היחידניות למערך ארצי של ניטור.
6. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט : פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה,
7. פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.
התחלנו ברישוף פטנט על הרעיון של המערכת.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
רק בספרייה ←
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) ←
חסוי לא לפרסם ←