

דו"ח מסכם - לתכנית מחקר מספר 458-0562-14

מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני לחקר הדינאמיקה היומית והעונתית של הזבוב

An automatic system for Medfly monitoring to explore its dynamics

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ופיתוח הכפר

על-ידי

יפית כהן, יוסף גרינשפון, לביא רוזנפלד, איתן גולדשטיין, אמוץ חצרוני, אהרון הופמן, המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי

דורון טימר ויואב גזית, המכון להדברה ביולוגית ע"ש ישראל כהן, המועצה לייצור צמחים ולשיווקם, ענף ההדרים

בשיתוף עם: עמוס מזרח, ויקטור אלחנתי ויפתח עפג'ין, המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי

Yafit Cohen, Yosef Grinshpon, Lavi Rosenfeld, Eitan Goldstein, Amots Hetzroni,

Aharon Hoffman, Agricultural Engineering Institute, ARO

Doron Timar, Yoav Gazit, The Israel Cohen Institute for Biological Control, Plant Production and Marketing Board, Citrus Division

With: **Amos Mizrach, Victor Alchanatis and Yiftach Afigin, Agricultural Engineering Institute, ARO**

תקציר

הצגת הבעיה: זבוב הפירות הים-תיכוני הוא מזיק מפתח בהדרים, נשירים ומינים סוב-טרופיים. מערך הדברה יקבל תוספת מידע חיונית אם ימצא פתרון לניטור רציף ואוטומטי של הזבוב.

מטרות: (א) שיפור אב-הטיפוס של המערכת לניטור רציף שפותח והתאמה שלו לעבודה בשטח ו-(ב) לימוד ראשוני של הדינאמיקה היומית והעונתית של הלכידות.

שיטות: העמדת ניסויים בשטח לבחינת איכות ביצועי המערכת תוך כדי שיפור של רכיבי המלכודת ואופן הפעלתה ולבחינת היכולת לשפר את תדירות הריסוסים. במקביל, איסוף נתונים מטאורולוגיים במהלך תקופת הניטור ללימוד הדינאמיקה של הלכידות תחת תנאים שונים.

תוצאות: הערכת ביצועי המערכת: בבדיקה של למעלה מ-200 מועדי ניטור, במהלך של שלוש עונות ספירת המערכת הציגה דינאמיקה זהה לספירה ידנית. דיוק המערכת נע בין 83% ל-100% עם הערכת יתר נמוכה מאוד (0-3 זבובים); בחינת הדינאמיקה יממתית: הדינאמיקה היממתית מתייחסת להשתנות הלכידות במהלך היום ברזולוציה של דקה וההשפעה האפשרית של התנאים הסביבתיים עליה. נמצא כי ישנה השפעה מובהקת של הטמפרטורה ושל השעה ביום ללא קשר לטמפרטורה על לכידות הזבוב, כלומר, מחד הלכידות מתרחשות בטווח טמפרטורות צר יותר מטווח הטמפרטורות הכללי ומאידך הלכידות מתרחשות בשעות מסוימות ביום גם בהינתן טמפרטורה קבועה. לא נמצאה השפעה של הלחות היחסית והקרינה על לכידות

הזבוב. בחינת דינאמיקה עונתית: הדינאמיקה העונתית מתייחסת להשתנות לכידות הזבוב במהלך העונה ברזולוציה יומית. בבחינת הדינאמיקה העונתית נמצא כי בימים בהם היה חמסין היתה עליה בפעילות הזבוב. שיפור תדירות הריסוסים: א. נמצא כי לאחר ריסוס בתקופות השיא האוכלוסיה מתאוששת לאחר כ-5 ימים. ב. בפרדס אשכוליות בו התקבלו החלטות על-פי נתוני לכידות יומיים בתקופת הסתיו-חורף בוצעו חמישה ריסוסים בהשוואה לשמונה ריסוסים שרוססו בפרדסים בסביבה.

מסקנות והמלצות: הרעיון של ספירת זבובים מתים ברזולוציה של פחות מדקה באמצעות חישה אופטית הוכח קונספטואלית. עדיין המלכודות סובלות מאי-יציבות של רגישות החיישנים וטרם נמצאו פתרונות מעשיים לאספקת האנרגיה הדרושה להפעלת המלכודות כולל אגירה ושידור הנתונים. נראה שהשימוש במלכודות הללו יכול להביא לשיפור בתדירות הריסוסים אך יש לבחון את היכולת הזו באזורים נרחבים יותר.

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים. הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר

אוגוסט 2015

כסלו התשע"ד

תוכן העניינים

1	תקציר
3	1. מבוא
4	2. מטרת המחקר
4	3. פירוט עיקרי הניסויים ותוצאות עיקריות
16	4. דיון
17	5. פרסומים מדעיים
Error! Bookmark not defined.	6. ספרות מצוטטת (ביבליוגרפיה)

ב.1. מבוא

זבוב הפירות הים-תיכוני (זפי"ת) הוא מזיק מפתח רב-פונדקאים שתוקף הדרים, נשירים ומינים סוב-טרופיים. ללא הדברה נזקו עלול להגיע לכדי 100%. נזקו השווקי לכלל המגדלים גדול בהרבה מנזקו הכלכלי למגדל הבודד. מזיק זה הוא מזיק הסגר בשווקים חשובים של תוצרת חקלאית ישראלית בעולם וללא הדברה יעילה לא ניתן לשווק פרי טרי מישראל לשווקים אלו. ההדברה בהדרים מתבצעת באורח מאורגן ומרכזי. הניטור נעשה על ידי 6 נטרים אשר סופרים את הזבובים שנמצאים במלכודות במהלך העונה (אוגוסט-מאי) בתדירות של 7-10 ימים. נתוני הניטור מועברים לרכזי-ההדברה אשר משתמשים במערכת מידע גיאוגרפית (ממ"ג) ייעודית 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, בעלויות גבוהות ובקשיים לוגיסטיים רבים. בתדירות הניטור הנוכחית, לא ניתן לקבוע את מגמת גודל האוכלוסיה בפרק הזמן בין שתי הקריאות ולא את הגורמים שהשפיעו עליה כמו כן לא ניתן לדעת במדויק מתי הגיעו הזבובים למלכודת וממילא גם לא את הכיוון והמקור ממנו הם הגיעו.

מערך הדברה יקבל תוספת מידע חיונית אם תימצא דרך 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 רציף של נתוני לכידות מדויקים ואמינים בזמן אמת שאינו מותנה באפשרות גישה וכח-אדם. בכלל זה, חיווי התרעה על מוקדי התפרצות בזמן אמת. מידע זה יאפשר אופטימיזציה של המרווח בין הריסוסים ותגובה מיידית במקרה של התפרצות. לזמן התגובה לאחר גילוי, השפעה מכרעת על ההצלחה בהדברה; ב) יצירת בסיס אחיד לניטור. 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; (2) כלי מחקר ראשון במעלה: א) לחקר הדינאמיקה היומית והעונתית של הלכידות; ב) למציאת הקשר בין הדינאמיקה של הלכידות ובין תנאי סביבה משתנים; 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 בתנאי שדה בגלל חוסר היכולת לנטר בהיקפים נרחבים ובאופן רציף. ידע מסוג זה בסופו של דבר ישמש לשיפור מערך ההדברה המשולבת ברמה האזורית.

בשנים האחרונות ישנו פיתוח מואץ בעולם של מלכודות לניטור אוטומטי של מזיקים בחקלאות. רב המלכודות מפותחות על בסיס של צילום המלכודת, ניתוח הצילום ושידור של התוצאות או לחילופין שידור של התמונה וספירה ידנית על-גבי צג המחשב. ברב המקרים מדובר בשידור בתדירות של פעם ביום. באמצעות מערכות כאלה ניתן ללמוד בעיקר דינאמיקה עונתית. מערכת כמו שאנחנו פתחנו במסגרת המחקר הזה הינה מערכת הסופרת כל כניסה של זבוב ובכך ניתן באמצעותה ללמוד גם את הדינאמיקה הימתית לצד הדינאמיקה העונתית. כמובן שלכל מערכת יתרונות וחסרונות אך לא כאן המקום לפרטם.

2. מטרות המחקר

מטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעת המחקר:

מטרות העל של המחקר הן (1) לשפר את מערך הניטור של זבוב הפירות הים-תיכוני על מנת לשפר את מערך ההדברה המשולבת ו-(2) להעמיק את חקר הדינאמיקה של הזבוב.

מטרות העל של המחקר תושגנה באמצעות מטרות המשנה הבאות:

(א) שיפור אב-הטיפוס של המערכת שפותח והתאמה שלו לעבודה בשטח.

(ב) לימוד ראשוני של הדינאמיקה היומית והעונתית של הלכידות תחת השפעות של משטרי ריסוס ותנאי

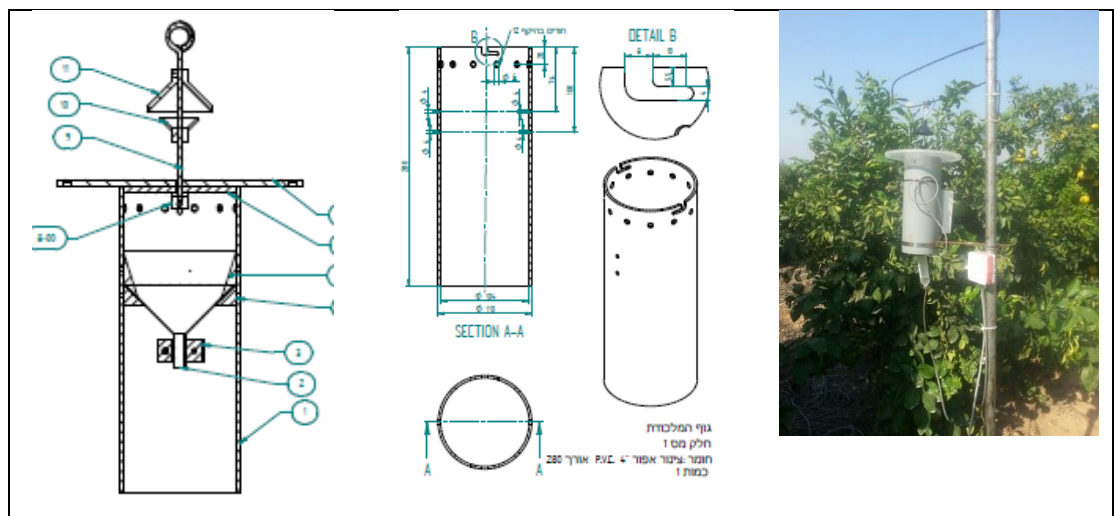
סביבה שונים.

3. פירוט עיקרי הניסויים ותוצאות עיקריות

(א) שיפור אב-הטיפוס של המערכת שפותח והתאמה שלו לעבודה בשטח

תהליך שיפור אב-הטיפוס מתייחס לשישה היבטים להלן תיאור ההתקדמות בכל אחד מהם:

1. **שיפור המלכודת:** בשנה הראשונה שיפרנו את אב-הטיפוס (א"ט) של המלכודת בכמה היבטים: שיפור הביצועים מבחינת דיוק ואמינות, התאמה לתנאי השטח (למשל מניעת/צמצום כניסה של טיפות מים או חרקים אחרים) והתאמה לייצור מאסיבי יותר במיוחד לצורך מחקר. למעשה א"ט זה הינו שילוב של שני א"ט שתוארו בדו"ח השנה הראשונה: א"ט 2 ג' וא"ט 1 ב'. המלכודת בנויה מצינור PVC 4 צול (100 מ"מ) עם 12 פתחים בקוטר של 0.6 ס"מ. לצינור מחוברים מבפנים: משפך זכוכית עם צינור בעל קוטר חיצוני של 12 מ"מ, שני חיישני אינפרא-אדום (א"א) ומכסה שקוף בקוטר 28 ס"מ אליו מחובר בקבוקון עם פרה-פרומון טרימדלור ורעלן דיויפאן. בנוסף, מעל המכסה שתי מטריות המסייעות בצמצום כניסת נמלים למלכודת. המלכודת עובדת עם ההשגחה של 30 שניות, קרי אם יש קריאה בזמן מסויים כל הקריאות בתוך זמן של 30 שניות ממנה נמחקות. ההשגחה נועדה לצמצם טעויות הנובעות מתעופה של אותו זבוב סביב החיישנים. איור 1 מציג תמונה של המלכודת ושרטוט של גוף המלכודת. כפי שניתן לראות מהתמונה המלכודת מוצבת על מוט כפי שהוצע בדו"ח שנה א' כדי לצמצם כניסה של נמלים.



איור 1: תמונה של המלכודת ושרטוט של גוף המלכודת והחיבור למשפך מבפנים

מא"ט זה נבנו בשנה השניה של המחקר 15 מלכודות. בהצעת המחקר כתבנו כי בשנה השניה יהיו בידינו כ- 40 מלכודות אך כפי שדיווחנו בדו"ח השנה הראשונה הערכת עלויות בניה של מלכודות היתה שגויה. בנוסף, שיפור אב-הטיפוס עד להשגת דיוק ואמינות גבוהים בתנאי השטח התארך על-פני כל השנה הראשונה.

במשך השנה השניה והשלישית המשכנו את בדיקת ביצועי המלכודות מבחינת דיוק ואמינות באמצעות הצבה שלהן בחמישה פרדסים.

המלכודות שתוארו עד כה הינן מלכודות שהיו מחוברות בכאבלים לאוגר נתונים (מדגם 21X או CR1000). בתחילת 2015 שקדנו על פיתוח מלכודת עצמאית המשלבת אוגר נתונים, מקור אנרגיה סולארי ויחידת תקשורת מתוך מטרה לקבל גמישות בהצבת המלכודת. בתום פיתוח המלכודת הצבנו בהדרגה 5 מלכודות בפרדס תפוזים (זן ולנסיה) הכוללות מחשב זעיר (Raspberry Pi B+) שימשם לאגירת נתונים וישרד נתונים יומיום בתקשורת סולארית לשרת FTP ולכתובת דואר אלקטרוני. הפיתוח של המלכודת לווה בהכנה של כרטיס אלקטרוני שמתאם בין הכרטיס האלקטרוני של המלכודת לבין הכניסות הדיגיטליות שבמחשב. שידור הנתונים בוצע בעזרת מודם סולארי שחובר למחשב בכניסת USB. לבסוף, נכתבה תוכנה (בשפת Python) שאוספת את הנתונים מהחיישן בזמן אמת ושומרת את חתימת הזמן. מערכת האנרגיה של כל מלכודת כללה בתחילה פאנל סולארי 20W, בקר טעינה ומצבר עופרת 20ah. הואיל וצריכת האנרגיה המשותפת לחיישנים ולמחשב יחסית גבוהה בנינו מערכת לכיבוי והפעלה אוטומטיים של המלכודת לחיסכון בחשמל לפי שעות הפעילות של הזבוב כפי שנצפו בשנים הקודמות. לאחר הצבת המלכודות בפרדס התחוויר לנו שתפוקת האנרגיה של המערכת פחותת בגין כיסוי צמרות העצים. לפיכך, הגדלנו את מצבת הפאנלים הסולריים לשלושה לכל מלכודת, ואף הצבנו אותן במקומות שטופי שמש.

1.1 תיאור הניסויים

במהלך שנות המחקר הועמדו מלכודות במספר אתרים לאורך תקופות שונות המפורטות לקמן. מפה כללית של מיקומי הניסויים ניתן למצוא בנספח 1.

1.1.1 הצבת מלכודות בפרדס בחוות צריפין (אתר1) 7/2013-2/2015: תקופת הניטור באתר זה נמשכה שנה ושבעה חודשים בקירוב והיא מחולקת לשניים. מה- 3/7/2013 עד 28/09/2014 הוצבו ארבע מלכודות בפרדס בחוות המטעים של מנהל המחקר החקלאי בצריפין (זן אור על כנות שונות שנת נטיעה 2009). ארבע המלכודות נפרסו בשורה אחת במרחקים של 20-30 מטר זו מזו (נספח 2א). מה- 02/10/2014 ועד ל-26/02/2015 הוצבו חמש מלכודות ארבע בפינות הפרדס ואחת בלב הפרדס (נספח 2ב). המלכודות נוטרו (ורוקנו) בתדירות של 1-14 יום. סה"כ בוצעו 114 ניטורים.

1.1.2 הצבת מלכודות בפרדס בבית חנן 3/2014-8/2014: ארבע מלכודות הוצבו בפרדס תפוזים ואשכוליות במושב בית חנן. ארבע המלכודות נפרסו בשורה אחת במרחקים של 20-30 מטר זו מזו (נספח 2ג). המלכודות הוצבו ב-16/3/2014 ונוטרו (ורוקנו) בתדירות של 1-10 ימים עד ל-3/8/2014. סה"כ בוצעו 27 ניטורים (חמישה חודשים בקירוב).

1.1.3 הצבת מלכודות בפרדס בחוות צריפין (אתר2) 11/2014-01/2015: ארבע מלכודות הוצבו בהדרגה בפרדס בחוות המטעים של מנהל המחקר החקלאי בצריפין (זן אור; נספח 2ד). שלוש מלכודות נפרסו

בפינות הפרדס ואחת בלב הפרדס. שתי המלכודות הראשונות הוצבו ב- 05/11/2014¹ ונטרו (ורוקנו) בתדירות של 1-14 יום עד ל- 02/02/2016 (שלושה חודשים)². סה"כ בוצעו 17 ניטורים.

1.1.4 הצבת מלכודות בפרדס בראשון לציון 09/2014-08/2015: ארבע מלכודות הוצבו בפרדס שברובו אשכולית לבנה ובמקצתו תפוזים. מלכודות נפרסו באשכוליות שבמזרח החלקה (נספח 2ה). המלכודות הוצבו ב- 21/09/2014 ונטרו (ורוקנו) בתדירות של 1-14 יום עד ל- 12/08/2015 (11 חודשים). סה"כ בוצעו 53 ניטורים.

1.1.5 הצבת מלכודות בפרדס בנס ציונה 03/2015-08/2015: חמש מלכודות אלחוטיות הוצבו בהדרגה בינות לעצי ולנסיה (נספח 2). המלכודת הראשונה הוצבה ב- 26/03/2015³. חמש מלכודות נפרסו באופן אקראי במקומות חשופים לשמש בהיקף המתחם של הפרדסים ובתוכם. מלכודת שמחוברת לאוגר נתונים campble scientific 21x הוצבה ב- 28/04/2015 בלב פרדס במקום מוצל. המלכודות נטרו (ורוקנו) בתדירות של 1-14 יום עד ל- 12/08/2015 (חמישה חודשים). סה"כ בוצעו 24 ניטורים.

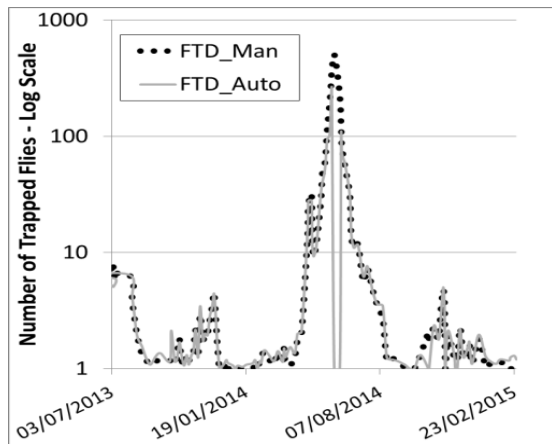
1.2 תוצאות

1.2.1 הערכת ביצועי המערכת: איורים 2 א-ד מציגים את הלכידות ליום למלכודת (FTD) לפי הספירות הידניות ולפי הניטור האוטומטי בשלושה אתרים (צריפין אתר1, ראשל"צ ונס ציונה). נספח 3 מציג את הלכידות באתרים צריפין אתר2 ובית-חנן. לפי ספירות ידניות, מספר לכידות מרבי של 503 ליום למלכודת נמצא בצריפין בשלהי מאי 2014. ניתן לראות כי רמות הלכידות הממוצעות של כלל הניסויים שנערכו מיולי 2013 ועד אוגוסט 2015 שהתקבלו מהמערכת האוטומטית תואמות בצורה טובה מאוד את הספירות הידניות (Spearman's $rs=0.964$, $p<0.01$; איור 3). יחד עם זאת, קיים הבדל מובהק בין שתי הסדרות (טבלה 1; Wilcoxon signed-rank, $n=229$, $p=0.0125$; המתבטא בשיפוע של 1.28. במילים אחרות, הספירות האוטומטיות נמוכות בצורה משמעותית מאלו הידניות. תופעה זו התרחשה בצריפין-אתר1, בבית חנן ובנס ציונה (טבלה 1; איור 2, א, ב, נספח 3, א, ב, איור 2ד). בשני האתרים האחרונים ההבדל היה מובהק. בשני האתרים הללו הניסוי בוצע בתקופת האביב והקיץ המתאפיינת בקצב לכידות יומי גבוה לאחר סיום תקופת הריסוסים. באיור 2 ובנספח 3 ניתן לראות כי ישנה הערכת חסר של הספירה האוטומטית הנובעת בעיקר מהערכת חסר בתקופת שיא הלכידות בקיץ. הערכות החסר נובעות משלושה גורמים עיקריים: 1) התגודדות של זבובים במלכודת ונפילה בו-זמנית. במקרה כזה מספר זבובים נקראים כזבוב יחיד; 2) הערכת מספר זבובים באביב 2014 לספירה הידנית בוצעה על ידי מדידת משקל הזבובים ולכן סובלת מטעויות; 3) ההשהייה של 30 שניות לאחר לכידה שמעלה את האמינות של המערכת גורמת לכך שבתקופות שיא בהם יש מספר גדול מאוד של זבובים חלק מהזבובים לא נספרים. הערכות חסר אלו על אף שנראות גבוהות אין להן משמעות לא מבחינה מחקרית (לימוד הדינאמיקה של הזבוב בהדרים) ולא מבחינה מעשית (קבלת החלטות לריסוס) מכיוון שבשני המקרים מדובר במספר עצום של לכידות (500-200 ליום).

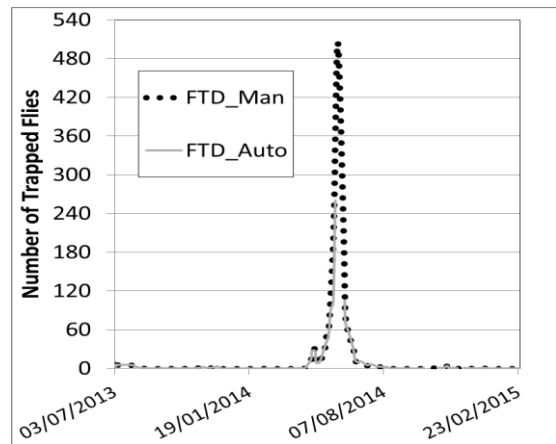
¹ המלכודת השלישית הוצבה ב-12/11/2014 והרביעית ב-27/11/2014

² טרם הקטיף, שהתרחש באמצע פברואר

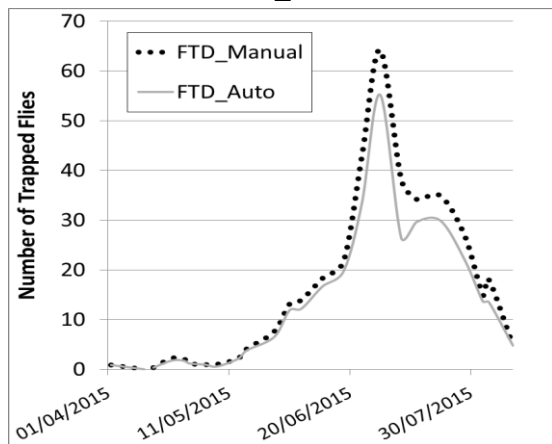
³ המלכודת השנייה והשלישית הוצבו ב-14/04/2015. המלכודת הרביעית והחמישית הוצבו ב-16/04/2015.



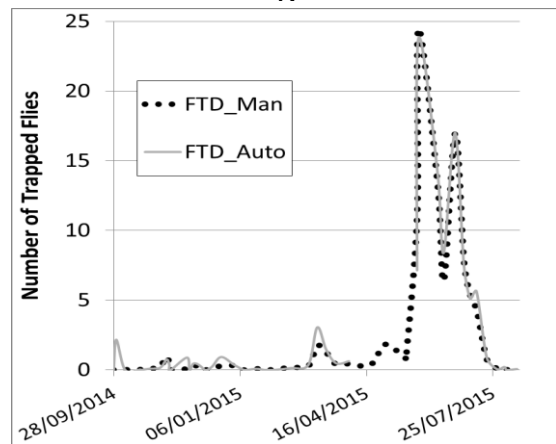
ב



א

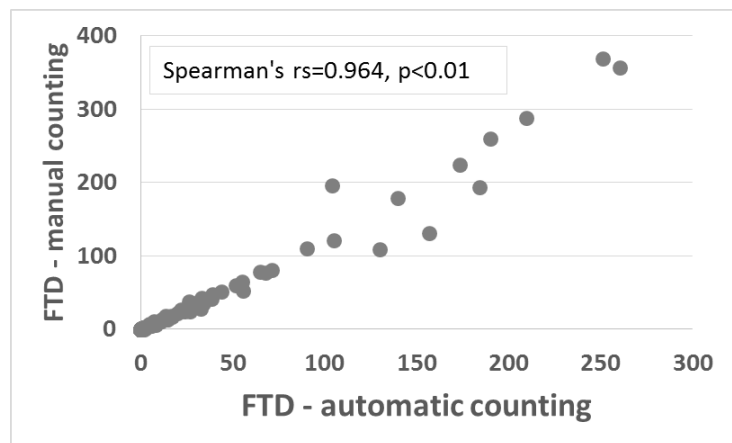


ד



ג

איור 2: מספר זבובים שנלכדו במלכודות לפי ספירה ידנית ולפי ספירה אוטומטית לאורך תקופות ההצבה בצריפין-אתר 1 בערכים מוחלטים (א) ובסקלה לוגריתמית (ב). איורים ג ו-ד מציגים את מספר זבובים שנלכדו במלכודות לפי ספירה ידנית ולפי ספירה אוטומטית לאורך תקופות ההצבה בראשל"צ ונס-ציונה, בהתאמה.



איור 3: מתאם בין לכידות במלכודות אוטומטיות ושטיינר בחמישה אתרים

דיוק והערכות יתר: שתי הסדרות, האחת של אחוזי הדיוק של המערכת האוטומטית בניטורים השונים והשניה של מספר הגופים שאינם זבובים שנספרו על-ידי המערכת כזבובים (הערכת יתר), אינן מתפלגות נורמלית (Shapiro-Wilk, $p < 0.05$). בגין כך התייחסנו עבורן לחציון במקום לממוצע וחישובן עברו רווח בר סמך ברמת ביטחון/הסתברות של 95% (טבלה 2). ניתן לראות כי אחוזי הדיוק גבוהים מאוד

והערכות היתר נמוכות מאוד. עם זאת כפי שצינו היו מקרים של הערכות חסר לא מבוטלות (ראו למעלה) והיו מקרים של הערכות יתר לא מבוטלות (ראו סעיף הבא).

טבלה 1: מבחנים א-פרמטריים להערכת מתאם ושונות בין ספירות של המערכת האוטומטית וספירות ידניות

Slope	Wilcoxon signed-rank	Spearman's rs	n	שנה	
1.358	p=0.188	rs=0.953, p<0.01	112	2013-2015	צריפין (אתר1)
1.255	p<0.05	rs=0.997, p<0.01	28	2014	בית חנן
1.120	p=0.345	rs=0.864, p<0.01	17	2014-2015	צריפין (אתר2)
1.009	p=0.245	rs=0.986, p<0.01	48	2014-2015	ראשון לציון
1.205	p<0.01	rs=0.992, p<0.01	24	2015	נס ציונה
1.28	p=0.013	rs=0.964, p<0.01	229	2013-2015	כלל האתרים

טבלה 2: תוחלת שעורי הדיוק והערכות היתר (בסוגריים – מספרים מוחלטים) בחמישה אתרים

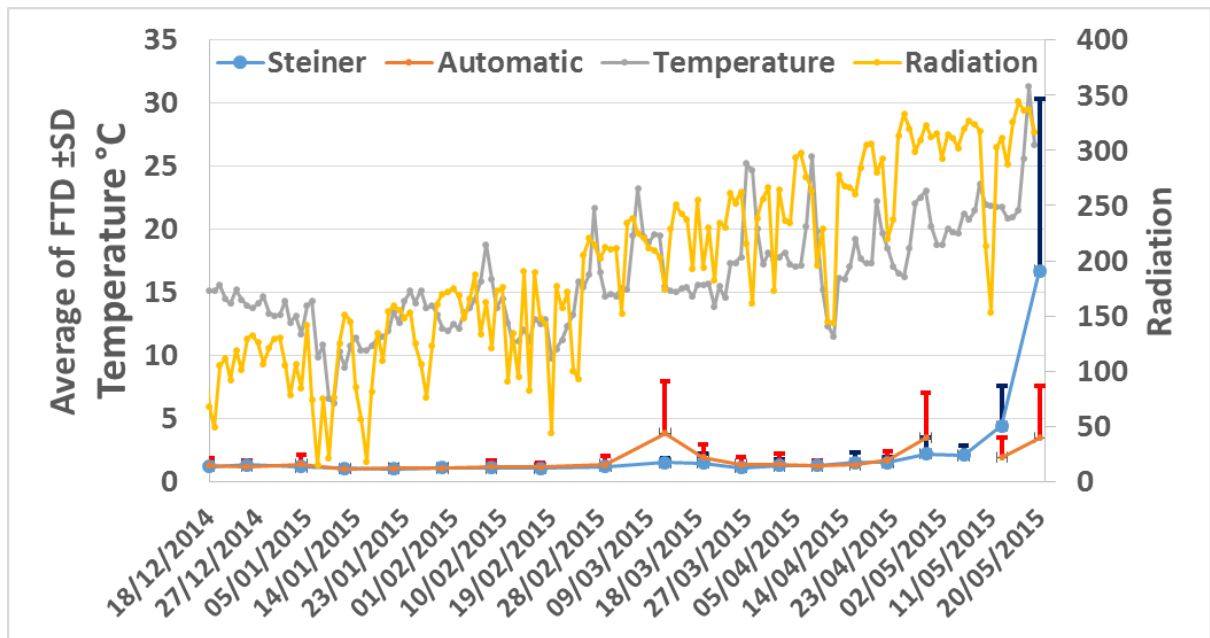
רווח בר-סמך ברמת ביטחון/הסתברות של 95% (התפלגות לא נורמלית)		n	שנה	
גבול עליון	גבול תחתון	חציון		
99 (2)	96 (0)	98 (1)	112	2013-15 צריפין (אתר1)
93 (2)	88 (0)	91 (1)	28	2014 בית חנן
100 (0)	90 (0)	100 (0)	17	2014-15 צריפין (אתר2)
100 (2)	94 (0)	96 (1)	48	2014-15 ראשון לציון
92 (3)	83 (0)	87 (1)	24	2015 נס ציונה
99 (2)	95 (1)	98 (1)	229	2013-15 כלל האתרים

טבלה 3: סוגי תקלות, שכיחותם והמשמעות שלהם לגבי ביצועי המערכת והמשך פיתוח

הערות	משמעות	אתר	מס'	סוג התקלה
יש צמצום משמעותי של כניסה של נמלים מן השנה שעברה אך עדיין הבעיה לא נפתרה.	קריאות סרק רבות	כל האתרים	9	כניסה של נמלים/עכבישים
יש לזה משמעותי מזערית כי בעתיד לא תהיה מבחנה מכיוון שזו משמשת לאימות. ללא מבחנה הזבובים יפלו מהמלכודת ולא ימלאו את החלל	קריאות סרק רבות	צריפין, בית חנן ונס-ציונה	4	מילוי משפך על-ידי זבובים
	לא ניתן לאמת	בית חנן	3	נפילת מבחנה/שקית
ירידה או עליה ברגישות שנובעות למשל מהצטברות של אבק או תזוזה של החיישן. נראה כי חלק מן המלכודות דורשות כוונן של רגישות החיישן בתדירות גבוהה מאוד. בעיה זו דורשת מציאת פיתרון. בכל מקרה, נראה כי הבלאי של המערכת הינו קטן וכמעט זניח.	קריאות סרק רבות	בכל האתרים	9	תקלה בחיישן
כניסה של טיפות גשם למלכודת הובילה ללכידות סרק ולהצפה של המלכודת. הגשם אף הסב נזק לכרטיסים האלקטרוניים של המלכודות. לצורך מניעה של זליגה של מים למלכודת אטמנו את המכסה עם דיסקיות מסיליקון ואטמנו את קופסאות החשמל.	קריאות סרק רבות	צריפין וראשל"צ	12	כניסה של טיפות גשם
תקלה עקב קריאות סרק עצומות, תקלה עקב כניסה של מי השקייה לאוגר ותקלה עקב בעיה של חיווט	לא ניתן לאמת או הערכת חסר	צריפין	16 ^א	תקלות באוגר הנתונים
האוגר היה מחובר לנקודת חשמל. כאשר היו תקלות בחשמל אלה הסבו נזקים הן למערכת החשמל של האוגר והן לכרטיסים האלקטרוניים של המלכודות	לא ניתן לאמת	ראשל"צ וצריפין	4	תקלות חשמל בפרדס
הואיל ובוצע איתחול של המלכודת מדי בוקר אזי התקלה נפתרת למחרת	הערכת חסר ו/או חוסר אימות	נס ציונה	2	קריסה של מערכת ההפעלה של הרספרי
	לא ניתן לאמת	צריפין וראשל"צ	6	תקלה בכרטיס האלקטרוני
שבירת 2 מלכודות וקריעת כאבלים.	לא ניתן לאמת	צריפין וראשל"צ	3	נזק בתשתית עקב עבודות בשדה
גניבת ציוד של מערכת האנרגיה משלוש מלכודות	לא ניתן לאמת	נס ציונה	3	גניבות

^אמדובר בארבעה מועדים אך למעשה לא נתקבלו נתונים מ-4 מלכודות בכל פעם.

תקלות: הקו של הניטור האוטומטי בצריפין קטוע בשני מועדים בתקופת שיא הלכידות עקב קריסה של אוגר הנתונים של המלכודות (איור 2ב). תקלות נוספות מפורטות בטבלה 3. רב התקלות גרמו להערכות יתר לא מבוטלות. עם זאת, בסך הכל בכשנתיים מצטברות של ניטור עם 239 (+מועדי התקלות) מועדי אימות של 1-6 מלכודות במועד (סה"כ 1033 מקרים) היו כ-85 תקלות המהוות כ- 8% מכלל המקרים שנבדקו.



איור 4. רמת לכידה במלכודות אוטומטיות ושטיינר בפרדס בראשל"צ ומהלך עונתי של טמפרטורה וקרינה.

השוואה בין לכידות במלכודות על מוט ועל עץ: לבחינת הנושא הוצבו שתי מלכודות אוטומטיות על עצים ושתי מלכודות על מוטות מה-9/10/2013 ועד ל-22/12/2013 בצריפין. במקביל הוצבה מלכודת שטיינר אחת על מוט ואחת על עץ. השוואה בין הלכידות בין שתי הקבוצות מראה על התאמה גבוהה וכמות הלכידות במלכודות שעל המוט (X) גבוהה מן הלכידות שבמלכודות שעל העץ (Y) (שיפועים קטנים מ-1). תוצאות אלו מראות כביכול על מגמה הפוכה מן המצופה. אך מכיוון שהשוואה נערכה בתקופה בה הקרינה נמוכה יחסית יכול להיות שבתקופה הזו ההשפעה של הקרינה היא הפוכה. בהקשר זה יש לציין כי ההבדל בין כמות הלכידות במלכודות האוטומטיות שעל העץ וזו של המלכודות שעל המוט היה קטן (Slope=0.93) לעומת זאת ההבדלים בין שתי מלכודות השטיינר היו גדולים בהרבה (Slope=0.67) כלומר יכול להיות שהמלכודות האוטומטיות מושפעות פחות מהמיקום שלהן. לאור כל אלה בוצעה השוואה נוספת בתקופה שכללה את עונת האביב בה הקרינה גבוהה יותר. בראשל"צ הוצבו ארבע מלכודות שטיינר על עץ מה-10/12/2014 ועד ל-20/05/2014, במקביל לארבע המלכודות האוטומטיות שהוצבו על מוטות. באיור 4 ניתן לראות כי מגמות לכידה דומות נמצאו במהלך התקופה בין שני סוגי המלכודות (Spearman's) (rs=0.82586, p<0.01; Wilcoxon signed-rank, p>0.05). עם זאת, בשני הניטורים האחרונים בחודש מאי חלה עלייה חדה בשפע הלכידות במלכודות שטיינר בהשוואה למלכודות האוטומטיות. מכיוון שמדובר בשני מועדים בלבד לא ניתן לומר כי ישנה השפעה מובהקת של הקרינה על שפע הלכידות. יותר מכך, גם אם שני מועדים אלו מראים על מגמה מסויימת זו מגמה שמתרחשת אחרי תקופת הניטור הרלוונטית. יכולה

להיות לכך השלכה על מלכודות שתוצבנה במטעים נשירים ולכן יש לבדוק את ההשפעה האפשרית הזו בחודשי הקיץ במטעים נשירים.

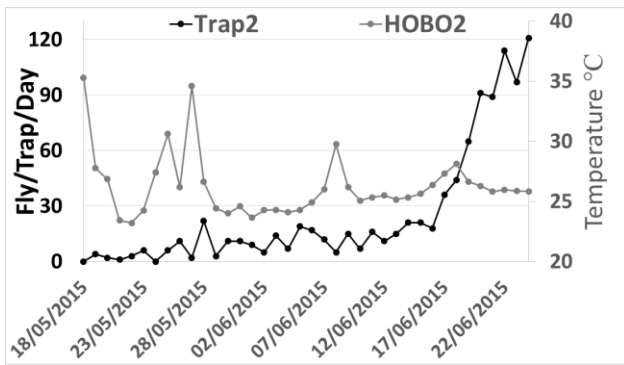
סיכום: על-פי אחוזי הדיוק הגבוהים והערכות היתר הנמוכות בשילוב העובדה שהיה מספר קטן של תקלות ניתן לומר שפותרת מערכת טובה לפחות כמו המלכודות הקיימות. עדיין יש צורך בשיפורים נוספים שיתייחסו בעיקר לתחזוקה של רגישות החיישנים (טבלה 3).

2. רשת חיישנים אלחוטיים במטע לשידור נתוני לכידות זבוב הפירות הים-תיכוני: לפי התכנון היינו אמורים לבחון מערכת תקשורת אלחוטית מסוג Zigbee משולבת GPS המאפשרת קליטת ושידור נתונים ועלותה אינה גבוהה. במהלך השנה הראשונה הבנו שמדובר בעלויות גבוהות בהרבה מן התכנון (דו"ח שנה א') ולא יכולנו לעמוד בהתייבויות כפי שהן כתובות בהצעת המחקר. לצורך התקדמות בנושא זה עשינו שני דברים: 1. ניסינו במשך כמה חודשים לשתף פעולה עם חברה ישראלית שהצהירה שיש לה טכנולוגיה קיימת אך שיתוף הפעולה לא צלח בעיקר מפני שגם חברה זו הציעה שתבצע התאמות למערכת שלנו בעשרות אלפי שקלים; 2. התחלנו בהקמת תשתית עצמאית לאגירה ושידור אלחוטיים וזאת בזכות פיתוח של טכנולוגיה חדשה. על ההתקדמות מן הפן הזה דיווחנו לעיל ותוצאות הדיווח בנס-ציונה הינן על בסיס מכלודות אלחוטיות.

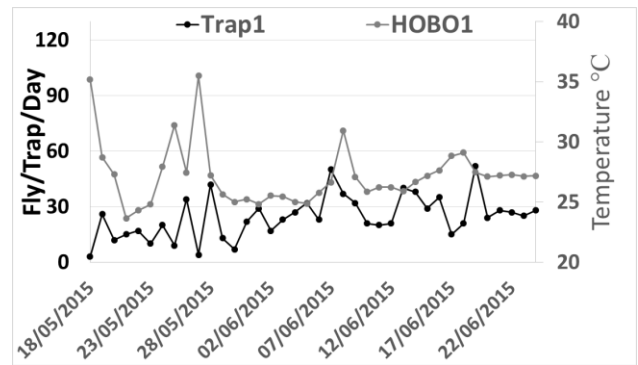
3. תדירויות האגירה והשידור: מעקומי לכידות של זבובים שנאספו במהלך המחקר ניתן להסיק כי הפעלת המערכת יכולה להיות מוגבלת לשעות היום בלבד (6:00 עד 22:00) ובכך לחסוך באנרגיה באופן משמעותי. לגבי חישוב התדירויות המזעריות של אגירה ושידור: מבירור צרכי האנרגיה לא נראה כי בכך טמון חיסכון רב ועל כן לא בוצע ניתוח בכיוון הזה.

4. הצמדת חיישני טמפרטורה ולחות: במהלך השנה האחרונה נרכשו הובואים למדידת טמפ' אוויר ולחות יחסית. שמונה-עשר הובואים הוצבו באתרים השונים כאשר בדו"ח אנחנו מציגים תוצאות מהפרדס בנס-ציונה בלבד. בנס-ציונה הוצבו 6 הובואים, באחד היו תקלות והשני הוצב בסמוך למלכודת 4 שסבלה בתקופה מסויימת מתקלות. על-כן מוצגים כאן תוצאות מ-4 הובואים. הובואים 1-3 (איור 5) הוצבו על עץ שסמוך למלכודות בעוד שהובו 5 לא היה בתוך עץ אלא על החצובה והיה חשוף לקרינה ישירה. איור 5 מתאר את הלכידה היומית והטמפרטורה היומית בין השעות 06:00-21:00 בארבע מלכודות וחיישני הובו שהוצבו בפרדס בנס ציונה. קיים הבדל בדינאמיקת הלכידות בפרדס בין המלכודות אגב מגמת טמפרטורה דומה. לפי התוצאות הללו נראה כי השונות הגדולה שיש במגמת הלכידות בתוך הפרדס לא יכולה להיות מוסברת באמצעות הטמפרטורה ועל-כן החשיבות בהצבת חיישני טמפרטורה בקרבת המלכודת מוטלת בספק. ניתן להסתפק בהצבת תחנה מטאורולוגית אפילו במרחק של כמה קילומטרים.

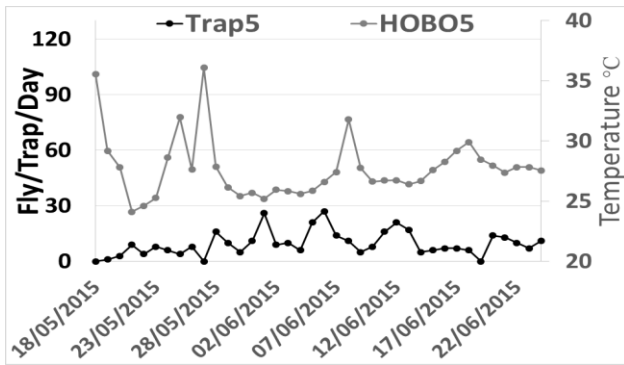
5. תדירות ההחלפה: כאמור לעיל במהלך שתי ההצבות הארוכות יחסית בפרדסים לא נמצא בלאי משמעותי ברכיבים של המלכודת אך נמצא כי רגישות החיישנים איננה יציבה דיה.



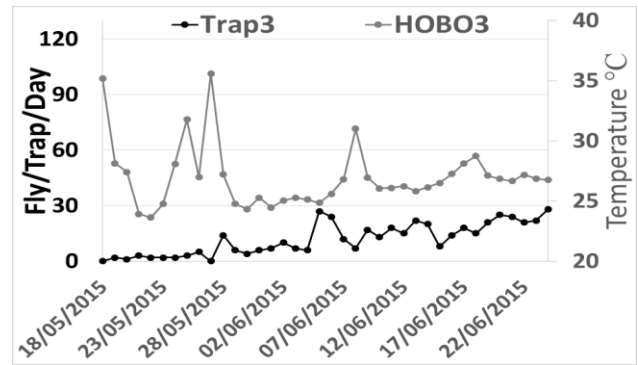
ב



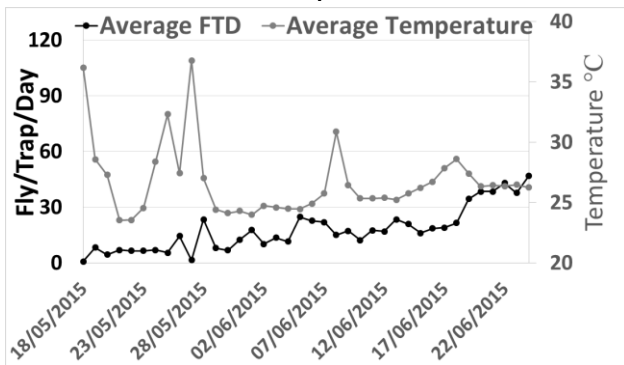
א



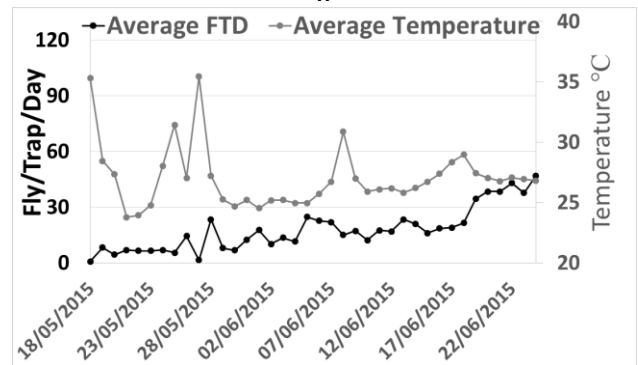
ד



ג



ו



ה

איור 5. רמת לכידה יומית וטמפרטורה יומית שנמדדה בין השעות 06:00:21:00 בחיישני הובו בקרבת כל מלכודת [א-ד] וערכיהם הממוצעים [ה] בפרדס בנס ציונה. רמת לכידה יומית ממוצעת במלכודות וטמפרטורה יומית שנמדדה בין השעות 06:00:21:00 בתחנה המטאורולוגית בבית דגן [ו].

(ב) לימוד ראשוני של דינאמיקה היממתית והעונתית של הלכידות

לימוד ראשוני של דינאמיקה היממתית והעונתית של הלכידות נעשה ביחס לשעה ביום, לתנאים מטאורולוגיים ואירועי ריסוס. הנתונים המטאורולוגיים מתבססים על תחנת מדידה בבית דגן של השירות המטאורולוגי (ניסויים בראש"צ ובבית חנן), על תחנות מדידה שהוצבו בפרדסים בצריפין ובנס ציונה ועל הובואים שהונחו קרוב למלכודות.

השפעה של השעה ביום ותנאים מטאורולוגיים: הדינאמיקה היממתית מתייחסת להשתנות הלכידות במהלך היום ברזולוציה של מחצית הדקה. ללימוד דינאמיקה היממתית נבנה בסיס נתונים של כלל הלכידות בכל הניסויים המתוארים בסעיף 1.1. ההתפלגויות של לכידות הזבובים לפי תנאים מטאורולוגיים ולפי שעה ביום מוצגת באיור 6. הנתונים חולקו באופן גס לשתי תקופות סתיו-חורף ואביב-קיץ מכיוון שיש הבדל מהותי

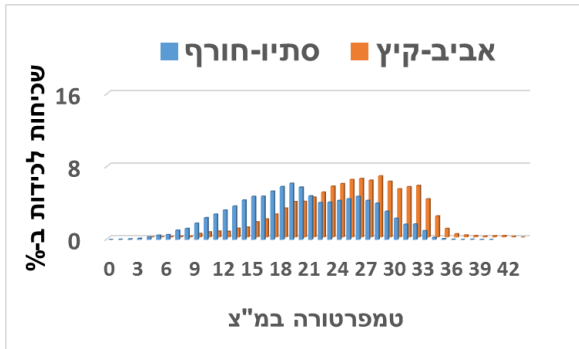
ביניהן מבחינת הדינאמיקה של הלכידות. לשם השוואה מוצגות גם ההתפלגויות של התנאים המטאורולוגיים ללא קשר לזמני לכידות זבוב. השוואה בין התפלגות הלכידות לפי תנאים מטאורולוגיים ובין התפלגות התנאים המטאורולוגיים ללא קשר ללכידות עשויה להצביע על השפעה אפשרית שיש לתנאים מסויימים על הלכידות.

בתקופת הסתיו-חורף מירב הלכידות התרחשו משעות אחר הצהריים ואילך, בתנאי טמפרטורה של 25-27 מעלות צלזיוס (מ"צ), בלחות יחסית של 50-60% ובתנאי קרינה של 100 וואט ומטה. באביב-קיץ נראים שני שיאים של לכידה ביחס לשעה ביום. האחד בין השעות 08:00-10:00 (בבוקר) והשני בין השעות 16:00-18:00 (בערב). בין שני שיאים אלו יש שפל יחסי בשעות הצהריים. ניתן היה לחשוב שזו השפעה ישירה של הקרינה או הטמפרטורה, קרי, כאשר אחוזי הקרינה גבוהים או כאשר הטמפרטורות גבוהות תתקבלנה פחות לכידות. התפלגות הלכידות לפי אחוזי קרינה לאו דווקא מצביעה על השפעה כזו. ישנן לכידות בטווח רחב של קרינה של 0-1200 וואט למ"ר ודווקא בטווח של 600-800 וואט למ"ר (קרינה ממוצעת) ישנו שפל יחסי בשיעור הלכידות. לפי המבחנים Mann-Whitney U ו-Kolmogorov-Smirnov 2-Sample Test אכן לא נמצא הבדל משמעותי ($\alpha = 0.05$) בהתפלגויות המשותפות בין הקרינה ששררה בזמן הלכידות לבין השיעורים העונתיים שלהם. לפיכך, ניתן לומר כי שפע הלכידות במהלך היממה איננו מושפע מהקרינה⁴. ההתפלגות לפי טמפרטורה עשויה להצביע על קשר מסויים בין שעה ביום ובין טמפרטורה שכן מירב הלכידות התקבלו בטווח של 25-27 ומיעוטן בטמפרטורות גבוהות. בין שני שיאים אלו יש שפל יחסי בשעות הצהריים. ואכן, לפי המבחנים לעיל ניתן לדחות את השערת שוויון ההתפלגויות בין הטמפרטורה שהתקיימה בתקופת האביב-קיץ בעת הלכידות לבין הטמפרטורה העונתית ($\alpha = 0.05$)⁵. כלומר, שפע הלכידות במהלך היממה לאורך עונת האביב-קיץ מושפע בצורה מובהקת מהטמפרטורה. בעוד שההתפלגות הכללית של הטמפרטורה באביב-קיץ הינה רחבה ונעה בין 9 ל-33 מעלות, עם זנב לכיוון הטמפרטורות הנמוכות יותר, התפלגות של הטמפרטורות לפי לכידות מצביעה על התפלגות צרה יותר עם שיא לכידות ב-7-26 מעלות עם טווח של 22-33 מעלות. כלומר, הזבוב פעיל/נלכד בשעות בהם הטמפרטורה ממוזגת. בסתיו-חורף גם כן יש השפעה של הטמפרטורה (לפי אחד המבחנים מדובר בהשפעה מובהקת). בעוד ההתפלגות הכללית הינה רחבה ונעה בין 6 ל-33 מעלות והתפלגות של הטמפרטורות בזמני הלכידות הינה צרה יותר ונעה בין 15 ל-30 מעלות בלבד. ההבדל בין התפלגות הלכידות שהתרחשו בטמפרטורות 25 מ"צ ו-7-26 מ"צ בסתיו-חורף ובאביב-קיץ בהתאמה במהלך היממה מול השכיחות של הטמפרטורות הללו במהלך היממה ללא קשר ללכידות מחזק את המימצאים הללו (איור 7). בסתיו-חורף, לפי מבחן χ^2 לטיב ההתאמה יש הבדל סטטיסטי בשעות הלכידה בטמפרטורה של 25 מ"צ ($\chi^2(9) = 98.566, p < 0.0005$). רוב הזבובים (79.5%) נלכדו בשעות 14:00-16:00. באביב-קיץ, לפי מבחן χ^2 לטיב ההתאמה יש הבדל סטטיסטי בשעות הלכידה בטמפרטורות של 26-27 מ"צ ($\chi^2(15) = 7530.194, p < 0.0005$). בשעות 08:00-11:00 נלכדו 34.4%

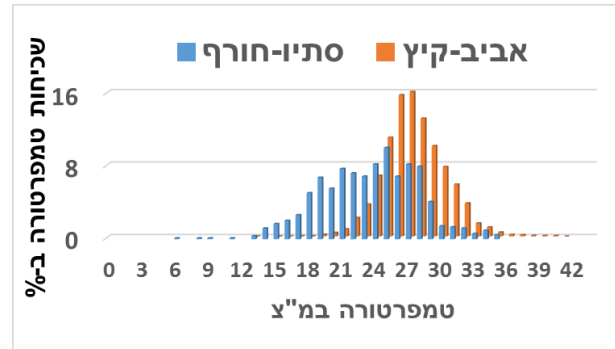
⁴ לא נמצאה גם השפעה של הלחות היחסית

⁵ יואר כי ניתן לדחות את השערת שוויון ההתפלגויות בין הטמפרטורה שהתקיימה בתקופת הסתיו-חורף עת הלכידות לבין הטמפרטורה העונתית לפי מבחן Kolmogorov-Smirnov 2-Sample Test ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$, אך ברמת מובהקות זו לא ניתן לדחותה לפי מבחן Mann-Whitney U.

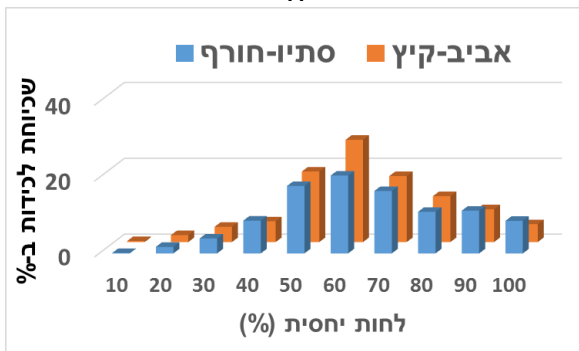
מהזבובים ובשעות 15:00-18:00 נלכדו 43.5% מהזבובים. כלומר, לא רק שיש השפעה של השעה ביום על הלכידות, יש השפעה שונה של השעה ביום על הלכידות בין שתי התקופות. יש לציין כי ההשפעות הללו נבדקו עד היום בתנאי מעבדה בלבד ולפי עניות דעתנו זו הפעם הראשונה שנתונים אלו נבדקים בתנאי שדה וזאת בזכות הפיתוח של מערכת לניטור אוטומטי שסופרת כניסות ולא רק מעבירה מספר לכידות ליום.



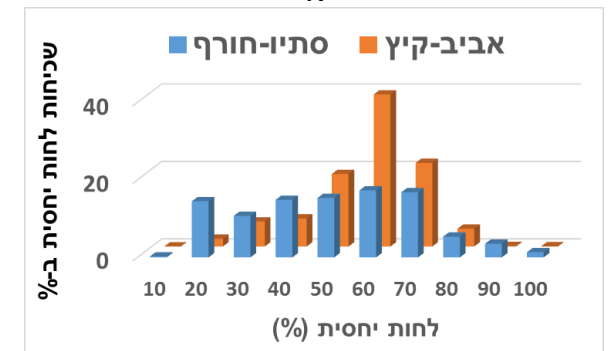
ה



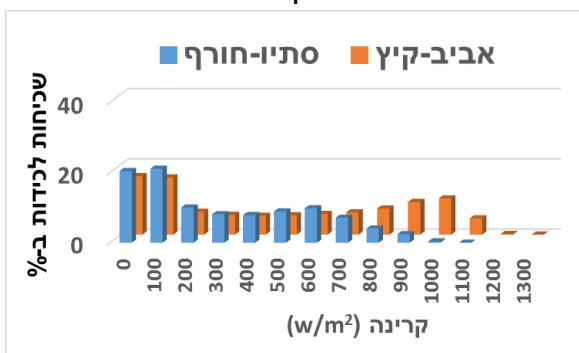
א



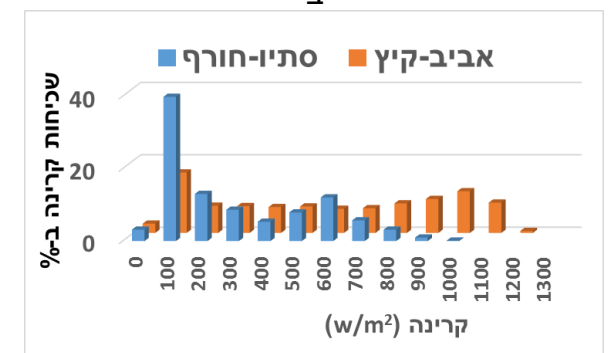
ו



ב

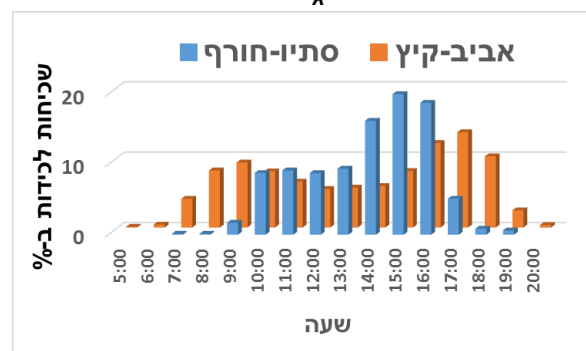


ז

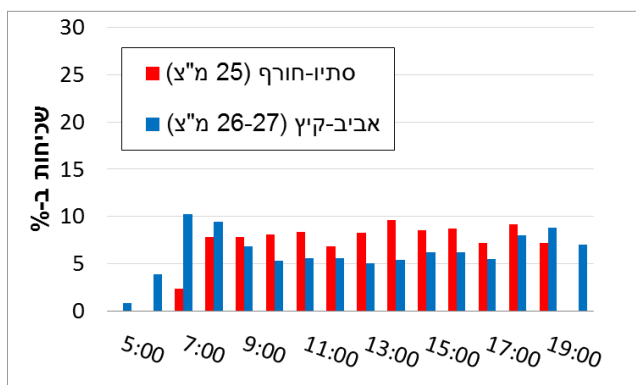


ג

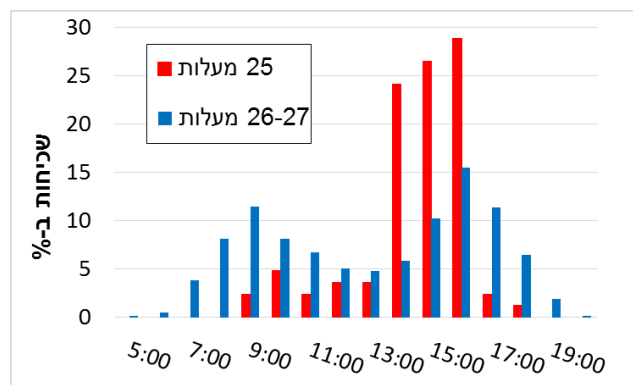
איור 6: התפלגות שיעורי לכידות של זבובים לפי טמפרטורת אוויר [א], לחות יחסית [ב], קרינה [ג] ושעה ביום [ד] בתקופת סתיו-חורף (ספטמבר-פברואר) ובתקופת אביב-קיץ (מרץ-אוגוסט). התפלגות שיעורים של טמפרטורת אוויר [ה], לחות יחסית [ו] וקרינה [ז] בתחנות הממטאורולוגיות הבאות: בית-דגן, צריפין ונס ציונה בין השעות 07:00-20:00 בתקופת הסתיו והחורף ובין השעות 05:00-21:00 בתקופת האביב והחורף. [ח] התפלגות הטמפרטורות הממוצעות בתקופת האביב-קיץ וסתיו-חורף לפי שעות ביום.



ד



ב



א

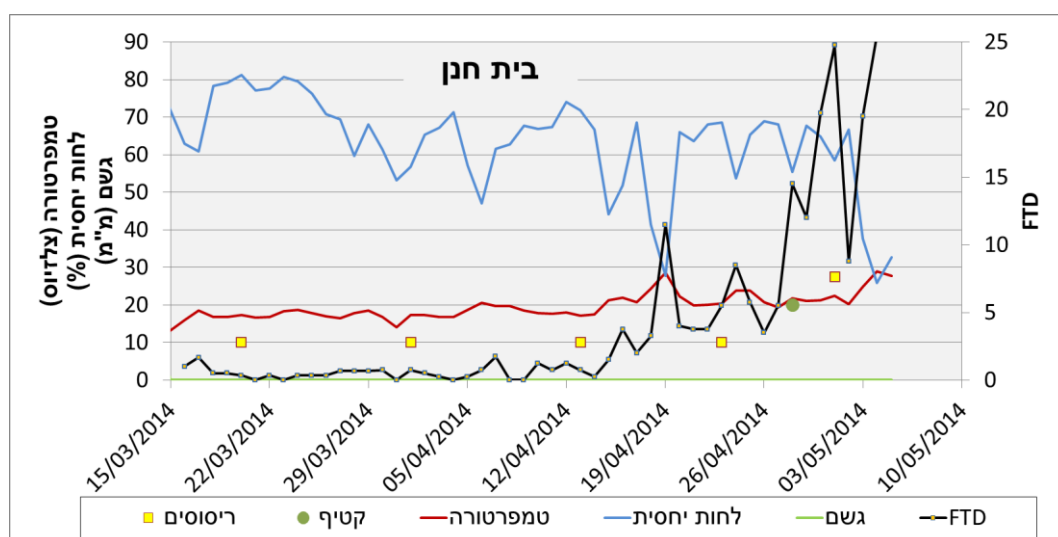
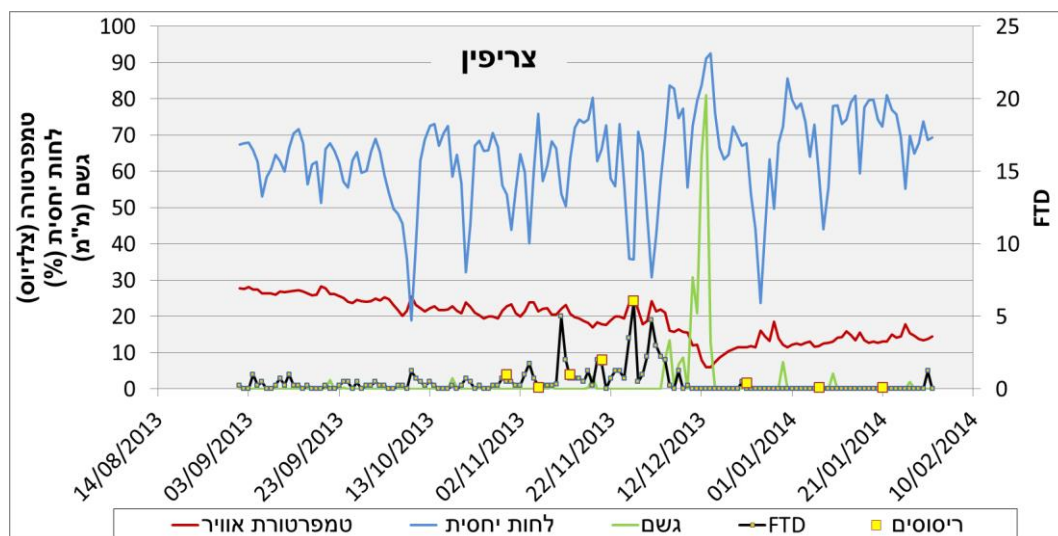
איור 7. התפלגות שיעור הלכידות בתנאי טמפרטורה של 25 ו-26-27 מעלות בתקופות הסתי-חורף והאביב-קיץ בהתאמה (א) התפלגות הטמפרטורות 5 ו-26-27 מעלות בתקופות הסתי-חורף והאביב-קיץ בהתאמה לפי השעה ביום (ב)

השלכות מעשיות: נתונים אלו מראים כי מעבר להשפעות שיש לטמפרטורה ישנה השפעה של מעגלים צירקדיים של הזבובים שעשויה לנבוע מאורך היום למשל. לאפיון מעגלים צירקדיים ישנה גם השלכה על שעות ריסוס מיטביות או שעות פיזור של זבובים עקרים (מידע בע"פ מדר' גל יעקובי, ביובי). כלומר, לעומת השגרה היום שמתחשבת בעיקר בתנאי מזג האוויר להחלטה על שעת הריסוס ניתן לבחון אפשרויות נוספות ואולי יעילות יותר לאור הממצאים הללו.

בהקשר זה צריך לשים לב לנקודה נוספת. על פניו נראה כי הממצא הזה סותר את הממצא שתואר בסעיף הקודם בו הראינו כי השונות בדינמיקה של הלכידות לאורך העונה בתוך הפרדס איננה יכולה להיות מוסברת באמצעות הטמפרטורות. למעשה אין כאן סתירה. מגמת הלכידות הכללית בקנה מידה של המטע או אולי של גוש מטעים באזור מושפעת בצורה מובהקת מהטמפרטורות. אך השונות בין המלכודות בקנה מידה של תת המטע לא נובעת רק מתנאי טמפרטורה. לממצאים המשותפים הללו יכולה להיות השלכה על מספר המלכודות שיש להציב באזור מסוים על מנת למזער שונות בקנה מידה של תת-המטע שהיא ברב המקרים אינה לא רלוונטית לקבלת החלטות.

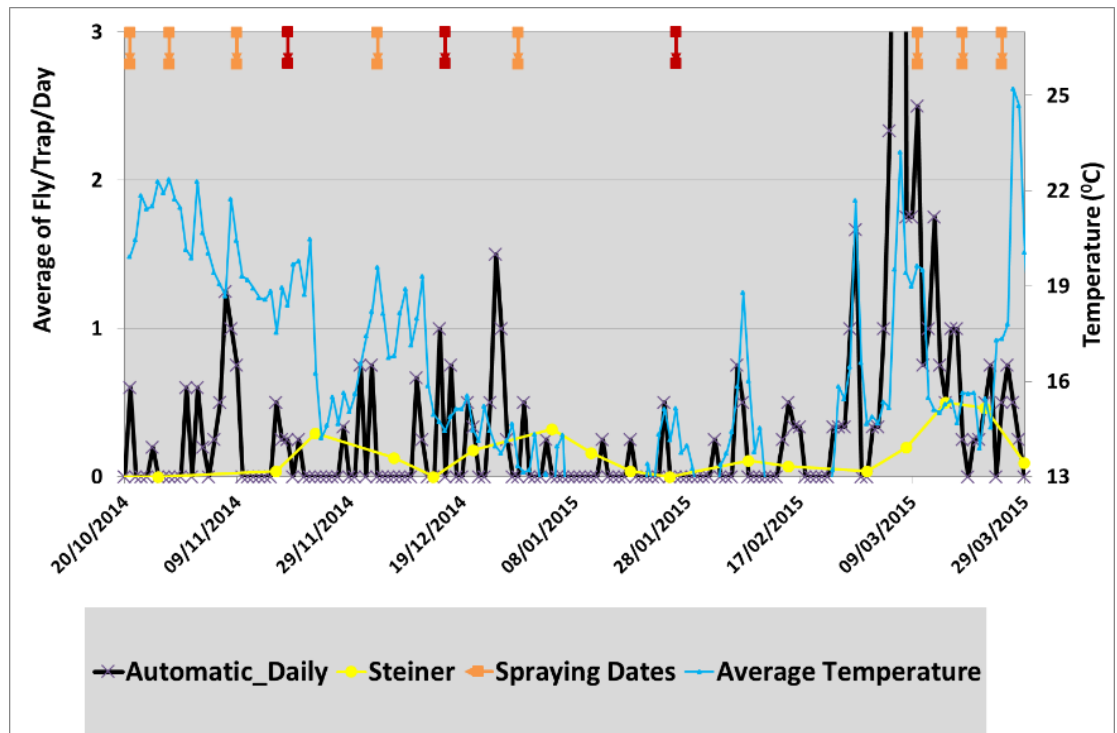
עקומי התאוששות של לכידות בעקבות אירועי ריסוס: על מנת לחקור את זמן ההתאוששות של הזבובים לאחר ריסוס של סקס בתנאי שטח הצבנו את לכידות הזבוב במלכודת (FTD) מול תאריכי הריסוס ושילבנו גם את הנתונים המטאורולוגיים (איור 8). ניתן לראות כי אירועי ריסוס גורמים בד"כ וכמצופה לירידה חדה במספר הלכידות. עם זאת, ההתאוששות לאחר כל ריסוס (קרי חזרה למספר לכידות שהיו לפני ריסוס) איננה קבועה. היא נעה בין 3-5 ימים עם שכיח של 5 ימים בתקופה בה נראית פעילות של זבוב. לכן, תדירות ריסוס של 7 ימים בתקופות בהם התנאים המטאורולוגיים מעודדים פעילות של זבוב עלולה להיות נמוכה מדי. לעומת זאת, בתקופה שבה התנאים מדכאים פעילות של זבוב תדירות של 7 ימים נראית גבוהה מדי – ראו נתונים מחודשים ינואר ופברואר בצריפין (וראו תוצאות ניסוי בסעיף הבא). ההבדלים בין מספר הימים להתאוששות נובעים בין השאר מהתנאים המטאורולוגיים. ניתן לראות כי כאשר הטמפרטורה עולה (בתוך טווח הטמפרטורות המעודדות פעילות בזבוב (25-35 מעלות) גם מספר הזבובים עולה. עליות מיוחדות נצפו

בימים שבהם הטמפרטורה עלתה והלחות היחסית ירדה באופן משמעותי. בנתונים המוצגים כאן עליה חדה במספר לכידות של הזבוב באירועים כאלה התרחשה 8 פעמים. מימצאים אלו ואחרים שניתן להפיק אותם רק תוך שימוש בניטור רציף עשויים לסייע הן בהבנת הדינאמיקה העונתית של הזבוב והן בשיפור קבלת החלטות לריסוס למשל על מנת להתריע על הצורך בריסוס מבעוד מועד.



איור 8: לכידות יומיות של זבוב מול אירועי ריסוס ונתונים מטאורולוגיים

השוואת ריסוס מוכוון לכידות יומיות מול ריסוס שגרת: במסגרת המחקר בחנו את היתרון הגלום בנתונים יומיים המתקבלים ממלכודת אוטומטית לצורך קבלת החלטה מושכלת לריסוס. קבלת ההחלטה לריסוס התבססה על מגמת הלכידה טרם ריסוס מתוכנן ועל תחזית מזג אויר (בעיקר ניתנה התייחסות לטמפ' צפויה וצפי לגשם). הניסוי בוצע בפרדס בראשל"צ. באיור 9 ניתן לראות כי בין אוקטובר לינואר הופחתו שלושה ריסוסים מתוך שמונה. ניתן לציין כי לא דווח על נזק בגין היעדר הריסוסים. מהשיחות שניהלנו בכל פעם לגבי ההחלטה אם לרסס או לא עולה כי הסיבה שאפשרה למקבלי ההחלטות לא לרסס את החלקה למרות שהחלקות באזור מרוססות היתה הידיעה שאם תהיה עליה בלכידות עקב ריסוס לא מספק הם יוכלו לראות זאת בצורה מיידית ולהגיב למחרת. להפחתה של 3 מתוך 8 ריסוסים משמעות כלכלית וסביבתית גדולה.



איור 10. לכידות יומיות של זבוב מול אירועי ריסוס ונתונים מטאורולוגיים. ריסוס בכתום מצביע על ביצוע ריסוס אזורי הן בפרדס בראשל"צ והן בפרדסים השכנים. ריסוס באדום מצביע מצד אחד על היעדר ריסוס בפרדס בראשל"צ ומאידך על ביצוע ריסוס איזורי בפרדסים השכנים.

4.4. דיון

המלכודת לניטור אוטומטי שפותחה במחקר הזה, המתבססת על קריאה של כל כניסה של זבוב הינה מערכת די ייחודית בתוך כלל המלכודות לניטור אוטומטי המפותחות היום בעולם. היא מאפשרת לימוד גם של הדינאמיקה היממתית לצד הדינאמיקה העונתית בתנאי שטח. במהלך המחקר התבררו מגבלות של טכנולוגיה ותקציב שלא היו ברורות בתחילת המחקר. עדיין, פותחה מערכת מאוד מדויקת המסוגלת להוות כלי מחקר ראשון במעלה ללימוד הדינאמיקה של הזבוב וכן כלי לייעול משטר ההדברה. הממצאים שכבר הושגו באמצעות המערכת לא היו ידועים לפני תחילת המחקר ויכולים כבר היום להשפיע על קבלת ההחלטות לריסוס. בנוסף, מערכת כזו למרות עלותה יכולה אם תתבקש לעמוד בהווה בפריסה מרחבית קטנה מזו של המלכודות הרגילות ולצדן (עדיין לא במקומן בגלל העלות) ולתת אינדיקציה לגבי התאוששות האוכלוסיה ברגישות גבוהה בזמן ולהתריע בפני התפרצות. לחילופין היא יכולה לאפשר תדירות ריסוס נמוכה יותר ברמת ביטחון גבוהה בתקופות בהן התנאים המטאורולוגיים והסביבתיים אינם מעודדים פעילות של זבוב. המשך מחקר עם המערכת הינו חיוני על מנת לאפשר הגדרת פרוטוקולים חדשים אשר יתבססו על ניטור רציף לעומת הפרוטוקולים היום המבוססים על ניטור שבועי.

ב.5 פרסומים מדעיים

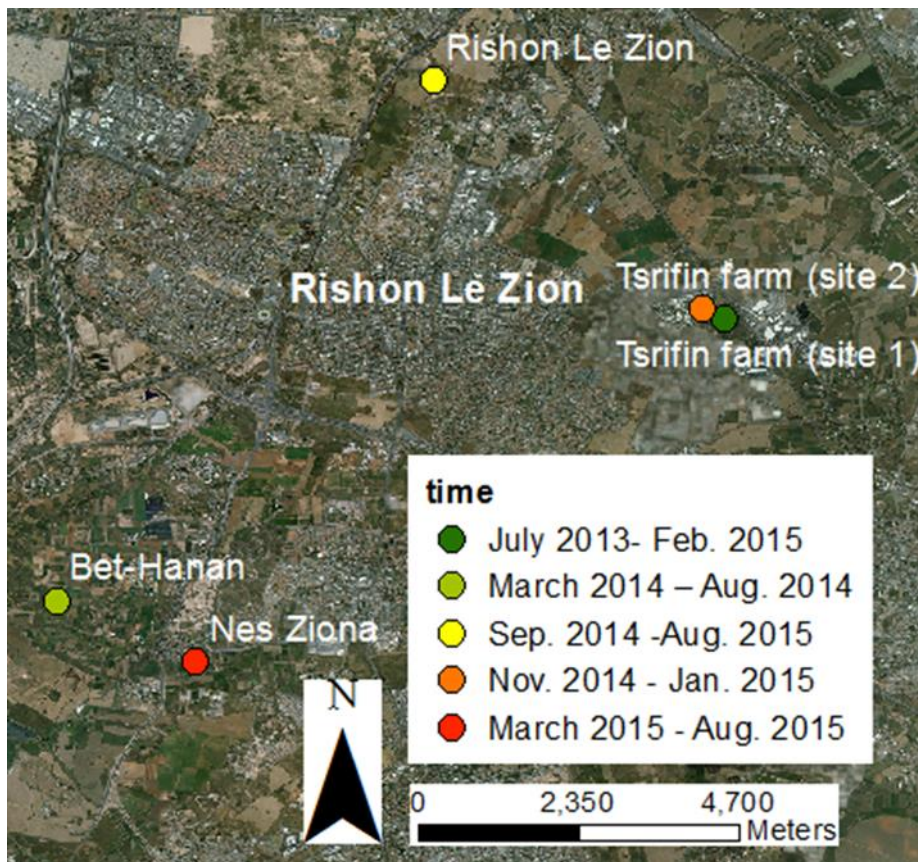
Goldshtein, E., Cohen, Y., Timar, D., Grinshpon, Y., Rosenfeld, L., Gazit, Y., Hofman, A., Mizrach, A., Hetzroni, A., Alchanatis, V. (2015). An automatic system for Mediterranean fruit fly monitoring. In: Stafford, J.V. (Ed.), Precision Agriculture 2015 (pp: 635-641). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
(א) שיפור אב-הטיפוס של המערכת שפותח והתאמה שלו לעבודה בשטח ו-(ב) לימוד ראשוני של הדינאמיקה היומית והעונתית של הלכידות.
עיקרי התוצאות
ביצועי המערכת: לאחר שלוש עונות של הצבת המערכת בפרדסים שונים המערכת מציגה דינאמיקה כמעט זהה לספירה ידנית. בשנה האחרונה לאחר שיפור של אב הטיפוס והצבה על מוטות, דיוק המערכת עלה ועומד על כ-90% עם הערכות יתר נמוכות ביותר. עדיין ישנן תקלות כמו כניסה של טיפות גשם ושל אורגניזמים אחרים ובלאי של החלקים אך בסה"כ נמצאו תקלות רק ב-5% מהניטורים שנערכו בזמן מצטבר של למעלה משנתיים ועל כן ניתן לומר ש המערכת יציבה. מתוך הנתונים ניתן ללמוד על ההשפעה של הזמן ביום וכנראה גם אורך היום גם השפעה של תנאים מטאורולוגיים כמו טמפ', לחות יחסית וקרירה. מצאנו כי ההתאוששות של הזבובים לאחר ריסוס עומדת על כ-5 ימים בתקופות השיא ולזה יכולה להיות השלכה על תדירות הריסוסים בתקופות השיא.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח.
מטרות המחקר הושגו באופן חלקי. אב-הטיפוס שופר וכפי שנראה בעינינו כעת הגענו למקסימום הדיוק ומינימום הערכות יתר שניתן להשיג באמצעות המערכת שפותחה. נבנו 15 מלכודות והיום עומדות כמעט כולן בשטח. הנתונים של הניטור הרציף הובילו לממצאים שלא היו ידועים לפני כן כמו זמן התאוששות מריסוס והשפעה של גורמים סביבתיים. לממצאים אלו עשויה להיות השלכה מעשית על תדירות הריסוסים בתקופות השיא כבר היום.
בעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות להמשך המחקר
המלכודות סובלות מתקלות ברגישות של החיישנים ובאי יציבות מסויים של השידור האלחוטי. אנחנו בקשר עם חברה ישראלית שחושבת לפתח על בסיס הרעיון שלנו מלכודות יציבות יותר. במידה שאכן זה יתממש ניתן יהיה להמשיך את המחקר ביכונים שלא הגענו אליהם בגלל העלויות הגבוהות הנדרשות כיום לבנייה.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטוט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי;
נרשם פטנט על המערכת. נכתב ופורסם מאמר קצר לכנס בינלאומי בחקלאות מדייקת. מתכוונים לכתוב מאמר שלם בכתב העת Precision agriculture או כתב עת בינלאומי אחר.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
← ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
← חסוי - לא לפרסום: (יש לצרף אישור ומידע ממוסד המחקר)
האם בכוונתך להגיש תוכנית במשך בתום תקופת המחקר הנוכחי?

* יש לענות על שאלה זו רק בדו"ח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדו"ח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים

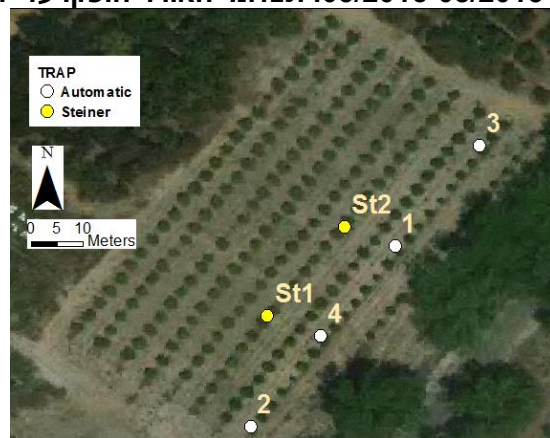
נספח 1. מפת התמצאות של מיקומי הניסויים לפי אתר ותקופה. תצלומי האוויר הופקו על ידי המרכז למיפוי ישראל.



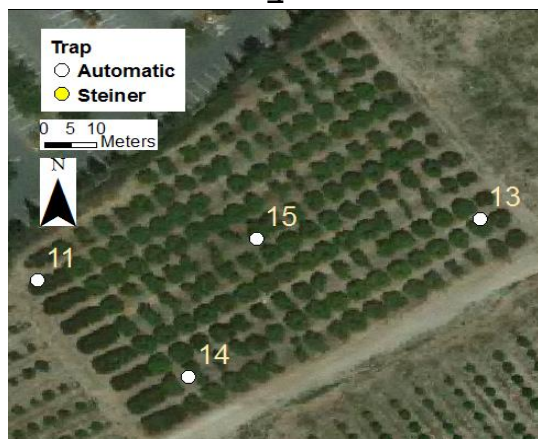
נספח 2. מפות תפרוסת מלכודות: [א] צריפין אתר-1 -07/2013-09/2014; [ב] צריפין אתר-1 -10/2014-02/2015; [ג] בית חנן 3/2014-8/2014; [ד] צריפין אתר-2 -11/2014-01/2015; [ה] ראשל"צ 09/2014-08/2015; [ו] נס ציונה 03/2015-08/2015. תצלומי האוויר הופקו על ידי המרכז למיפוי ישראל.



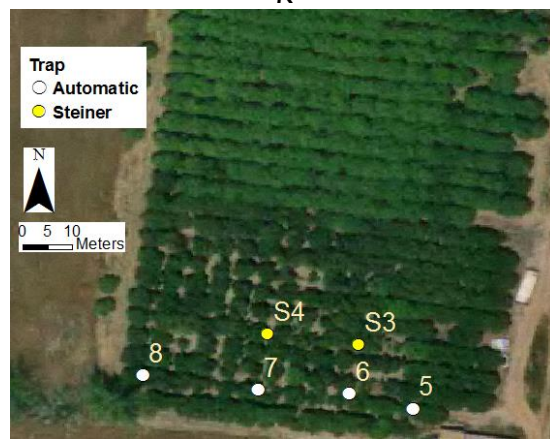
א



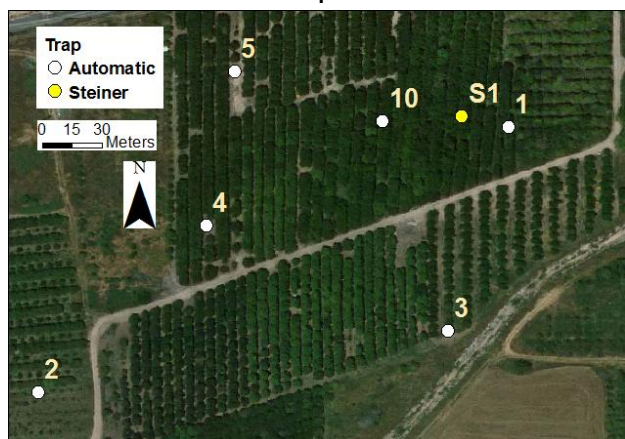
ב



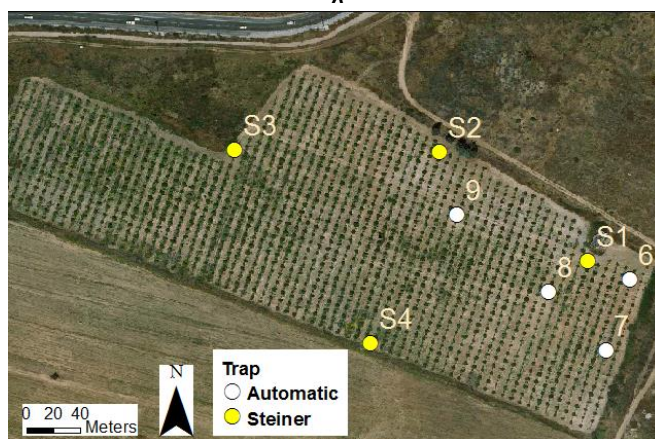
ג



ד

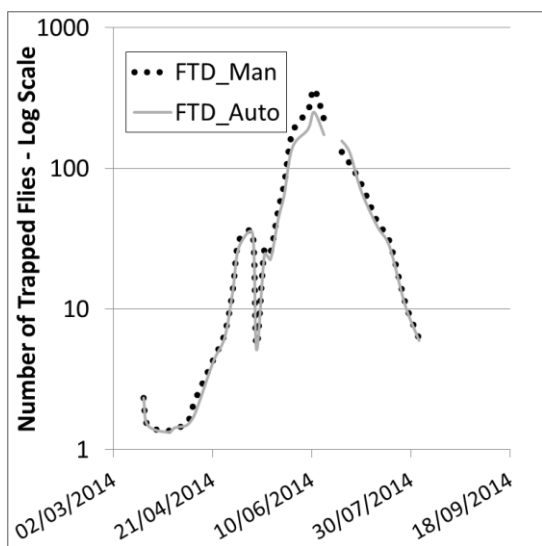


ה

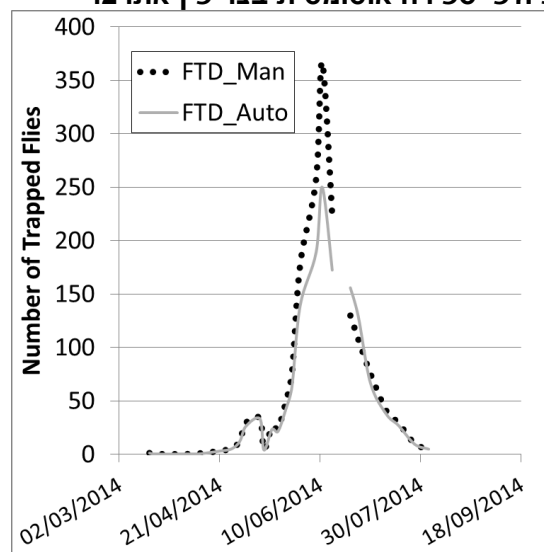


ו

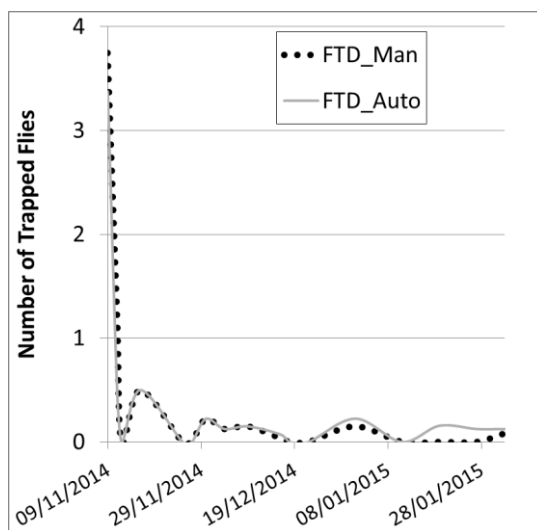
נספח 3: מספר זבובים שנלכדו במלכודות לפי ספירה ידנית ולפי ספירה אוטומטית לאורך תקופות ההצבה בבית חנן בערכים מוחלטים (א) ובסקלה לוגריתמית (ב). איור ג מציג את מספר זבובים שנלכדו במלכודות לפי ספירה ידנית ולפי ספירה אוטומטית בצריפין-אתר2.



ב



א



ג