

בחינת מלכודות אור לניטור וללכידה המונית של הזבלית *Pentodon algerinus dispar* בגידולי שדה תת קרקעיים בעמק החולה

פברואר 2024

דוח מחקר בשנת 2023 בעמק החולה, מוגש לשולחן מגדלי אגוזי אדמה ושולחן בטטה במועצת הצמחים

מוגש ע"י

שאול בן יהודה - מרכז חקלאי העמק,
 עומר דינר וגב גלילי - גד"ש סאסא,
 לילי מונדקה - מכללת ספיר ומו"פ עוטף עזה,
 צביקה מנדל - המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי

הדוח הזה (ובהמשך המאמרים שייגזרו ממנו) מוקדש לזכרו של אביב אצילי ז"ל מקיבוץ ניר עוז על לתרומתו החשובה לקידום המחקר במלכודת האור. אביב אבד באירועי ה 7 באוקטובר 2023.

תקציר

החל משנת 2016 נצפתה פגיעה חמורה בגידולי תווך הקרקע, בעיקר בטטות, אגוזי אדמה ותפוז"א בעמק החולה, ואזורים אחרים בארץ, ע"י זבלית הפנטודון *Pentodon algerinus dispar*. מין זה מוכר מישראל כמזיק כבר משנות הארבעים של המאה ה-20. הסיבות להתעצמות האוכלוסייה בשנים האחרונות אינה ברורה, יתכן שאחד הגורמים לכך הם שינויי האקלים, בעיקר הטמפרטורות גבוהות השוררות לעיתים במהלך הסתיו והחורף. בשל פגיעת הפנטודון, גידולי תת הקרקע בעמק החולה נתונים כיום למשטר הדברה נמרץ בעלויות גבוהות של חומרי הדברה סינתטיים. בשנת המחקר הראשונה (2022), נבחנה יעילותם של שני טיפוסים מלכודות אור לניטור וללכידה המונית של בוגרי הפנטודון. הלכידה באמצעות מלכודת מטיפוס ניר עוז (יצור מקומי וזולה יחסית) לא נפלה מזו של "סמולייט", (המלכודת מיובאת ויקרה). במלכודות האור נלכדו שני הזויגים (נקבות וזכרים). נרשמו בעמק החולה שני גלי תעופה עיקריים של בוגרי הפנטודון, באביב ובסוף הקיץ והסתיו. המחקר ב 2023 התבצע באמצעות מלכודות 'ניר עוז'. בעונת המחקר השנייה, 2023 המשכנו לבחון את דפוסי הלכידה והפעילות העונתית של הפנטודון בעמק החולה כתשתית לפיתוח ממשק ידידותי לסביבה להדברת מזיק זה בגידולי השדה תת קרקעיים בדגש על אגוזי אדמה ובטטה. ממצאי הלכידה שהתקבלו במהלך 2023 היו דומים לאלו שנרשמו ב 2022. לכידות משמעותיות של הפנטודון נרשמו כבר בשבוע הראשון או השני של חודש מרץ, אפריל ומאי ומספרי החיפושיות הנלכדות היו גבוהים. במהלך יוני, יולי ומרבית חודש אוגוסט נרשמו לכידות נמוכות יחסית בכל שטחי הגידול שבמחקר. עליה חדה במספר הנלכדים נרשמה בחודשים ספטמבר ואוקטובר. שיא הלכידה במלכודת שהוצבה בחלקת אגוזי אדמה (ברעם חווה), עד לכדי כ 60 זבליות בממוצע ללילה. הנזקים החמורים ביותר, עד כ 10% מהבוטנים, נרשמו בחלקות אגוזי האדמה ברעם-חווה ובחלקת הבוטנים מלכיה-כבול. נזקים של כ 3%-5% מהאשרושים נצפו בחלקת הבטטה כבול דרום מזרח ובחלקת הבוטנים סאסא מינרלית בהתאמה. ממצאי המחקרים במהלך השנים 2022-2023 הם כדלקמן: (א) כפי הנראה לפנטודון פוטנציאל להקים שני מחזורי התפתחות (דורות) בשנה. הראשון במהלך האביב והשני בסוף הקיץ והסתיו, (ב) מלכודות האור הן אמצעי חשוב לניטור הפעילות העונתית של בוגרי הפנטודון בגידולים שונים של תווך הקרקע, (ג) למלכודות האור יש גם הפוטנציאל לשמש בלכידה המונית של הבוגרים וחשוב לבחון באיזו מידה הן עשויות להפחית ואף ליתר את הצורך ביישום תכשירי הדברה סינתטיים. ניטור ומעקב סדורים של התפתחות הזבלית והנזקים בשטח הגידול, בהתאמה לפעילות העונתית של הבוגרים, יובילו להבנה טובה יותר של דינמיקת האוכלוסיין של הפנטודון, ולייעול היישום של תכשירי ההדברה והממשק בכלל.

המשך הבחינה של שילוב של מלכודות האור לייעול הניטור והלכידה ההמונית של פנטודון, נדרש לפיתוח ממשק משופר וידידותי לסביבה להדברתו.

1. מבוא

1.1. רקע ותאור הבעיה

החל משנת 2016 נצפתה בגידול הבטטות בעמק החולה פגיעה חמורה באשרושים (תמונה 1) והחל משנת 2020 נרשמו פגיעות דומות לראשונה גם בגידול תפוז"א ואגוזי אדמה. פגיעות אלה אלו הסבו נזק כלכלי כבד. הנזקים הישירים עד שנת 2022 היו מאות אלפי ש"ח בשנה. הנזקים הישירים והעקיפים בממשק ההדברה האינטנסיבי בעמק החולה החל מ-2022 נאמדים ע"י המגדלים בין 500 – ל-750 ₪ לדונם בשנה.



תמונה 1. פגיעת זחלי פנטודון בטטה בעמק החולה (צילום: ע. דינר).

בניטור המזיקים השגרתי בשטחי הגידול בעמק החולה החל משנת 2016 נצפו פרטים בוגרים רבים של הזבלית מהסוג *Pentodon* ודרניה (ולהלן פנטודון), שאחראיים למרבית הנזקים הנגרמים בעמק החולה בגידולים התת קרקעיים הנ"ל. במקביל לממצאים בעמק החולה, דווח גם על נזקים, בהיקפים שבין קל לחמור, שנגרמו על ידי הפנטודון גם בשטחי בטטה באזור השרון, בנגב המערבי, אזור גבולות ואופקים (מידע אישי, אייל מורבר, רוני אפשטיין). במחקר שנערך ב-2022, לבחינת לכידה של חיפושית המלדרה במלכודות אור בנגב המערבי, נלכדו גם זבליות מהסוג פנטודון (מונדקה וחוב' 2023). ב-2023 דווחה נוכחות דומה ונרשמו נזקים גם בחלקות תות שדה (רוני אפשטיין, מידע אישי). החל מ-2022 נצפו נזקים חמורים גם בשטחי סלק בעמק יזרעאל (מידע אישי, דורון גבעתי). בוגרי פנטודון נתפסו במלכודות אור שהוצבו ב-2021 לראשונה בחלקות מטע בעין עירון, בשדות תירס בעמק חפר ובחלקת בטטה בשרון (בן יהודה וחוב', 2021). ב-2022, התחלנו לבחון את יעילותן של מלכודות אור מעיצובים שונים בלכידת בוגרי הפנטודון בעמק החולה. במלכודות האור נלכדו במהלך שנה זו כ-16,400 חיפושיות. דגימות גדולות של בוגרי הפנטודון נשלחו להגדרה לטכסונום מומחה בתחום (עוז ריטנר, מוזיאון ע"ש שטינהרט, אוניברסיטת תל אביב) נמצא שכל הפרטים שנשלחו לדגימה הם מהמין *Pentodon algerinus* (Füssli, 1778) ssp. *dispar* Baudi, 1870. מין זה מוכר מישראל כמזיק כבר משנות הארבעים של המאה העשרים תחת השם *Pentodon bispinosus* Küster (אבידוב 1961). בעבר נרשמו מיני פנטודון אחדים בארץ, על פי המוכר כיום קיים בישראל רק מין אחד הנ"ל מתת המין *dispar*. עוז ריטנר, מידע אישי). יש לציין שבמלכודות האור נלכדו שני הזוויגים (נקבות וזכרים) של מין זה (בן יהודה וחובריו 2023). בדווח הנוכחי השם פנטודון מתייחס למין זה.

יתכן שהתעצמות אוכלוסיות הפנטודון בשנים האחרונות בגידולים תת קרקעיים, כמו גם הרחבת תפוצתן, כרוכה גם בשינויי האקלים, שבאה לידי ביטוי בעיקר בעלייה בטמפרטורות הממוצעות בסתיו ובאביב ובחורפים מתונים מאלו שהיו בעבר (פורשפן ואבנר 2021, אתר אינטרנט 2022 ברשימת הספרות). חקלאים שבשטחם התעצמו אוכלוסיות הפנטודון בעשור האחרון, שללו שינויים מהותיים בממשקי הגידולים התת קרקעיים בתקופה זו.

בשל פגיעת הפנטודון, גידולי תת הקרקע בעמק החולה מוגבלים בהיקפם ונתונים למשטר הדברה נמרץ בעלויות גבוהות של חומרי הדברה סינתטיים, על מנת לנסות ולמזער את הנזקים הכבדים. יעילות ההדברה תלויה בעיקר בתזמון ובאופן היישום. יחד עם זאת, רשימת תכשירי ההדברה הבאים בחשבון היא קצרה, ונגזרת בעיקרה מהתכשירים המורשים להדברת זבלית המלדרה (Anon. 2024), בעיקר טאלסטאר וקורגן. היעילות החלקית של משטר ההדברה הכימי המקובל, מחייבת עלייה במינוני התכשירים, על מנת להשיג קטילה יעילה של אוכלוסיית הדרנים גם בעומק הקרקע. הממשק הננקט כיום סותר את המגמה של הפחתת השימוש בחומרי הדברה סינתטיים.

ממידע אישי שהתקבל ע"י אנשי מקצוע ומגדלים, ידוע שמספר טיפולי ההדברה הניתנים בחלק מהחלקות באזורי גידול שונים בארץ נע בין 7 – 11 טיפולים בעונת הגידול, היישום מתחיל באפריל- מאי ומסתיים ב ספטמבר- אוקטובר, בהתאמה לגידול ולאזור. היישום כולל תכשירים סינתטיים ממספר קבוצות, בעיקר, פירתרואידים, ניאונקוטינואידים ודיאמידים.

1.2 מטרות המחקר והמידע שהושג בשנת המחקר הראשונה 2022

הרקע למחקר הם ההיבטים הכלכליים והאקולוגיים הקשורים להתפרצות הפנטודון: (א) מחסור במידע על הביולוגיה והפעילות העונתית של הזבלית, (ב) הנחיצות בנתונים אודות טווחי זמן רלוונטיים להדברה, (ג) הסתמכות רבה על משטר ריסוסים מניעתי במרבית שלבי הגידול, (ד) התכשירים המורשים להדברת הפנטודון מעטים ומוגבלים ביעילותם והשימוש התכוף בהם סביר שיעודד רכישת עמידות לא רק של אוכלוסיות הפנטודון, אלא גם באוכלוסיות מיני מזיקי קרקע אחרים.

1.3 מלכודות האור

במחקר המוקדם שערכנו בעמק החולה בשנת 2022, נבחנו יעילותם של שני עיצובים חדשים של מלכודות אור. נמצא שמלכודות אור מטיפוס ניר עוז (שיוצרו בקיבוץ ניר עוז, וזולות יחסית) היו יעילות לפחות באותה המידה בהשוואה למלכודות אור שהובאו מהודו, ששופרו ע"י 'סמואל - פתרונות טכנולוגיים (רמת גן, ישראל). שכונתה בישראל בשם "סמולייט" (המלכודות נחשבות יקרות). כמו כן במהלך 2022 נלמדה לראשונה באמצעות מלכודות האור הפעילות העונתית של הפנטודון בעמק החולה. נרשמו שני גלי תעופה עיקריים של בוגרי הפנטודון, באביב ובסוף הקיץ והסתיו, ומכאן התקבלה לראשונה תמונת הפעילות העונתית של המזיק, כלומר, הפנטודון ככל הנראה משלים שני מחזורי התפתחות בשנה (בן יהודה וחובריו 2023).

בתמונות 2-3 וטבלה 1 מוצגים נתונים כללים של שני עיצובים מלכודות האור שנמצאו יעילות בלכידה המונית של חיפושיות הפנטודון במחקרים קודמים שדווחו כבר בעבר (בן יהודה וחובריו 2023).



תמונות 2-4 - 2. מלכודת 'סמוליטי', 3. מלכודת 'ניר עוז', 4. חיפושיות פנטודון (ומעט חרקים אחרים) שנלכדו במלכודות אור (צילומים: ש. בן יהודה).

מלכודות האור מודל ניר עוז, פותחו החל מ 2021 ע"י אביב אצילי ז"ל. במהלך שנתיים אביב שקד לבנות מספר דגמים נוספים, שבהם ביצע שינויים במגמה מתמדת לשפר את אב הטיפוס הראשון שפיתח ב 2021. יעילותם של שיפורים אפשריים שביקש אביב לבחון, נבחנו על ידנו במהלך המחקר שבצענו ב 2023. תיאור טיפוס המלכודות מוצג בטבלה 1 ותמונות 1 ו 2).

טבלה 1 – השוואה של מאפיינים עיקריים של שני עיצובי מלכודות האור שנמצאו יעילות ללכידה המונית של חיפושיות הפנטודון (בן יהודה וחובריו 2023).

מאפיינים	מלכודת 'סמוליטי'	מלכודת 'ניר עוז'
מנורה (לד)	אור סגול א'	אור סגול ב'
גובה המנורה מעל פני הקרקע	כמטר	כחצי מטר
משך פעילות	כל שעות היממה X כל ימות השנה	שעות הערב והחשיכה X כל ימות השנה
פעילות המנורה	אור מהבהב	אור רציף
קטלן חשמלי	יש קטלן חשמלי	אין קטלן
רדיוס הלכידה	360°	360°
עלות המלכודת	גבוהה	נמוכה

הוחלט שמערכת הלכידה של הפנטודון במחקר ב 2023, שתוצאותיו מדווחות כאן, תתבסס על מלכודות מטיפוס ניר עוז. הנימוק לכך היה היעילות הרבה של מלכודת מטיפוס ניר עוז בלכידה של הפנטודון שעלותה נמוכה בכ 80% מזו של מלכודת 'סמוליטי' משופרת. ממצאי המחקר ב 2022 היו התמריץ לערוך מחקר דומה גם במהלך 2023, על מנת לבסס את דפוסי הלכידה והפעילות העונתית של הפנטודון בעמק החולה.

1.4 מטרת המחקר ב 2023

בעונת המחקר השנייה, הכוונה הייתה לבחון את דפוסי הלכידה והפעילות העונתית של הפנטודון (הזבלית *Pentodon algerinus dispar*) בעמק החולה גם במהלך 2023 באמצעות מלכודות אור, כתשתית לפיתוח ממשק ידיוותי לסביבה להדברת מזיק זה בגידולי שדה תת קרקעיים בדגש לאגוזי אדמה ובטטה.

2. אמצעים ותוצאות

2.1 הצבת מלכודות האור

מלכודות האור מטיפוס ניר עוז הוצבו בשולי שטח הגידול, עם גישה נוחה לאיסוף הלכידה ובמרחק מינימאלי ממסלול קו ההשקיה. בסיס המלכודת הוצמד לקרקע באמצעות יתדות ברזל, להבטיח את יציבותן.

2.2 חלקות המחקר

הוצבו בשמונה אתרים המייצגים חמש חלקות אגוזי אדמה שתי חלקות בטטה וחלקת תפוז"א. החלקות נמצאות בשלושה תתי אזורים בעמק החולה המאופיינים על פי סוגי הקרקעות: 1. אזור הכבול (קרקע קלה), 2. אזור המינרלית (קרקע בינונית עם תחולת חול), ו- 3. אזור חוות גד"ש (קרקע כבדה חרסיתית). בכל השטחים שבהם הוצבו המלכודות (טבלה 2) נצפו בשנים האחרונות אוכלוסיות פנטודון, ובחלק מהמקומות הנ"ל ובאחרים באזור החולה, נצפו גם נזקים משמעותיים לגידולים התת קרקעיים. האתרים, כלומר פרטי חלקות הגידול בהן הופעלו המלכודות, שלבי הגידול והערכות הנגיעות מצוינים בטבלה 2.

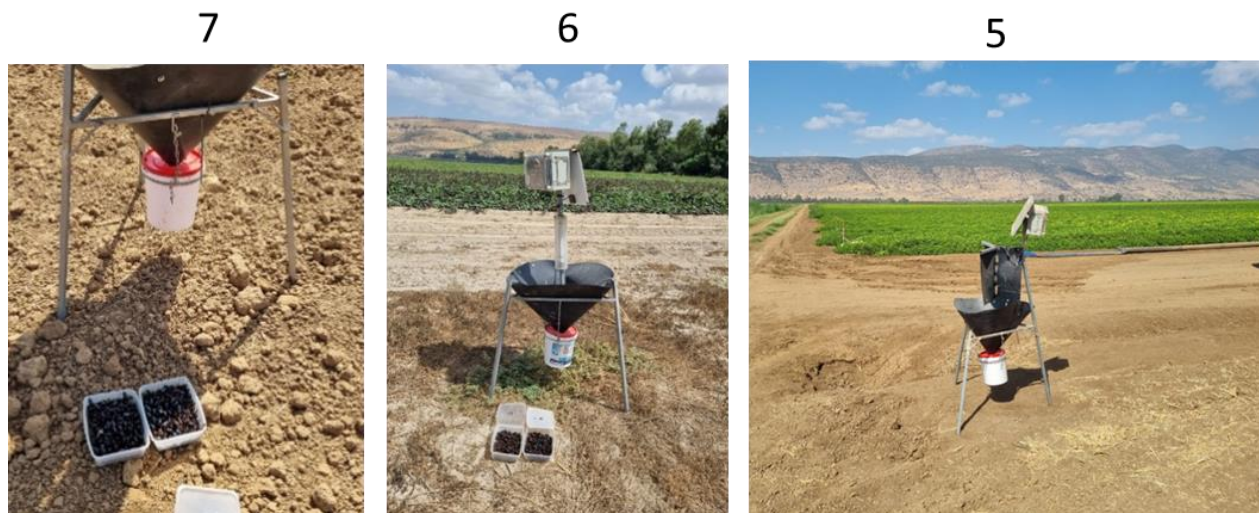
אחת מהמסקנות שנבעו מהמחקר ב 2022 הייתה שהפעלה של המלכודות באמצע חודש מאי היא מאוחרת מידי. בשל כך, נעשה ב 2023 מאמץ להקדים את הצבת המלכודות. מספר מלכודות הוצבו בחלק מהשטחים

כבר החל מהימים העשירי והשנים עשר לחודש מרץ ואילך. בשל מגבלות כוח אדם ואספקת חלק מהמלכודות, השלמת מערך המלכודות בכל שטחי המחקר ב 2023 התבצעה בהדרגה, מאפריל ועד סוף מאי.

2.3. בחינה הקדמית של שיפורים במלכודת מטיפוס ניר עוז.

לבקשת אביב אצילי ז"ל, בדקנו באופן הקדמי מלכודות אחדות שבהם הוא ביצע שיפורים אפשריים במלכודת 'ניר עוז'. כך, באחת המלכודות הותקן מצבר משופר הנטען באמצעות הלוח הפוטואלקטרי (באנרגית השמש).

במלכודת שנייה בה השכלול התבסס על טיפוס מנורה השונה מאלו שמותקנות במלכודות ששימשו למחקר ב 2022. שתי מלכודות אלו הוצבו ונבחנו גם במחקר הנוכחי (2023). מידע אודות הממצאים שנאספו במהלך עונת 2023 המתייחסים לשינויים שנערכו במלכודות, ידווח במועד מאוחר יותר.



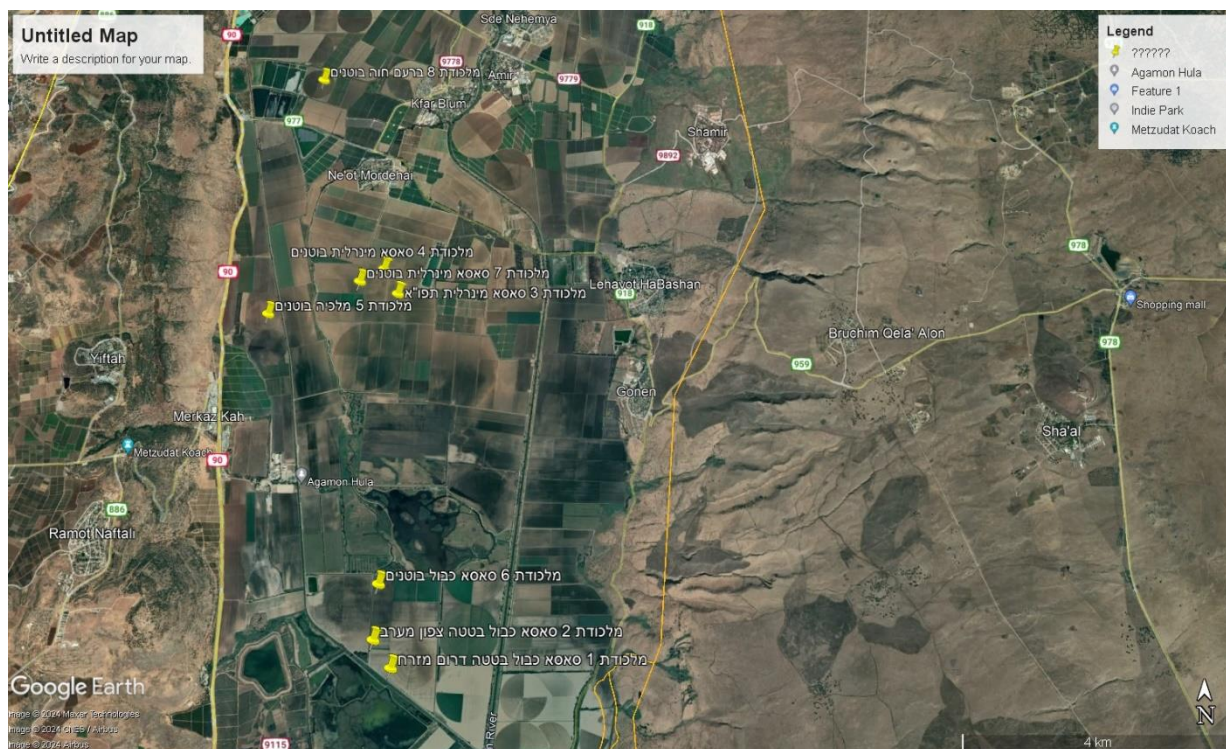
תמונה 5-7 - הצבת מלכודות אור מדגם ניר עוז (מספר עיצובים) בשטחי גידולים תת קרקעיים בעמק החולה וחיפושיות פנטודון (במכלי פלסטיק) שנלכדו במהלך שבוע (צילומים: ג. גלילי, ע. דינר ו ש. בן יהודה).

טבלה 2 - שטחי הגידול של גדי"ש סאסא בעמק החולה 2023 בהם התבצעו התצפיות

הערכות נגיעות/נזק		מועדים:	הגידול	תת אזור	מספר ושם החלקה
נזק בתקופת אסיף היבול	עד אמצע עונת הגידול (סוף יולי) נגיעות בדרנים	1. זריעה/שתילה 2. איסוף			
עד 3%	נצפתה מעט נגיעות בדרנים החל מיולי בעיקר בשולי השדה	1. מאי 2023 2. נובמבר- דצמבר 2023	בטטה	כבול/ חוואר	1 - סאסא כבול דרום מזרח
עד 3%	כנ"ל	כנ"ל	בטטה	כבול/ חוואר	2 - סאסא כבול דרום מערב
0	נגיעות נמוכה מאוד, דרנים בודדים במהלך הדגימות	1. ינואר 2023 2. יוני 2023	תפוח אדמה	מינרלית	3 - סאסא מינרלית חלקות 7+8
0	0	1. אפריל 2023 2. אוקטובר 2023	בוטנים	מינרלית	4 - סאסא מינרלית חלקה 5
עד 10%	עד 5% נגיעות בדרנים	כנ"ל	בוטנים	כבול מעבר	5 - מלכיה עיגול צפון
0	0	כנ"ל	בוטנים	כבול	6 - סאסא כבול צפון מערב
עד 5%	0	כנ"ל	בוטנים	מינרלית	7 - סאסא מינרלית חלקה 4
עד כ 10%	0	כנ"ל	בוטנים	חוות גדי"ש	8 - ברעם חווה מזרח

2.4 איסוף הזבליות

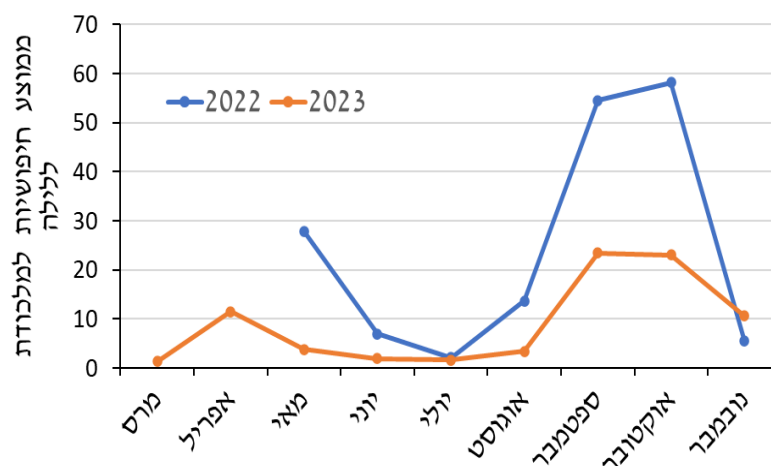
שגרת איסוף קפדנית של הפרטים הנלכדים בכל אחת ממלכודות האור במחקר התבצעה עד לסיום עונת הגידול (אסיף היבול של אגוזי האדמה והבטטות בכל תת אזור בהתאמה) (תמונות 5-7). בהמשך לשגרה של בחינת הדגימה בשנים קודמות, גם ב 2023 פרטים של בוגרי פנטודון שנלכדו נשלחו לטקסונום המלווה (עוז ריטנר מהמוזיאון לטבע ע"ש שטיינהרט בתל אביב). כל הפרטים זוהו כ- פנטודון אלגרינוס *Pentodon algerinus dispar*, וגם נקבע ששני הזוויגים במלכודות האור. תמונה 8 מציגה את הפיזור הגאוגרפי של המלכודות במרחב המיזם.



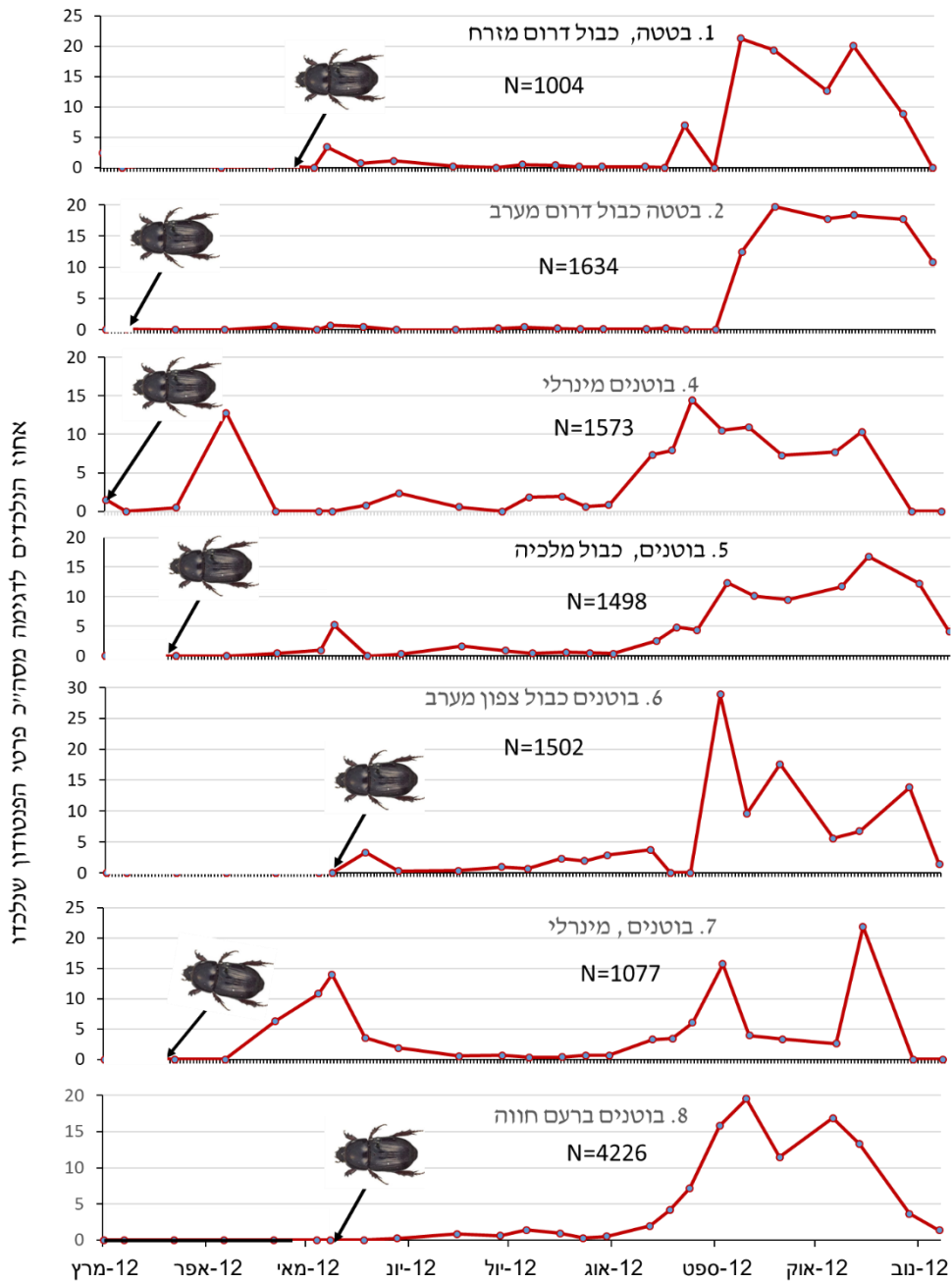
תמונה 8. תצ"א של מיקומי המלכודות במרחב המיזם

2.5 הפעילות העונתית של בוגרי הפנטודון בחלקות הניסוי

השוואה של מהלך הלכידה החודשי בשנים 2022 ו 2023 מוצגת באיור 1. הפעילות העונתית של בוגרי הפנטודון ב 2023 כפי שהתקבלה באמצעות מלכודות האור מוצגת באיור 2.



איור 1 - מהלך הלכידה החודשי של הפנטודון, כממוצע פרטים שנלכדו למלכודת לילה בכל חודש, בשטחי התצפית בעמק החולה בעונת הגידול בשתי שנות המחקר.



איור 2. מהלך הלכידה העונתי של הפנטודון במלכודות אור בעונת 2023. החץ בגרף בכל חלקה מצביע על מועד התחלת ההפעלה של מלכודת האור. $N =$ מספר סה"כ הפרטים שנלכדו בכל אחת מהחלקות. (חלקת תצפית מס' 3 אינה מיוצגת בשל כשלים טכניים בתפקוד המלכודת).

פרטים בוגרים בודדים ראשוניים של חיפושיות פנטודון נצפו ע"י המגדלים בגד"ש סאסא כבר בחודשים פברואר-תחילת מרץ 2023. במבנה הממוקם בחוות איגום הכלים של גד"ש סאסא, הזיבליות נצפו מהלכות אפילו על רצפת המשרד ובסמוך לו כבר בסוף חודש פברואר, תחילת מרץ. לכידות מוקדמות בעונת הגידול 2023 נרשמו כבר בשבוע הראשון או השני של חודש מרץ מיד עם הצבת המלכודות הראשונות. בחודשים אפריל ומאי מספרי החיפושיות הנלכדות היו גבוהים במידה ניכרת מאלו שבמרץ. מרבית הלכידות בתקופה זו נרשמו בתת אזור המינרלי, בחלקות בוטנים ותפוחי אדמה שם, לעומת לכידות נמוכות יחסית בתקופה המקבילה בחלקות בטטה ואגוזי אדמה בתת אזור הכבול. במהלך יוני, יולי ומרבית חודש אוגוסט נרשמו לכידות נמוכות יחסית בכל שטחי הגידול שבמחקר, ללא הבדלים משמעותיים בין תתי האזורים וללא הבדלים משמעותיים

בין כל אחד מהגידולים, בטטה ואגוזי אדמה. עליה חדה במספר הנלכדים נרשמה בחודשים ספטמבר ואוקטובר. לכידה רבה במיוחד, במהלך מספר שבועות רצופים בחודשים אלו, התקבלה במלכודת שהוצבה בחלקת אגוזי אדמה (ברעם חווה), עד לכדי כ-60 זבליות בממוצע ללילה. במהלך חודש נובמבר נרשמה אומנם ירידה חדה במספר פרטי הפנטודון שנלכדו, אך עדיין מדובר במספרים משמעותיים. במהלך גל הלכידות השני מסוף אוגוסט ועד נובמבר, הלכידה הממוצעת למלכודת/לילה בשני מיני הגידולים בתת אזור הכבול הייתה גבוהה מזו שנרשמה בתת האזור המינראלי (איור 2)

2.6 הערכות הנזק

הערכות הנזק התבצעו באופן סדור החל ממאי ואילך באגוזי האדמה (טבלה 2) ובאשרושי הבטטה (הוצאו באמצעות קלשון), על פי הניסיון ופרוצדורה קבועה וייחודית שפותחה על ידי המגדל עומר דינר כבר לפני מספר שנים.

נתונים על מידת הפגיעה של הפנטודון בחלקות התצפית מצוינים בטבלה 2. במרבית חלקות התצפית, עד לסוף חודש יולי (בערך מחצית עונת הגידול) נרשמה במהלך הדגימות נגיעות נמוכה מאוד ודרנים בודדים. יוצאת דופן הייתה חלקת הבוטנים, כבול מלכיה, שם נרשמה סמוך למחצית עונת הגידול נגיעות של עד כ-5% בדרנים.

בדגימות הנגיעות/נזק שהתבצעו בעת אסיף אגוזי האדמה והבטטות במהלך החודשים ספטמבר, אוקטובר ונובמבר, נרשמו כבר נזקים משמעותיים ביותר ממחצית חלקות התצפית משני מיני גידולים אלו בכל אחד משלושת תתי האזור שבהם התנהל המחקר ב-2023. הנזקים החמורים ביותר, עד כ-10% מהבוטנים, נרשמו בחלקות אגוזי האדמה ברעם-חווה ובחלקת הבוטנים מלכיה-כבול. נזקים של כ-3%-5% מהאשרושים נצפו בחלקת הבטטה כבול דרום מזרח ובחלקות הבוטנים מינרלי בהתאמה (טבלה 2). מעניין לציין שפרט לחלקת הבוטנים במלכיה-כבול, שם נרשמה נגיעות מוקדמת, בכל שאר החלקות שבהן נראו נזקים בסוף עונת הגידול, לא הייתה נגיעות מוקדמת משמעותית (או שהייתה נגיעות נמוכה מאוד) בתקופת הגידול המוקדמת עד סוף יולי.

2.7 פרוקי-רגליים אחרים שנתפסו במלכודות האור

פרוקי-רגליים ממינים אחרים, פרט לפנטודון, נרשמו בכמויות משתנות במהלך חודשי המחקר. יש לציין שהתקבלו ונרשמו הבדלים גדולים בלכידות הני"ל במועדי הדגימות שהתבצעו במהלך חודשי המחקר, ובין חלקות ותתי האזורים והגידולים השונים. עיקר הנלכדים היו פרטים של מיני חיפושיות ממשפחות אחרות ולכידה מעטה של מיני פשפשים, עשים, זכרי נמלים, צבתנים, צרצרים, ופרטים בודדים מקבוצות אחרות. יש לציין שלא נרשמה כמעט בכלל (פרט למקרים אחדים בלבד) לכידה של פרוקי רגליים המסווגים כמועילים בחקלאות כגון, מושיות, ארינמלים, ומיני דבוראים (דבורים או צרעות טפיליות). בשל הקושי והעלויות הגבוהות הכרוכות במיון ובהגדרות פרוקי הרגליים הני"ל והיעדר משאבים מספיקים במסגרת המחקר הנוכחי, נאלצנו להסתפק במהלך המחקר ובכל אחד ממועדי הדגימות ברישומים כלליים של הפרטים הנלכדים (ללא הגדרות מפורטות של הסוגים והמינים). כל הפרטים שנלכדו נשמרים לפי שעה במקפא, בהנחה שמיון, הגדרות, ניתוח הממצאים והצגתם, יתאפשר, והממצאים ידווחו בהמשך במסגרות אחרות.

3. דיון

3.1 חשיבות המחקר ויעדיו

הפנטודון *Pentodon algerinus dispar* מהווה מזיק קשה ועיקרי בגידולי תווך הקרקע בעמק החולה ובאזורים אחרים בישראל. הפנטודון כמזיק קשה בחקלאות נרשם כבר ב-1948 בעמק החולה בשל פגיעה קשה בעצי תפוח צעירים במקום (ברקאי 1950)

הסיבות להתעצמות האוכלוסייה בשנים האחרונות אינה ברורה דייה. ככל הנראה אחד הגורמים לכך הם שינויי האקלים, בעיקר הטמפרטורות גבוהות השוררות לעיתים במהלך הסתיו והחורף. פוטנציאל הנזק הגדול, ויישום נמרץ של תכשירי הדברה סינטטיים, בעיקר בגישה מניעתית מהווים איום חמור על גידולי תווך הקרקע ואתגר ממשקי לא פשוט. עיקרו של המחקר המדווח היא גיבוש ממשק המתבסס על לכידה במלכודות אור. הנחות המחקר בבסיסן היו כדלקמן:

א. למלכודות האור יש את הפוטנציאל לשמש בלכידה המונית של הבוגרים (זכרים ונקבות) וההנחה היא שמלכודות יעילות במערך הצבה מתאים, עשויות ליתר או להפחית במידה רבה את הצורך ביישום תכשירי הדברה סינתטיים.

ב. היות והמידע על הפעילות העונתית של הבוגרים הוא אינו מלא, חשוב להמשיך ולבסס את המידע שהצטבר עד כה. מלכודות האור תוכלנה להאיר את הסוגיה הזו והמידע שיושג באמצעותן יוביל להבנה טובה יותר של הפעילות העונתית של הבוגרים ומתוך כך גם לייעל את יישום טיפולי ההדברה, בכל הקשור לצורך ולעיתוי מועדי היישום. יש לציין שכבר כיום נעשה שימוש במלכודות האור ע"י המגדלים בעמק החולה, כאמצעי עיקרי לניטור הפעילות העונתית של הבוגרים וליישום מושכל יותר של טיפולי ההדברה בהתאמה. ג. ניטור הפעילות העונתית של הבוגרים באמצעות מלכודות האור, בגידולים שונים של תווך הקרקע, יחד עם מידע שמצטבר אצל המגדלים לגבי עוצמת הנזקים בהתאמה לפעילות העונתית של הבוגרים, יובילו להבנה טובה יותר של דינמיקת האוכלוסין של הפנטודון, ייעול ההדברה בכלל, ולאפשרויות ליישום כלי ממשק נוספים ידידותיים לסביבה כתחליף לשימוש בתכשירים הסינתטיים, עליהם נסמכים המגדלים כיום על מנת לצמצם את נזקי הפנטודון.

3.2 לכידה המונית של הפנטודון

מספר פרטי הפנטודון שנלכדו הוא רב, אך המידע שהושג במהלך השנתיים הראשונות של המחקר, אינו מאפשר עדיין לקבוע עד כמה יעילה הלכידה ההמונית בצמצום הנזק או באפשרות להפחית של השימוש בתכשירי ההדברה. המאמצים המושקעים בזמינות מלכודות הלוכדות ביעילות – כלומר מספר גבוה של בוגרים הוא כיוון אחד וחיוני במחקר. הפעילות לשכלול המלכודות נמשכות, מחברי הדוח פועלים להשגת המימון שיאפשר להמשיך ולשכלל את המלכודות מטיפוס ניר עוז (התקבלה תמיכה מסוימת מקרן יק"א. בנוסף, הוגשה תוכנית מחקר בעניין זה לקרן, כפי שהוצע במהלך פגישה עם מנהל הקרן). להבנתנו הדרך המתאימה ביותר בהתחשב במגבלות תקציב לבחון סוגייה של הדברת הפנטודון באמצעות מלכודות האור, או בשילוב של המלכודות, היא באמצעות ניסויי שדה (כפי שהוצע בתוכנית שהוגשה לקרן המדען של משרד החקלאות ולא מומנה משיקולים שאינם ברורים לנו). ממצאי המחקר מצביעים על מועדי הפעלת המלכודות להשגת הדברה יעילה, כלומר מתי נדרש לרכז את המאמץ (ראו סעיף 3.3).

3.3 הפעילות העונתית של הבוגרים

המידע שהושג במהלך השנתיים האחרונות מצביע על כך שהבוגרים הראשונים של הפנטודון נלכדים החל מחודש מרץ ובמהלך אפריל – מאי. בוגרים אלה מהווים את גל התעופה הראשון. ככל הנראה (עדיין אין בידינו ממצאים בדוקים) רובם מהגרים מאתרים סמוכים, ומיעוטם (ככל הנראה) מהקרקע של שטחי הגידול עצמם. חשוב לציין שהפעלת המלכודות באביב הייתה מוגבלת ולעיתים מאוחרת גם בשנת המחקר 2023. מכאן, בחינה מחודשת של הפעילות העונתית נדרשת למעשה להימשך כל חודשי השנה, וודאי החל מאמצע פברואר. במחצית הראשונה של הקיץ עד חודש אוגוסט, מספר הנלכדים נמוך מאד, אם כי ככל הנראה עדיין מדובר במספרים משמעותיים במקרים אחדים, שעלולים להביא להטלה משמעותית ולנזקים העלולים להיגרם בהמשך התפתחות הזבליות בשטח. גל התעופה השני ניכר החל מחודש אוגוסט ומתעצם מאד בספטמבר ואוקטובר. אנו מעריכים שאוכלוסיות גל זה חלקן הם בוגרים שמתפתחים בשטחי הגידול עצמם והן מבוגרים שמגיחים מאתרי ריבוי סמוכים ומהגרים לשטח הגידול החקלאי יחד עם הגעה מהחלקות השכנות. ההשוואה בין הגל האביבי והסתווי היא מעט בעייתית בשל המידע המוגבל המצוי בידינו (לפי שעה) לגבי הגל האביבי. עם זאת על פי נתוני הלכידה בשתי שנות המחקר ניתן להתרשם שהגל הסתווי גדול ומתמשך יותר.

3.4 משמעות גלי התעופה על התפתחות הדרניים והנזק

תחילת הנגיעות בדרני הזבלית נצפתה בפועל במספר חלקות במהלך הדגימות עד מחצית עונת הגידול (סוף יולי). כלומר בפועל מקורה בהטלות של בוגרי גל התעופה האביבי. חשוב לציין שנדרשת בדיקה מדוקדקת של מהות הנזק על מנת לבסס את המסקנות. המידע החיוני שיש בידינו מקורו בנתוני הדגימה של המגדל, שמטבעם אכן מספקים את המידע הכללי על היקף הנזק, אבל חסרים את הרזולוציה המתאימה על מנת להבחין בעוצמת הנזק, גורם הנזק (לבד ממיני מזיקים אחרים), ההבחנה בין פגיעה ע"י הבוגרים או הדרניים, ובאיזה מידה יישום תכשיר ההדברה מנע את הנזק, או עצר או הגביל את הפגיעה ביבול. הנגיעות הכללית הייתה בחלק מהחלקות נמוכה עד זניחה, כפי הנראה תוצאה של ההדברה המניעתית הנמרצת שבוצעה ע"י

המגדל. עם זאת, ניתן היה לראות שגם תחת משטר הדברה קפדני כזה נגרמו נזקים ישירים משמעותיים בעת האסיף, במרבית החלקות שנדגמו במסגרת המחקר. ראוי לציין שזקקים אלה עלולים להתגבר ככל שהשימוש בתכשירי ההדברה יתמשך ואוכלוסיית הפנטודון תרכוש עמידות גבוהה.

הגל השני של הפגיעה ביבול ניכר בעת האסיף של אגוזי האדמה והבטטות בחודשים ספטמבר – נובמבר. האם מדובר בדרנים ששרדו את יישומי ההדברה ומקורם בגל התעופה האביבי, או על רקע פעילות נמרצת של בוגרים כבר בתחילת גל התעופה הסתווי המתחיל בסוף אוגוסט, או שילוב של השניים. גם כאן עולה השאלה עד כמה היו יעילים טיפולי ההדברה.

משך התפתחות הזבליות מושפע משלושה גורמים עיקריים, טמפרטורה, איכות המזון ועונת השנה. כך לדוגמה לקראת החורף כשהטמפרטורה יורדת מתחת לסף מסוים (לא נבדק בפנטודון), הזבליות עוברות לשלב חריפה, סוף מהלך ההתפתחות של זחל דרגה שלוש. ההתגלמות מתרחשת עם עליית הטמפרטורה ובעקבותיה גיחת הבוגרים היוצרת גל תעופה ברור. שינויי האקלים, המתבטאים בין השאר בסתווים חמים, הנמשכים בשנים האחרונות גם בחודש נובמבר, יתכן ומעודדים הטלה והתפתחות הדרנים הצאצאים של בוגרי גל התעופה השני המגיחים במהלך אוגוסט - אוקטובר. בסיס משמעותי להשערתנו זו, טמון בממצאים שהתקבלו בתנאי מעבדה (בטמפרטורת החדר על בטטה) ביחס למשך ההתפתחות של הפנטודון הנחקר במסגרת זו. על פי ממצאים אלו, התפתחות הפנטודון מהטלה ועד דרגת הזחל השני ארכה כחודש והתפתחות מביצה לבוגר ארכה בין חודשיים לשלושה (לילי מונדקה וחובריה, מידע שטרם פורסם). מכאן, קיימת אפשרות סבירה של פגיעה חדשה ביבול ע"י בוגרים והן ע"י דרנים גם בדור השני.

4. מסקנות

1. מלכודת האור מאפשרת הצגת מידע ברור על הפעילות העונתית של הבוגרים ומהווה את הבסיס לדיוק בעיתוי ובנחיצות של פעולות הממשק.
2. ממצאים שהתקבלו אודות פעילות הגל הסתווי מצביעים על פוטנציאל הנזק שגם גל זה עלול גרום או גורם בפועל.
3. אין בידונו עדיין מידע מוצק על משמעות הלכידה ההמונית בהפחתת אוכלוסיית הפנטודון, אבל הממצאים שהושגו עד כה מציגים במפורש את הפוטנציאל לכך.

5. שאלות מחקר נוספות שנדרש לענות עליהן

1. השלמת המידע מחייבת הפעלת מלכודות אור כל חודשי השנה, לפחות בתווך הזמן הנדרש על מנת ללמוד את התנהגות האוכלוסייה.
2. נדרש לימוד הקשר בין הלכידה לבין התפתחות הנזק ליבול בתת הקרקע.
3. יש להעמיק את המידע על הפעילות העונתית של הפנטודון בעיקר בכל הקשור לרבייה וכניסה לחריפה של גל הבוגרים הסתווי.
4. מידת ההישרדות של אוכלוסיית הפנטודון לאחר האסיף, לאחר עיבודי הקרקע ובבתי גידול סמוכים, שבהם לכאורה הפנטודון לא נחשב כגורם משמעותי, אך עשוי להתפתח בהם (כמו שדות תירס וגידולי שדה אחרים).

6. רשימת ספרות

בן יהודה, ש., דינר, ע., גלילי, ג. ומונדקה ל. 2023. בחינה הקדמית של השימוש במלכודות אור חדשניות לניטור וללכידה המונית של החיפושית *Pentodon algerinum dispar*, כתשתית לפיתוח ממשק ידיוני לסביבה להדברתה בגידולי שדה תת קרקעיים בדגש לאגוזי אדמה. דוח מחקר לשנת 2022 מוגש לשולחן מגדלי אגוזי אדמה במועצת הצמחים, מרץ 2023. עמ' 15.

ברקאי, א. 1950. זבלית – מזיק חדש של עצי פרי. השדה, 367-368: 30.

בן יהודה, ש. וחובי, 2024. התעצמות אוכלוסיות ונזקים של החיפושית *Pentodon algerinum dispar* בגידולי שדה תת קרקעיים ובחינת השימוש במלכודות אור לניטור וללכידה המונית, כתשתית לפיתוח ממשק ידידותי לסביבה להדברתה. פרסום בהכנה ליבול שיא'.

פורשן אבנר וד"ר יצחק יוסף, 2021. עד כמה התחממה ישראל לאור המדידות בשלוש השנים האחרונות? ואיפה ממוקמת ישראל ביחס לקצב ההתחממות העולמי. השירות המטאורולוגי הישראלי. בית דגן

שינויי אקלים בישראל 2009 – 2022. אתר אינטרנט,

<https://www.israelweather.co.il/forecast/avgYearTemp.html>

מונדקה, ל. וחובי, 2023. בחינת השימוש במלכודות אור לניטור ולימוד הפעילות העונתית של החיפושית *Maladera insanabilis*, כבסיס לפיתוח ממשק ידידותי לסביבה להדברתה באגוזי אדמה. דו"ח מחקר לשנת 2022, מוגש לשולחן אגוזי אדמה במועצת הצמחים. מרץ 2023.

Anon. 2024 Database of Pesticides in Israel Plant protection and inspection services. Pesticides search. Ministry of Agriculture. <https://pesticides.moag.gov.il/#/pages/tachshirim>

הבעת תודה

לד"ר און רבינוביץ וחברי שולחן אגוזי אדמה, לזיו מיטל, אברהם, נונה ארליך וחברי שולחן הבטטה, לעופר ברנע מהחברה לחקלאות בגליל עליון ולעופר גרשוביץ מחברת ג"ג, למשה בן שחר (טושקו) ועופרה גוטליב ממרכז חקלאי העמק, על עזרתם בניהול הנושאים הקשורים בהנעת המחקר. לעוז ריטנר ממוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרט, תל אביב על העזרה בתחום הטקסונומי.