

תוכן עניינים:

3	תקציר מנהלים	1
3	כללי	1.1
3	התרומה הכלכלית	1.2
5	סיכום והמלצות	1.3
6	מבט לעתיד	1.4
7	ממצאי העבודה	2
7	מטרות המחקרים	2.1
8	מתודולוגיה	2.2
9	טבלת המחקרים	2.3
21	חסמים ביישום המחקרים	2.4
21	מבט לעתיד	2.5
27	ניתוח מחקרי הנדסה חקלאית במימון המדען הראשי	3
27	שיטות ניטור והדברה	3.1
27	שיטות ניטור והדברה – שיטות ניטור	3.1.1
36	שיטות ניטור והדברה – שיטות הדברה	3.1.2
74	הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים	3.2
87	מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	3.3
87	מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים – חקלאות מים	3.3.1
99	מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים – עופות ובקר	3.3.2
110	מערכות ושיטות גידול לצמחים	3.4
127	מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות	3.5
145	טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק	3.6
159	אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	3.7
181	מערכות ומידע ותקשורת	3.8
191	מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות	3.9
209	נספחים	

1. תקציר מנהלים

1.1 כללי

עבודה זו בוחנת את התרומה הכלכלית של 99 מחקרים בתחום ההנדסה החקלאית על ענף החקלאות בישראל, רובם בוצעו על ידי חוקרי המכון להנדסה חקלאית, במנהל המחקר החקלאי (כ-86%). המחקרים שנסקרים בעבודה בוצעו בין השנים 2002 ל-2014 במימון של המדען הראשי במשרד החקלאות ופיתוח הכפר **בהשקעה מצטברת שערכה נאמד בכ- 74.3 מיליון ש"ח** (להלן: מלש"ח) במונחי שנת 2018. **השקעה זו הניבה תרומה כלכלית מצטברת שנאמדת בכ- 46.39 מלש"ח**.

נמצא כי מרבית המחקרים שנבחנו אינם מיושמים כיום או שיושמו בצורה מוגבלת בעבר. כמו כן, נמצא כי אין כמעט שיווק של ממצאי המחקרים לשווקים הבינלאומיים למעט מספר מקרים בודדים. בנוסף, גם במקרים בהם המחקר מיושם, אין לו מסחור מבוקר. במהלך העבודה אופיינו מספר חסמים ואתגרים, אשר פתרונם עשוי לסייע בהגדלת היישום בעתיד (ראה סעיף 2.4, עמוד 22). במהלך העבודה נערכו שיחות ופגישות עם החוקרים, מדריכי גידולים, נציגי חברת מסחור הידע "קידום" ואנשי מקצוע נוספים (כמפורט בנספח 1, עמוד 209), ונעשה שימוש בנתוני משרד החקלאות, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, בנק ישראל וספרות מקצועית.

1.2 התרומה הכלכלית

עיקר התרומה מקורה ב- 3 מחקרים העוסקים בתחום **שיטות ניטור והדברה** ומחקר נוסף העוסק בתחום **מערכות ושיטות גידול לצמחים**, כמפורט להלן:

א. **נושא המחקר:** "פיתוח טכנולוגיה ליישום יעיל של תכשירים באשכולות תמרים תוך חיסכון בכ"א, הגברת היעילות והבטיחות" בהובלתו של **אברהם גמליאל**. בעקבות מחקרים אלו פותח ומשווק על יד חברת "מרססי רז", מרסס ייעודי למטעי תמרים המותאם גם לחומרי הדברה ביולוגים ולאבקות, חוסך בכוח-אדם ובחומרי הדברה, ומפחית את שאריות חומרי הדברה על הפירות ובכך מגדיל את יכול הפרי הניתן לשיווק. מרססים אלו נמצאים כיום בשימוש נרחב בגידולי התמרים בארץ ותרומתם הכלכלית המצטברת **נאמדת בכ- 29.3 מלש"ח**, במונחי 2018, כמפורט בעמודים 52-54.

ב. **נושא המחקר:** "פיתוח מרסס משופר להדברה יעילה של פגעים והפחתת שאריות רעליים בצמחי תבלין" בהובלתם של **מרים אוסטרוייל ואברהם גמליאל**. בעקבות מחקרים אלו פותח מרסס ייעודי החוסך בכוח-אדם ובחומרי הדברה המיוצר ומשווק על ידי חברת "מרססי רז". תרומתו הכלכלית המצטברת **נאמדת בכ- 4.13 מלש"ח**, במונחי 2018, כמפורט בעמודים 40-44.

ג. **נושא המחקר:** "פיתוח טכנולוגיות לייעול הדברת פגעים בעצי פרי נשירים, הקטנת ימי העבודה וצמצום השימוש בתכשירים רעילים" בהובלתו של **אברהם גמליאל**. מחקר זה פיתח מרסס ייעודי למטעים

המפחית בכ-40% את חומרי ההדברה המיושמים. המרסס משווק על ידי חברת "מרססי רז" ותרומתו הכלכלית המצטברת נאמדת בכ- 3.5 מלש"ח, במונחי 2018, כמפורט בעמודים 70-73.

ד. נושא המחקר: "חיסכון בידיים עובדות ושיפור תהליכי השינוע במשקי פרחים" בהובלתו של אביטל בכר. המחקר ייעל את מערכי הקטיפ, המיון והאריזה (קמ"א) של שלושה גידולי פרחים: גיבסנית, חמניה וליזיאנטוס. בשנים האחרונות שיטת הגידול שונתה ותרומתו הכלכלית פסקה. תרומתו הכלכלית המצטברת של המחקר לאורך שנות היישום נאמדת בכ- 5.89 מלש"ח, במונחי 2018 כמפורט בעמודים 116-118.

להלן סיכום התרומה הכלכלית של מחקרי הנדסה שמומנו על ידי המדען הראשי בין השנים 2002-2014:

סיכום התרומה הכלכלית של המחקרים בחלוקה לתשעה תחומים עיקריים (מלש"ח):

תחום המחקר	מס. מחקרים	מימון המדען הראשי	התרומה הכלכלית בשנת 2018	התרומה הכלכלית המצטברת
שיטות ניטור והדברה	23	9.7005	19.744	36.929
הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים	9	2.55	--	1.625
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	12	3.68168	--	--
מערכות ושיטות גידול לצמחים	8	3	--	5.89
מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות	9	3.8716	--	--
טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק	10	4.44	0.358	0.358
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	13	6.865	0.0439	1.59
מערכות מידע ותקשורת	5	1.878	--	---
מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות	10	5.2	--	---
סך הכל	99	41.18		
סה"כ במונחי 2018		74.3	20.146	46.39

תרומתם הכלכלית הישירה של המחקרים שנסקרו עומדת על כ-20.146 מלש"ח בשנת 2018. תרומתם המצטברת של מחקרים אלו מוערכת בכ- 46.39 מלש"ח והיא נמוכה משמעותית (27.9 מלש"ח) מהסכום שהושקע בהם על ידי המדען הראשי לאורך השנים, הנאמד בכ- 74.3 מלש"ח. במילים אחרות, היחס בין תרומתם השנתית של המחקרים לבין ההשקעה בהם עומד על 0.624.

כל שקל שהושקע במחקר, הניב כ- 62.4 אגורות בלבד.

1.3. סיכום והמלצות

הממצאים הכלכליים מראים כי התרומה הכלכלית של סך המחקרים נמוכה מהסכום שהושקע בהם על ידי המדען הראשי. יש לשאוף שתחום ההנדסה, שתפקידו לספק מערכת תומכת חקלאות במגוון רחב של תחומים ואתגרים, יתרום יותר לענף החקלאות גם בהיבט הכלכלי. יתרה מכך, בבחינת המחקרים נמצא כי אין כמעט שיווק של תוצרי המחקרים לשווקים הבינלאומיים למעט מקרים בודדים¹. במקרים בהם היה ניסיון כניסה לשוק הבינלאומי הוא לא צלח. כמו כן, הרלוונטיות של חלק ניכר מהמחקרים לשוק המקומי נמוכה וניכר כי הטכנולוגיה המיושמת ברוב המחקרים אינה עונה על צורך נרחב אלא מספקת ברוב המקרים פתרון נקודתי לבעייה כזו או אחרת. בחלק הארי של המחקרים שנבחנו לא היה ניסיון להתמודד בצורה ישירה עם האתגרים איתם מתמודדים המגדלים העולמיים.

יחד עם זאת, יש לזכור כי מעבר לתרומה הכלכלית הישירה הניתנת לחישוב ולכימות, קיימות גם תועלות נוספות כגון העשרת הידע הקיים לקראת מחקרים ופיתוחים עתידיים, רישום פטנטים, כתיבת פרוקטוקלי גידול, הפחתת הזיהום ושמירה על איכות הסביבה וכן תרומה שאינה ניתנת לכימות כגון פיתוחים שעדיין לא מיושמים, אך עשויים להיות מיושמים בעתיד (ראה נספח 2, עמוד 211). בנוסף, למחקרים אלו גם תרומה מקצועית-אקדמית המתבטאת בפרסום מאמרים בעיתונים בינלאומיים, הצגת ממצאי המחקרים בכנסים וימי עיון והעלאת היוקרה והמוניטין של המחקר החקלאי בארץ ובעולם.

לאור הממצאים מומלץ לבחון את הנושאים הבאים:

א. חדשנות

- מתן דגש על פיתוחים המסתמכים על אלגוריתמים ותקנים ולא רק על הרבה ידע שלא מביא לתרומה כלכלית הניתנת לכימות. בדיקת תחומים חדשים כבינה מלאכותית, שימוש בסמארטפונים, Big Data שילוב ננו טכנולוגיות וקבלת החלטות. פיתוחים המתאימים גם לארץ וגם לשווקי חו"ל בתחומים: רחפנים, חיישנים, לווינים, רובוטיקה.
- עידוד מחקר רב תחומי המשלב התמודדות עם מעטפת האתגרים הכרוכים בהפיכת מחקר לישומי.
- בחינת כניסה לתחומי מחקר נוספים: PLF (Precision Livestock Farming), Animal Welfare.
- שילוב חוקר מתחום ההנדסה החקלאית מהמגזר העיסוקי/הי טק בועדות ההיגוי והשיפוט השונות.

ב. גלובליזציה

- הסתכלות גלובלית בניסיון לאתר את האתגרים העתידיים עם יתמודד ענף החקלאות העולמי ועידוד מחקרים בעלי היקפי יישום משמעותיים. למשל: חסכון בידיים עובדות, הפחתת השימוש בחומרי הדברה, התמודדות עם מדבור, הצפות, קרינה, פליטות גזים, מזיקים, מחלות וכיו"ב.
- עידוד חוקרים להשתתף בקורסי יזמות, גלובליזציה, חדשנות ותערוכות בינלאומיות בארץ ובעולם.

¹ 6 מרססים יעודיים שנמכרו למשתלות בדרום-אפריקה ובאוסטרליה; 2 מרססים יעודיים שנמכרו למטעי נשירים בפנמה; מכונת מיון לאננס לקוסטה ריקה.

ג. מסחור

- הידוק שיתוף הפעולה והתאום בין המדען הראשי לבין חברות מסחור הידע דוגמת "קידום" בתמיכה וקידום מחקרים בעלי פוטנציאל ישומי.
- העמקת ההסברה וההזרחה של חברות מסחור הידע בקרב החוקרים על חשיבות שיתוף הפעולה והרתמות החוקר ליישום ממצאי המחקר, תוך הדגשת התרומה לחקלאות ישראל ולמיצוב ישראל בחזית הטכנולוגיה העולמית.
- מתן עדיפות למימון מחקרים בעלי פוטנציאל יישומי, ובעלי ערך משמעותי לענף – פרסום קול קורא בעל אוריינטציה מסחרית.
- בחינת האפשרות לשילוב חברה מסחרית בשלב התכנון המקדמי של המחקר.
- במהלך המחקר ובסיומו בפרט מומלץ לבחון את הפוטנציאל הישומי, באמצעות חברות מסחור הידע.

ד. עידוד מהלכי יישום והטמעה – שוק מקומי

- חיזוק הקשר בין חוקרי המכונים להנדסה לנעשה בשטח באופן ישיר ובנוסף, באמצעות מדריכי שה"מ ומועצות הייצור.
- בועדת ההיגוי והשיפוט, למחקרים עתירי תקציב מומלץ לערוך בדיקת התכנות כלכלית ו/או לבחון אפשרות לליווי עסקי.
- יצירת תמריץ לחוקרים להתמקד במחקר ישומי, למשל: מענק כספי, קידום בדרגה.
- הטמעה בקרב החוקרים שהצלחה במסחור המוצרים מובילה לתגמול כספי בהתאם להצלחה המסחרית.

ה. הצעות לפתרון ספציפי לכל חסם ראה סעיף 2.4, עמוד 22.

- ו. מעקב אחר המחקרים המצויים בתהליך מול חברות מסחריות המוצגים בנספח 2, עמוד 211.

1.4 מבט לעתיד

משיחות עם ד"ר ויקטור אלחנתי מנהל המכון להנדסה חקלאית בוולקני ועם החוקרים הבכירים פרופ' אביטל בכר וד"ר אילן הלחמי (ראה סעיף 2.5, עמוד 25), עלה כי גם למחקרים שלא יושמו, קיים ערך בבניית בסיס ידע הן ברמה המחקרית והן ברמה הענפית. לדבריהם, ב-4 השנים האחרונות חלו מספר שינויים משמעותיים, אשר עשויים לסייע להתמודדות המכון להנדסה חקלאית בוולקני עם אתגרי העתיד ועם דגש על מחקרים יישומיים:

- א. שיפור ניכר בהתנהלות חברת "קידום" מול חלק מהחוקרים.
- ב. קליטת 4 חוקרים צעירים ומבטיחים הזוכים לליווי והדרכה צמודה בשנים הראשונות.
- ג. הרחבת תחומי המחקר לננו-טכנולוגיה, ביו סנסורים, חקלאות מדייקת, חישה מרחוק ומקרוב, רובוטיקה, Big Data וקבלת החלטות.
- ד. השתלבות בוגרי המכון בתעשיית ההנדסה החקלאית, דבר המסייע ליצירת קשרי מידע ומחקר.

2. ממצאי העבודה

2.1. מטרות המחקרים

עבודה זו סוקרת את תרומתם הכלכלית של 99 מחקרים בתחום ההנדסה החקלאית שמומנו על ידי המדען הראשי של משרד החקלאות בשנים 2002-2014. מרבית המחקרים נערכו ע"י חוקרי מנהל המחקר החקלאי (כ- 86%) וע"י מוסדות מחקר נוספים כמפורט בנספח מספר 3, עמוד 213). מטרת המחקרים היא קידום החקלאות וההנדסה בכל אחד משלבי הייצור החקלאי, לרבות פיתוח שיטות עבודה יעילות.

המחקר סקר 23 מחקרים בתחום **שיטות ניטור והדברה**, מתוכם 5 מחקרים בשיטות ניטור ו-18 מחקרים בשיטות הדברה. מטרת המחקרים בתחום זה היו בעיקר מיכון הניטור וההדברה לצורך הגדלת היבול, שיפור איכותו, חסכון בתשומות חומרי הדברה ובכוח-אדם ושמירה על איכות הסביבה.

בתחום **הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים**, בוצעו 9 מחקרים שמטרתם העיקרית היתה פיתוח בתי צמיחה ובקרת אקלים בבתי-צמיחה לצורך הגדלת היבול ואיכותו.

בתחום **מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים** בוצעו 6 מחקרים בחקלאות ימית, ו-6 מחקרים בעופות ובקר. מטרתם העיקרית של מחקרים אלו היו הקטנת עלויות כוח-האדם ושמירה על איכות הסביבה.

בתחום **מערכות ושיטות גידול לצמחים** בוצעו 8 מחקרים שמטרתם העיקרית היתה הקטנת עלויות כוח-האדם.

בתחום **מערכות ושיטות לאסוף ירקות ופירות** בוצעו 9 מחקרים שמטרתם העיקרית היתה הקטנת עלויות כוח האדם.

בתחום **טכנולוגיה לאחר האסוף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק** בוצעו 10 מחקרים שמטרתם העיקרית היתה הגדלת איכות הפרי ליצוא והקטנת עלויות כוח-האדם.

בתחום **אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי** בוצעו 13 מחקרים שמטרתם העיקרית היתה חסכון בעלויות כוח האדם.

בתחום **מערכות מידע ותקשורת** בוצעו 5 מחקרים שמטרתם העיקרית היתה איסוף מידע ועיבוד הנתונים במטרה לספק כלים ישומיים לחקלאים.

בתחום **מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות** בוצעו 10 מחקרים שמטרתם העיקרית היתה חסכון במים, שמירה על איכות הסביבה והגדלת כמות ואיכות היבול.

בנספח מספר 4 (עמוד 214) מופיע סיכום של המטרות השונות של המחקרים המופיעים במחקר, לפי תחומים. כמו כן, אופיינו מספר חסמים (ראה נספח מספר 5, עמוד 216), אשר התמודדות עימם עשויה לסייע בקידום היישום של ממצאי המחקר.

2.2 מתודולוגיה

הבדיקה המוצעת כוללת בעיקר קריטריונים חישוביים, אך גם התייחסות לפרמטרים איכותיים, הנוגעים להשלכות על המשק בכלל ועל המגזר החקלאי בפרט. פרמטרים אלו כוללים השפעות על איכות הסביבה, כתיבת פרוטוקולי גידול, רישום פטנטים ותרומה מקצועית-אקדמית. בנוסף, קיימת תרומה שאינה ניתנת לכימות כגון פיתוחים שעדיין לא מיושמים, אך עשויים להיות מיושמים בעתיד. הבדיקה מתייחסת להשפעות הישירות בלבד. כלומר, לשינויים בתפוקה או בפונקציית הייצור.

להלן מספר הבהרות לגבי אופי ההנחות בעבודה זו:

- ההנחות ששימשו בחישוב הערך הכלכלי מסתמכות על פגישות ושיחות עם החוקרים, מדריכי שה"מ, אנשי מקצוע, מגדלים ונציגי "קידום", כמפורט בנספח מספר 1, עמוד 209.
- מסדי הנתונים מסתמכים, בין היתר, על נתונים של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ובנק ישראל, או נתונים שהתקבלו משה"מ.
- הריבית להיוון הינה 7% לשנה, כנהוג בתחשיבי משרד החקלאות. ריבית זו עומדת בקנה אחד עם הריביות הממוצעות בתקופות הנבחנות בתוספת מקדם סיכון.
- לכל מחקר מפורטות ההנחות לתחשיב הכלכלי הקשורות למחקר זה בלבד.
- תרומתם הכלכלית של המחקרים מוצגים במונחי 2018, וזאת במטרה לאפשר השוואה בין השקעת המדען הראשי לאורך השנים ובין התרומות הכלכליות של המחקרים ממועד יישומם ועד סוף שנת 2018.
- התרומה הכלכלית חושבה כתוספת הערכים הכלכליים כתוצאה מיישום השיטה בהשוואה למצב שקדם ליישום השיטה המוצעת.
- במקרים בהם קיים ייצוא של תוצרי המחקר, חושב התקבול מהייצוא כתרומת המחקר וחושב למונחי 2018.

2.3. טבלת המחקרים

בטבלה להלן מרוכזים תמצית נתוני המחקרים שנבדקו ותרומתם הכלכלית המצטברת לאורך שנות יישום המחקר, במונחי 2018

נושא	שם המחקר	שם החוקר	עלות (אלפי ₪)	משך זמן המחקר	תרומתו הכלכלית המצטברת של המחקר (אלפי ₪)	תרומת המחקר לענף	תרומת המחקר לאיכות הסביבה ותרומות נוספות	צוואר הבקבוק ביישום המחקר
שיטות ניטור והדברה - ניטור	מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני	יפית כהן	88	שנה	480	פוחה מלכודת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני	הפחתת חומרי ההדברה המיושמים בפרדסים בתהליך רישום פטנט	עלות המלכודת גבוהה יחסית
	מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני לחקר הדינאמיקה היומית והעונתית של הזבוב	יפית כהן	3 שנים					
	ייעול מערך ההדברה האזורי של מזיקים בעמקים הצפוניים	יפית כהן	570	3 שנים	בחינת הדינאמיקה של מזיק הלתיוס, לצורך ייעול מערך ההדברה נגדו. פוחה פרוטוקול לניטור מזיקים	ייעול מערך ההדברה עשוי להפחית את השימוש בחומרי הדברה פוחה פרוטוקול לניטור מזיקים	דורש הסתכלות לטווח הארוך	
	פיתוח שיטה ספקטרוסקופית מתקדמת (RIFE) לזיהוי ולאבחון פיטו-פאתוגנים	רפאל לינקר	410	שנתיים	זיהוי פיטו-פאתוגנים באדמה למניעת מחלות צמחים	הפחתת חומרי ההדברה המיושמים	המחקר לא הצליח לזהות פיטו-פאתוגנים במיצוי אדמה	
	זיהוי אוטומטי של מחלות בתפוחי אדמה על פי תמונות דיגיטליות – מימוש וישום	גיא שני	540	3 שנים	פוחה אלגוריתם לזיהוי מחלות בפקעות תפוח"א	מניעת אילוח חלקות תפוח"א והפחתת השימוש בחומרי הדברה	פיתוח כל רכיבי המערכת לא הושלם	
	התנדפות תרסיסים כתלות בגודלם, בהרכבם ובתנאי הסביבה, והשפעתה על מגבלות ריסוס באיזורים חקלאיים צפופי אוכלוסיה	אברהם גמליאל	240	3 שנים	בחינת חומרים מונעי נידוף	הפחתת הנידוף והרס של תכשירי הדברה, ומניעת נזקים ליונקים, לעופות ולגידולים סמוכים	רגולציה	
שיטות ניטור והדברה - הדברה	יישום משופר להדברה יעילה של פגעים והפחתת שאריות רעליים בצמחי תבלין	מרים אוסטרוביל	270	3 שנים	4,133	פוחה מרסס ייעודי למשתלות, תבלינים וירקות החוסך בחומרי הדברה ובכוח אדם	הפחתת חומרי ההדברה בכ-40%	
	הדברת פגעים והיסכון בידיים עובדות בגידול צמחי תבלין בבתי צמיחה ובשדה הפתוח	מרים אוסטרוביל	165	3 שנים				

נושא	שם המחקר	שם החוקר	עלות (אלפי ₪)	משך זמן המחקר	תרומת הכלכלית המצטברת של המחקר (אלפי ₪)	תרומת המחקר לענף	תרומת המחקר לאיכות הסביבה ותרומות נוספות	ציואר הבקוק ביישום המחקר
	טכנולוגיה להדברת פגעים וחיסכון בידיים עובדות במשתלות ירקות ופרחים	אברהם גמליאל	450	3 שנים				
	פיתוח מיכון ליישום תכשירי הדברה בפס הזריעה של פקעות תפוחי-אדמה	אהרון ויסבלום	240	3 שנים		פיתוח מערכת להאבקת פקעות תפוח-אדמה בזמן הזריעה		פיתוח המערכת לא הושלם
	יישום תכשירים לא רעילים להדברה יעילה של פגעים	אברהם גמליאל	150	3 שנים		לריסוס תכשירי פיתוח מרסס הדברה ידידותיים לסביבה		המרסס נדרש לשיפורים נוספים
	פיתוח הומוגניזר על קו הריסוס להפקת תכשיר אורגני כדאי כלכלית להדברת חרקים בהממת ירקות	שמואל גנמור	150	3 שנים		פותח תכשיר הדברה ידידותי לסביבה	חומר הדברה שאינו רעיל וידידותי לסביבה	נתוני המכירות חסויים
	פיתוח טכנולוגיה ליישום יעיל של תכשירים באשכולות תמרים	אברהם גמליאל	201	3 שנים	29,300	פותח מרסס ייעודי למטעי תמרים. המרסס חוסך בעלויות כוח-אדם ועלויות חומרי הדברה ומגדיל את תפוקת הפרי המיועדת לשיווק	הפחתת חומרי ההדברה המיושמים בכ-40%	
	טכנולוגיה חדשה ליישום תכשירים בעצי תמר גבוהים: חיסכון בכ"א, הגברת היעילות והבטיחות		667.5	3 שנים				
	פיתוח מתקן אוטונומי לריסוס ואיבוק מדויק של עצי תמר	אמיר שפירא	360	3 שנים		פותח מערכת אוטונומית לריסוס ולאיבוק מטעי תמרים		המערכת יקרה מאוד קיים מוצר מתחרה
	יעול העבודה בהאבקת תמרים באמצעות טעינה אלקטרוסטטית	שמואל גנמור	120	שנתיים		פיתוח מערכת לאיבוק ולריסוס בצמרות עצים		
	מערכת רובוטית להאבקה וריסוס אוטומטי בצמרות עצים		270	שנתיים				
	פיתוח ממשק הדברה של גומא הפקעים באמצעים מכניים	יוסי הרשנהורן	906	3 שנים		פותח מכונה לעיבוד קרקע מכאני להדברת גומא הפקעים	הדברה מכאנית של גומא הפקעים ללא צורך בשימוש בתכשירי הדברה	
			בוע ציון	300				
	פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס בבתי צמיחה לפלפל	אביטל בכר	1,350	3 שנים		פותח מערכת האוטונומית לריסוס לפלפל בבתי צמיחה	הפחתת השימוש בתכשירי הדברה	

נושא	שם המחקר	שם החוקר	עלות (אלפי ₪)	משך זמן המחקר	תרומתו הכלכלית המצטברת של המחקר (אלפי ₪)	תרומת המחקר לענף	תרומת המחקר לאיכות הסביבה ותרומות נוספות	צוואר הבקבוק ביישום המחקר
	פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס בכרמים	אמיר שפירא	483	3 שנים		פיתוח מערכת ריסוס אוטונומית בכרמים	הפחתת תכשירי ההדברה המיושמים בכ-30%	פיתוח המערכת טרם הושלם
	דחיקת השימוש במרססי רובים וגב וחיסכון בכ"א ע"י שיפור רמת הכיסוי וההדברה במרססים ממוכנים נחותים	שמואל גנמור	600	4 שנים		פוחח מרסס ממוכן יעודי לחממות לגידול עגבניות ומלפפונים בעל טעינה אלקטרוסטטית	נרשם פטנט על הטעינה האלקטרוסטטית	טרם נמצאה חברה מסחרית לייצור ולשיווק המרסס
	טכנולוגיות לייעול הדברת פגעים בעצי פרי נשירים, הקטנת ימי העבודה וצמצום השימוש בתכשירים רעילים	אברהם גמליאל	690	3 שנים	3,495	פוחח מרסס למטעי עצים	הפחתת חומרי ההדברה המיושמים בכ-40%	
הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים	מבנה רב-תכליתי	אברהם ארבל	240	3 שנים		פוחח מבנה בעל קשתות המאפשרות החלפה פשוטה של הכיסוי	נרשם פטנט על הקשתות	קיים מוצר מתחרה
	פיתוח מערכת בקרת אקלים עבור בתי צמיחה	אברהם ארבל	150	3 שנים		פוחח מערכת ערפול לצינון חממות, ומערכת בקרה לתנאי אקלים		טרם נמצאה חברה מסחרית לייצור ולשיווק המערכת
	מודל סימולציה למיפוי שדה הזרימה ותנאי האקלים בבתי רשת	אלכס שקליאר	270	3 שנים		אפיון תצורת בית הרשת האופטימלית		האפיון לא הושלם
	פיתוח מד שטפי חום (משח"מ) ושילובו במערכת בקרת אקלים למבני משק החי	אברהם ארבל	300	3 שנים		פיתוח מערכת בקרת אקלים למבני משק החי		המערכת שפותחה אינה מדויקת
	חקירת מיקרו אקלים החממה מצוננת - מודל סימולציה ומדידות	אלכס שקליאר	300	3 שנים		פוחחו שני מודלים לאפיון שדה הזרימה בחממה המצוננת באמצעות מזרן לח		שילוב המודלים ואפיון מדויק טרם הושלם
	גידול בזיל חורפי בעמק בית שאן ע"י קליטה, אגירה ושימור של אנרגיה סולארית	ציון דקו	280	שנתיים	1,625	פיתוח מערכת לגידול בזיל ללא צורך בחימום אקטיבי	הפחתת השימוש באנרגיה ממקורות מתכלים והפחתת כמות הגזים הרעילים הנפלטים כתוצאה מהשימוש בה	
	גידול בזיל חורפי בעמק בית שאן ע"י קליטה, אגירה ושימור של אנרגיה השמש	שחר יצחק	360	שנתיים				

נושא	שם המחקר	שם החוקר	עלות (אלפי ₪)	משך זמן המחקר	תרומת הכלכלית המצטברת של המחקר (אלפי ₪)	תרומת המחקר לענף	תרומת המחקר לאיכות הסביבה ותרומות נוספות	צוואר הבקבוק ביישום המחקר
	מתקן לניקוי יריעות החממה	מרדכי ברק	200	שנתיים		פיתוח מערכת לניקוי יריעות גמישות		פיתוח המערכת לא הושלם
	הפחתת עומסי חום ולחות בבתי רשת באמצעות שינויים בתצורת המבנה והכיסוי	מאיר טייטל	450	3 שנים		אפיון תצורת בית רשת אופטימלית		לא נמצאה השפעה של תצורת בית הרשת על המיקרו-אקלים
מערכת ושיטות גידול בעלי חיים – תמלאת מים	בירור מיון ואסיף סלקטיבי של דגי מאכל חיים באמצעות ראייה ממוחשבת	בעז ציון	240	3 שנים		פיתוח מערכת לספירת דגים		הפיתוח לא הושלם
	פיתוח מערכת פשוטה לספירת דגיגים בחווה לדגי נוי	בעז ציון	70	שנה אחת		פיתוח מערכת לספירת דגיגים		שינוי שיטת הגידול
	פיתוח מערכת לספירה ושקילת דגי נוי		300	3 שנים				
	פיתוח טכנולוגיה חדשה לגידול דגים בכלובים וירטואליים (ללא כלובים)	בעז ציון	300	3 שנים		פותחה שיטה לגידול דגים באמצעות שימוש בחוואות מים מתוחכמת	השיטה אינה מזהמת את הסביבה	יש צורך במחקר המשך
	חסכון בידיים עובדות תוך הגדלת תפוקות דגיגים במערכות רבייה של דגי נוי משריצי חיים	אסף ברקי	200	שנתיים		פותחה שיטה להגדלת תפוקת דגי הגופי על-ידי צמצום הקניבליזם		מכשולי יישום נוספים בתהליך הגידול ובעיות גנטיות בקווי הדגים. במחקר השני התוצאות לא היו טובות.
	ביסוס והרחבת טכנולוגיה לחיסכון בידיים עובדות והגדלת תפוקות דגיגים במשקי דגי נוי באמצעות משיכה לאור		110	שנה				

נושא	שם המחקר	שם החוקר	עלות (אלפי ₪)	משך זמן המחקר	תרומת הכלכלית המצטברת של המחקר (אלפי ₪)	תרומת המחקר לענף	תרומת המחקר לאיכות הסביבה ותרומות נוספות	צוואר הבקבוק ביישום המחקר
מערכת ושיטות גידול לצמחים	ייעול תהליכי העבודה וחיסכון בכח האדם בבתי אריזה לענפי קישוט ירוקים	אביטל בכר	210	3 שנים		ייעול תהליכי העבודה בבתי אריזה במשקי פרחים		הפסקת הגידול שינוי שיטות הגידול
	אפיון ומדידת עומסי עבודה במשקי פרחים במטרה להביא לחסכון בידיים עובדות והגדלת התפוקה		270	3 שנים				
	שיפור האיכות והפריון, חיסכון בתשומות וכח אדם במשקי פרחים רב ענפי בשלבי הקטיפה המיון והאריזה		210	3 שנים				
	חסכון בידיים עובדות ושיפור תהליכי השינוע במשקי פרחים	אביטל בכר	120	שנתיים	5,057	ייעול תהליכי העבודה בבתי אריזה במשקי פרחים		הקטנת שטחי הגידול עלות יישום גבוהה
	ייעול תהליכי עבודה בבתי צמיחה לפלפל ותכנון חממה מיטבי מהיבטי תהליכי עבודה	אביטל בכר	240	שנתיים		ייעול שיטות העבודה בבתי צמיחה בענף הפלפל	הצעת שיטות לחיסכון בכח אדם	עלות יישום גבוהה
	ייעול תהליכי העבודה וחיסכון בכח-אדם בבתי אריזה לפלפל ועגבניות מאכל	אביטל בכר	120	שנתיים		ייעול שיטות העבודה בבתי האריזה לעגבניות		שינוי שיטת הגידול
	הקטנת עומסי עבודה בבתי צמיחה לירקות במטרה להביא לצמצום וחיסכון בידיים עובדות	אביטל בכר	330	3 שנים		ייעול שיטות העבודה בבתי צמיחה לעגבניות, לפלפלים ולצמחי תבלין	הצעת שיטות לחיסכון בכח אדם	
חסכון בידיים עובדות בריבוי וגטיבי של ייחורים מצמחי גוי ע"י ייעול השתרשות	עינת שדות	1,500	3 שנים		בסיס לפיתוח חומרים לשיפור השתרשות של צמחים מעוצים.	החומרים המעודדים השתרשות נמצאים בתהליך רישום פטנט וש"פ עם אגרו גדות	עלות הרשתות יקרה ואורך חייהם קצר מקשה על אימוץ השיטה בענף הנוי המצוי בקשיים	

נושא	שם המחקר	שם החוקר	עלות (אלפי ₪)	משך זמן המחקר	תרומת הכלכלית המצטברת של המחקר (אלפי ₪)	תרומת המחקר לענף	תרומת המחקר לאיכות הסביבה ותרומות נוספות	ציואר הבקבוק ביישום המחקר
מערכת ושיטות לאסוף ירקות ופירות	מיכון לאסוף ספארי סנסט	מוניק לב	216.6	3 שנים		מיכון הקטיף והאסיף של הספארי סנסט		הפסקת הגידול בארץ
	אסיף אגוזי אדמה בשיטה חדשה	אהרון ויסבלום	180	3 שנים		פותחה מערכת לאסיף אגוזי האדמה		קיום מוצר מתחרה
	בדיקת יעילות מסיק זיתים מכאני בשיטות שונות	בעז ציון	160	3 שנים		נבחנו הביצועים של מנערות ובצרות במסיק זיתים		קיים קושי רב באמידה יסודית של השפעת השיטות שנבחנו על הנזקים השונים בטווח הארוך
	מיכון מסיק של זיתים למאכל	ארנון דג	690	3 שנים		נבחן מיכון המסיק לזיתי מאכל		פגיעה באיכות הפרי של זן המנזלינו
	חסכון בכח אדם על ידי קיצור משך הבשלת הפרי בתאנה	משה פליישמן	750	3 שנים		פותח חומר המאיץ את הבשלת פרי התאנה	הידע שניצבר במחקרים אלו הביא לפיתוח חומר נוסף אשר בימים אלו מיושם בניסוי שדה	רגולציה
	חיסכון בכח אדם על ידי ריכוז הבשלת הפרי בתאנה		100	שנה				
	פיתוח מערכת רובוטית רב זרועית למיכון חוסך כוח אדם בחקלאות	יצחק שמולביץ	1,125	3 שנים		פיתוח מערכת רובוטית לאיסוף מלונים		פיתוח המערכת לא הושלם
	הכפלת התמורה למגדלי התירס ע"י שיווק אבקות הפרחים כמזון לאקריות או כמזון בריאות ופיתוח מאספת יעודית	שמואל גנמור	330	3 שנים		פותחה מערכת לאסיף ממוכן והפקה של אבקות פרחי תירס	שיפור בתנאי ההזנה והמחיה של האקריות הטורפות נרשמו זכויות יוצרים בחו"ל	טרם נמצאה חברה מסחרית לייצור ולשיווק המערכת
	בחינת עלויות, הספקים, כח אדם ואיכות פרי בגדיד מכני וגדיד ידני כאמצעי לשיפור וחסכון בימי עבודת אדם בגדיד מג'הול עסיסי, וככלי תומך החלטה במעבר מגדיד ידני למכני	אבי סדובסקי	320	שנתיים		בחינת גדיד מכני במג'הול		מחקר בסיס

נושא	שם המחקר	שם החוקר	עלות (אלפי ₪)	משך זמן המחקר	תרומת הכלכלית המצטברת של המחקר (אלפי ₪)	תרומת המחקר לענף	תרומת המחקר לאיכות הסביבה ותרומות נוספות	ציואר הבקבוק ביישום המחקר
טכנולוגיה לאחר האסף – מיון, ברוך, חיישנים והכנה לשוק	פיתוח מערכת חצי אוטומטית לקביעת דרגת בגרות של אבוקדו בעזרת ספקטרומטריה באור הקרוב לתת-אדום NIR	זאב שמילוביץ	270	3 שנים	358	פיתוח מערכת חצי אוטומטית לקביעת דרגת בגרות של אבוקדו בעזרת ספקטרומטריה באור הקרוב לתת-אדום NIR		
	אבחון והערכת איכות של תפוחים על פי הדמיה ספקטרלית רב מימדית בתחום ה-NIR		240	3 שנים		פיתוח מערכת למיון תפוחים		
	אבחון רקבון פנימי בתפוח באמצעות ספקטרוסקופיית NIR		160	שנתיים		פיתוח מערכת למיון אוטומטי של תמר ה"מג'הול"		
	מיון אוטומטי של פירות מג'הול לפי שיעור הרטיבות, באמצעות ספקטרומטריה בתחום קרוב לתת אדום		200	שנתיים				
	מיון אוטומטי של תמר מג'הול לפי שיעור הרטיבות או תכולת הסוכר, באמצעות ספקטרומטריה בתחום קרוב לתת אדום		600	3 שנים				
	פיתוח מכשור נייד בתחום ה NIR לאבחון והערכת מדדי קטיף בתפוחים		270	3 שנים		פיתוח מערכת למיון תפוחים		
פיתוח מכונה למיון פרחי לאוקנדרון	בעז ציון	160	שנתיים		פיתוח מערכת למיון פרחי הלאוקנדרון	הפסקת הגידול בארץ		
פיתוח מערכת אוטומציה נבונה למיון ואריזת עירית טרייה להגדלת הפריון וחיסכון בידיים עובדות	זאב שמילוביץ	740	4 שנים		פיתוח מקצרת לקצירת העירית ומערכת למיונה	הפסקת הגידול בארץ. רגולציה.		
פיתוח מכונה אוטומטית למיון, שקילה ואגידה של עירית לייצוא טרי	נתיב דודאי	1,500	שנה		פיתוח מכונה למיון ואריזת עירית	הפסקת הגידול בארץ. עלות המכונה יקרה.		

המערכת זקוקה לשיפורים נוספים	פיתוח מערכת מיון אוטומטית של תבליני עלים		שנתיים	300	דוד שפירא	פיתוח מערך מיון לטיפול ואריזה של תבלינים טריים רחבי עלים
	מיכון אסיף גזם התמרים	1,373	3 שנים	210	יצחק שגיא	פיתוח שיטה לאסיף ומיחזור גזם כפות תמרים
יציאת החוקר לפנסיה	פוחתה מכונה לשתילה באדמות רטובות		שנתיים	100	נחשון שמיר	פיתוח מכונה לשתילת ירקות באדמות רטובות
			3 שנים	300		פיתוח מכונת שתילה באדמות רטובות
עלות המכונות יקרה	מיכון עבודת פינוי שאריות הצמחים מבתי הצמיחה		3 שנים	1,026	יצחק שגיא	פיתוח שיטה וציוד לפינוי שאריות צמחיות מבתי גידול
עלות המערכות יקרה	פוחתה מערכות לריסוס אוטומטי ולשינוע קטיף המלפפונים		שנה אחת	150	בנימין רונן	מסילה עילית לריסוס אוטומטי ושינוע ירקות קטופים לאורך שורת הגידול בחממה
			שנתיים	300		פיצול מערכות ההסעה והניהוג בשינוע ומיכון הריסוס והקטיף בחממת ירקות
עלות המערכת יקרה	פוחתה מערך של כלי עזר לקטיף הפלפל		3 שנים	810	יוסי קשתי	התאמת מערכות לשינוע תוצרת בבתי צמיחה לירקות לחיסכון בידיים עובדות
פיתוח המערכת טרם הושלם	פיתוח מערכת אוטונומית לניטור מחלות וחומרי הזנה בקרקע בבתי צמיחה לפלפל		5 שנים	1,400	אביטל בכר	פיתוח מערכת אוטונומית לניטור ללא הרס של מחלות ויסודות הזנה בבתי צמיחה לפלפל
המגדל טען כי המכונה מסורבלת מידי	פוחתה מכונה סמי-אוטומטית לחיתוך עוקצים בתותים		שנתיים	100	נחשון שמיר	פיתוח מכונה אוטומטית לחיתוך עוקצים עלי גביע בתות שדה לתעשייה
התנגדות הפועלים להשתמש בכלים שפותחו	פוחתה כלי עזר לדילול אשכולות בענבי מאכל		3 שנים	300	אביטל בכר	ייעול תהליכי עבודה וחיסכון בידיים עובדות בכרמי ענבים למאכל
עלות המכונה יקרה	פוחתה מכונה להטמעת יריעות בקרקע למניעת חדירת נמשודות ואילוח בית הגידול		3 שנים	930	יוסי קשתי	פיתוח מכונה להטמנת יריעה בקרקע למניעת חדירת נמשודות לבית הגידול
הפסקת הגידול בארץ	פוחתה מכונה לשתילת בצלי השושן הצחור		3 שנים	300	נחשון שמיר	פיתוח מכונת שתילה לפקעות פרחים
פיתוח המערכת טרם הושלם	פיתוח מערכת רובוטית משולבת אדם לגיזום עצים בפרדסים		3 שנים	939	רפאל לינקר	מערכת רובוטית משולבת אדם לגיזום ועיצוב עצי מטע

אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי

נושא	שם המחקר	שם החוקר	עלות (אלפי ₪)	משך זמן המחקר	תרומתו הכלכלית המצטברת של המחקר (אלפי ₪)	תרומת המחקר לענף	תרומת המחקר לאיכות הסביבה ותרומות נוספות	צוואר הבקבוק ביישום המחקר
מערכות מידע ותקשורת	מסופון לאיסוף מידע ייצורי במשקי תבלינים ופרחים	יעל אידן	150	3 שנים		פיתוח מסופונים לאיסוף נתונים עבור ארבעה סוגי משקים: תבלינים, ורדים, פלפל ותמרים		פיתוח טרם הושלם
	פיתוח מערכת מידע גיאוגרפית תומכת החלטה לריסוס הדירים	יפית כהן	240	3 שנים		פותחה מערכת תומכת החלטה לשיפור תהליך קבלת ההחלטות לגבי ריסוס הדירים מפני זבוב הפירות הים תיכוני		המחקר הקדים את זמנו
	פיתוח מערכת תומכת החלטה לתכנון מחזור זרעים והדברת מחלות שוכנות קרקע בגידולי שלחין	אמוץ חצרוני	270	3 שנים		הוקם מאגר נתונים מקוון הכולל מיפוי החלקות ותת החלקות ועיגונם במערכת גיאוגרפית.		פיתוח המערכת לתכנון מחזור גידולים וחיטוי קרקע בגידולי שלחין טרם הושלם
	שימוש באינטרנט לשיפור הבקרה וניהול בתי הצמיחה	מאיר טייטל	318	3 שנים		פיתוח מערכת לניטור אקלים בחממות הנמצאות באזור משותף		פיתוח המערכת טרם הושלם
	מרכז ידע לטכנולוגיות מידע בחקלאות – מיפוי ומתווה	אמוץ חצרוני	900	3 שנים		אפיון שירותי מחשוב עתירי מידע בחקלאות		צורך בגוף מרכזי שירכז את המידע

נושא	שם המחקר	שם החוקר	עלות (אלפי ₪)	משך זמן המחקר	תרומתו הכלכלית המצטברת של המחקר (אלפי ₪)	תרומת המחקר לענף	תרומת המחקר לאיכות הסביבה ותרומות נוספות	צוואר הבקבוק ביישום המחקר
מערכות אקולוגיות, תקלאות מזייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות	פיתוח טכנולוגיות מבוססות צילומים תרמיים להכוונת השקייה	ויקטור אלחנתי	225	3 שנים		פותח מודל למיפוי מצב המים בגפן ובכותנה באמצעות צילומים תרמיים	חסכון במים	מחקר בסיס
	פיתוח מערכת חישה מרחוק המבוססת על צילום תרמי לניטור מצב המים בעצי תמר להכוונת השקייה ולזיהוי עקות	ויקטור אלחנתי	450	3 שנים		פותח הליך לגיתוח אוטומטי של צילומים תרמיים מוטסים להערכה ולמיפוי מצב המים של עצים בודדים	חסכון במים	החקלאים לא שוכנעו כי השיטה המוצעת מספיק מדוייקת ולכן לא אימצו אותה.
	יישום שיטות של חקלאות מדוייקת באופן ידידותי לסביבה ולחקלאי	ויקטור אלחנתי	750	3 שנים		פותחה מערכת למיפוי מצב המים בכרמים ובמטעי תפוחי עץ	חסכון במים נקבע פרוטוקול למיפוי מצב המים בצמח	המחקר לא צלח
	ייעול בקרת האקלים וההשקייה בחממות על סמך ערכים ממוצעים של פוטוסינטזה ודיות	מאיר טייטל	225	3 שנים		פותחו מודלים תיאורטיים לחישוב השינוי בתכולת אדי המים וריכוז הפחמן הדו חמצני באויר	חסכון במים	פיתוח המערכת טרם הושלם
	מערכת צילום-תרמי מוטסת לניטור אוטומטי של תקלות השקייה	יפית כהן	1,276	3 שנים		פותח אלגוריתם המזהה בעיות במערכת ההשקייה במטעי זיתים וגפן	חסכון במים	עלות יישום גבוהה
	מערכת משולבת לטיפול במים וחסכון להשקייה	בני לב	570	3 שנים		פיתוח מערכת התפלה משולבת לטיפול במים מליחים		תוצאות המחקר היו מעורבות
	תיחום אזורי מימשק לדישון ולהשקייה באמצעות צילומים היפר-ספקטריים ותרמיים מוטסים	יפית כהן	450	3 שנים		פיתוח הליך לתיחום אזורי מימשק לדישון ולהשקייה	חסכון במים ותומרי דישון	
	פיתוח מצלמה מולטי ספקטראלית לבקרת השקייה בכרם יין	ארנון קרניאלי	450	3 שנים		בחינת השימוש במכשור היפר ספקטראלי לחישה שינויים פיזיולוגיים בגפן היין		

נושא	שם המחקר	שם החוקר	עלות (אלפי ₪)	משך זמן המחקר	תרומתו הכלכלית המצטברת של המחקר (אלפי ₪)	תרומת המחקר לענף	תרומת המחקר לאיכות הסביבה ותרומות נוספות	צוואר הבקבוק ביישום המחקר	
	מערכת פתוחה לפעולות אוטונומיות	פר-אולוף גוטמן	500	שנתיים		פתחו שני אלגוריתמים לתכנון ולתזמון אופטימליים של מסלול הנסיעה של כלים אוטונומיים		קושי ברישום פטנט (הטכניון לא היה מעוניין)	
	פיתוח מערכת חישה אופטית משולבת (קרקע אויר וחלל) למיפוי קרקעות בזמן אמת	אייל בן דור	304	שנתיים		פיתוח כלי מדויק, מהיר וזול לזיהוי ההרכב הכימי-פיסקלי של קרקעות		מחקר בסיס	
					תרומה: 46,386.72	השקעה: 74,299.66	סה"כ מצטבר במונחי 2018		

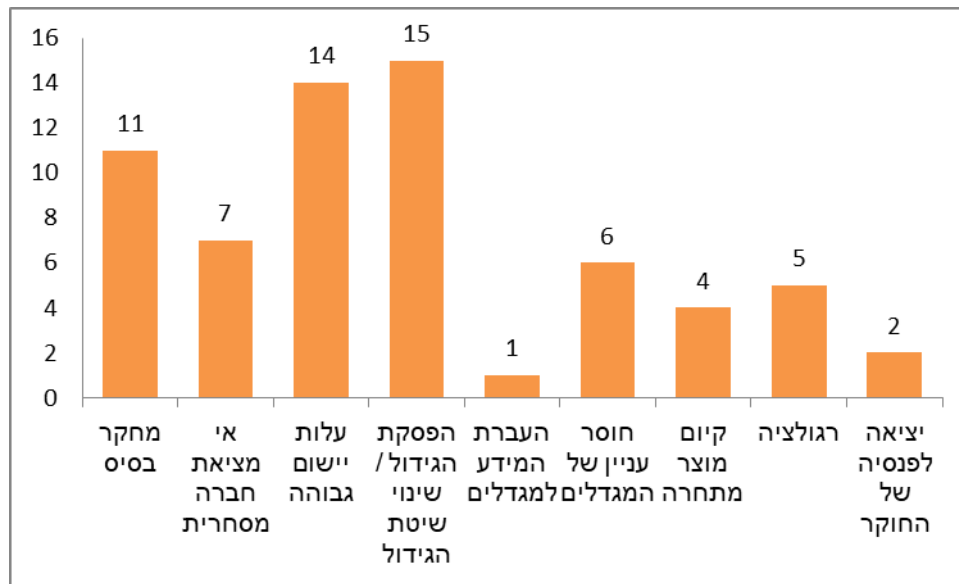
מהטבלה עולה כי במהלך השנים הנבחנו 2002-2014 השקיע המדען הראשי סכומי כסף לא מבוטלים (כ- 41.18 מל"ח) ב- 99 מחקרים המסתכמים לכ- 74.3 מיליון ש"ח במונחי 2018. מבדיקת המחקרים עולה כי חלק קטן ביותר מהמחקרים מיושם או יושם בשטח ולכן מהתחשיב עולה, כי נכון לסוף שנת 2018 הסתכמה התרומה הכלכלית המצטברת מיישום ממצאי המחקרים לאורך השנים בכ- 46.39 מיליון ש"ח (ראה גם נספח 6, עמוד 222). במילים אחרות, כל שקל שהושקע על ידי המדען הראשי הניב 62.4 אגורות. **ממצאים אלו מבטאים תרומה שלילית של המחקרים לענף בהשוואה לסכום ההשקעה.** ראוי כי תחום ההנדסה, שתפקידו לספק מערכת תומכת חקלאות במגוון רחב של תחומים ואתגרים יתרום יותר לענף החקלאות.

בבחינת המחקרים נמצא כי אין כמעט שיווק של ממצאי המחקרים לשווקים הבינלאומיים למעט מספר מקרים בודדים (6 מרססים יעודיים שנמכרו למשתלות בדרום-אפריקה ובאוסטרליה; 2 מרססים יעודיים שנמכרו למטעי נשירים בפנמה; מכונת מיון לאננס לקוסטה-ריקה). במקרים בהן היה ניסיון כניסה לשוק בינלאומי הוא לא צלח. כמו כן, הרלוונטיות של חלק ניכר מהמחקרים לשוק המקומי נמוכה, וניכר כי הטכנולוגיה המיושמת ברוב המחקרים אינה עונה על צורך נרחב אלא מספקת ברוב המקרים פתרון נקודתי לבעיה כזו או אחרת של מגדל. בחלק הארי של המחקרים שנבחנו לא היה שום ניסיון להתמודד בצורה ישירה עם אתגרים איתם מתמודדים המגדלים העולמיים. במהלך העבודה אופיינו מספר חסמים (ראה נספח 5, עמוד 216), אשר התמודדות עמם בשילוב ההמלצות עשויות לסייע ביישום מחקרים עתידיים בתחומי ההנדסה החקלאית.

2.4. חסמים ביישום המחקרים

מרבית מהמחקרים שנבחנו אינם מיושמים בפועל. הסיבות העיקריות לאי יישום המחקרים הן: הפסקת הגידול או שינוי שיטת הגידול, עלות יישום גבוהה והיות המחקר מחקר בסיסי ולא ישומי. באיור מספר 1 מופיעים החסמים השונים ביישום המחקרים, אשר הועלו בשיחות עם החוקרים ואנשי המקצוע, ומספר המחקרים עבורם החסם היווה צוואר בקבוק ביישום המחקר.

איור מספר 1 – התפלגות חסמי המחקרים²



החסם: הפסקת הגידול/שינוי שיטת הגידול.

הצעות לשיפור:

- עריכת סקר שוק ושיחות עם מדריכי שה"מ טרם תקצוב המחקר, כולל הוספת סימוכין מאנשי מקצוע על חשיבות המחקר.
 - לשקול להוסיף בדו"ח הביניים את השאלות הבאות: "האם הרלוונטיות של המחקר עדיין קיימת?" ו/או "האם משקל הגידול בענף השתנה בתקופה הנבחנת?".
 - רצוי לבדוק את אפשרות שיווק ממצאי המחקר לשווקים בינלאומיים.
- למרות האמור לעיל, יש לציין כי ייתכן והצלחת מחקרים בגידולים ששטחם הולך ופוחת עשוי להגדיל את ריווחיותם ויסייעו לצמיחתם המחודשת.

² עשויים להיות מספר חסמים המונעים את יישום המחקר. עבור כל מחקר צוין חסם אחד או שניים המשמעותיים ביותר.

החסם: עלות יישום/השקעה גבוהה/חוסר התארגנות בין המגדלים.הצעות לשיפור:

- בדיקת כדאיות ההשקעה במכונה טרם תקצוב המחקר בגיבוי הצעות מחיר מחברות.
- בדיקת כדאיות לשיווק המכונה/ממצאי המחקר למדינות אחרות.
- בחינת סטנדרטיזציה של בתי הגידול/תקינה בדבר אחידות במבני בתי הגידול לצורך בחינת הסבת הממצאים לגידולים אחרים במקרה בו ישנה קיימת ירידה חדה בהיקף הגידול.

החסם: מחקר בסיסי ולא יישומיהצעות לשיפור:

- מחקר בסיסי נועד לבחון את תחומי העניין של החוקר בניגוד למחקר יישומי שמטרתו לספק פתרונות יישומיים. במידה ורוצים לקדם מחקרים יישומיים נשאלת השאלה על מידת הרלוונטיות במימון מחקרי בסיס בתחום ההנדסה. רצוי לציין מהו התוצר הסופי של המחקר עצמו.
- רצוי לבצע בדיקה מקדימה לבחינת ישימות המוצר ודרישתו בשוק המקומי ו/או הגלובלי כולל סימוכין מצד אנשי מקצוע/מגדלים
- בחינת הפוטנציאל העולמי של תוצרי המחקר בסיוע המדען הראשי ו/או על ידי חברות מסחור הידע.
- ביצוע מעקבי על ידי המדען הראשי אחר מחקרי ההמשך על-מנת שניתן יהיה לאמוד את תרומת מחקרי הבסיס ו/או להמליץ על מחקר המשך כאשר הסביבה החקלאית מתאימה לכך.

החסם: אי מציאת חברה מסחרית.הצעות לשיפור:

- מומלץ לבחון הוספת ניקוד לזירוג המחקר בשלב הגשת הצעת המחקר עבור מחקרים להם שיתוף פעולה עם חברה מסחרית ו/או פוטנציאל מסחרי מגובה בסימוכין של אנשי מקצוע.
- בחינת האפשרות לליווי המחקר על-ידי אנשי מקצוע של המשרד.
- מומלץ לייצר מערכת של שיתוף פעולה והתאמת ציפיות בין החוקר לבין חברות מסחור הידע (למשל: "קידום"), במטרה לקדם את ממצאי המחקרים למסחור בצורה מהירה ויעילה.
- להקטנת החששות מצד החברות המסחריות, ניתן לערוך קולות קוראים דוגמת תוכנית "ניצן" או "קנדל" בהן נערך שיתוף פעולה עם חברות מסחריות.

החסם: רגולציה/תקנים.הצעות לשיפור:

- בחינת מידת היישומיות הרגולטורית ועמידה בתקנים בינלאומיים טרם תקצוב המחקר.

החסם: שמרנות מצד המגדלים/ נושאי המחקרים לא נדרשו ולא יצרו עניין אצל החקלאים.**הצעות לשיפור:**

- וועדות ההיגוי והשיפוט צריכות להחליט על מחקרים הנותנים פתרון למגדלים והניתנים ליישום ולאימוץ פשוט על ידי המגדלים ולהמנע ממימון מחקרים שהמגדלים אינם מעוניינים בתוצאותיהם.
- הצגת ממצאי המחקר והתרומה הכלכלית שלו בערוצי תקשורת שונים. קבלת סיוע בהטמעת הממצאים על ידי מועצות הייצור והמו"פים האזוריים על ידי הדרכה בשטח.

החסם: קיום מוצר מתחרה.**הצעות לשיפור:**

- בדיקת מוצרים מתחרים בשוק על-ידי החוקר ויועצים כלכליים, טרם תקצוב המחקר.
- מומלץ להוסיף שאלה בדו"ח הביניים בדבר ההתפחות הטכנולוגית או הידע ומוצרים הקיימים בתחום הנחקר.

החסם: יציאה לפנסיה של החוקר/חוסר דחיפה מצד החוקר.**הצעות לשיפור:**

- שילוב חוקר ראשי משני בתחום המחקר להמשכיות המחקר והפיתוח.
- לשקול שילוב של חוקרים גמלאים במחקרי ההמשך.
- הגדלת המוטיבציה מצד החוקר, למשל: העלאת משקל מחקר יישומי בתמהיל הקריטריונים לקידום ו/או הוספת ניקוד למחקרים ישומים בשלב השיפוט ו/או הוספת ניקוד למחקרים המלווים על ידי חברות מסחור ידע.

החסם: העברת המידע למגדלים/ חוסר דחיפה של מועצות הייצור.**הצעות לשיפור:**

- שיתוף אקטיבי של מועצות הייצור ומדרכי שה"מ בממצאי המחקר.
- מחקרים להם תרומה כלכלית גבוהה יש ראוי שיקבלו עדיפות.
- הגדלת מספר מדריכי השטח.

2.5. מבט לעתיד

משיחות עם ויקטור אלחנתי, מנהל המכון להנדסה חקלאית, ועם אביטל בכר, חוקר במכון להנדסה חקלאית, עלה כי גם למחקרים שלא הצליחו קיים ערך בבניית בסיס ידע. לדבריהם, ב-4 השנים האחרונות חלו מספר שינויים משמעותיים, אשר חלקם עשוי לסייע בהתמודדות עם ההמלצות דלעיל:

- א. שיפור ניכר בהתנהלות חברת "קידום". לדבריהם, ל"קידום" ערך מוסף גדול ויתרון בניהול משא ומתן מול חברות אחרות, ברישום פטנטים וזכויות יוצרים ובשמירה על האינטרסים של החוקרים, אך לדעת ויקטור, המחלקה המשפטית מהווה צוואר בקבוק.
- ב. בשנים האחרונות נקלטו 4 חוקרים חדשים במכון להנדסה חקלאית: ספיר ורניק, גיאורגי שטיינברג, יפתח קלף ויעל זלצר, שהגישו תוכניות חדשות למחקרים מבטיחים.
- ג. כיום, כמחצית מהחוקרים הינם מתחת לגיל 50 ותחומי המחקר הורחבו לנו-טכנולוגיה, ביו סנסורים, חקלאות מדייקת, חישה מרחוק ומקרוב, רובוטיקה, Big Data וקבלת החלטות.
- ד. ויקטור אלחנתי הצביע על מחסור בהסדרה מוסדית בשיתוף מנהל המכון בקביעת וועדות ההיגוי והשיפוט של המדען הראשי, ועל קיצוץ חד של שלישי עד מחצית מתקציב המחקר המקורי המוגש בכ-20% מההצעות. לדבריו, קיצוץ זה פוגע באיכות המחקר. כמו כן, בשל העונתיות במרבית הגידולים, יש צורך במחקרים ארוכי טווח של לפחות 3 שנים בכדי להביא את הממצאים לרמת התכנות/בטחון גבוהה יותר (כפי שלדבריו היה נהוג בעבר). כמו כן, ויקטור ציין כי אין גוף מתחרה למכון להנדסה חקלאית, וכי הבוגרים שצמחו מהמכון משתלבים ומפתחים את תעשיית ההנדסה החקלאית, נמצאים בקשר עם המכון ואף מגיעים לקבלת ייעוץ. לדבריו, חברות אלו ניזונות מממצאי המחקרים של המכון ומהזון האנושי הנמצא בו, ובעקבות ייעוצים אלו, קמו חברות בתחום מערכות המידע הגיאוגרפיות (GIS), חקלאות מדייקת, וחברות נוספות הנותנות שירות לחקלאים ולמו"פ צפון, למשל, ברחפנים ובצילום תרמי.

בשיחה עם אילן הלחמי, חוקר מהמכון להנדסה חקלאית, עולה שבמעבדתו עיקר המימון למחקרים יישומיים בארץ מקורו ממועצות הייצור ומחקרים יישומיים בחו"ל זוכים למימון מצד הקרנות האירופאיות. בתחומו, בשנים הנבדקות (עד 2014) הוא הצליח לקבל מקרן המדען תקציבים רק כאשר המחקר היה יותר בסיסי ופחות יישומי. לדבריו, המכון להנדסה נמצאת בחזית המחקר בתחום ה-PLF (Precision Livestock Farming) אותו הוא חוקר, תחום בעל פוטנציאל עולמי אדיר, בגלל עליית מספר אנשי מעמד הביניים בשווקים המתפתחים (סין, הודו וכו') בעלי כסף פנוי לרכישת מצרים שמקורם מין החיי. מנסיונו, במימון ציבורי יש להתמקד במחקרים, אשר להם אופק תכנון לפוטנציאל יישומי ארוך טווח - בעוד 8-10 שנים ולא במחקרים קצרי מועד להם החברות הפרטיות יספקו מענה, תוך עד 4 שנים. אילן הצביע על 5 שלבים שעשויים לתרום להצלחת מחקר יישומי: א. קול קורא בעל אוריינטציה ישומית-מסחרית; ב. ליווי עסקי על ידי גורם מקצועי זמין, אפשר

במיקור חוץ, ולא פקידותי-אדמינסטרטיבי; ג. שילוב חברה מסחרית מוקדם כבר בשלב תכנון המחקר; ד. זירוז בירוקרטית המסחור על ידי התמקדות בקידום למסחור רק של מחקרים בעלי פוטנציאל כלכלי גבוה; ה. מיזם מתוקצב היטב, רב תחומי ובעל ליווי עסקי כדוגמת קנדל.

כמו כן, מציע אילן לבחון שיטות תמרוץ נוספות לחוקרים למשל: מתן אפשרות לחוקר להשתלב בחברות הזנק/קבלת מניות, תוך הבטחה לחזור למקום עבודתו במידה וחברת ההזנק אינה מצליחה; יציאה להדרכות בנושאי יזמות וכיו"ב.

ברצוני לציין כי קיימת נוכחות פיזית יפה גם של חוקרים הנמצאים בגמלאות, וכי זכיתי לשיתוף פעולה מלא מצוות חוקרי המכון להנדסה חקלאית בפרט וממכון וולקני בכלל.

לאור האמור לעיל, מומלץ לערוך בדיקה מחודשת של מחקרי ההנדסה בעוד מספר שנים, שתכלול את מחקרי הבסיס, מחקרים שנמצאים בשלב זה בתהליך רישום פטנט ו/או במשא-ומתן מול חברות מסחריות (ראה נספח מספר 2, עמוד 211) ומחקרים חדשים שמתנהלים החל מ-2014.

3. ניתוח מחקרי הנדסה חקלאית במימון המדען הראשי

מסמך זה סוקר 99 מחקרים מתחום הנדסה בחקלאות. מחקרים אלו מתפרשים על-פני שלוש-עשרה שנים ומשקפים את האתגרים המרכזיים עמם התמודדו המחקרים: חסכון בכוח-אדם, התמודדות ומניעת מחלות, ייעול תהליכי הגדילה וייעול וחסכון עלויות. במהלך התקופה המסוקרת הושקעו בתחום, כ-41.2 מיליון ש"ח מטעם המדען הראשי, שהם כ-74.3 מל"ש"ח במונחי 2018.

לכל מחקר יפורטו ההנחות העיקריות ששימשו לחישוב התועלת הכלכלית. חלק נכבד מההנחות מסתמכות על הערכות חוקרים, חקלאים, מדריכים, אנשי מקצוע מהתעשייה ובעלי זיקה לענף. ההנחות על-פיהן בוצעה הסקירה הנוכחית כוללות:

- ההנחות ששימשו במציאת הערך הכלכלי מסתמכות על דברי החוקר, מדריכי שה"ם ועל נתונים מאנשי מקצוע מהתעשייה.
- המגדלים איתם שוחחנו נבחרו בהמלצת החוקרים/מדריכי שה"ם, בהתאם לסוג המחקר.
- מסדי הנתונים מסתמכים על נתונים שפורסמו בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, משרד החקלאות ומאגרי מידע מקובלים.
- מידת התרומה לענף והשפעה על איכות הסביבה מסתמכת על הערכת החוקר, מדריך שה"ם ואנשי מקצוע מהתעשייה. בהתאם לנתונים נערך כימות התרומה הכלכלית.

המחקרים שנבדקו מוצגים על פי תחומם, על מנת להראות את הקו המקשר וההתקדמות בענף.

3.1 שיטות ניטור והדברה

בתחום זה, נבדקו 23 מחקרים. מחקרים אלו סווגו לשני נושאים: ניטור והדברה.

3.1.1 שיטות ניטור והדברה – שיטות ניטור

- מחקרים אלו עוסקים בניטור מזיקים ומחלות לצורך הדברתם היעילה. בנושא זה נבחנו **חמישה** מחקרים:
- מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני.
 - ייעול מערך ההדברה האזורי של מזיקים בעמקים הצפוניים
 - מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני לחקר הדינאמיקה היומית והעונתית של הזבוב.
 - פיתוח שיטה ספקטרוסקופית מתקדמת (RITF) לזיהוי ולאבחון פיטו-פאתוגנים.
 - זיהוי אוטומטי של מחלות בתפוחי אדמה על פי תמונות דיגיטליות – מימוש וישום

3.1.1.1 מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני

458-0499-10	קוד מחקר
יפית כהן	חוקר ראשי
88 א' ש	עלות המחקר
שנה	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני.

2. מבוא

זבוב הפירות הים תיכוני הוא אחד המזיקים הקשים ביותר בחקלאות העולמית: הוא תוקף למעלה מ-250 גידולים שונים ובעל כושר ריבוי גדול. בארץ, תוקף זבוב הפירות הים תיכוני כ-50 גידולים שונים, ביניהם הדרים, נשירים וסוב טרופיים. הנזק שגורם הזבוב עלול להגיע עד ל-100% מהיבול, ומאחר וזהו מזיק הסגר, לא ניתן לשווק פרי טרי מישראל ללא הדברה יעילה.

בתחילת שנות ה-60 השירותים להגנת הצומח של משרד החקלאות ופיתוח הכפר, הסמיכו את המכון להדברה ביולוגית בענף ההדרים שבמועצת הצמחים לנהל באופן מרכזי את הדברת הזבוב בהדרים בקנה מידה ארצי. לצורך קבלת החלטה לגבי מועד וכמות הריסוסים הנדרשים, מקבלים רכזי ההדברה נתונים על גודל אוכלוסית הזבוב בחלקות השונות. ניטור אוכלוסיית הזבוב מתבצע על-ידי 5 נטרים אשר סופרים את הזבובים הנמצאים במלכודות בתדירות של 7 עד 10 ימים.

ניטור רציף של נתונים אודות התפתחות אוכלוסית הזבוב והתרעה על מוקדי התפרצות בזמן אמת, יאפשר תגובה מיידית בזמן התפרצות. לתגובה מיידית זו, השפעה מכרעת על יעילות ההדברה. כמו כן, הניטור הרציף יכול לשמש ככלי מחקר שבאמצעותו ניתן יהיה לחקור את הדינמיקה של אוכלוסית הזבוב.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מלכודת המנטרת את התפתחות אוכלוסית זבוב הפירות הים תיכוני באופן אוטומטי. המלכודת מורכבת מפרומון למשיכת הזבוב, חיישן אופטי, חיישני טמפרטורה ולחות ומערכת שידור סלולארית. דיוק הניטור נע בין 95% ל-100%.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר שבוצע היה מחקר היתכנות לפיתוח מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים תיכוני. במהלך המחקר פותחה המערכת ונוסחה בשטח. תוצאות המחקר הראו היתכנות גבוהה ולכן אושר מימון למחקר

המשך. מאחר ובשלב זה המלכודת טרם הושלמה ואינה מסחרית, לא ניתן לאמוד את התועלת הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותח אב טיפוס ראשוני למערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים תיכוני. המערכת שפותחה היוותה בסיס למערכת משופרת שפותחה במחקר המשך (12-0562-458).

3.1.1.2 ייעול מערך ההדברה האזורי של מזיקים בעמקים הצפוניים

458-0534-11	קוד מחקר:
יפית כהן	חוקר ראשי:
570 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

- א. לימוד הדינאמיקה של שני מזיקים רב פונדקאים (הליותיוס, וכנימת עש הטבק³) במרחב ובזמן תוך התייחסות להשפעות של תפרוסת גידולים, קירבה בין גידולים, מועדי ריסוס ותנאים מטאורולוגיים.
- ב. התאמה ומימוש של מודלים לחיזוי הליותיס בתחילת העונה ולחיזוי התנועה של הליותיס במהלך העונה.
- ג. הגדרת קווים מנחים כלליים לתכנון תפרוסת הגידולים ברמה אזורית ולתכנון פעולות ההדברה אזוריות כנגד ההליותיס בעמקים הצפוניים.

2. מבוא

מערך ההדברה בעמקים הצפוניים (המעיינות, חרוד והחולה), בדומה לאיזורים אחרים בארץ, מתבסס על ביקורי פקחים ומדריכים במהלך העונה ושימוש בגישת ההדברה המשולבת תוך קבלת החלטות נקודתית לגבי כל גידול וחלקה. בסיום כל ביקור מעבירים הפקחים והמדריכים מידע לחקלאי לגבי מצב החלקה והמלצות ליישום חומרי הדברה. במערך ההדברה הנוכחי אין תיעוד מסודר של דוחות אלה, מצב המגביל את היכולת להסיק מסקנות הן מיידיות והן לטווח הארוך. גישה זו אינה מיטבית בייחוד כאשר מדובר במזיקים רב פונדקאים, אשר עוברים מחלקה לחלקה ומגידול אחד למשנהו. בנוסף, המגבלות על שימוש בחומרי הדברה הולכות ומחמירות, בעיקר בגידולי הייצוא והתעשייה הכפופות לדרישות הקניינים. לדעת החוקרים, על מנת לקבל החלטות רחבות היקף יש צורך במרכז מידע מרחבי היסטורי ברמת האזור אליו ירוכזו ויעודכנו הנתונים הנאספים על ידי פקחים וחקלאים. על בסיס הידע שיצטבר יש להתוות קווים מנחים למימשק הדברה מיטבי רחב היקף.

³ המחקר הנוכחי מתייחס להליותיס בלבד, היות ולאורך כל שנות המחקר לא קיבלו החוקרים נתוני ניטור ישירים על כנימת עש הטבק ולכן לא יכלו לבצע ניתוח של הדינאמיקה של הכנימה.

3. תוצאות וממצאים

רמת ההליותים העונתית שנמצאה בשדות תירס בעמקים, המעיינות וחרוד נמצאה בקשר חיובי ומובהק עם שטח חלקות העגבניות ועם שטח חלקות הפונדקאים השכנות של ההליותים. הקשר החיובי נמצא עד מרחק של כ- 1,000 מטר. הקשרים החיוביים הללו מעידים על מעבר של הליותים מחלקות של עגבניות לחלקות תירס שבקרבן. בעמק החולה לא התקבלו נתונים מספקים לניתוח רב שנתי. בחינת מודל האוכלוסיות של ההליותים באמצעות השוואה עם נתוני הפיקוח הראתה כי המודל הצליח לבטא את הדינאמיקה של זחלי ההליותים בצורה טובה. חלק מהתוצרים האפשריים של המחקר כמו יצירת מפות סיכון או שימוש במודל אוכלוסיות עדיין אינם יכולים להיכנס לשימוש בגין בעיות טכניות בעיקר אך על סמך מימצאי המחקר, הוגדרו קווים מנחים כלליים, שכבר עכשיו יכולים להיות יעילים כמו תכנון רוטציה של חומרי הדברה ובמידת האפשר תכנון של תפרוסת גידולים.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר בדק את הדינאמיקה של מזיק הליתיוס על-מנת שניתן יהיה ליעל את מערך ההדברה נגדו. אחת ממסקנות המחקר היתה, כי באמצעות שיתוף פעולה אזורי בין החקלאים ניתן לזהות התפרצות מוקדמת של המזיק ולהדבירו באופן יעיל לפני שיתפשט לחלקות נוספות. במהלך המחקר נטרי הליתיוס העבירו מידע אל חברת "אגריטסק", אך שיתוף הפעולה הסתיים.

5. סיכום ומסקנות

יצירת מאגר נתונים שיאפשר זיהוי מוקדם של התפרצות הליתיוס והדברתו, דורש שיתוף פעולה בין חקלאי האיזור ובין חברה מסחרית. כיום פועלות שלוש חברות מסחריות היכולות לספק את השירות: חברת "אגריטסק"⁴, חברת "טרניס"⁵ וחברת "פילדין"⁶. לדברי החוקרת, בעקבות ממצאי המחקר החלו פניות מצד ארגוני מגדלים לחברות מסחריות. המשמעות היא הרחבת השימוש במיפוי אזורי של מזיקים על פני זמן בתהליך קבלת ההחלטות של מגדלים המתמודדים עם מזיקים שונים. לדברי החוקרת, בעקבות המחקר פותח פרטוקול לניטור מזיקים, אשר מיושם אצל הפקחים ברחבי הארץ. הפרטוקול מאפשר סטנדרטיזציה של הנתונים הנאספים, דבר המקל על יכולת הניתוח שלהם. בנוסף, חברת "טרניס" מנסה להכניס למודל גם "אזורי סיכון אזוריים" במטרה לחזות מראש התפרצות של מזיקים ובכך למנוע אותה מבעוד מועד. כמו כן, הידע שנרכש במחקר היווה בסיס למחקרי המשך על זבוב הפירות הים תיכוני (12-0562-458), ועל ה"עלקת" בחמניות ובעגבניות. לדברי החוקרת, טרם ניתן לאמוד את תרומת המחקר היות והוא דורש הסתכלות לטווח ארוך.

⁴ <https://www.agritask.com/index.html?dsfx=m>

⁵ <http://www.taranis.ag>

⁶ <https://fieldintech.com>

3.1.1.3 מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני לחקר הדינאמיקה היומית והעונתית של הזבוב (מחקר המשך ל- 10-0499-458)

458-0562-12	קוד מחקר:
יפית כהן	חוקר ראשי:
480 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

שיפור המערכת לניטור זבוב הפירות הים תיכוני שפותחה במחקר הקודם (10-0499-458) וחקירת הדינאמיקה היומית והעונתית של הלכידות.

2. מבוא

במחקר הקודם (10-0499-458) פותח אב-טיפוס ראשוני למלכודת לניטור זבוב הפירות הים תיכוני. מטרת המחקר הנוכחי היא לשפר את אב-הטיפוס ולבחון באמצעותו את הדינאמיקה היומית והעונתית של זבוב הפירות הים תיכוני. זאת, על-מנת לייעל את מערך ההדברה נגד הזבוב, המהווה מזיק עיקרי בגידולי הדרים ומטעים.

3. תוצאות וממצאים

- א. רכיבי המלכודת שופרו ונבחנו במהלך שלוש עונות. נמצא כי דיוק המערכת בספירת כמות הלכידות של זבוב הפירות הים תיכוני עמד על כ-90%.
- ב. קיימת השפעה של הטמפרטורה ושל השעה ביום על מספר הלכידות. לא נמצאה השפעה של הלחות והקרנה על מספר הלכידות.
- ג. בתקופת השיא יש לבצע ריסוס נוסף כבר לאחר 5 ימים.
- ד. בפרדס האשכוליות בו בוצע הניסוי, ירד מספר הריסוסים משמונה לחמישה. הדבר מצביע כי ניטור יומי עשוי להפחית את מספר הריסוסים.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

אב-הטיפוס שפותח במחקר הקודם שופר, אך המלכודת עדיין יקרה מדי לשיווק מסחרי בשל רגישות החיישנים והאנרגיה הדרושה להפעלתה. קיימים מגעים עם חברה ישראלית לצורך שיפור המלכודת, הוזלת העלויות שלה והפיכתה למסחרית. מאחר ובשלב הנוכחי המערכת אינה מסחרית, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

במהלך המחקר פותחו 15 מלכודות משופרות לניטור זבוב הפירות הים תיכוני. המלכודות הוצבו בשטח ומהנתונים שנאספו נמצא כי ניתן לייעל את מערך ההדברה ולהשיג הדברה יעילה במספר נמוך יותר של ריסוסים, בהנתן כי הריסוסים מבוצעים בזמן (בהפרש של 5 ימים בלבד בעונת השיא). מפגישה עם החוקרת עולה כי מועצת הצמחים מעוניינת לממן את פיתוח המלכודות בשיתוף עם חברת "אגרינט"⁷. המימון בעיקרו מיועד לאגרינט לצרכי פיתוח (320,000 ש"ח) וכוונת רכישה של 2,000 מלכודות בתום הפיתוח (כשנה). היות והמימון אינו מיועד לצוות המחקר, בכוונת החוקרת להגיש בקשת מימון לצרכי התאמת המלכודות גם לניטור זבוב האפרסק וזבוב הזית. משיחה עם טל עמית, מנהל ענף ההדרים במועצת הצמחים, עולה כי בכוונת החוקרת לרשום פטנט על המלכודות ובכוונת חברת "אגרינט" לרשום פטנט על שיטת הספירה.

⁷ [/http://www.agrint.net](http://www.agrint.net)

3.1.1.4 פיתוח שיטה ספקטרוסקופית מתקדמת (RITF) לזיהוי ולאבחון פיטו-פאתוגנים

קוד מחקר	838-0560-10
חוקר ראשי	רפאל לינקר
עלות המחקר	410 א' ש
תקופת המחקר	שנתיים

1. מטרת המחקר

פיתוח שיטה לזיהוי זול, אמין ומהיר של פיטו-פאתוגנים בקרקע.

2. מבוא

זיהוי מדויק ויעיל של פיטו-פאתוגנים הכרחי לפיתוח ממשק יעיל למניעת והדברת מחלות בצמחים. שיטות הזיהוי הנפוצות כיום אורכות זמן רב והזיהוי לעתים הוא ברמת סוג או מין הפאתוגן, אך לא ברמת תת-המין או הגזע. רוב השיטות המתקדמות יותר לזיהוי מדויק של הפאתוגנים אינן ישימות ברמה המסחרית עקב עלותן הגבוהה. היעדר שיטה זולה, מהירה ואמינה לזיהוי פיטו-פאתוגנים, גורם לשימוש יתר בתכשירי הדברה על-ידי החקלאים, להוצאות מיותרות ולזיהום סביבתי. פיתוח שיטה זולה ואמינה לזיהוי פיטו-פאתוגנים בקרקע, תיעל את מערך ההדברה, תחסוך בתכשירי הדברה ותצמצם את הפגיעה בסביבה.

3. תוצאות וממצאים

פותחה טכניקה למדידת ספקטרום של פיטו-פאתוגנים על כרטיסים חד-פעמיים ועל גבישי ATR. באמצעות השימוש בטכניקה בתרביות נקיות זוהו 90% מסוגי הפאתוגנים השונים: 85% מהם ברמת המין וכ-75% ברמת תת-המין.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

הטכניקה שפותחה נוסתה על תרביות נקיות ומצביעה על פוטנציאל השיטה. שיעורי החיזוי של השיטה במיצויי קרקע היו נמוכים ולכן המחקר בשלב זה אינו ישים ולא ניתן לאמוד את התועלת הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

במחקר התקבלו ממצאים המצביעים על הפוטנציאל הטמון בגישה הספקטרוסקופית לזיהוי מדויק של פיטו-פאתוגנים צמחיים בתרביות נקיות, אך שיעורי ההצלחה היו נמוכים יותר במיצויי קרקע. המחקר מהווה בסיס למחקר נוסף שיתמקד בפיתוח טכניקה להכנת המיצויים מהקרקע לשיפור זיהוי הפיטו-פאתוגנים בקרקע.

3.1.1.5 זיהוי אוטומטי של מחלות בתפוחי אדמה על פי תמונות דיגיטליות – מימוש וישום

857-0710-14	קוד מחקר:
גיא שני	חוקר ראשי:
540 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת אוטומטית לזיהוי מחלות בפקעות תפוחי-אדמה.

2. מבוא

בשנת 2008 יבואו לארץ כ-23 אלף טון פקעות זריעה של תפוחי-א, רובן ממדינות צפון-מערב אירופה. הפקעות עוברות תהליך של סינון לזיהוי מחלות על-מנת למנוע אילוח של חלקות תפוחי-א בפקעות נגועות. מאחר ורוב המחלות מתאפיינות בתסמינים ויזואליים על גבי הפקעות, הסינון מבוצע באמצעות עובדים הבודקים את הפקעות ומסננים אותן. באמצעות צילום דיגיטלי של הפקעות ניתן למיין באופן אוטומטי לפי סוג המחלה ולחסוך בכוח-אדם רב.

3. תוצאות וממצאים

א. פותח אלגוריתם לזיהוי מחלות בפקעות תפוחי-אדמה באמצעות תמונה.

ב. פותח אב-טיפוס של מערכת עם מסוע ומצלמה דיגיטלית.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותח אלגוריתם לזיהוי מחלות באמצעות תמונה דיגיטלית ופותח מערכת בעלת מסוע ומצלמה דיגיטלית. אך, שילוב האלגוריתם במערכת שפותחה טרם הסתיים. מאחר ופיתוח המערכת טרם הסתיים, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פיתוח המערכת למיון פקעות תפוחי-א טרם הושלם. לטענת החוקרים, לצורך שילוב האלגוריתם במערכת שפותחה יש צורך בשרת ייעודי שרכישתו לא אושרה ולכן לא ניתן היה להשלים את פיתוח המערכת. לדברי החוקר, פיתוח האלגוריתם הסתיים והאלגוריתם עובד בצורה טובה, אך על מנת שייעשה יישום בשטח יש צורך להשקיע בצד המכני – הרכבת האלגוריתם על גבי המסוע והתאמת האלגוריתם לצד ההנדסי (מהירות המסוע, סוג המסוע וכיו"ב).

3.1.2 שיטות ניטור והדברה – שיטות הדברה

- מחקרים אלו עוסקים בהדברת מזיקים. בנושא זה נבחנו שמונה-עשר מחקרים:
- התנדפות תרסיסים כתלות בגודלם, בהרכבם ובתנאי הסביבה, והשפעתה על מגבלות ריסוס באיזורים חקלאיים צפופי אוכלוסיה.
 - יישום משופר להדברה יעילה של פגעים והפחתת שאריות רעליים בצמחי תבלין.
 - הדברת פגעים וחסכון בידיים עובדות בגידול צמחי תבלין בבתי צמיחה ובשדה הפתוח.
 - טכנולוגיה להדברת פגעים וחסכון בידיים עובדות במשתלות ירקות ופרחים.
 - פיתוח מיכון ליישום תכשירי הדברה בפס הזריעה של פקעות תפוחי-אדמה.
 - יישום תכשירים לא רעילים להדברה יעילה של פגעים.
 - פיתוח הומוגניזר על קו הריסוס להפקת תכשיר אורגני כדאי כלכלית להדברת חרקים בחממת ירקות.
 - פיתוח טכנולוגיה ליישום יעיל של תכשירים באשכולות תמרים.
 - טכנולוגיה חדשה ליישום תכשירים בעצי תמר גבוהים: חיסכון בכ"א, הגברת היעילות והבטיחות.
 - פיתוח מתקן אוטונומי לריסוס ואיבוק מדויק של עצי תמר.
 - יעול העבודה בהאבקת תמרים באמצעות טעינה אלקטרוסטטית.
 - מערכת רובוטית להאבקה וריסוס אוטומטי בצמרות עצים.
 - פיתוח ממשק הדברה של גומא הפקעים באמצעים מכניים (2 מחקרים).
 - פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס בבתי צמיחה לפלפל.
 - פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס בכרמים.
 - דחיקת השימוש במרססי רובים וגב וחסכון בכ"א ע"י שיפור רמת הכיסוי וההדברה במרססים ממוכנים נחותים.
 - טכנולוגיות לייעול הדברת פגעים בעצי פרי נשירים, הקטנת ימי העבודה וצמצום השימוש בתכשירים רעילים.

3.1.2.1 התנדפות תרסיסים כתלות בגודלם, בהרכבם ובתנאי הסביבה, והשפעתה על מגבלות ריסוס באיזורים חקלאיים צפופי אוכלוסיה

459-0318-02	קוד מחקר
אברהם גמליאל	חוקר ראשי
240 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. בחינת השפעתם של חומרים מונעי נידוף להקטנת התנדפות ורחף תמיסת הריסוס.
- ב. בדיקת ההשפעות הביולוגיות של חומרים אלו על פעילותם הביולוגית של קוטלי עשבים.
- ג. שילובם של החומרים מונעי הנידוף באופן מסחרי בריסוסים רחבי היקף (תוספים אלו קיימים בעולם, אך אינם נמכרים בארץ).

2. מבוא

הדברה באמצעות ריסוס משחררת טיפות קטנות של חומר הדברה על הגידולים. טיפות אלו עלולות להתנדף ולקטון ולרחף רחוק מהסביבה אליה יועדו. הדבר גורם נזק הן ליונקים ולעופות מחדירת הטיפות הזעירות (פחות מ-20 מיקרון) למערכת הנשימה שלהם, והן לגידולים סמוכים אליהם לא יועד הריסוס.

3. תוצאות וממצאים

- נבחנה השפעתם של שני תוספים מונעי נידוף: 41A ו-38F על גודל הטיפות, והריחוף שלהן. תכשירים אלו מיוצרים בארה"ב ע"י חברת SanAg. להלן הממצאים העיקריים:
- א. התוספים שנבחנו הקטינו את מספר הטיפות הזעירות ואת הרחף בתנאי שדה, גם בתנאי לחות וחום גבוהים.
 - ב. כאשר הריסוס בוצע בתנאי הדף אויר, תוסף 41A אינו מקטין את רחף תמיסת ריסוס.
 - ג. הוספת תוסף 41A לא גרמה לשוני ביעילות קוטלי עשבים.
 - ד. תוסף 41A אינו יציב לאורך זמן וחיי המדף שלו קצרים. בנוסף, השיווק שלו הופסק במהלך הניסוי וקיים קושי להשיגו.
 - ה. טכנולוגית הריסוס באמצעות שרוול אויר מפחיתה את הרחף גם ללא התוסף. יעילות שיטה זו בהפחתת הרחף דומה ליעילות השימוש בתוסף 41A בהפחתת הרחף.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

נבחנו שני תוספים למניעת נידוף חומרי הדברה, אך שיווקו של התוסף העיקרי שנבחן במחקר הופסק ולא ניתן להשיגו באופן מסחרי. בנוסף, שינויים ברגולציה שבוצעו בשנים האחרונות אינם מאפשרים את יישום המחקר, כך שלא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

נבחנו תוספים למניעת נידוף חומרי הדברה, אך בשל הפסקת השיווק של אחד החומרים ושינויים רגולטורים לא ניתן לשלב חומרים אלו בתכשירי ההדברה הקיימים.

3.1.2.2 יישום משופר להדברה יעילה של פגעים והפחתת שאריות רעליים בצמחי תבלין

459-0357-02	קוד מחקר
מרים אוסטרובייל	חוקר ראשי
270 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח שיטת הדברה להפחתת שאריות חומרי ההדברה בצמחי תבלין.

2. מבוא

למרבית צמחי התבלין קיימות בלוטות שמן אתרי הנמצאות בעלווה. בלוטות אלו מעכבות את דעיכת תכשירי ההדברה, מה שגורם להצטברות של שאריות חומר ההדברה. גידול צמחי תבלין ליצוא מחייב איכות יכול גבוהה: ללא מזיקים ומחלות וללא שאריות של חומרי הדברה. במחקרים קודמים הוכח כי יישום תכשירי הדברה בטיפות קטנות מקטין את שאריות תכשירי ההדברה ברקמות הצמח, וכי יישום מדויק וצפיפות גבוהה של טיפות קטנות מאפשרים הדברה יעילה במינון מופחת של תכשירי הדברה.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה טכנולוגיית ריסוס ליישום תכשירי הדברה בצמחי תבלין בטיפות קטנות ובצפיפות גבוהה. הריסוס בטכנולוגיה זו נמצא יעיל בהדברת מגוון מזיקים ומחלות, גם במינונים מופחתים. דעיכת תכשיר ההדברה היתה מהירה יותר בהשוואה לשיטת הריסוס הרגילה.
- ב. פותח מרסס גב יעודי המכסה את הצמח בצפיפות גבוהה יותר מאשר המרססים המסחריים הרגילים. המרסס נמצא בשימוש אצל מספר חקלאים, אך יש לשפר את הנדסת האנוש שלו לפני פיתוחו המסחרי.

4. תקציר הניתוח כלכלי

לדברי אברהם גמליאל, המחקר יושם בעבר, אך כיום אינו מיושם כלל, עקב מעבר לריסוס באמצעות כלים מתנייעים. מאחר והמחקר אינו מיושם, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

משיחה עם החוקר, אברהם גמליאל עולה, כי לאחר סיום המחקר, יוּשְׁמוּ ממצאי המחקר, אך כיום, אינו מיושם כלל היות והיישום מתבצע באמצעות כלים מתנייעים. כמו כן, המחקר היווה מחקר בסיס למחקר המשך

459-4274-07

3.1.2.3 הדברת פגעים וחיסכון בידיים עובדות בגידול צמחי תבלין בבתי צמיחה ובשדה הפתוח (מחקר המשך ל' 02-0357-459)

459-4274-07	קוד מחקר
מרים אוסטרובל	חוקר ראשי
165 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח אמצעי ממוכן ליישום תכשירי הדברה בגידולי תבלין באופן יעיל וללא שאריות.

2. מבוא

גידול צמחי תבלין ליצוא מחייב הקפדה על ניקיונם של הצמחים ממחלות ומזיקים ומשאריות של חומרי הדברה. מאחר ורמת השאריות המותרת ליצוא בצמחי התבלין היא אפס, יישום תכשירי הדברה על הצמח הוא בעייתי. באמצעות שיפור יישומם של תכשירי ההדברה ניתן לקצר את משך החיים של התכשיר על הצמח. ריסוס באמצעות מערפל קר מאפשר דעיכה מהירה של חומר ההדברה, אך הוא מתאים למבנים גדולים וסגורים ואינו יעיל בבתי רשת ובבתי צמיחה. אמצעי היישום הקיים כיום לריסוס בבתי רשת ובבתי צמיחה מוגבל למרססים נישאי גב אשר מחייבים ימי עבודה רבים. בנוסף, הריסוס בצורה זו אינו יעיל ופוגם באיכות ההדברה ובכמות שאריות הרעלים בתוצרת.

3. תוצאות וממצאים

פותח מרסס המתאים לכיסוי שטח של 6 מטרים משני צדדיו. תוצאות ההדברה במרסס במגוון צמחי תבלין היו טובות.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המרסס שפותח נבחן על מגוון צמחי תבלין ונמצא יעיל, אך לצורך הפיכת המרסס למסחרי יש צורך לבחון את המרסס על גידולים שונים ונגד מזיקים שונים. כיוון שבשלב זה המרסס אינו מסחרי, לא ניתן לאמוד את התועלת הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותח מרסס ייעודי לבתי רשת ובתי צמיחה אשר מדביר בצורה יעילה וחסכונית מגוון צמחי תבלין. יש צורך לבחון את המרסס בגידולים נוספים על-מנת שניתן יהיה להופכו מסחרי. לדברי אברהם גמליאל, המחקר היווה בסיס למחקר המשך (11-4408-459) ליצירת מרסס בעל התך אויר משתנה במשתלות.

3.1.2.4 טכנולוגיה להדברת פגעים וחיסכון בידיים עובדות במשתלות ירקות ופרחים (מחקר המשך ל 07-4274-459)

459-4408-11	קוד מחקר:
אברהם גמליאל	חוקר ראשי:
450 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח טכנולוגיה ליישום תכליתי ויעיל של תכשירי הדברה במשתלות על ידי מרסס מתנייע בהספקים גדולים, אשר יחסוך בכוח אדם. ספציפית,

א. הבנת התנאים הנדרשים לכיסוי מטרות שתילים בגדלים שונים לרבות שתילי אם לייחורים, אשר מוצבים בצפיפות רבה על גבי שולחנות מוגבהים.

ב. פיתוח מערכת ריסוס שמוקנת על גבי פלטפורמה מתנייעת קיימת, ליישום בתוך משתלות צמחים.

ג. הפעלה יעילה של מערכת הריסוס להשגת פעילות מיטבית במניעת התפתחות פגעים ו/או הדברתם במשתלות של ירקות ופרחים.

2. מבוא

שמירה על בריאות השתילים היא מרכיב חשוב ביותר ביצור שתילים. שתילים נגועים במחלות עלולים להפיצם בשדות ולהסב נזקים כבדים למגדלים. יחד עם זאת, השתילים מגודלים בתנאי צפיפות רבה ובתנאי רטיבות ולחות, שמעודדים התפתחות פגעים שונים ובעיקר מחלות נוף. שמירה על בריאות השתילים מבוצעת באמצעות ריסוסים תכופים בתכשירי הדברה. פעולה זו מבוצעת באופן ידני באמצעות רובי ריסוס ו/או מוטות ריסוס. פעולת הריסוס אינה נוחה, שכן המעברים בין שולחנות הגידולים צרים והריסוס מבוצע כאשר זרועות המפעיל מוגבהות מעל השולחנות. כתוצאה מכך, פעולת הריסוס גוזלת זמן וכוח אדם רבים ויעילותה אינה מספקת, היות והכיסוי של הצמחים בתכשירי ההדברה אינו אחיד.

3. תוצאות וממצאים

המחקר הנוכחי מבוסס על מרססים אשר ינועו בשבילים שבין השולחנות ויפזרו את התרסיס על פני השתילים שמוצבים במרחק משתנה מהשביל. להלן עיקרי הממצאים,

א. מוט הריסוס האופקי אינו מרסס באחידות את השתילים ואינו מחדיר את התרסיסים לתוך נוף הצמחים. לכן, כיסוי החלקים התחתונים של השתילים לקוי. שיטה זו אינה מתאימה לסוג הצמחים שנבחנו ולאופי הצבתם הן במגש והן במשתלה.

- ב. הריסוס בשרווול אויר יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים הן בצד העליון של העלים והן בצד התחתון של העלים. הכיסוי בחלק התחתון של השתילים הוא קטן יותר.
- ג. ריסוס במוצא של מפוח צד הוא יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים בעיקר בצד העליון של העלים ובמידה מסוימת בצד התחתון של העלים.
- ד. נבנה והותקן בית מפוח חדש למרסס הפרפר כדי לשפר את ביצועיו. מפוח זה גם כן בחתך אויר משתנה באורך 100 ס"מ. בחלקו העליון רוחב החתך הוא 90 מ"מ ובחלקו התחתון 25 מ"מ מוצא זה נבנה כך שיאפשר גם כיסוי בחלק הקרוב ביותר למרסס. כמו כן, הופעל המרסס במהירות מפוח גדולה יותר.
- ה. נבנה מרסס אב טיפוס להפעלה במשתלות מסחריות.
- ו. מפוח האויר הותקן בגובה אשר מתאים ליישום על מגשי שתילים שמונחים על שולחנות במשתלות.
- ז. נמצא כי המרסס מסוגל לתת כיסוי טוב של תרסיס בשולחנות באורך של ארבעה מטר (אורך שולחן סטנדרטי במשתלות לגידול שתילי ירקות). לעומת זאת, כיסוי יעיל של צמחי אם לייצור יחורים מתקבל רק עד מרחק של 2.5 מטר.

4. הנחות הניתוח הכלכלי

נבנה מרסס מסחרי שנבחן בהצלחה במשתלות מסחריות. זכויות המרסס נמסרו לחברת "מרססי רז" המשווקת את המוצר למשתלות. לדברי שמוליק רז, מנהל המכירות של חברת "מרססי רז"⁸, ניתן להשתמש במרסס בכל גידולי הירקות והפרחים. לדבריו:

- מחיר המרסס: 117,000 ש"ח
- כמות מרססים שנמכרה: 14. 8 בארץ, 6 לחו"ל (דרום אפריקה ואוסטרליה): בשנת 2016 נמכרו 2 מרססים בארץ ו-1 לחו"ל, בשנת 2017 נמכרו 3 מרססים בארץ ו-2 לחו"ל, ובשנת 2018 נמכרו 3 מרססים בארץ ו-3 לחו"ל.
- כל מרסס מכסה שטח של 100 דונם, סה"כ יישום על פני כ- 800 דונם.
- חסכון בכוח אדם בריסוס: כ- 50%.
- חיסכון בחומרי הדברה: 40%.
- עלות יום עבודה בריסוס: 250 ש"ח.
- אורך חיי המרסס: 15 שנה (7,800 ש"ח למרסס בשנה).
- החסכון בכוח האדם לדונם הינו בין 1 ל-8 ימי עבודה בשנה, בהתאם לגידול⁹.
- החסכון בחומרי הדברה נע בין 200 ל-2,000 ש"ח לדונם לשנה, בהתאם לגידול¹⁰.

⁸ /http://www.razsprayers.co.il

⁹ במשתלה מגדלים צמחים שונים, להם דרישות שונות של כ"א והדברה.

5. תקציר הניתוח הכלכלי

המרססים שפותחו במחקר נמכרים בארץ ובחו"ל וחוסכים, לדברי החוקר ולדברי שמוליק רז, כ- 50% מכוח האדם הנדרש לביצוע הריסוס, וכ-40% מסך חומרי ההדברה המיושמים. התרומה הכלכלית של המחקר תלויה בסוג הגידול במשתלה בהתאם לחסכון בכוח-האדם וחומרי ההדברה המיושמים.

התרומה הכלכלית של המחקר לדונם בשנה, בהתאם לחסכון בכוח-האדם ובחומרי ההדברה, ש"ח

2,000	1,500	1,000	500	200	סך החסכון בחומרי ההדברה ש"ח לדונם/ סך החסכון בכוח-אדם לדונם
2,250	1,750	1,250	750	450	1
2,750	2,250	1,750	1,250	950	3
3,250	2,750	2,250	1,750	1,450	5
4,000	3,500	3,000	2,500	2,200	8

לצורך התחשיב נבחרה החלופה הממוצעת המתבטאת בחיסכון של 1,000 ש"ח בשימוש בחומרי ההדברה וחיסכון של 5 עובדים לדונם.

חישוב התרומה המצטברת של המחקר, בניכוי פחת ובתוספת מכירות המרססים לחו"ל:

שנה	סך השטח המיושם	תרומה לאותה שנה, מלש"ח	תרומה במונחי 2018
2016	200	0.551	0.631
2017	500	1.32	1.412
2018	800	2.09	2.09
סה"כ			4.133

6. סיכום ומסקנות

לדברי שמוליק רז, כיום, כל המשתלות משתמשות במרסס לרבות 2 המשתלות הגדולות "חישתיל" ו-"שורשים". בנוסף, המחקר מיושם גם בדרום אפריקה ובאוסטרליה. כמו כן, ממצאי המחקר מיושמים גם לריסוס גידולים שרויים (בעיקר ירקות ותבלינים).

בנוסף לתרומה הכלכלית של המחקר, הנאמדת בכ-2.09 מלש"ח בשנת 2018 ותרומה מצטברת בסך 4.13 מלש"ח במונחי 2018, למחקר תרומה סביבתית בהפחתת חומרי ההדברה המיושמים.

¹⁰ נתוני עלות חומרי ההדברה של צמחים שונים סופקו על-ידי ברכה גל, מנהלת תחום כלכלת הייצור, שה"מ.

3.1.2.5 פיתוח מיכון ליישום תכשירי הדברה בפס הזריעה של פקעות תפוחי-אדמה

459-0398-04	קוד מחקר
אהרון ויסבלום	חוקר ראשי
240 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. פיתוח שיטת חיטוי לשיפור יעילותם של התכשירים לחיטוי פקעות תפוחי-אדמה.
- ב. פיתוח מכשור לפיזור יעיל של תכשירי הדברה בפס הזריעה.

2. מבוא

בשנת 2008 יבואו לארץ כ-23 אלף טון פקעות זריעה של תפוחי-אדמה. רוב היבוא מגיע ממדינות צפון-מערב אירופה. פקעות אלו עוברות תהליך של חיטוי לפני זריעתן, כדי למנוע את אילוח חלקות תפוחי-אדמה במידה והן נושאות עליהן מחוללי מחלה האופייניים לארצות המוצא שלהן. בארץ קיימות שתי שיטות לחיטוי פקעות תפוחי-אדמה:

- א) חיטוי הפקעות לפני הזריעה. מבוצע בשתי גישות: ריסוס, שהתכשירים המאושרים לשימוש בו אינם מכסים את כל מחוללי המחלה בפקעות ולכן נדרשים אמצעים נוספים. ואיבוק, אשר חושפת את העובדים לענן רעיל ופיזורה על הפקעות לקוי.
- ב) חיטוי הפקעות בפס הזריעה. בשיטה זו מיישמים את תכשירי הדברה בתלם הזריעה. חסרון השיטה הוא כיסוי לקוי של הפקעות.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה מערכת המותקנת על מכונת הזריעה המסוגלת לאבק לתוך פס הזריעה. למערכת ליקויים באחידות הפיזור ובהיבטים בטיחותיים של פיזור התכשיר על המכונה ומסביבה, ולכן המשך המחקר כוון ליישום תכשירים בתא יעודי.
- ב. יעילות התכשיר "מנקו די" על בסיס מנצידן גרגירי בפקעות מזן "בליני" הנגועות בכתמי כסף גבוהה מאוד, אך היא נמוכה מאוד בפקעות מזן "רודאו" הנגועות בקולטוריקום.
- ג. השימוש בתכשיר מצריך התאמה של ערכת הריסוס בתא החיטוי המסחרי.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותרת מערכת ראשונית להאבקות פקעות תפוח-אדמה בזמן הזריעה, אך המערכת נדרשת לשיפורים נוספים טרם הפיכתה מסחרית. מאחר והמערכת אינה מסחרית ואינה מיושמת, לא ניתן להעריך את התרומה הכלכלית שלה.

5. סיכום ומסקנות

פותרת מערכת האבקה בפס הזריעה המותקנת על מכונית הזריעה. משיחה עם החוקר עולה כי לא הצליחו לאטום את המערכת מבחינה בטיחותית, במטרה למנוע פגיעה בעובדים ובסביבה, ולכן המערכת אינה מיושמת.

3.1.2.6 יישום תכשירים לא רעילים להדברה יעילה של פגעים

459-4218-05	קוד מחקר
אברהם גמליאל	חוקר ראשי
150 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. הגדרת מדדי ריסוס מיטביים בתכשירי הדברה ידידותיים לסביבה.
- ב. פיתוח טכנולוגיה ליישום חומרי הדברה אלו בחקלאות אינטנסיבית בבתי צמיחה.

2. מבוא

מגוון תכשירי ההדברה בגידולים המיועדים ליצוא מצטמצם בשנים האחרונות, ובמקביל חלה עליה בשימוש בתכשירים ידידותיים לסביבה. אחת המגרעות בריסוס בתכשירים אלו היא שיעילותם של התכשירים נמוכה מזו של תכשירי ההדברה הקונבנציונליים. בנוסף לכך, יעילות הכיסוי של תכשירים אלו נמוכה אף היא בשל חוסר ההתאמה בשיטות ובאמצעי הריסוס, מה שמחייב הדברה תכופה של הגידולים ולכלוך התוצרת בשאריות של חומר ההדברה. יישום משופר של תכשירי ההדברה הידידותיים יאפשר פיזור כמות קטנה יותר של תכשיר על שטח גדול יותר, תוך הפחתת רמת השאריות הנותרות על התוצרת המשווקת והפחתת עלויות וימי עבודה.

3. תוצאות וממצאים

- א. נמצא כי יעילותם של תכשירים ידידותיים לסביבה ובכללם תכשירים ביולוגים תלויה בכיסוי אחיד ובצפיפות רבה על פני הגידול.
- ב. נמצא כי כיסוי הגידולים בטיפות תרסיס קטנות תורם לאחידות הכיסוי.
- ג. נמצא כי המרססים המסחריים הקיימים אינם מספקים כיסוי יעיל לאורך כל קומות וחלקי הצמח ולכן השימוש בהם אינו יעיל עבור התכשירים הידידותיים לסביבה.
- ד. פותח מרסס יעודי לחממות אשר יענה על דרישות הריסוס בתכשירים לא רעילים, אך המרסס זקוק לשיפורים נוספים לפני שיוכל להפוך למסחרי.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המרסס שפותח נמצא עדיין בשלבי שיפור ופיתוח ואינו מסחרי. לדברי החוקר, בעבר יושמה הטכנולוגיה ביקבי גמלא בתהליך ייצור יין נישתי, אשר ייצורו הופסקו.

5. סיכום ומסקנות

המחקר עוסק בפיתוח אמצעים יעילים לריסוס תכשירי הדברה ידידותיים לסביבה. לדברי החוקר, המחקר מהווה מחקר בסיס למחקרי המשך. כמו כן, החוקר טוען כי ניתן ליישום בגידולים, אך דורש התאמות ספציפיות לכל גידול, הדורשים מימון מחקרי ליישום.

3.1.2.7 פיתוח הומוגניזר על קו הריסוס להפקת תכשיר אורגני כדאי כלכלית להזדברת חרקים בחממת ירקות

458-0387-06	קוד מחקר:
שמואל גנמור	חוקר ראשי:
150 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

- א. פיתוח הומוגניזר יעיל להפקת תכשיר הדברה אורגני עבור גידולי חממה.
- ב. בדיקת יעילות הדברת מזיקים בחממה באמצעות שמני מאכל.
- ג. הפחתת עלות ההדברה בגידולים אורגנים והקטנת הסיכון לאובדן יבול.

2. מבוא

החמרת הפיקוח על שימוש בחומרי הדברה בארץ ובאירופה, מחייבת מציאת תכשירי הדברה חדשים וידידותיים לסביבה. תכשירי הדברה ממקור טבעי כמו גופרית, נחושת או תזקיני נפט, מאושרים להדברה אורגנית, אך רעילים לאדם. בנוסף, בשל קצב התפרקותם האיטי, תכשירים אלו עלולים לגרום נזק לסביבה. לעומתם, רעילותם לאדם של תכשירי הדברה המבוססים על שמני מאכל צמחיים נמוכה, וכך גם הנזק שהם גורמים לסביבה. עלות שמני המאכל גבוהה, אך ניתן להפחיתה בעשרות מונים באמצעות רכישתם כחומרי גלם והכנתם לשימוש על ידי המגדל.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותח מכשיר להכנת אמולסיה משמני מאכל לצורך שימוש מידי (עד 40 שעות) כתכשיר הדברה.
- ב. נמצא כי שמן כותנה מזוכך יעיל בהדברת "קמחון" בקישואים ובעגבניות ובהדברת "תריפס" בפלפל. שמן בוטנים נמצא יעיל בהדברת "כנימת עש הטבק" בכותנה, ומעט פחות בהדברת "אקרית העיוותים" בפלפל. יעילות הדברת "כשותית" במלפפון היתה טובה, אך עדיין אין אבחנה ביתרון לסוג שמן מסוים. נמצא טווח רחב יחסית של מזיקים ומחלות הניתנים להדברה יעילה עם כל סוג שמן.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותח הומוגניזר שזכויותיו נמכרו ל"שלף טכנולוגיות", אך נתוני המכירות חסויים ולכן לא חושבה התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותח הומוגניזר שזכויותיו נמכרו ל"שלף טכנולוגיות", החברה מכרה את ההומוגניזר במשך מספר שנים, אך נתוני המכירות חסויים ולכן לא בוצע אומדן כלכלי לתרומת המחקר. תכשיר ההדברה המבוסס על המחקר כנגד האקרית האדומה ומזיקים נוספים אינו משווק. המוצר קיבל הסמכה של השירותים להגנת הצומח במשרד החקלאות.

3.1.2.8 פיתוח טכנולוגיה ליישום יעיל של תכשירים באשכולות תמרים

459-4243-06	קוד מחקר
אברהם גמליאל	חוקר ראשי
201 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. פיתוח טכנולוגיה להדברה יעילה של אשכולות תמרים, והפחתת שאריות רעל בפירות.
- ב. מציאת תכשירי הדברה יעילים והרחבת מגוון התכשירים הניתנים לשימוש.

2. מבוא

ארגון המזון העולמי דיווח בתקופת המחקר, כי היקף גידול התמרים העולמי פחת בכ-30% בשל נזקי מזיקים ומחלות. הדברה יעילה של אשכולות התמרים מצריכה יישום של תכשירי הדברה במשך כל עונת הגידול. בשל גובה הרב של האשכולות יש צורך במכשור יעודי יקר. בנוסף, מגוון תכשירי הדברה מצטמצם בשל המצאות שאריות בפירות, עובדה המחריפה את מצוקת המגדלים בהתמודדות מול המזיקים.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה יחידת ריסוס ייעודית מסוג "תותח" אשר מאפשרת ריסוס באמצעות כלי הגובה הקיימים.
- ב. לא נמצאו שאריות רעלים בפירות שרוססו באמצעות המרסס שפותח.
- ג. התכשירים "רופאסט" ו"קרטה מקס" נמצאו יעילים בהדברת מזיקי הפרי היבש, לעומתם, התכשירים "ראנר" ו"מוליט" נמצאו כלא יעילים.

4. תקציר התחשיב הכלכלי

פותחה יחידת ריסוס ייעודית מסוג "תותח" אשר מקטינה משמעותית את שאריות הרעלים הנותרים על הפירות. בוצע מחקר המשך (10-4384-459) להמשך פיתוח המרסס.

5. סיכום ומסקנות

המחקר פיתח מרסס ייעודי לגידולי תמרים, אשר היווה בסיס למחקר המשך. המרסס שפותח בשני המחקרים הינו מסחרי ומשווק בארץ על-ידי חברת "מרססי רז"¹¹.

¹¹ <http://www.razsprayers.co.il>

3.1.2.9 טכנולוגיה חדשה ליישום תכשירים בעצי תמר גבוהים: היסכון בכ"א, הגברת היעילות והבטיחות (מחקר המשך ל-06-4243-459)

459-4384-10	קוד מחקר
אברהם גמליאל	חוקר ראשי
667.5 א' ש"ו	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

שיפור המרסס שפותח במחקר קודם (06-4243-459) והתאמתו לחומרי הדברה ביולוגים ולאבקות, לצורך הדברה יעילה של מגוון מזיקים במטעי תמרים.

2. מבוא

במחקר הקודם (06-4243-459) פותחה יחידת ריסוס המאפשרת ריסוס יעיל של חומרי הדברה בעצי התמר באמצעות כלי הגובה הקיימים. שיפור המרסס ליישום של חומרי הדברה ביולוגים ואבקות, ייעל את מערך ההדברה במטעי התמרים למגוון רחב יותר של מזיקים ופגעים.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה מערכת המאפשרת למפעיל לכוון את אלומת הריסוס אל אשכול התמרים. המערכת מאפשרת הפעלה מדויקת ויעילה של המרסס על-ידי מפעיל הנמצא על מרכב כלי הגובה.
- ב. נמצא כי הריסוס במרסס שפותח יעיל בהדברת "אקרית קורים", "עש הפירות" ו"עש התמר הגדול". הושגה הדברה חלקית של "חיפושית תסיסה".

4. הנחות הניתוח הכלכלי

- חברת "מרססי רז" משווקת את המרסס באופן מסחרי. חלק מההנחות מבוססות על נתונים משמוליק רז, מנהל המכירות של חברת "מרססי רז"¹² המשווקת את המרססים.
- בארץ כ-54 אלף דונם גידול תמרים¹³. לדברי שמוליק רז, המחקר מיושם על כ-14 אלף דונם בשנת 2018. בשנת 2017 המחקר יושם על שטח של כ-7 אלף דונם ובשנת 2016 המחקר יושם על שטח של כ-3 אלף דונם.

¹² <http://www.razsprayers.co.il>

- לדברי שמוליק רז והחוקר, החסכון בעובדים: כ-50% (כ-1.5 עובדים).
- עלות השכר לעובד ליום עבודה: 270 ש"ח.
- עלות השכר לעובד לריסוס 100 דונם: כ-1,620 ש"ח¹⁴.
- עלות חומרי הדברה לדונם לשנה: 164 ש"ח¹⁵ למג'הול וכ-42 ש"ח לדונם בברה¹⁶.
- לדברי החוקר ולדברי שמוליק רז, החסכון בחומרי הדברה כתוצאה מיישום המחקר: 40%.
- לדברי שמוליק רז והחוקר השימוש במרסס מפחית את שאריות חומרי ההדברה ומגדיל את שיעור הפרי לשיווק (בעיקר לייצוא) בכ-10% לדונם, כ-90 ק"ג לדונם מג'הול¹⁷ וכ-150 ק"ג לדונם ברה¹⁸.
- מחיר ממוצע לק"ג תמרים: כ-14.55 ש"ח לקילו¹⁷ מג'הול וכ-6.5 ש"ח לקילו ברה¹⁸.
- לדברי שמוליק רז, מנהל המכירות של חברת "מרססי רז":
- מחיר מרסס דו-קרני (מתאים למגדלים של מעל ל-600 דונם תמרים): 187,200 ש"ח.
- כמות מרססים דו-קרני שנמכרו השנה: 2.
- מחיר מרסס חד-קרני (מתאים למגדלים של 200-400 דונם תמרים): 93,600 ש"ח.
- כמות מרססים חד-קרני שנמכרו השנה: 2.
- עלות תפעול המרססים: כ-2,000 ש"ח ל-400 דונם.
- אורך חיי המרסס: 15 שנים.

5. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר מיושם על כ-14 אלף דונם (מחציתו על גידול תמר מג'הול ומחציתו על גידול תמר ברה). לפני יישום המחקר עובד אחד היה מרסס כ-8.33 דונם ליום, ואילו כיום כתוצאה משימוש במרסס, עובד אחד מרסס כ-16.66 דונם ביום עבודה. החסכון בשימוש בחומרי ההדברה נאמד בכ-40%. בשל ההפחתה בחומרי ההדברה והשימוש בטכנולוגיה שפותחה, שאריות הריסוס על הפרי אפסיות, דבר המגדיל את שיעור הפרי המתאים לשיווק ב-10%. לדברי שמוליק רז, בשנים האחרונות, נמכרו בין 15 ל-20 מרססים (בשנה החולפת נמכרו 2 מרססים דו-קרניים ו-2 מרססים חד-קרניים).

¹³ מתוך: "סקירת ענף התמרים בישראל" מאי 2017.

https://www.moag.gov.il/yhidotmisrad/research_economy_strategy/publication/2017/Documents/palm_tree_in_Israel_2017.pdf

¹⁴ לדברי שמוליק רז והחוקר, ללא שימוש במרסס נדרשים 6 ימי עבודה ל-100 דונם.

¹⁵ מתוך: "תחשיב תמרים מג'הול בש"ח לדונם". לדברי שמוליק רז, חומר ההדברה העיקרי בו משתמשים כיום הוא "קרטה מקס" במג'הול. שאר חומרי ההדברה כמעט ואינם מיושמים.

https://www.moag.gov.il/shaham/professionalinformation/documents/tachshivim_mataim_2015/tachshiv_tm_arim_majhol_2015.xlsx

¹⁶ מתוך: תחשיב תמרים ברה בש"ח לדונם".

https://www.moag.gov.il/shaham/ProfessionalInformation/Pages/tachshiv_tamar_barhi_2015.aspx

החסכון בכוח האדם נאמד בכ-340,200 ש"ח בשנת 2018¹⁷. החסכון בחומרי ההדברה נאמד בכ-576,800 ש"ח בשנה זו¹⁸. התוספת ביבול המשווק נאמדת בכ-630 טונות מג'הול בשנה וכ-1,050 טונות ברהי בשנה בערך כולל של כ-15,991,500 ש"ח בשנה. סך מכירות המרססים במשך השנים נאמדות ב-2,0592,200¹⁹ ש"ח לשנה. עלות התפעול והתחזוקה השנתית של המרססים כ: 70,000 ש"ח²⁰. הפחת הממוצע השנתי של המרססים הוא: 12,480 ש"ח לשנה למרסס הדו-קרני, ו-6,240 ש"ח לשנה למרסס החד-קרני²¹.

הרכב החסכון לדונם, ש"ח:

מג'הול	ברהי	
16.2	16.2	חסכון בכוח אדם
65.6	16.8	חסכון בחומרי הדברה
1,309.5	975	הגדלת הכנסה מהגדלת היבול
-5	-5	עלות תפעול
-19.1	-19.1	פחת לדונם (עלות המרסס חלקי אורך החיים)
1,367.2	983.9	סך החסכון לדונם

סך התרומה הכלכלית של המחקר בשנת 2018 עמדה על כ-16.45 מיליון ש"ח והמצטברת הינה:

שנה	סך השטח המיושם	תרומה לאותה שנה, מלש"ח	תרומה במונחי 2018
2016	3,000	3.527	4.037
2017	7,000	8.229	8.805
2018	14,000	16.458	16.458
סה"כ			29.3

5. סיכום ומסקנות

לדברי החוקר ושמוליק רז מחברת "מרססי רז", המחקר מיושם על פני כ-14 אלף דונם, ותרומתו הכלכלית מוערכת בכ-16.46 מיליוני ש"ח בשנת 2018. תרומתו המצטברת של המחקר מוערכת בכ-29.3 מיליון ש"ח. בנוסף, המחקר צמצם את מספר תאונות העבודה בענף ויש לו תועלת סביבתיות המתבטאות בהפחתת השימוש בחומרי ההדברה.

¹⁷ 1,620 ש"ח חיסכון לעובד ל-100 דונם x 1.5 עובדים שנחסכו x 140 (מאות דונמים, משטח של 14,000 דונם) x 40% = 164 ש"ח עלות חומר הדברה לדונם במג'הול x 40% חיסכון x 7,000 דונם פלוס 42 ש"ח עלות חומרי הדברה בברהי x 40% חיסכון x 7,000 דונם.

¹⁹ לפי 6 מרססים דו-קרני ו-10 מרססים חד-קרני

²⁰ לפי 2,000 ש"ח ל-400 דונם, כפול 35 (35 כפול 400 נותן שטח של 14,000 דונם)

²¹ לפי מחיר המרסס חלקי אורך החיים.

3.1.2.10 פיתוח מתקן אוטונומי לריסוס ואיבוק מדויק של עצי תמר

857-0527-08	קוד מחקר
אמיר שפירא	חוקר ראשי
360 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס ולאיבוק עצי תמר.

2. מבוא

בשנת 2016 היו בארץ כ-54 אלף דונם מטעי תמרים²². ריסוס עצי התמר מתבצע בשתי שיטות:
 א. ריסוס מגובה הקרקע לכיוון הצמרות. שיטה זו גורמת לפיזור רב של חומרי הדברה במטע ולפגיעה בסביבה.
 ב. ריסוס ידני על-ידי עובדים הנמצאים על מערכת הגבוהה בגובה הצמרות (כ-15 מטרים). שיטה זו עשויה להיות מסוכנת כיוון שמרכז הכובד הגבוה של המערכת עלול לגרום להתהפכות של הכלי והעובדים שעליו.
 פיתוח מערכת לריסוס ולאיבוק עצי התמר באמצעות זרוע עליה מותקנת פיית ריסוס תהיה בטוחה לשימוש, חסכונית בחומרי הדברה וידידותית לסביבה.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מערכת הבנויה מזרוע רובוטית מוגבהת הנגררת על-ידי רכב חקלאי. בקצה הזרוע הרובוטית, מותקנת פיית ריסוס ומצלמה לצורך בקרה ויזואלית. עקב הצורך בהפחתת עלויות פותחה בנוסף מערכת מוקטנת, "קיט", הנעזרת בחיישן אולטראסוני במקום במצלמה. ה"קיט" יכול להתחבר למרססים הקיימים בשטח.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מערכת בטיחותית לריסוס עצי תמר. המערכת מבצעת ריסוס יעיל בזמן קצר אך עלותה גבוהה מאוד. בשל כך פותחה מערכת מוקטנת "קיט" אשר מתחברת למרססים הקיימים השטח. העבודה על ה"קיט" לא

²² מתוך: "סקירת ענף התמרים בישראל" מאי 2017.

https://www.moag.gov.il/yhidotmisrad/research_economy_strategy/publication/2017/Documents/palm_tree_in_Israel_2017.pdf

הושלמה ודרושה אינטגרציה למערכת הריסוס כך שתאפשר שליטה על פיית הריסוס. מאחר ונדרש פיתוח נוסף של המערכת, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר בשלב זה.

5. סיכום ומסקנות

ביצועי המערכת ראשונה שפותחה במחקר היו טובים, אך עלות המערכת יקרה מאוד ולכן הוחל בפיתוח מערכת מוקטנת. פיתוח המערכת המוקטנת טרם הושלם בשל מחסור בציוד הידראולי מתאים. במהלך משא-ומתן עם חברת "מרססי דגניה" התברר כי לחברה דגם מתחרה אשר תפעולו נעשה בגובה הקרקע.

3.1.2.11 יעול העבודה בהאבקת תמרים באמצעות טעינה אלקטרוסטטית

458-0364-05	קוד מחקר
שמואל גנמור	חוקר ראשי
120 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת יעילה וחסכונית לאיבוק תמרים.

2. מבוא

בשנת 2016 היו בארץ כ-54 אלף דונם מטעי תמרים²³. עץ התמר הוא דו-ביתי (כלומר, ישנם עצי זכר ועצי נקבה). בתקופת האביב מתפתחות בעצי הזכר תפרחות אבקניות ובעצי הנקבה מתפתחות תפרחות עלייניות. מאחר והפרי גדל על עצי הנקבה בלבד, רוב העצים במטעים הם עצי נקבה ורק מעט מהם הם עצי זכר הנועדים להאבקה. שיטת ההפריה הנפוצה בקרב מגדלי התמרים צורכת מעט אבקה, אך עתירה בעבודה, ובשל מחסור בכוח אדם נוצר לעיתים פיגור בהאבקה. במקרים אלו, משתמשים באיבוק מהקרקע או ממתוסים, הצורך כמות גדולה של אבקה אך מעט כוח אדם.

3. תוצאות וממצאים

- א. איבוק מהקרקע או ממתוס באמצעות טעינת האבקה במטען אלקטרוסטטי, מאפשרת צמצום משמעותי בכמות האבקה הנדרשת.
- ב. האבקה באמצעות סילון מכוון משיגה תוצאות טובות, בניגוד להאבקה באמצעות סילון לא מכוון שאינה מניבה תוצאות טובות.
- ג. פותחה מערכת לאיבוק מהקרקע עם טעינה אלקטרוסטטית וסילון מכוון.
- ד. האבקה באמצעות המערכת שפותחה מצריכה כחצי מכמות האבקה מאשר בהאבקה בסילון מכוון.
- ה. האבקה באמצעות המערכת שפותחה מצריכה כעשירית מכמות האבקה הנדרשת בהאבקה בסילון לא מכוון.

²³ מתוך: "סקירת ענף התמרים בישראל" מאי 2017.

1. המערכת שפותחה ניידת ומאפשרת האבקה מסחרית. ניתן להאביק באמצעותה תוך נסיעה במהירות של כ-2 קמ"ש, מהירות גבוהה משמעותית מהמהירות המקובלת. המערכת מאפשרת חיסכון של כ-70% בשעות אדם ומכונה.
 2. האבקת יתר גורמת לירידה ביבול הפירות. ניתן להשתמש בה על מנת להפחית את עבודת הדילול.
4. תקציר הניתוח הכלכלי
- פותרת מערכת לאיבוק תמרים עליה נרשמו זכויות יוצרים בחו"ל. המערכת הוצגה לשלוש חברות מסחריות בארץ, אך כיוון שהמערכת אינה מספקת מענה לדילול ולקטיף התמרים, לא קיים ייצור מסחרי שלה. מאחר והמערכת שפותחה אינה בשימוש ואינה מסחרית, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.
5. סיכום ומסקנות
- המערכת שפותחה זולה משמעותית מכלים מקבילים הקיימים בשוק (כחמישית מהמחיר), אך כיוון שהמערכת אינה מספקת פתרון לדילול ולקטיף התמרים היא אינה משווקת. המחקר שימש בסיס למחקר המשך לפיתוח כלי לריסוס תמרים (מחקר 458-0442-08).

3.1.2.12 מערכת רובוטית להאבקה וריסוס אוטומטי בצמרות עצים (מחקר המשך ל 458-0364-05)

קוד מחקר	458-0442-08
חוקר ראשי	שמואל גנמור
עלות המחקר	270 א' ש"ח
תקופת המחקר	2 שנים

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת אוטומטית לריסוס והאבקה עצי תמר.

2. מבוא

בשנת 2016 היו בארץ כ-54 אלף דונם מטעי תמרים²⁴. עצי התמר מתנשאים לגובה רב ועלות מתקני הגובה הנדרשים לצורך ריסוס והאבקה התמרים מגיעה ללמעלה ממיליון ש"ח. בנוסף לעלות הגבוהה של המתקנים, הם אינם תמיד בטיחותיים והספק העבודה איתם נמוך. פיתוח מערכת אוטומטית לריסוס והאבקה עצי תמר תשפר את בטיחות העובדים, תייעל את העבודה ותחסוך עלויות. במחקר הקודם (458-0364-05) פותח כלי להאבקה התמרים. מטרת המחקר הנוכחי היא להסב את הכלי שפותח גם לריסוס התמרים, ולפתח רובוט שיכוון באופן עצמאי את הכלי לצורך האבקה/ריסוס יעילים.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מערכת נגררת לאיבוק ולריסוס בצמרות עצים הניתנת להפעלה על-גבי טרקטור על-ידי הנהג עצמו. המערכת נבחנה במטע מסחרי של עצי תמרים שצמרתם מגיעה ל-15 מטרים והשיגה תוצאות ריסוס והאבקה טובות.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המערכת שפותחה משיגה תוצאות טובות אך נדרשת לשיפורים נוספים לפני הפיכתה למסחרית. מאחר והמחקר אינו מיושם, לא ניתן לאמוד את התועלת הכלכלית שלו.

²⁴ מתוך: "סקירת ענף התמרים בישראל" מאי 2017.

5. סיכום ומסקנות

פותחה מערכת לאיבוק ולריסוס בצמרות עצים גבוהים המחליפה את הצורך במתקני גובה יקרים ומסוכנים. המערכת נגדרת על-גבי טרקטור ומופעלת על-ידי הנהג והיא בטיחותית וחסכונית בכוח-אדם. יש לבצע שיפורים נוספים במערכת כדי שניתן יהיה להופכה למסחרית.

3.1.2.13 פיתוח ממשק הדברה של גומא הפקעים באמצעים מכניים

קוד מחקר	132-1483-09
חוקר ראשי	יוסי הרשנהורן
עלות המחקר	906 א' ש"ח
תקופת המחקר	3 שנים

1. מטרת המחקר

שילוב מספר אמצעים להדברת גומא הפקעים ופיתוח מכונה המסננת את שכבת הקרקע עד לעומק של כ-40 ס"מ.

2. מבוא

גומא הפקעים הינו אחד מהעשבים הרעים הקשים בעולם. הגומא מתחרה עם גידולים חד-שנתיים על מים, מינרלים, אור ומקום פיזי מעל ומתחת לפני הקרקע. בנוסף, מפריש הגומא חומרים הפוגעים בתפתחות הגידולים הנוספים הנמצאים בקרקע.

לגומא הפקעים קצב גידול מהיר והוא מתרבה באמצעות מערכת מסועפת של פקעות תת-קרקעיות היכולות להגיע עד לעומק של כ-35 ס"מ. הדברת הגומא נעשית בעישוב ידני על בסיס שבועי, בקילטור (הפיכת האדמה על-ידי מחרשה) ובשימוש בקוטלי עשבים. השימוש בקוטלי העשבים מעכב את גידול הגומא, אך אינו קוטל אותו לחלוטין והעשב מתאושש וממשיך להתרבות. בנוסף, שאריות קוטלי העשבים נשארות בקרקע ופוגעות במחזור הגידולים.

מציאת פתרונות להדברה יעילה של הגומא תחסוך בכוח אדם ובחומרי הדברה ותקטין את הנזקים הנגרמים לגידולים כתוצאה מהתפתחותו של הגומא ומהדברתו. פקעות הגומא רגישות להתייבשות והעלאתן אל שכבת הקרקע העליונה בקיץ גורמת למותן. פיתוח אמצעים מכאניים לחשיפת הפקעות לשמש יקלו על הדברת הגומא.

3. תוצאות וממצאים

א. פותח מחתר בעל שני מסועים החודר לקרקע ומנער אותה ביעילות כך שפקעות הגומא נופלות על פני הקרקע. בוצעו שבעה ניסויים בשדות גדולים ונמצא כי יעילות ההדברה שהושגה עמדה על 70% עד 100%.

ב. נקבע משך הזמן המיטבי הגורם למותן של פקעות הגומא כתוצאה מחשיפה לשמש.

ג. פותח אמצעי נוסף להדברת הגומא באמצעות כיסוי הפקעות בפלסטיק שחור. הכיסוי מבוצע לאחר חשיפת הפקעות על פני הקרקע ועד למותן. משך זמן זה נקבע אף הוא בניסוי.

ד. אמצעי נוסף הוא ריסוס בקוטל עשבים שאינו שאריתי, דוגמת "ראונדאפ". הריסוס בקוטל העשבים משלים את הטיפול בחשיפת הפקעות לשמש, על-מנת לקבל קטילה מוחלטת של העשב בשדה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

קיימת מכונה לשימוש קבלני בשיטה, והוחל יישום בכיסוי הפלסטיק השחור. לאחר שיחה עם בעז ציון עולה כי המחקר היווה מחקר בסיס למחקר המשך (14-0594-458).

5. סיכום ומסקנות

המכונה והאמצעים שפותחו במחקר נמצאו יעילים מאוד בהדברת גומא הפקעים והחל ניסיון לשימוש נרחב בהם. כמו כן, בוצע מחקר המשך (14-0594-458) לבחינת יעילות השיטה לטווח הארוך.

3.1.2.14 פיתוח ממשק הדברה של גומא הפקעים באמצעים מכניים (מחקר המשך ל 132-1483-09)

458-0594-14	קוד מחקר:
בעז ציון	חוקר ראשי:
300 א' ש	עלות המחקר:
שנתיים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

בחינת הדברת גומא הפקעים באמצעות עיבוד קרקע מכאני במחטר והשפעות של עיבודים עוקבים במשך שנתיים.

2. מבוא

במחקר קודם (132-1483-09) פותח מחטר החודר לקרקע ומנער אותה כך שפקעות גומא הפקעים נופלות על הקרקע. מאחר ופקעות הגומא רגישות להתייבשות, חשיפת הפקעות לשמש גורמת להתייבשותן ולמותן. תוצאות המחקר הקודם הראו כי השימוש במחטר השיג הדברה של לפחות 70% בשדות שבו נוסו, אך המחקר אינו בדק את יעילות ההדברה לטווח הארוך (שנה-שנתיים).

3. תוצאות וממצאים

המחטר הקודם שונה והפעל באמצעות תמסורות מכאניות במקום הידראוליות. תוצאות ההדברה (70% ומעלה) חזרו על עצמן ביחס לתוכנית מחקר קודמת, אך נראה כי למכונה השפעה קצרת טווח שאינה נשמרת לעונה הבאה בגלל יכולת ההתפשטות המהירה של הגומא. לדעת החוקרים, יתכן והשינוי של הגדלת מפתח בין המוטות במסוע הניעור גרם להשפעה שלילית על התוצאות ויש להקטין את הפתח למידתו המקורית.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

לאחר פגישה עם החוקר עולה כי המחקר הצליח, אך אינו מיושם בקרב המגדלים עקב העלויות הגבוהות הכרוכות בישומו (צורך בציוד כבד, השבתת הקרקע וכיו"ב) ולכן לא ניתן לאמוד את תרומתו הכלכלית.

5. סיכום ומסקנות

מסקנת החוקרים לאור הידע והניסיון הנצבר הוא שהדברת הגומא ברמה פחותה מ 100% משאירה פקעיות בקרקע אשר צומחות, מתחדשות ומתפשטות באופן מהיר ביותר. לכן, קשה מאד לאמוד את ההשפעה של טיפולים עוקבים. משיחה עם החוקר עולה כי קיים חסם כלכלי ליישום השיטה היות והיא כרוכה בעלויות

לוגיסטיות יקרות. לדברי החוקר, יישום השיטה מתאים יותר לקבלן חיצוני ולא לחקלאי הבודד. כמו כן, לדעתו נדרשים עוד משאבים במטרה להתגבר על המכשול ההנדסי, הפוגע ביעילות השיטה. להערכת החוקר, יש סיכוי כי בעתיד המחקר ייושם, אך כאמור דורש השקעה נוספת.

3.1.2.15 פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס בבתי צמיחה לפלפל

459-4396-09	קוד מחקר
אביטל בכר	חוקר ראשי
1.35 מ' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס פלפל בבתי צמיחה.

2. מבוא

בישראל כ-29 אלף דונם לגידול פלפל, רובם בבתי צמיחה. ריסוס הפלפל הינו אינטנסיבי ומתבצע בתדירות של אחת לשבוע עד עשרה ימים. בשל מבנה חלקות הפלפל בבתי הצמיחה וצורת הגידול, רוחב המעברים בתוך השורות הינו כ-40 ס"מ בלבד, והשימוש במרססים ממוכנים קיימים אינו אפשרי. לכן מתבצע הריסוס באופן ידני על-ידי פועל אחד או שניים. כל פועל מכסה שטח של כ-50 דונמים במהלך העונה, כלומר, כ-4 ימי עבודה לדונם. פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס הפלפל בבתי הצמיחה יחסוך כוח אדם רב ויקטין את התשומות בענף. ריסוס אחיד של הגידול ובקרת חומר ההדברה המיושם, יגדיל את יעילות הריסוס ויקטין את כמות תכשירי ההדברה המיושמים.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה מערכת לריסוס אוטונומי של פלפל בבתי צמיחה הכוללת: פלטפורמה נושאת, מערכת הנעה ובקרת היגוי, מערכת ניווט, מערכת זיהוי, מערכת ריסוס ומערכת בקרה ראשית.
- ב. פותח אלגוריתם לזיהוי נתיב ההתקדמות ומטרות הריסוס.
- ג. אב הטיפוס נסע בהצלחה באופן אוטונומי במעברים באורך 18 מטרים ללא פגיעה בשורות או בצמחים.
- ד. המערכת מזהה את סוף השורה ויודעת להסתובב בהצלחה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פיתוח המערכת האוטונומית לריסוס פלפל בבתי צמיחה הושלם. מאחר והמחקר אינו מיושם בשלב זה, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

לדברי החוקר, הושלם פיתוח האב טיפוס והוא פועל בהצלחה. כמו-כן, בשיתוף "קידום" ישנם מגעים עם 2 חברות מסחריות לפיתוח מוצר לשימוש המגדלים.

3.1.2.16 פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס בכרמים

857-0613-09	קוד מחקר
אמיר שפירא	חוקר ראשי
483 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס בכרמים.

2. מבוא

בשנת 2010 היו בישראל כ-57 אלף דונם כרמים. ריסוס הכרמים מצריך כוח אדם רב וחושף את החקלאים לחומרי הדברה המסכנים את בריאותם.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מערכת ריסוס אוטונומית הנוסעת בכרם ומרססת אותו באופן עצמאי. למערכת מרסס בעל יכולת ריסוס ממוקדת, ואלגוריתם לזיהוי אשכולות הענבים. השימוש במערכת מפחית את כמות תכשירי ההדברה המיושמים בכ-30%.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מערכת אוטונומית לריסוס בכרמים ונותר לבצע ניסויים בשטח חקלאי לבחינת ביצועי הניווט והריסוס.

5. סיכום ומסקנות

פותח אב טיפוס ראשוני למערכת ריסוס אוטונומי בכרמים. פיתוח המערכת טרם הושלם במלואו ולאחריו יש צורך לבצע ניסויי שטח. נשקלת אפשרות לרישום פטנט.

3.1.2.17 דחיקת השימוש במרססי רובים וגב וחיסכון בכ"א ע"י שיפור רמת הכיסוי וההדברה במרססים ממוכנים נחותים

קוד מחקר	458-0550-10
חוקר ראשי	שמואל גנמור
עלות המחקר	600 א' ש"ח
תקופת המחקר	4 שנים

1. מטרת המחקר

שיפור ביצועי המרססים הממוכנים על-ידי טעינה אלקטרוסטטית.

2. מבוא

חקלאים רבים משתמשים במרססים ידניים הצורכים עבודה רבה וחומר הדברה רב. מלבד לאיכות הכיסוי הנמוכה, הריסוס הידני מסוכן בשל קרבת המפעיל לחומרי ההדברה. יתרון המרססים הממוכנים הוא באיכות ורמת הכיסוי. שיפור ביצועי המרססים הממוכנים באמצעות טעינה אלקטרוסטטית תשפר את איכות ההדברה עוד יותר, תחסוך בתכשירי הדברה ותגדיל את כדאיות המעבר ממרססים ידניים למכאניים.

3. תוצאות וממצאים

נמצא כי טעינה אלקטרוסטטית של התרסיס יעילה בעיקר בריסוס למרחקים קצרים, והביאה לשיפור של מאות אחוזים בצפיפות טיפות התרסיס על הגידול. טעינה אלקטרוסטטית של התרסיס בריסוס למרחקים ארוכים מביאה לשיפור קטן יותר באיכות הריסוס. ניתן להשתמש בטעינה זו גם במרססים בעלי פומיות הידראוליות המקובלות לשימוש על-ידי מרבית החקלאים.

פותח מרסס לחממות לגידול עגבניות ומלפפונים. בניסוי שנערך בחממות, נמצא כי הטעינה האלקטרוסטטית הביאה לשיפור באיכות הרבצת החומר של מאות אחוזים. חל שיפור בהדברה גם עם חומרים בעלי רעילות נמוכה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותח מרסס ממוכן יעודי לחממות לגידול עגבניות ומלפפונים בעל טעינה אלקטרוסטטית. תוצאות ההדברה באמצעות המרסס שפותח היו טובות ואיפשרו להדביר את הגידולים באמצעות חומרי הדברה רעילים פחות. אך, כרגע המרסס אינו בשימוש ואינו מסחרי ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

נרשם פטנט בחו"ל על הטעינה האלקטרוסטטית. לדברי החוקר, מתנהל משא-ומתן עם חברת "מרססי דגניה" וחברת "מרססי רז" לייצור ושיווק המרסס, אך נכון להיום עדיין לא הגיעו להסכמה עם אף-אחת מהחברות, והמרסס אינו מיוצר באופן מסחרי.

3.1.2.18 טכנולוגיות ליעול הדברת פגעים בעצי פרי נשירים, הקטנת ימי העבודה וצמצום השימוש בתכשירים רעילים

459-4449-12	קוד מחקר:
אברהם גמליאל	חוקר ראשי:
690 א' ש	עלות המחקר:
שלוש שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח טכנולוגיה ליישום יעיל וידידותי לסביבה של תכשירי הדברה בעצי פרי נשירים.

2. מבוא

ריסוס בתכשירי הדברה הוא השיטה המקובלת להגנה על גידולים חקלאיים מפני פגעים שונים. יישום תכשירי ההדברה מבוסס על פיזור אחיד של כמות קטנה של חומר פעיל על פני שטח גדול, לצורך החזרת התכשיר לאזור הנגוע. יעילותו של ריסוס שאינו אחיד נמוכה ומצריכה כמות גדולה יותר של חומר הדברה הגורמת לשאריות של רעל בגידולים. עקב המצאות שאריות אלו בגידולים, נאסר השימוש בתכשירי הדברה רבים, בעיקר בגידולים המיועדים לייצוא. שיפור טכנולוגיית הריסוס והתאמת אמצעי ריסוס ייעודים, ייעל את מערך ההדברה וישפר את איכותה כך שגם השימוש בתכשירי הדברה רעילים פחות יתן מענה לפגעים השונים.

3. תוצאות וממצאים

- א. נמצא כי מרסס מסוג "ספידט" אינו מחדיר את התרסיסים למרכז העץ ולכן אינו יעיל.
- ב. פותח מרסס המאפשר כיסוי של עצים בגובה 4 מטרים. המרסס מאפשר כיסוי טוב של העלים והפירות בכל קומות העץ.
- ג. פותח מרסס יעודי בעל פרופיל צר לשימוש במטעי עצים נשירים המאופיינים בנוף גבוה וסבוך שמקשה על התנועה בשבילים ללא פגיעה בענפים. תוצאות הריסוס במרסס זה היו מרשימות ביעילותן.

4. הנחות הניתוח הכלכלי

- לדברי החוקר, המרסס מיועד לכיסוי של 400 דונם.
- המרסס משווק באופן מסחרי על-ידי חברת "מרססי רז"²⁵. לדברי שמוליק רז, מנהל המכירות של החברה:

²⁵ <http://www.razsprayers.co.il>

- מחיר המרסס: 100,000 ש"ח.
 - אורך חיי המרסס: 15 שנים.
 - מכירות: 4 מרססים בשנה, במשך 5 שנים (מכירות המרסס החלו לפני תום המחקר).
 - החסכון בחומרי ההדברה כתוצאה משימוש בחומרי ההדברה: 30-40%.
- הגידולים העיקריים בהם משתמשים במרסס הם: אפרסקים, אגסים, תפוחים, אבוקדו, מנגו, תפוזים, לימונים ואשכוליות. עלות חומרי ההדברה הנדרשים לדונם, לפי גידול:

- אפרסק: 527 ש"ח²⁶
- אגס: 819 ש"ח²⁷
- תפוח עץ: 749 ש"ח²⁸
- אבוקדו: 40 ש"ח²⁹
- מנגו: 360 ש"ח³⁰
- תפוז: 226 ש"ח³¹
- לימון: 305 ש"ח³²
- אשכולית: 211 ש"ח³³

5. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחו שני מרססים לריסוס אחיד ויעיל של תכשירי הדברה. חברת "מרססי רז", משווקת כרגע רק אחד מהם משווק באופן מסחרי. המרסס חוסך 30-40% מסך חומרי ההדברה המיושמים, ובמהלך השנים נמכרו 20 מרססים בארץ ושני מרססים לפנמה. המרסס מיועד לכיסוי שטח של כ-400 דונם, והפחת השנתי שלו לדונם אחד נאמד ב-16.67 ש"ח.

²⁶ https://www.moag.gov.il/shaham/professionalinformation/documents/tachshiv_afarsek_middle.pdf

²⁷ https://www.moag.gov.il/shaham/ProfessionalInformation/Pages/tachshiv_tachshiv_agass_k_2015.aspx

²⁸ https://www.moag.gov.il/shaham/ProfessionalInformation/Pages/tachshiv_tapuach_gala_2015.aspx

²⁹ https://www.moag.gov.il/shaham/ProfessionalInformation/Pages/avocado_pinkerton_january_2018.aspx

³⁰ https://www.moag.gov.il/shaham/ProfessionalInformation/Pages/mango_maya_november_2015.aspx

³¹ https://www.moag.gov.il/shaham/ProfessionalInformation/Pages/tachshiv_shamutti_2015.aspx

³² https://www.moag.gov.il/shaham/ProfessionalInformation/Pages/tachshiv_lemon_2015.aspx

³³ https://www.moag.gov.il/shaham/ProfessionalInformation/Pages/tachshiv_eshcolit_white_2018.aspx

החסכון בחומרי הדברה לדונם, לפי גידול כתלות באחוז החסכון, בניכוי הפחת:

הגידול/ אחוז החסכון	אפרסק	אגס	תפוח עץ	אבוקדו	מנגו	תפוז	לימון	אשכולית	ממוצע
30%	141	229	208	-5	91	51	75	47	105
35%	168	270	245	-3	109	62	90	57	125
40%	194	311	283	-1	127	74	105	68	145

ניתן לראות כי אין כל תרומה כלכלית ברכישת המרסס בגידול האבוקדו, בשל העלויות הנמוכות של חומרי ההדברה. מנגד, למחקר תרומה כלכלית גבוהה במטעי אגסים ותפוחי עץ, בהם עלויות חומרי הריסוס גבוהות.

המחקר הנוכחי מיושם כיום על פני כ- 8,000 דונם מטעים, לכן התרומה הכלכלית הממוצעת של המחקר בשנת 2018 נאמדת בכמיליון ש"ח, לא כולל מכירת המרססים לפנמה.

חישוב התרומה המצטברת של המחקר:

שנה	סך השטח המיושם	תרומה לאותה שנה ³⁴ , מלש"ח	תרומה במונחי 2018
2014	1,600	0.2	0.262
2015	3,200	0.4	0.49
2016	4,800	0.6	0.687
2017	6,400	0.8	0.856
2018	8,000	1.2	1.2
סה"כ			3.495

6. סיכום ומסקנות

פותחו שני מרססים לריסוס אחיד ויעיל של תכשירי הדברה: המרסס הראשון מיועד למטעים בהם אין מגבלת תנועה והוא משווק בשם המסחרי "אוהד", ואילו המרסס השני מיועד למטעים סבוכים שהתנועה בהם מוגבלת ושיווקו המסחרי טרם החל. שני המרססים בעלי תקן ISO-1702 ועומדים בתקנות של המשרד להגנת הסביבה. זכויות המרססים נמסרו לחברת "מרססי רז". לדברי החוקר, האב טיפוס מיושם אצל מגדל לימונים (50 דונם), אשר מגדיל את היעילות וצורך מחצית מכמות חומר ההדברה. לדברי החוקר, לפני מספר חודשים אושר המרסס לקבלת מענקים (סבסוד 40%

³⁴ כולל מכירות המרססים לחו"ל.

מעלות המרסס, שעלותו הכוללת היא כ- 100,000 ש"ח ומתאימה לכיסוי של 400 דונם) ולכן מגדיל את הסיכוי לשיווקו המסחרי. יתרה מכך, המרסס הנפוץ שנמצא עדיין בשימוש הוצא מרשימת המענקים למגדל. התרומה הכלכלית של המחקר, נאמדת בכ- 1.2 מלש"ח ש"ח בשנת 2018. התרומה המצטברת של המחקר נאמדת בכ- 3.5 מלש"ח. בנוסף לתרומה הכלכלית, למחקר תרומה סביבתית בהפחתת חומרי ההזברה המיושמים.

3.2 הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים

מחקרים אלו עוסקים בהנדסת בתי צמיחה ובקרת אקלים. בנושא זה נבחנו **תשעה** מחקרים:

- מבנה רב-תכליתי.
- פיתוח מערכת בקרת אקלים עבור בתי צמיחה.
- מודל סימולציה למיפוי שדה הזרימה ותנאי האקלים בבתי רשת.
- פיתוח מד שטפי חום (משח"מ) ושילובו במערכת בקרת אקלים למבני משק החי.
- חקירת מיקרו אקלים החממה מצוננת - מודל סימולציה ומדידות.
- גידול בזיל חורפי בעמק בית שאן ע"י קליטה, אגירה ושימור של אנרגיה סולארית.
- גידול בזיל חורפי בעמק בית שאן ע"י קליטה, אגירה ושימור של אנרגית השמש.
- מתקן לניקוי יריעות החממה.
- הפחתת עומסי חום ולחות בבתי רשת באמצעות שינויים בתצורת המבנה והכיסוי.

3.2.1 מבנה רב-תכליתי

459-0359-04	קוד מחקר
אברהם ארבל	חוקר ראשי
240 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מבנה המאפשר החלפה פשוטה יחסית של הכיסוי בבתי רשת בהתאם לעונה.

2. מבוא

גידול בבתי רשת בקיץ מקטין את רמת הקרינה ומאפשר אוורור טוב יותר. קיימים מספר מחקרים המצביעים על יתרונות של שימוש ברשתות בצבעים שונים במהלך הגידול ובהתאם לעונה מה שמעלה את הצורך במבנה המאפשר החלפת הכיסוי בקלות יחסית.

3. תוצאות וממצאים

פותח מבנה ובו מנגנון המחבר בין הכיסוי הישן לכיסוי החדש.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותח מבנה בעל קשתות המאפשרות החלפה פשוטה של הכיסוי. המבנה הוצב במטע במושב אלמגור, אך טרם נבדק גידול יכולים בתוך המבנה. מאחר והמבנה אינו מסחרי לא ניתן להצביע על התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותח אב טיפוס למבנה ובו קשתות המאפשרות החלפה פשוטה יחסית של הכיסוי. המבנה שפותח לא נוסה בתנאי שטח, אך נרשם פטנט על הקשתות. לדברי החוקר, כיום ישנו יצרן מקומי המציע פתרון של "חממות סיאמיות" בערבה על פני 1,000 דונם, אך הם אינן קשורות ישירות לפיתוח שהוצע במחקר.

3.2.2 פיתוח מערכת בקרת אקלים עבור בתי צמיחה

459-0333-06	קוד מחקר
אברהם ארבל	חוקר ראשי
150 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת לבקרת תנאי אקלים עבור בתי צמיחה, הכוללת שליטה במערכת החימום והאיוורור.

2. מבוא

התנאים האקלימיים הרצויים בבתי הצמיחה נובעים משיקולים של קצב הגידול, כמות ואיכות היבול ומניעת מחלות. התנאים הרצויים באים לידי ביטוי בקרינה, בטמפרטורה ובלחות. מרבית הגידולים נהנים מקרינה גבוהה, ולכן פתרונות של הצללה אינם רצויים. שמירת שני התנאים הנוספים (טמפרטורה ולחות) מחייבת שליטה בספיקת האויר העוברת דרך החממה וספיקת המים שיש לאדות. מרבית מערכות בקרת האקלים הממושבות הקיימות מתבססות על הפעלת מערכות השליטה בהתאם לספים הנקבעים מראש. ספים אלו נקבעים בעיקר באמצעות הגדרת רמות טמפרטורה ולחות קיצוניות יחסית, ומספר דרגות בתוך. גישה זו גורמת לסטייה ניכרת בתנאי הגידול האופטימליים ואינה מנצלת את הטכנולוגיה לבקרה מתקדמת יותר, כך שיכולות המערכת הקיימת אינן ממוצות.

3. תוצאות וממצאים

א. פותח אלגוריתם לבקרת אקלים לצינון חממות.

ב. פותחה מערכת ערפול לצינון החממות.

ג. פותחה מערכת בקרה ושליטה ידידותית למשתמש המאפשרת קבלת תנאים מיטביים ברמת דיוק גבוהה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

חברת "אמיטק" רשמה זכויות על מערכת הערפול והיא משווקת אותה באופן מסחרי. אך משיחה עם החוקר עולה כי הייצור של המערכת הינו מצומצם ביותר (2-4 יחידות), היות ובארץ גידול חממות בתקופת הקיץ אינו נפוץ ולכן אין דרישה מצד המגדלים למערכות ערפול. לדברי החוקר, מערכת הערפול זולה ויעילה יותר מחלופת ה"מזרן הלח", אך שתי השיטות אינן מיושמות כמעט בארץ. יחד עם זאת, לדברי החוקר נדרש גם מחקר נוסף לבחינת השפעת המערכת על תפוקת היבול.

5. סיכום ומסקנות

המחקר פיתח מערכת ערפול לצינון חממות ומערכת בקרה לתנאי אקלים, אך המערכת מיושמת בצורה מזערית. החוקר הציע לחברת "אמיטק" לפתח מערכת בקרה מתקדמת יותר (לא רק ערפול), אך אין התקדמות בנושא. לדעת החוקר, על מנת להגדיל יכול בארץ באמצעות גידול רציף לאורך כל השנה, יש צורך בהמשך פיתוח והתאמת המערכת הן לצרכי הגידול והן למיקום הגיאוגרפי של החממות, אך הדבר כרוך בעלויות כספיות גבוהות.

3.2.3 מודל סימולציה למיפוי שדה הזרימה ותנאי האקלים בבתי רשת

459-0378-06	קוד מחקר
אלכס שקליאר	חוקר ראשי
270 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. ניתוח ואפיון השפעת תצורת בית הרשת על המיקרו אקלים שבתוכו.
- ב. מציאת מאפייני בית רשת מיטביים תחת תנאי אקלים חיצוניים שונים.

2. מבוא

גידול תחת רשתות מספק הגנה מפני מזיקים ומפני פגעי מזג-האוויר. לבית הרשת השפעה ניכרת על המיקרו אקלים שבתוכו: מידת ההשפעה של הרוח והקרנה תלויה בסוג הרשת ובתצורתו של בית הרשת. למרות זאת, קיים מידע מועט בספרות על השפעות אלו, והתכנון ההנדסי של בתי הרשת אינו אופטימלי.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותח מודל לאפיון זרימת האויר מבעד לרשת.
- ב. פותחה הדמיה לאפיון שדה הזרימה בבית הרשת ובסביבתו, של רשת מסוג 50 מש (חורים לאינטש מרובע), אך תוצאות ההדמיה עדיין לא אומתו.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

מטרת המחקר היא לאפיין את תצורת בית הרשת האופטימלית, כך שבאמצעות שינויים מבניים פשוטים ליישום ניתן יהיה להשיג תצורה יעילה שתביא להגדלת הכמות והאיכות של התוצרת. מאחר והאפיון עוד לא הסתיים ובשלב זה לא ניתן ליישם את ממצאי המחקר, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

תוצאות המחקר מהוות בסיס להרחבת האפיון של תצורת בית רשת אופטימלית בהתאם לתנאי האקלים החיצוניים. על סמך תוצאות המחקר ניתן יהיה לאפיין את שדות הזרימה בבית הרשת ובסביבתו עבור סוגי רשתות נוספים, ולפתח סימולציות לבחינת התוצאות בתנאי שדה ובמבנים נוספים כמו חממות ורפתות.

3.2.4 פיתוח מד שטפי חום (משח"מ) ושילובו במערכת בקרת אקלים למבני משק החי

קוד מחקר	459-4290-08
חוקר ראשי	אברהם ארבל
עלות המחקר	300 א' ש
תקופת המחקר	3 שנים

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת בקרת אקלים למבני משק החי.

2. מבוא

תנאי גידול מיטביים במשק החי הינם המפתח לייצור אופטימלי ולרווחת בעלי החיים. חלק מתנאי הגידול של משק החי באים לידי ביטוי בתנאי האקלים השוררים במבנים ובריכוז הגזים הרעילים בהם. מרבית מבני המשק החי מבוססים על אוורור טבעי לסילוק עודפי חום ולחות ולהקטנת ריכוז הגזים הרעילים. בנוסף, בחודשי הקיץ נהוג להקטין את עומס החום באמצעות מגוון של שיטות צינון המבוקרות על ידי פרמטרים של טמפרטורה ולחות בלבד, וללא התחשבות בפרמטרים נוספים כמו מהירות האויר ושטף החום הישיר הנפלט מבעל החיים. בשל כך, עלולים להתקיים במבנים תנאים שאינם מספקים, או לחילופין, בזבוז מיותר של משאבים.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מערכת חישה למדידת שטפי החום ממעטפת בעלי החיים.

4. ניתוח התקציר הכלכלי

פותחה מערכת חישה למדידת שטפי החום ממעטפת בעלי החיים, אך טרם החל שילובה של מערכת החישה במערכת בקרת האקלים. לדברי החוקר, המערכת לא תיושם היות ולא ניתן להגיע לרמות דיוק גבוהות.

5. סיכום ומסקנות

המערכת שפותחה במחקר מהווה רכיב אחד מכלל המערכת הנדרשת לצורך בקרת אקלים אופטימלית במבני משק החי. החוקר הגיע למסקנה שהמערכת לא תעבוד ולא תהפוך למסחרית היות ולא ניתן להגיע לרמות דיוק גבוהות.

3.2.5 חקירת מיקרו אקלים החממה מצוננת - מודל סימולציה ומדידות

459-4298-08	קוד מחקר
אלכס שקליאר	חוקר ראשי
300 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מודל לחיזוי המיקרו אקלים בחממה מצוננת.

2. מבוא

הספקה סדירה של תוצרת חקלאית איכותית בכל ימות השנה מבטיחה יתרון שיווקי ניכר למגדלים. הספקה סדירה של תוצרת חקלאית מחייבת גידול ו/או שתילה במהלך חודשי הקיץ, תקופה שבה עומס החום גדול וקיים הכרח לצנן את החממה. צינון החממות נעשה על ידי שתי שיטות עיקריות: מזרן לח וערפול. תכנון מערכות בקרת אקלים בחממות ובמבנים חקלאיים מבוססות על יישום עקרונות שימור אנרגיה ומסה לגבי חלל המבנה כולו. מיפוי התנאים האקלימיים המתקבלים הלכה למעשה כרוך בהשקעה רבה. לכן, נהוג להשתמש במשוואות אמפיריות לא מדוייקות במטרה לחזות את התנאים האקלימיים המתקבלים.

3. תוצאות וממצאים

א. פותח מודל לאפיון הזרימה במזרן לח כתלות במשתני הזרימה.

ב. פותח מודל לאפיון שדה הזרימה במרחב החממה.

המודלים אומתו באמצעות ניסויים.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחו שני מודלים לאפיון שדה הזרימה בחממה המצוננת באמצעות מזרן לח. אך, המחקר טרם הסתיימה ויש לשלב את שני המודלים למודל אחד הכולל אפיון מדויק של הזרימה דרך המזרן הלח תוך התייחסות לזרימה בתוך ומחוץ לחממה. מאחר והמחקר אינו ישים בשלב זה, לא ניתן לאמוד את התועלת הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

במחקר פותחו שני מודלים לאפיון שדה הזרימה בחממה המצוננת באמצעות מזרן לח, והוא מהווה בסיס למחקר המשך בנושא "מלכודות חום".

3.2.6 גידול בזיל חורפי בעמק בית שאן ע"י קליטה, אגירה ושימור של אנרגיה סולארית

895-0133-09	קוד מחקר
ציון דקו	חוקר ראשי
280 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

גידול בזיל בתקופת החורף באזור בית שאן באמצעות אנרגיה סולארית.

2. מבוא

הבזיל מהווה כ-25% מסך עשבי התיבול ליצוא. מאחר והבזיל זקוק לחום, קיימים יתרונות כלכליים לעיתוי שיווקו לאירופה בתקופת החורף. ברוב חלקי הארץ, גידול הבזיל בחורף דורש חימום של בתי הצמיחה ברוב חלקי הארץ, גידול הבזיל בחורף דורש חימום של בתי הצמיחה במהלך הלילה. פעולה זו מייקרת את תשומות הגידול ופוגעת בריווחיות המגדל. הוזלת עלויות החימום בבתי הצמיחה עשויה לסייע בשמירה על ריווחיות הבזיל ותאפשר לייצרו בתקופת החורף גם באזורים נוספים בארץ ולהגדיל את היצוא החורפי.

3. תוצאות וממצאים

נבחנו מספר שיטות חימום פסיביות (חיפוי קרקע ביריעה תרמית, אגירת חום באמצעות שרוולי מים, שימוש במנהרת בעלת כיסוי פלסטי כפול לאגירת אנרגיה) ונמצא כי חל שיפור בטמפרטורת המבנה. היבול במבנים בהם נערך הניסוי היה גבוה מהיבול במבנים שאינם מחוממים.

4. סיכום ומסקנות

נמצאו מספר שיטות לחימום פסיבי של המבנים ללא צורך בעלויות חימום גבוהות, ללא שימוש באנרגיה ממקורות מתכלים וללא פליטה של מזהמים לאויר. חלק מהיישומים מבוצעים ונבחנים על-ידי החקלאים. הוגשה תוכנית מחקר המשך (895-0140-12) לצורך ביסוס הממצאים והרחבת יישומן על-מנת להגביר את קליטת החום במבנה. כמו כן, המחקר היווה בסיס למחקרי המשך בגידול מנגו ומילונים בשטח פתוח.

**3.2.7 גידול בזיל חורפי בעמק בית שאן על ידי קליטה, אגירה ושימור של אנרגיית השמש
(מחקר המשך ל-09-0133-895)**

895-0140-12	קוד מחקר:
שחר יצחק	חוקר ראשי:
360 א' ש	עלות המחקר:
שנתיים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח ממשק לגידול בזיל איכותי לייצוא ללא צורך בחימום אקטיבי.

2. מבוא

במחקר קודם (895-0133-09) נמצא כי ניתן לגדל בזיל במהלך החורף באמצעי חימום פסיביים וללא צורך בשימוש באנרגיה מתכלה. מטרת המחקר הנוכחי היא לבחון את השפעת חימום מבנה הגידול של הבזיל באמצעות שיטות החימום שנבדקו במחקר הקודם, ולהשוות את תפוקת ואיכות הבזיל בין השיטות.

3. תוצאות וממצאים

- א. נערכו ניסויים ב-10 מנהרות בעלות חיפוי קרקע ונמצא כי הטמפרטורה הגבוהה ביותר התקבלה בחממה עם מנהרה בעלת כיסוי פלסטיק כפול וקיר מים. הטמפרטורה בחממה זו היתה גבוהה בכ-6 מעלות יותר ביחס לטמפרטורה בחוץ, ובכ-3-4 מעלות מהטמפרטורה במנהרות האחרות.
- ב. נמצא כי התרומה של הכיסוי הכפול ושל קיר המים לאגירת החום במבנה שקולה.

4. הנחות הניתוח הכלכלי

לדברי ציון דקו, מנהל מו"פ חוות עדן ושותף במחקר (החוקר הראשי במחקר הקודם):

- בעמק בית שאן כ-500-600 דונם לגידול בזיל המחוממים בחורף.
- המחקר מיושם על כ-50 דונם.
- עלות החימום האקטיבי לדונם בעונת החורף: 25-32.5 אלף ש"ח.
- עלות החימום הפסיבי לדונם בעונת החורף: אין
- עלות התקנת שרוול המים: 10-15 אלף ש"ח לדונם.
- אורך חיי שרוול המים: 4-5 שנים.

5. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר בחן את יעילות שיטות החימום הפסיביות לצורך גידול בזיל בחורף ללא שימוש באנרגיה מתכלה. תוצאות המחקר מראות כי ניתן לגדל בזיל איכותי ליצוא בעמק בית שאן ללא חימום באמצעות אנרגיה מתכלה, באמצעות שרוולי מים. שרוולי המים משווקים באופן מסחרי על-ידי חברת "גניגר"³⁵. מאחר וכל הגידולים בעמק בית שאן מחוממים בחורף, התרומה הכלכלית של המחקר הינה מהחסכון בהוצאות החימום.

סך החסכון השנתי מיישום המחקר, לפי עלות החימום האקטיבי ועלות שרוולי המים לשנה, מליוני ש"ח

עלות החימום האקטיבי/ עלות ממוצעת להתקנת שרוול מים לשנה ³⁶	25,000	27,500	30,000	32,500
2,000	1.15	1.28	1.40	1.53
2,778	1.11	1.24	1.36	1.49
3,750	1.06	1.19	1.31	1.44

פוטנציאל החסכון מיישום המחקר, בעלות חימום אקטיבית ממוצעת של 27.5 אלף ש"ח בשנה לדונם, לפי אחוזי יישום (מ-550 דונם) והעלות הממוצעת להתקנת שרוול מים בשנה

עלות שנתית ממוצעת להתקנת שרוול מים לדונם/ אחוז יישום	2,000	2,778	3,750
20%	2.8	2.7	2.6
40%	5.6	5.4	5.2
60%	8.4	8.2	7.8
80%	11.2	10.9	10.5
100%	14.0	13.6	13.1

המחקר יושם בשנת 2014 והוביל לחיסכון של 1.24 מיליון ש"ח בשנת היישום.

6. סיכום ומסקנות

נמצא כי חימום חממת הבזיל באמצעות כיסוי פלסטיק כפול וקיר מים הינו היעיל ביותר. חימום חממת הבזיל באמצעים אלו מניב יכול איכותי ללא צורך בחימום נוסף של החממה, והוסך כ-27.5 אלף ש"ח לדונם בשנה. התרומה הכלכלית מיישום המחקר נאמדת בכ-1.24 מיליון ש"ח בשנה בשנים בהן מיושם (המחקר מיושם

³⁵ [/http://www.ginegar.com/he](http://www.ginegar.com/he)

³⁶ פחת של 4-5 שנים לטווחי עלות הקמה של 10-15 אלף ש"ח בשנה

רק בשנים בהן יש קרה), היות ובשנים האחרונות לא הייתה קרה התרומה המצטברת של המחקר במונחי 2018 היא 1.6 מלש"ח בנוסף, למחקר תועלות סביבתיות כתוצאה מחסכון בשימוש במקורות אנרגיה שאינם מתכלים ובהפחתת פליטת גזים רעילים לאטמוספירה. ניתן ליישם את תוצאות המחקר גם בגידולים נוספים הדורשים חימום, כמו המנטה, אך טרם נבחנה ההשפעה של המחקר על איכות ועל תפוקת הייבול. בנוסף, לדברי מר יורם שטיגליץ, האגרונום הראשי של חברת "גניגר", המייצרת את שרוולי המים, עולה כי בעבר נעשו ניסיונות ליישם את השיטה בסין, דרא"פ, נמיביה וארה"ב, אך היישום דורש מיקרו-אקלים מאד ספציפי ולכן לא הפך למסחרי במדינות אלו. כמו כן, הפיתוח אינו מתאים לגידולים עם נוף מפותח היות והנוף יוצר הצללה על שרוולי המים.

3.2.8 מתקן לניקוי יריעות החממה

459-4349-10	קוד מחקר
מרדכי ברק	חוקר ראשי
200 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מתקן לניקוי יריעות גמישות בחממות.

2. מבוא

קרינת השמש היא אחד הגורמים החשובים המשפיעים על התפתחות הצמחים ועל איכות וכמות היבול. בשל הצטברות לכלוך ואבק על כיסוי החממה, קטן שטף הקרינה החודר לחממה ונוצרת פגיעה בכמות היבול. מחקרים הראו כי שטיפת גג החממה כל 10 ימים מגדילה את היבול בחממה בכ-1.8 ק"ג למ"ר בעונה. אך, בעוד שלחממות בעלות כיסוי קשיח, כמו זכוכית, קיימות מערכות לשטיפת הגג, ניקוי החממות בעלות הכיסויים הגמישים מבוצע באופן ידני ודורש שני עובדים לפחות. בשל המחסור בידיים עובדות, המגדלים נמנעים מלנקות את כיסוי החממות למרות חשיבות הניקוי לכמות היבול. פיתוח מתקן לניקוי יעיל של כיסוי החממה החוסך בכוח אדם ובשעות עבודה, יהווה פתרון לבעיה זו.

3. תוצאות וממצאים

פותח אב טיפוס ראשוני של מערכת לניקוי יריעות גמישות. המערכת כוללת גשר נייד, קרונית הסעה וראש ניקוי. המערכת נוסתה בתנאים מעשיים ורמת הניקיון שהתקבלה היתה טובה וללא פגיעה ביריעה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מערכת לניקוי יריעות גמישות. מרבית הרכיבים במערכת זקוקים לשיפורים מהותיים כגון: תכנון הגשר מחדש תוך שימוש בחומרים קלים, שיפור קרונית ההסעה בשל בלאי מוגבר של הגלגלים והוספת מד לחץ ומד עומס לבקרת מתקן הניקוי. מאחר ופיתוח המערכת טרם הושלם והמערכת אינה מסחרית, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותחה מערכת ראשונית לניקוי יריעות גמישות. מרבית רכיבי המערכת טעוני שיפור והמערכת אינה ישימה בשלב זה באופן מסחרי. המחקר מהווה בסיס למחקר המשך.

3.2.9 הפחתת עומסי חום ולחות בבתי רשת באמצעות שינויים בתצורת המבנה והכיסוי

459-4469-13	קוד מחקר:
מאיר טייטל	חוקר ראשי:
450 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

בחינת השפעה של גובה המבנה ותצורת פריסת הרשת בגג על המיקרו-אקלים ועל הגידול החקלאי בבתי רשת. והמלצה על תצורת בית רשת מיטבית.

2. מבוא

כ 90% מגידול הפלפל וכ 40% מגידול העגבניות נעשה בארץ בבתי רשת. אך, הידע בכל הקשור להשפעת גובה המבנה ותצורת הגג על המיקרו אקלים והגידולים החקלאיים עדיין מועט. נושאים אלו טרם נחקרו באופן יסודי בארץ ובעולם. בשנים האחרונות, אנו עדים לתקופות בקיץ בהן הטמפרטורה והלחות עולים לערכים גבוהים מאוד לאורך מספר שבועות וכתוצאה מכך נגרמים נזקים כבדים לתוצרת החקלאית. לדעת החוקרים, יש להשקיע בשיפור המבנים בכדי שיאפשרו לעבור ביתר קלות ובעלות סבירה את התקופות הקשות בקיץ.

3. תוצאות וממצאים

בבתי רשת גדולים המכוסים ברשת נגד חרקים, לשינוי בגובה המבנה ובצורת הגג השפעה זניחה על השינוי במיקרו אקלים בתוך הנוף הצמחי ועל התפתחות הצמחים, היבול ואיכותו.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

מטרת המחקר היתה לבחון את השפעת גובה מבנה בית הרשת וצורתו על כמות היבול ואיכותו. תוצאות המחקר מראות כי ההשפעה זניחה, ולכן אין ישום למחקר ולא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

בעולם בוצע מחקר אחד בצרפת שבחן את סוגיית השפעת מבנה בית הרשת על מיקרו-האקלים. המחקר הנוכחי מוסיף ידע בתחום זה ועשוי לשמש כבסיס למחקרי המשך.

3.3 מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים

בתחום זה נבדקו 12 מחקרים, שסווגו לשני נושאים: חקלאות מים ועופות ובקר.

3.3.1 מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים – חקלאות מים

מחקרים אלו עוסקים במערכות ובשיטות לגידול דגים. בנושא זה נבחנו **שישה** מחקרים:

- בירור מיון ואסיף סלקטיבי של דגי מאכל חיים באמצעות ראייה ממוחשבת.
- פיתוח מערכת פשוטה לספירת דגיגים בחווה לדגי נוי.
- פיתוח מערכת לספירה ושקילת דגי נוי.
- פיתוח טכנולוגיה חדשה לגידול דגים בכלובים וירטואליים (ללא כלובים).
- חסכון בידיים עובדות תוך הגדלת תפוקות דגיגים במערכות רבייה של דגי נוי משריצי חיים.
- ביסוס והרחבת טכנולוגיה לחיסכון בידיים עובדות והגדלת תפוקות דגיגים במשקי דגי נוי באמצעות משיכה לאור.

3.3.1.1 בירור מיון ואסיף סלקטיבי של דגי מאכל חיים באמצעות ראייה ממוחשבת

458-0287-02	קוד מחקר
בעז ציון	חוקר ראשי
240 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת מבוססת ראייה ממוחשבת שתאפשר אסיף סלקטיבי של דגים בתוך המים.

2. מבוא

גידול משולב של מספר מיני דגים כגון קרפיון, אמנון ובורי, מחייב דילול סלקטיבי תקופתי של אוכלוסיית הדגים, תוך מיונם על-פי מינם וגודלם. פיתוח מערכת מבוססת ראייה ממוחשבת שתאפשר אסיף סלקטיבי של הדגים בתוך המים תחסוך עלויות בכוח-האדם ותייעל את האסיף.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה שיטת תאורה וצילום המתאימה לצילום דגים במים עכורים.
- ב. פותח אלגוריתם לבידול תמונת הדגים מהרקע, ואלגוריתם המאפיין את הדג על צורת קו ההיקף שלו ועל פי המרחקים בין נקודות אופייניות של הקונטור.
- ג. סיווג תמונות הדגים מתוך התגיות השונות הצליח ביותר מ-90%.
- ד. נמצא כי רק דגי הבורי והקרפיונים עברו דרך מתקן הצילום, והמערכת זיהתה את הקרפיונים והבורים בדיוק של 72% ו-85% בהתאמה.
- ה. באמצעות אימון ניתן לנייד להקות מעורבות של דגי קרפיון ואמנון אל ובתוך תעלה צרה המדמה מתקן מיון, ולהפנותם בהצלחה של כ-80% לאחד משני כיוונים אפשריים.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מערכת לספירת דגים, אך כיוון שרק חלק מסוגי הדגים עוברים דרך המערכת, יש צורך בפיתוח מנגנון "קריאה לדגים" אשר ימשוך אותם מרחבי בריכה ויפתה אותם לעבור דרך מעבר מבוקר אשר לצידו תוצב מערכת הזיהוי. בנוסף, יש לפתח מנגנון להפרדת הדגים לקבוצות, על פי החלטות המיון של המשתמש. מאחר ופיתוח המערכת טרם הושלם, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותרה מערכת ראשונית לספירת דגים, אך למערכת חסרים רכיבים חיוניים בטרם ניתן יהיה לבחנה בבריכת דגים מסחרית. כמו כן, בשל ההשקעה הכלכלית הנדרשת להתקנת המערכת בבריכה, יש לכמת את החסכון בכוח האדם ולבחון את הכדאיות הכלכלית של המערכת. לדברי החוקר, המחקר היווה בסיס למחקרי התנהגות דגים ופיתוח אלגוריתמים לזיהוי ומיון דגים, אך הוא אינו מיושם.

3.3.1.2 פיתוח מערכת פשוטה לספירת דגיגים בחווה לדגי נוי

458-0366-05	קוד מחקר
בעז ציון	חוקר ראשי
70 א' ש	עלות המחקר
שנה אחת	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת לספירת דגיגים בני יומם.

2. מבוא

מרבית דגי הנוי הטרופים בשוק העולמי מיוצרים במזרח הרחוק בארצות בהן עלויות השכר נמוכות יחסית. בישראל, שיווק דגי הנוי לאירופה מותנה באיכות הדגים המושפעת מתהליכי גידול קפדניים, ביניהם צפיפות הדגים במיכל והזנה מדויקת. צפיפות הדגים במיכל נשלטת באמצעות ספירת הדגיגים במיכלים, והזנת הדגיגים דורשת ניטור מתמיד של משקלם. ברוב המשקים ספירת הדגיגים ושקילתם מבוצעות באופן ידני, וטעויות הספירה מוערכות בכ-20%. פיתוח מערכת ניידת קטנה לספירת הדגיגים אשר רק הושרצו, תחסוך בעלויות כוח אדם ותייעל את הספירה.

3. תוצאות וממצאים

במהלך המחקר פותחה מערכת לספירת דגיגים ותוכנה הטוענת את התמונות ומעבדת אותן לשם ספירת הדגיגים המצולמים. המערכת נוסתה בניסויי שדה במשקי דגי נוי בערבה בספירת דגיגי גופי מקוים גנטים רבים. טעויות הספירה נעו בין 2.5% ל-3.3% בשלושה ניסויים שונים. שגיאות הספירה של אותן קבוצות דגיגים שנעשו באמצעות כוח אדם, היו גדולות יותר מאלה של הספירה הממוחשבת. זמן העבודה עם המכשיר למנת דגים (ללא קשר לגודלה) הוא כדקה.

4. סיכום ומסקנות

פותחה מערכת חוסכת עלויות כוח אדם ומגדילה את הדיוק בספירת הדגיגים ובכך תורמת להקטנת עלויות המשק (דיוק בכמויות המזון והתרופות ושיפור התכנון), אך המערכת נדרשת לשיפורים נוספים טרם הפיכתה למסחרית. המחקר היווה בסיס למחקר המשך (458-0416-07).

3.3.1.3 פיתוח מערכת לספירה ושקילת דגי נוי (מחקר המשך ל-05-0366-458)

458-0416-07	קוד מחקר
בעז ציון	חוקר ראשי
300 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת לספירת דגיגי נוי ולהערכת משקלם.

2. מבוא

במחקר קודם (458-0366-05) פותחה מערכת אשר סופרת דגיגים בני יומם באמצעות מצלמה דיגיטלית, מחקר זה הינו מחקר המשך שמטרתו לערוך פיתוחים נוספים של המערכת על-מנת להופכה למסחרית. המערכת שפותחה במחקר זה מאפשרת את הערכת משקלם של הדגים וספירה של דגים בשלב האימון (דגים בני 10 עד 14 יום) וחוסכת כוח אדם רב.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה מערכת פשוטה ומדויקת לספירת דגיגי נוי בשלב האימון מסוג: גופים, פלאטים, מולים, ניאונים, סקאלרים, גורמים וסייפנים. המערכת מותאמת לסביבת Windows, חוסכת בעבודת ידיים ומאפשרת ניהול נתוני ייצור באופן פשוט ומדויק. למערכת ממשק משתמש נוח המאפשר הצגת נתונים היסטורים באופן גרפי, בדיקת דיוק המערכת ואיתור תקלות.
- ב. פותחו אמצעים להתאמת המערכת למצלמות חדשות וזולות יותר.
- ג. פותחו מודלים להערכת משקל של דגי גופי, פלאט ומולי בדיוק של כ-98.6%.
- ד. נוצר קשר עם חברה ישראלית לצורך פיתוח מסחרי של המערכת.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

ישום המחקר מפחית את עומס עבודת ידיים, מדייק בספירת הדגיגים ומתעד אותם, ובכך משפר את תהליכי הייצור. בעבר, רכשו שמונה חוות דגים את המערכת לספירת דגיגי נוי (כ- 20,000 ש"ח למערכת), אך רובן נסגרו לאחר משבר שפקד את הענף ונותרה רק חוות דגים אחת בהן משתמשים במערכת בעבודה השוטפת. לדברי החוקר, בשל שינוי שיטות העבודה בענף החיסכון בכוח אדם זניח, ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותחה מערכת לספירת דגיגים, אך בשל המשבר בענף ושינוי שיטות העבודה, החסכון בכוח האדם כתוצאה מהשימוש במערכת שפותחה – זניח. לדברי החוקר, בעבר היה שיתוף פעולה עם קיבוץ סמר שלא הבשיל להפצה מסחרית של המערכת. בנוסף, הידע שנצבר מהווה בסיס למחקר נוסף לספירת דגים בוגרים בשלב האריזה והשיווק.

3.3.1.4 פיתוח טכנולוגיה חדשה לגידול דגים בכלובים וירטואליים (ללא כלובים)

458-0363-08	קוד מחקר:
בעז ציון	חוקר ראשי:
300 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח שיטה לגידול דגים באמצעות שימוש בחוואות מים מתוחכמת שתאפשר שיעור לכידה גבוה של הדגים.

2. מבוא

גידול דגים בכלובים מהווה אחת משיטות הגידול הנפוצות ביותר בעולם. השיטה מחייבת השקעה כספית גדולה בכלובים, ברפסודות שירות, בכוח אדם לשם העברת המזון ובקרה מתמידה של תקינות הכלובים. שיטה נוספת לגידול דגים מכונה "חוואות מים". בשיטה זו מרבים ומגדלים את הדגיגים במדגרות ובבתי-אימון, ומשחררים אותם גופי מים מתוקים. הדגים ניזונים וגדלים על בסיס מזון טבעי ולאחר מכן נתפסים בשיטות הדיג הנהוגות. בשיטה זו, הדגים גדלים בסביבה הטבעית שלהם, ללא כלובים יקרים, עם הזנה חסכונית יותר המבוססת בעיקר על המזון המצוי באופן טבעי במרחב ועם חסכון בכוח אדם. יחד עם זאת, שיעור הלכידה של הדגיגים נמוך יחסית, ובמקרה של דגי ים אינו עולה על 20% (למעט דגי הסלמון שחוזרים באופן טבעי למקום היוולדם כדי להתרבות ושיעור התפיסה שלהם עומד על כ-90%). פיתוח שיטה שתאפשר שיעור לכידה גדול של הדגים יגדיל את התפוקה ללא הגדלה בתשומות.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה שיטה לגידול דגים באמצעות שימוש בחוואות מים מתוחכמת. השיטה מבוססת על אימון הדגיגים להתכנס אל מקור אותות אקוסטיים באמצעות קישור האותות להזנתם. הדגיגים המאומנים משוחררים לבית הגידול הטבעי שלהם, ובמשך כל תקופת גדילתם נשמר קשר רציף עם הדגים החופשיים על-ידי שימוש תקופתי באותות אליהם הורגלו. בהגיעם לגודל שיווק מקבצים את הדגים בתחנת האכלה באמצעות מתן האותות המוכרים, ואוספים אותם באמצעות רשת.
- ב. נמצא כי גם האוכלוסיה המקומית שבמאגר המים למדה לקשר בין האותות למזון, ודגים מקומיים רבים מתקבצים אף הם במתקן ונאספים אל הרשת.
- ג. דגים מאומנים גדולים (אמנונים וקרפיונים) השתלבו יפה באוכלוסית המאגר, אך דגי האמנון הגליליים הקטנים לא שרדו במאגר.

ד. פותחה מכונת דיג אוטומטי המאמנת ולוכדת דגים על-פי תכנות מראש. המכונה נוסתה בהצלחה במאגר מים מתוקים.

4. ניתוח התקציר הכלכלי

מאחר ותגובתם של דגים ממינים שונים תלויה בעמידות המין ובאינטראקציה שלו עם מינים אחרים, יש לבחון את יישום המחקר במיני דגים בעלי ערך כלכלי העמידים בפני טריפה, בעלי יכולת תחרותית בהתמודדות עם מיני דגים שונים הנמצאים בסביבה ושאינם נוטים לנדוד לטווח גדול. כמו כן, יש לבחון את השיטה בים הפתוח. אך כיוון שהמכונה שפותחה במחקר התרסקה יש צורך לבנותה מחדש טרם שניתן יהיה להמשיך במחקר. מאחר והמחקר אינו מיושם באופן מסחרי, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

פותחה שיטה לגידול דגים באמצעות שימוש בחוואות מים מתוחכמת. שיטת זו אינה מזהמת את הסביבה, חסכונית במשאבים ובכוח אדם, ועשויה להפוך אזורי ים נרחבים לשדות מרעה לדגים. המחקר הנוכחי מהווה בסיס למחקרי המשך לצורך יישום מסחרי של השיטה. לדברי החוקר, המכונה התרסקה לפני כשנתיים. כמו כן, הוגשה בקשה למימון לאיחוד האירופאי, אך לא התקבל תקציב.

3.3.1.5 חיסכון בידיים עובדות תוך הגדלת תפוקת דגיגים במערכות רבייה של דגי נוי משריצי חיים

קוד מחקר	356-0598-10
חוקר ראשי	אסף ברקי
עלות המחקר	200 א' ש"ח
תקופת המחקר	שנתיים

1. מטרת המחקר

פיתוח שיטה להגדלת תפוקת דגי הגופי על-ידי צמצום הקניבליזם.

2. מבוא

הדג המרכזי בגידול דגי נוי טרופיים בישראל הינו הגופי. נקבות הגופים מתאפיינות במספר נמוך של צאצאים, דבר המחייב מערך רבייה גדול לסיפוק צרכי המשק. מערכת רבייה טיפוסית מהווה כשליש ממערך הגידול הכולל של הדגים, ובמרבית המשקים מחזיקים עשרות עד מאות מיכלי רבייה. מצוקת המים, המחסור בכוח אדם ומגבלת שטח, מחייבים התייעלות בייצור במשקי דגי הנוי וניצולת מיטבית של מערכת הרבייה.

אחת הבעיות העיקריות בייצור דגי גופים הוא אובדן ניכר בתפוקת הדגיגים בשל קניבליזם מצד הדגים הבוגרים. קניבליזם נפוץ מאוד אצל דגים, ובגופים עיקר הקניבליזם מתרחש בעיקר בשעות היום וביום הראשון להשרצתם.

כדי לצמצם את תופעת הקניבליזם משתמשים מגדלי הגופים בארץ ברשתות המאפשרות מעבר לדגיגים קטנים בלבד. למרות הרשתות, פחות ממצחית הדגיגים נאספים אל מיכלי הגידול והשאר נטרפים על-ידי הדגים הבוגרים.

צמצום תופעת הקניבליזם על-ידי שימוש באמצעים טכנולוגיים והתנהגותיים להפחתת הזמן בו הדגיגים חשופים לסכנת טריפה, יאפשר את הגדלת תפוקת דגיגי הגופי.

3. תוצאות וממצאים

א. פותחה שיטה להגדלת תפוקת דגיגי הגופי במערכות רבייה על-ידי משיכת הדגיגים, מיד לאחר השרצתם, אל תוך סלי רשת באמצעות אור לבן ובכך מצמצמים את זמן חשיפתם לקניבליזם על-ידי דגים בוגרים.

ב. שימוש באור הלבן מעל לסל הרשת העלה את תפוקת דגיגי גופי מקו "זנב קלשון" ב-30%, ואת דגיגי הגופי מקו "רד בלונד" בכ-45%.

ג. בניסויים שנערכו בשתי חוות מסחריות נמצאה עלייה מובהקת בתפוקת הדגיגים בקווים גנטיים שונים. העלייה בתפוקת הדגיגים נעה בין 14% ל-28%.

7. נמצא כי הארת סלי האיסוף מגדילה את תפוקת הדגים וחוסכת בכוח אדם בו זמנית, כיוון שניתן לאסוף את הדגים פעם ביום במקום פעמיים.

5. תקציר הניתוח הכלכלי

משיחה עם החוקר עולה כי ממצאי המחקר נוסו בחוות דגים "עוף החול", אשר בחרו לאחר הניסוי שלא להמשיך ליישמו. כמו כן, המערכת הותקנה בחוות גופים בעין יהב ופעלה במשך כשנה, אך לאור בעיות רבייה הופסק יישום השיטה. בחוות גידול הדגים הגדולה בחצבה לא ידוע על אימוץ ממצאי השיטה. כמו כן, לדברי החוקר, בעיות גנטיות ו"צווארי בקבוק" משמעותיים יותר בתהליך הגידול של הגופים מנעו את יישום השיטה.

6. סיכום ומסקנות

המחקר הציג שיטה חדשה, יעילה וזולה להגדלת תפוקת דגיגים במערכות רבייה של גופים ולחסכון בכוח אדם. השיטה ניתנת ליישום בקלות ולכן שמשה בסיס למחקר נוסף (14-0647-356). אך, עקב "צווארי בקבוק" נוספים ומשמעותיים בתהליך הגידול ובעיות גנטיות בקווי הדגים, ממצאי המחקר אינם מיושמים כיום.

3.3.1.6 ביסוס והרחבת טכנולוגיה לחיסכון בידיים עובדות והגדלת תפוקות דגיגים במשקי דגי נוי

באמצעות משיכה לאור

356-0647-14	קוד מחקר:
אסף ברקי	חוקר ראשי:
110 א' ש	עלות המחקר:
שנה	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח אמצעים טכנולוגיים והתנהגותיים שיביאו לשיפור בתפוקת דגיגי פלאטים ומולים ולחסכון בעבודת ידיים ובאמצעי ייצור בחוות גידול דגי נוי. שיפור תפוקת דגיגי פלאטים ומולים יעשה על ידי משיכת הדגיגים באמצעות אור לאזור מוגן המופרד מלהקת ההורים ע"י רשת וריכוזם לצורך האיסוף. ספציפית,

א. קביעת צבע האור המיטבי למשיכת דגיגי מולי ופלאטי.

ב. קביעת דגם מיכל הרבייה המתאים לכל מין דג, לרבות מיקום הרשת הסלקטיבית ומקור האור במיכל הרבייה.

ג. בדיקת השפעת האור המועדף על הגדלת תפוקות דגיגים והפחתת מספר האיסופים במכלי רבייה.

2. מבוא

גידול דגי נוי טרופיים נחשב לענף רווחי ביותר ליחידת שטח. ענף זה התפתח בישראל בעשור האחרון בקצב צמיחה ממוצע של 10% לשנה והפך לענף ייצוא משמעותי שהיקפו כ 70 מיליון ש. כמחציתם דגי נוי טרופיים, כאשר הגופים מהווים כ- 70% מסך הייצוא. הגברת התחרות בייצוא דורש הרחבת סל דגי הנוי הטרופיים לייצוא (מולים ופלאטים).

למולים ולפלאטים בעיה משותפת בייצור דגיגים הקשורה בקניבליזם הגורמת לאובדן ניכר של הדגיגים המושרצים. בדגי נוי טרופיים משריצי חיים ההתפתחות העוברית מתבצעת כולה בגוף הנקבה ולכן מספר הדגיגים הנקבה הוא נמוך. עובדה זו מחייבת את המגדל לתפעל מערך רבייה גדול עם עשרות ואף מאות להקות רבייה כדי לספק באופן רציף כמות מספקת של דגיגים לגידול. לאור החלק המשמעותי שמהווים מיכלי הרבייה מתוך כלל מערך הגידול ישנה חשיבות רבה לניצול מיטבי של מיכלי הרבייה. ניצול מיטבי של מערכת הרבייה ויצירת איזור מוגן עבור הדגיגים המושרצים עשוי להגדיל את תפוקות הדגיגים לחסוך בכוח העבודה ולשפר את רווחיות המגדל.

3. תוצאות וממצאים

עקרון השימוש במשיכה לאור אינו מתאים להפחתת קניבליזם ולהגדלת תפוקות דגיגים במולים או ליעול איסוף הדגיגים בפלאטים. יש לרכז את להקות הרבייה של המולים בנפח מצומצם של המיכל (כ- 25%) כדי לאפשר מרחב בטוח גדול לדגיגים.

אין צורך לאסוף דגיגים מידי יום ואפשר להמתין עד שבוע בין איסופים. מרחב מחייה גדול לדגיגים חיוני אף יותר כאשר זמן השהייה שלהם במיכל הרבייה עד האיסוף הוא ארוך.

כמו כן, הוצגה מערכת חדשה, יעילה וזולה לאיסוף דגיגים במכלי רבייה של משריצי חיים אשר עשויה להביא לחסכון בשעות עבודה ולהעלות את רווחיות הגידול. לדעת החוקר, המערכת ניתנת להטמעה ויישום בקלות והיא ניתנת להתאמה למערכות גידול שונות ולמיני דגים שונים.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

לאחר שיחה עם החוקר, עולה כי התוצאות שהתקבלו היו פחות טובות בהשוואה לממצאי מחקר 356-10-0598. המחקר אינו מיושם ולכן לא ניתן לאמוד את תרומתו הכלכלית.

5. סיכום ומסקנות

הוצגה מערכת חדשה לאיסוף יעיל ומהיר של דגיגים במינים שונים של דגי נוי משריצי חיים שמקצרת לרבע את זמן האיסוף וניתנת בקלות להטמעה ויישום בחוות מסחריות. לדברי החוקר, הממצאים לא היו טובים והמחקר אינו מיושם.

3.3.2 מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים – עופות ובקר

מחקרים אלו עוסקים במערכות ובשיטות לגידול עופות ובקר. בנושא זה נבחנו **שישה** מחקרים:

- הפרדת אפרוחים על פי מינם באמצעות מערכת ראייה מכאנית-אופטית ממוחשבת.
- הרחקת וטיפול באמוניה מלולים למניעת זיהום והפקת דשן.
- ביו-פחם מפסולת חקלאית להרחקת אמוניה וריחות מלולים.
- פיתוח מכשיר ושיטה למדידת מצב גופני (SCB) של פרות באופן אוטומטי ואובייקטיבי.
- פיתוח שיטה למשיכת פרות לרובוט חליבה.
- פיתוח חיישן אקוסטי למדדים התנהגותיים בצריכת מזון על ידי בעלי חיים במרעה.

3.2.2.1 הפרדת אפרוחים על פי מינם באמצעות מערכת ראייה מכאנית-אופטית ממוחשבת

458-0522-09	קוד מחקר
עמוס מזרח	חוקר ראשי
751,680 ₪	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. פיתוח מערכת מכאנית לפריסת כנפי האפרוחים.
- ב. פיתוח מערכת ממוחשבת לזיהוי מין האפרוחים.

2. מבוא

הפרדת אפרוחים על-פי מינם הינה בעלת חשיבות לתעשיית העוף. מחקרים הראו כי קיימות דרישות תזונתיות שונות של האפרוחים משני המינים: אפרוח זכר גדל מהר יותר וזקוק להזנה למשך זמן ארוך יותר מאפרוח ממין נקבה. הפרדת האפרוחים על פי מין מאפשרת מתן תזונה אופטמלית המשפיעה על גודלם של האפרוחים והתשואה לחקלאי.

זיהוי מין האפרוח מתאפשר באמצעות השוני באורך הנוצות שבקצה הכנפיים. הליך המיון דורש פתיחה ידנית של הכנפיים של כל אפרוח וזיהוי מבנה הנוצות. הליך זה דורש מיומנות וכוח אדם רב. מדגרה ממוצעת מייצרת בין 250 אלף ל-500 אלף אפרוחים ביום. האפרוחים שבוקעים חייבים להיות מופרדים תוך 6 שעות מזמן הבקיעה, לפני שהם מועברים למגדל. ביצוע ההפרדה דורש בין 11 ל-26 עובדים ביום, ובשל העלות הגבוהה של כוח האדם, לא כל האפרוחים מופרדים לפני שהם עוברים למגדל.

בעשור האחרון חל גידול של כ-35% בייצור הפטמים לבשר ובשנת 2017³⁷ עמד ייצור הפטמים על 540 אלף טון פטמים בערך כולל של כ-3.4 מיליארד ש"ח. זיהוי מין האפרוחים באמצעות ראייה ממוחשבת, יחסוך בעלויות כוח האדם ויגביר את יעילות ההפרדה והזנת האפרוחים.

3. תוצאות וממצאים

א. פותחו תאים מכאניים שתנועתם גורמת לאפרוחים לפרוש כנפיים. המערכת משנעת כ-4 אפרוחים בשניה.

ב. פותחה מערכת המעבדת את תמונות הכנפיים שצולמו ומזהה את מין האפרוח.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המערכות שפותחו נמצאות בשלבי בנייה סופיים: יש צורך בהגברת עוצמת התאורה ותכנון מערך הצילום על-מנת שניתן יהיה להגביר את קצב המיון. לאחר סיום בניית המכונה, יערך ניסוי מסחרי במדגרה מסחרית בקבוצת יבנה. מאחר והמערכת אינה מסחרית בשלב זה, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותחה מערכת לזיהוי מין האפרוחים באמצעות ראייה ממוחשבת על-פי צילום קצות הנוצות (Sex) (federating). בשלב זה המערכת מזהה את מינם של 4-5 אפרוחים בשניה, לעומת 1.2 אפרוחים בשניה במיון הידני. קיים שיתוף פעולה בין מכון וולקני בשיתוף עם "קידום" ויצרן מסחרי לבחינת המכונה באופן מסחרי במדגרה בקבוצת יבנה. לדעת החוקר, למכונה פוטנציאל שיווק עולמי, מאחר וכל המיון מבוצע כיום באופן ידני. סין הינה המובילה בעולם בענף המדגרות, ולאחרונה נפתחה בה מדגרה לייצור 60 מיליון מטילות בשנה³⁸. ארה"ב, אינדונזיה וברזיל הן שלושת המדינות בהן ייצור התרגולות הוא הגדול בעולם, לאחר סין³⁹. אך, למרות הפוטנציאל העולמי הקיים מיישום המחקר, קיימת תחרות טכנולוגית לזיהוי מין העופות ובגרמניה פיתחו לאחרונה טכנולוגיה לזיהוי מין האפרוח עוד בביצה⁴⁰.

³⁷ מנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה: סדרות "חקלאות – תפוקה חקלאית (ערכים וכמויות), ייצור תוצרת מקומית, בעלי חיים ותוצרתם – תרנגולים/ות לבדר (פטמים), כמות – שנה, נתונים מקוריים, טונות" ו" חקלאות – תפוקה חקלאית (ערכים וכמויות), ייצור תוצרת מקומית, בעלי חיים ותוצרתם – תרנגולים/ות לבדר (פטמים), ערך – שנה, נתונים מקוריים, אלפי ש"ח, מחירים שוטפים".

³⁸ [/ https://www.poultryworld.net/Home/General/2018/7/Largest-ever-hatchery-opens-in-China-311675E](https://www.poultryworld.net/Home/General/2018/7/Largest-ever-hatchery-opens-in-China-311675E)

³⁹ <https://www.economist.com/graphic-detail/2011/07/27/counting-chickens>

⁴⁰ [https://www.poultryworld.net/Genetics/Articles/2018/11/Launched-Method-to-identify-gender-in-](https://www.poultryworld.net/Genetics/Articles/2018/11/Launched-Method-to-identify-gender-in-hatching-eggs-357621E)

[/ https://www.poultryworld.net/Genetics/Articles/2018/11/Launched-Method-to-identify-gender-in-hatching-eggs-357621E](https://www.poultryworld.net/Genetics/Articles/2018/11/Launched-Method-to-identify-gender-in-hatching-eggs-357621E)

3.2.2.2 הרחקת וטיפול באמוניה מלולים למניעת זיהום והפקת דשן

459-4354-10	קוד מחקר
בני לב	חוקר ראשי
300 א' ש	עלות המחקר
שלוש שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת ביולוגית לטיפול בפליטת אמוניה מלולים וליצירת דשן חנקתי בעלת הוצאות תחזוקה נמוכות.

2. מבוא

אמוניה גזית גורמת לאפקט החממה, להערכת האויר, לזיהום מים, להחמצת קרקעות ולריחות רעים. בין 10% ל-15% מפליטות האמוניה הגזית לאטמוספירה בעולם מקורן בלשלת עופות.

אמוניה גזית בלולים רעילה לעופות ולבני האדם, ולכן כל סוגי הלולים כוללים מערכות איזור מתקדמות לשמירה על ריכוז נמוך של אמוניה גזית ועל טמפרטורה נאותה. כך, האמוניה הנפלטת מגידול העופות מורחקת ביעילות מהלול, אך מתפזרת בסביבה.

קיימות שתי מערכות נפוצות לטיפול בגז האמוניה: מערכת כימית ומערכת ביולוגית. שתי המערכות מבוססות על ספיחת האמוניה מהפאזה הגזית לפאזה המימית ולשתייהן נדרשת אחזקה מתמדת ויקרה. פיתוח ביופילטר שאינו דורש אחזקה יקרה ושתוצר הלוואי שלו יכול לשמש כדשן יצמצם את הוצאות החקלאים הכרוכות בטיפול באמוניה.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מערכת המסוגלת להרחיק ולטפל באמוניה גזית מלולים למשך זמן ממושך. המערכת דורשת השקעה מועטה באנרגיה ובחומרים כימיים. ריכוז האמוניה הגזית היוצא מהמערכת נמוך.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מערכת ראשונית לטיפול באמוניה גזית בלולים שעלות אחזקתה נמוכה יחסית, אך המערכת אינה מיושמת ואינה מסחרית ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותחה מערכת ראשונית לטיפול באמוניה גזית בלולים, אך יש צורך בהקמת מתקן מסחרי או התאמת מתקן מסחרי קיים לבחינת המערכת באופן מסחרי. נכון להיום, המערכת אינה מיושמת ואינה מסחרית.

3.2.2.3 הרחק ביו-פחם מפסולת חקלאית להרחקת אמוניה וריחות מלולים

459-4470-13	קוד מחקר:
בני לב	חוקר ראשי:
450 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

בחינת הפוטנציאל של ביו פחם המיוצר מפסולת חקלאית להקטנת פליטת אמוניה ו VOCs (מלשלת במקור) בתוך הלולים, ללא פגיעה תברואתית בעופות והגדלת הפוטנציאל הכלכלי לחקלאי, במטרה להקטין את עלות הטיפול בריחות מלולים ואת זיהום האוויר ושמירת החנקן בלשלת הלול וליעלה לשימוש חוזר בחקלאות.

2. מבוא

אמוניה גזית בלולים רעילה לעופות ולבני אדם. בנוסף, האמוניה הינה גז מזהם הגורם להערכת האוויר, זיהום מקורות מים, החמצת קרקעות ולריחות רעים. כל סוגי הלולים כוללים מערכות אוורור מתקדמות הפועלות בקצב גבוה כדי להוריד את ריכוז האמוניה בקרבת העופות.

3. תוצאות וממצאים

להלן הממצאים העיקריים:

- א. ביו פחם הנוצר בטמפרטורה נמוכות טוב יותר לספיחת אמון.
- ב. ביו פחם הנוצר בטמפרטורה נמוכות (350 מעלות צלסיוס) סופח אמוניה לעומת ספיגה בביו פחם הנוצר בטמפרטורה גבוהות (800 מעלות צלסיוס).
- ג. שימוש בביו פחם כתוספת לרפד מועיל לבריאות העופות ולהרחקת אמוניה/אמון.
- ד. בקיץ אין צורך בשימוש בביו פחם כתוספת לרפד.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

ייצור ביו-הפחם מפסולת חקלאית הצליח, אך כיוון שחלק מהמחקר בוצע בלול פתוח, קשה היה לכמת את כמות האמוניה שנפלטת מהלול לאחר השימוש בביו-הפחם שיוצר. לכן, להשלמת המחקר לבחינת ספיגת האמוניה יש צורך בעריכת המחקר בלול סגור. מאחר ובחינת הפוטנציאל של ביו-הפחם לא הושלם, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

נרשמו זכויות יוצרים בחו"ל על ייצור ביו-פחם מפסולת חקלאית. הידע שנצבר במהלך המחקר עשוי להוביל למחקרי המשך לבחינת הפוטנציאל בשימוש של ביו-פחם להרחקת אמוניה מלולים ולבחינת השפעתו על המצב הבריאותי של העופות ועל תפוקת ואיכות היבול.

3.2.2.4 פיתוח מכשיר ושיטה למדידת מצב גופני (SCB) של פרות באופן אוטומטי ואובייקטיבי

459-4369-10	קוד מחקר
אילן הלחמי	חוקר ראשי
300 א' ש	עלות המחקר
שלוש שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מכשיר מקוון לניטור המצב הגופני של פרת החלב.

2. מבוא

ניטור המצב הגופני של פרת החלב מבוצע כיום באופן ידני. הניטור הידני דורש זמן רב ואינו אובייקטיבי ויכול לגרום למצב בו שני בודקים שונים עשויים להעריך את מצב הפרה באופן שונה. פיתוח מכשיר לניטור המצב הגופני של פרת החלב המשתמש במדד קיים, יחסוך בכוח אדם, יתן הערכה אובייקטיבית ויאפשר ניטור תדיר של מצב הפרה ובריאותה.

3. תוצאות וממצאים

פותח מודל המזהה את מצב הפרה. מקדם המתאם בין המודל שפותח לבדיקה ידנית שבוצעה לפרות עומד על 0.77 (מקדם חיובי וחזק).

4. תקציר הניתוח הכלכלי

לדברי החוקר, נעשה מעבר ממצלמות תרמיות ו-Nikon למצלמות תלת מימד שעלותן זולה יותר והן ניתנות לישום בכל רפת. כמו כן, פותח מודל לזיהוי מצב בריאותה של הפרה ונרכשה מצלמה תלת-מימדית, אך הוא לא הבשיל למוצר המשווק מסחרית, וזאת למרות השימוש הרבה במצלמות תלת מימד המיוצרות על ידי חברת Deval⁴¹. מאחר ונכון להיום המחקר אינו מיושם ואינו מסחרי, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

משיחה עם החוקר עולה כי פותח אלגוריתם לזיהוי מצבה הבריאותי של פרת החלב ואף נעשה ניסיון לשיתוף פעולה עם חברת Deval, המשווקת מצלמות תלת מימד ורובוט חליבה. לדעת החוקר הסיבות

⁴¹ www.delaval.com

לכך ששיתוף הפעולה לא הבשיל היו הצורך בבירוקרטיה שהרחיק את החברה וחוסר ברישום פטנט היות ולא הומצא מוצר חדש, אלא פותח אלגוריתם ("know how"). כמו כן, החוקר ציין כי מצלמות מסוג זה נמכרות ברחבי העולם בהיקפים של מאות מצלמות בשנה והן משולבות על גבי רובוט החליבה. לדעת החוקר, המחקר הוא חשוב ושימוש במצלמות תלת מימד לזיהוי מצבה הבריאותי של הפרה מיושמות ברפתות בעולם וכדאי לבחון את יישומו בבחינת ניצולת מזון ברפת ו/או על גידולי בשר נוספים. בנוסף, ציין החוקר כי בעבר היתה התעניינות מצד עודד ארקין, מנהל רפת "קדם", אשר רצה ליישם את המודל אצלו ברפת המונה כאלף פרות, אך גם שיתוף פעולה זה לא צלח. כרגע קיימת התעניינות בחברת smart-farm⁴² בשיווק המוצר, אך נכון להיום המוצר עדיין אינו משווק באופן מסחרי.

⁴² /http://www.smart-farms.net

3.2.2.5 פיתוח שיטה למשיכת פרות לרובוט חליבה

459-4426-10	קוד מחקר
אילן הלחמי	חוקר ראשי
300 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

חקירת תנועת הפרות לרובוט החליבה.

2. מבוא

רובוט חליבה לפרות חוסך את עבודת החליבה הידנית. רובוט החליבה מספק לפרות מזון מרוכז בכל פעם שהן מגיעות אליו ובכך מושך אותן אליו לחליבה. ניהול והקצאת המזון מתבצעים באמצעות תוכנה, המספקת גם המלצות לסך כמות המזון הרצויה.

הפרות האירופאיות מגיעות אל הרובוט מרצונן החופשי וכל תהליך החליבה מתנהל ללא נוכחות אדם. אך, מסיבה שאינה ידועה, הפרות בישראל אינן מגיעות להחלב ברובוט בתדירות מספקת. בחינת תנועת הפרות הישראליות אל רובוט החליבה עשויה לסייע במציאת פתרונות לבעיה.

3. תוצאות וממצאים

א. נמצא כי ניהול הקצאת המזון המרוכז המומלץ על-ידי תוכנת היצרן של רובוט החליבה, אינו ממצה את פוטנציאל הייצור של הפרות וכי הקצאה גבוהה יותר של מזון מרוכז מעלה את תנובת החלב ב-1.44 ק"ג ביממה לפרה.

ב. ברמת ההקצאה הפרטנית, נמצא כי כמות המזון המוקצת לכל ביקור ברובוט גבוהה מדי והפרות לא אוכלות את מלוא ההקצאה. יתכן שההקצאה הגבוהה של המזון בכל ביקור ברובוט היא הגורמת לפרות להגיע פחות אל מתקן החליבה. מאחר והפרות מגיעות פחות אל מתקן החליבה, סך המזון המרוכז שהן מקבלות ביום נמוך מהרצוי.

ג. שופר ניהול הקצאת המזון המרוכז המומלץ על-ידי תוכנת היצרן של רובוט החליבה: הן בסך הכמות היומית והן בהקצאה הפרטנית בכל ביקור. ההקצאה מותאמת לכל פרה בנפרד ומבוססת על נתוני תנובת החלב ומשקל הגוף שלה. שיפור זה מעלה את תנובת החלב ב-2.5 קילו ליום לפרה. תדירות הגעת הפרות לרובוט החליבה עלתה אף היא.

ד. פותח מודל ראשוני לזיהוי מחלות אצל הפרות באמצעות הנתונים הנאספים על-ידי רובוט החליבה. המודל זיהה נכון 85% מהפרות הבריאות ו-93% מהפרות החולות.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר מצא כי הקצאת המזון ברובוט החליבה אינה מיטבית. אך, בחינת הרכב המזון המיטבי ואיפיונו טרם הסתיים ולכן כרגע אין שינוי במזון הניתן לפרות. מאחר ולתוצאות המחקר אין יישום, בשלב הנוכחי, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

משיחה עם החוקר עולה כי בשנתיים האחרונות אין מכירה של רובוטי חליבה לפרות, היות והדבר כרוך בויתור על עובדים זרים.. תוצאות המחקר מראות כי הסיבה לאי-הגעת הפרות למתקן החליבה נעוצה, ככל הנראה, במזון אותו מספק המתקן. לדברי החוקר, נושא זה צריך להיבדק על ידי תזונאים במטרה לאפיין את הרכב המזון המיטבי שיגרום לפרות להגיע אל המתקן.

3.2.2.6 פיתוח פיתוח חיישן אקוסטי למדדים התנהגותיים בצריכת מזון על ידי בעלי חיים במרעה

458-0574-13	קוד מחקר:
אמוץ חצרוני	חוקר ראשי:
360 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

קידום טכנולוגיה לניטור אקוסטי של בעלי חיים במרעה. ספציפית,

א. יצירת טכנולוגיה ישימה עבור מעלי גירה עיקריים: בקר, כבשים ועיזים.

ב. תיאור אמין של פעילות בעל החיים: רעיה פעילה, העלאת גירה ומנוחה לאורך הזמן על סמך זיהוי תנועות לסת יוצרות קול

ג. תיאור אמין של התנהגות הרעיה: נגיסות, לעיסות, ולעיסות-נגיסות, בזמן רעיה פעילה.

ד. כימות רמת הדיוק של הטכנולוגיה בקביעת פעילות והתנהגות רעיה ובסביבות רעיה שונות, בעונות השונות.

2. מבוא

מעל שני מיליון דונם משמשים כשטחי מרעה לעדרי בקר, כבשים ועיזים במדינת ישראל. החלטות ממשק הקשורות להתנהלות בעלי חיים בשטחי מרעה משפיעות ישירות על פוריות השטח ועל רווחיות מערכת הייצור. אולם, רמת הניטור, הבקרה והשליטה על בעל החיים נמוכה משמעותית במערכות אקסטנסיביות מבוססות מרעה בהשוואה למערכות האינטנסיביות כמו ברפת הישראלית. החלטות רבות מתבססות על כללי אצבע וניסיון נצבר ללא ידיעה מהי מידת ניצול השטח בכלל ושעור חלוקת ניצול זה בין הצומח העשבוני לבין הצומח המעוצה בפרט. חוסר המידע לגבי תהליך הרעיה מגביל את יכולת ניהול שטחי החורש והיער וניצולו המיטבי.

3. תוצאות וממצאים

הטכנולוגיה ישימה עבור שלושת הקטגוריות העיקריות של חיות משק מעלי גירה: בקר, כבשים ועיזים. נוצר אב-טיפוס של מערכת שכוללת חומרה לקליטת האות שמותקנת על בעל החיים, ותוכנה לעיבוד אות אוטומטי לזיהוי תנועות לסת יוצרות קול וליצירת דגם הפעילות על ציר הזמן.

בתחילת 2016 הוגשה בקשה לרישום פטנט פרוביזורי על הטכנולוגיה שפותחה והחלו מאמצים לקדם את מסחור הטכנולוגיה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותר אלגוריתם המנתח את קולות הלעיסה של בעלי-החיים. פותר האלגוריתם הינו חלק ממחקר כולל לניתוח פרמטרים התנהגותיים של בעלי-חיים במרעה. בשלב הנוכחי לאלגוריתם אין יישום מסחרי ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

האלגוריתם שפותח במחקר משמש במחקר גדול יותר שעדיין מתנהל בנושא זיהוי פרמטרים התנהגותיים של בעלי-חיים במרעה. בשלב זה המחקר הכולל עדיין נמשך ורחוק מלהיות מסחרי. כמו כן, הידע שנוסף המחקר שימש גם במחקר על זחלי חידקונית הדקל.

3.4 מערכות ושיטות גידול לצמחים

מחקרים אלו עוסקים במערכות ושיטות לגידול צמחים. בנושא זה נבחנו שמונה מחקרים:

- ייעול תהליכי העבודה והיסכון בכח האדם בבתי אריזה לענפי קישוט ירוקים.
- אפיון ומדידת עומסי עבודה במשקי פרחים במטרה להביא להסכון בידיים עובדות והגדלת התפוקה.
- שיפור האיכות והפריון, היסכון בתשומות וכח אדם במשקי פרחים רב ענפי בשלבי הקטיפה המיון והאריזה
- חסכון בידיים עובדות ושיפור תהליכי השינוע במשקי פרחים.
- ייעול תהליכי עבודה בבתי צמיחה לפלפל ותכנון חממה מיטבי מהיבטי תהליכי עבודה.
- ייעול תהליכי העבודה והיסכון בכח-אדם בבתי אריזה לפלפל ועגבניות מאכל
- הקטנת עומסי עבודה בבתי צמיחה לירקות במטרה להביא לצמצום והיסכון בידיים עובדות
- חסכון בידיים עובדות בריבוי וגטטיבי של ייחורים מצמחי נוי ע"י יעול השתרשות

3.4.1 ייעול תהליכי העבודה והיסכון בכח האדם בבתי אריזה לענפי קישוט ירוקים

קוד מחקר	458-0306-03
חוקר ראשי	אביטל בכר
עלות המחקר	210 א' ש"ח
תקופת המחקר	3 שנים

1. מטרת המחקר

יעול תהליכי העבודה בבתי אריזה לענפי קישוט ירוקים והסכון בכוח האדם.

2. מבוא

בשנת 2003 היו בארץ כ- 8,000 דונם של צמחי נוי שונים הממויינים ונארזים בכ- 500 בתי אריזה. -70% 80% מהיקף עבודת הידיים שבגידולים אלו מושקע בבתי האריזה (עובד על כל 9 עד 14 דונם). באמצעות מידול תהליכי העבודה, יעול תהליכים שאינם יעילים, מיכון, והקצאת עובדים יעילה, ניתן ליעל ולשפר את תהליכי העבודה בבתי האריזה, להגדיל את התפוקה ולחסוך בעלות כוח האדם. המחקר בוצע על שישה גידולי ענפי קישוט ירוקים: פיטוספורום, קסנדו, ארלייה, אספרגוס מירוקלאודיום, רוסקוס וספארי סנסט, שהיוו בזמן עריכת המחקר כ-70% מסך היקף גידולי ענפי הקישוט הירוקים, בשבעה משקים שונים.

3. תוצאות וממצאים

א. אותרו צווארי בקבוק ותהליכים לא יעילים בשלבי העבודה של הגידולים השונים.
 ב. נמצא כי שימוש במכונת מיון אורך מגדילה את תפוקת העובד עד 100%. יש להעסיק במכונה זו עובד אחד בלבד.

ג. לצורך חסכון בזמן ובכוח אדם יש להשתמש במכונות מריטה ומכונות קשירה.
 ד. ניתן לצמצם את מרחקי השינוע וההליכה בבית האריזה באמצעות תכנון בצורת flow shop.
 ה. בתחנת הפיצול בפיטוספורום יש לבצע את עבודת השירות באמצעות עובד אחד.
 ו. בגידול ספארי סנסט יש להפעיל את מסוע מכונת האגידה באופן רציף.
 ז. במידה ובית האריזה כולל מספר קווי יצור, יש לצמצם את תחנות העבודה המשותפות והמיכון המשותף כך שכל קו יוכל לפעול באופן עצמאי.
 ח. יישום שיטות מתקדמות בהנדסת תעשייה (ניתוח חקר עבודה, איזון קוי יצור, תכן מערכים, סימולציה ומודלים לחקר ביצועים) יכול לצמצם את כוח האדם ב-20%-30%.

4. ניתוח התקציר הכלכלי

המחקר מייעל את עבודת האריזה בענפי קישוט ירוקים באמצעות שיפור שיטות העבודה. שיטה העבודה בכל גידול שונה, ולכן גם השיפורים שבוצעו הינם יעודיים לכל גידול. גם החסכון בכוח-האדם ו/או העלייה בתפוקה של כל גידול שונה, אך יישום השיטה אפשרי במשקים בהם מגדלים את הגידולים שנבחנו. מועצת הפרחים שכרה יועצת שהודרכה על-ידי החוקר לצורך ייעול בתי האריזה.

5. סיכום ומסקנות

המחקר היווה מחקר בסיס לשני מחקרי המשך (07-0422-458 ו-08-4309-459) לשיפור וייעול העבודה.

3.4.2 אפיון ומדידת עומסי עבודה במשקי פרחים במטרה להביא לחסכון בידיים עובדות והגדלת התפוקה

458-0422-07	קוד מחקר:
אביטל בכר	חוקר ראשי:
270 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

- א. אפיון תהליכי הקטיף, המיון והאריזה (קמ"א) ואפיון עומסי העבודה.
- ב. פיתוח שיטות עבודה יעילות לחסכון בכוח אדם והקטנת עומסי העבודה.

2. מבוא

בשנת 2017 היו בישראל כ-58 אלף דונם לגידול פרחים. ענף הפרחים הינו עתיר עבודת ידיים ופיזור החלקות במרחק רב זו מזו ומבית האריזה וחוסר התכנון בהקמת מערכי הקמ"א מוסיפים לעומס העבודה של העובדים. יעול תהליכי העבודה, הקצאת משימות בצורה יעילה והוספת מיכון יכול להקטין את עומסי העבודה ולחסוך בכוח אדם. המחקר בוצע בארבעה משקים: שניים מתמחים בגידול ספארי סנסט (שגידולו הופסק) ושניים מתמחים בגידול פיטוספורום.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה מערכת מדידה חדשנית לאיסוף מידע של נתוני עבודה, עומסי עבודה ונתונים סביבתיים בתהליכי העבודה.
- ב. נמצא כי ביצוע יעיל של שלב המריטה בספארי סנסט מגדיל את תפוקת העובד עד פי 4.
- ג. נמצא כי קטיף הפיטוספורום בקבלנות, כלומר סיום הקטיף בגמר העבודה ולא על-ידי קביעת שעת סיום, מגדילה את תפוקת העובדים ב-16%.
- ד. נמצא כי השמטת אלמנט העבודה מסוג "סידור" בקטיף הפיטוספורום אינו מפריע להמשך העבודה ומגדיל את תפוקת הקטיף בכ-5%.
- ה. יעול מריטת וקשירת האגדים בפיטוספורום מקצר את משך העבודה בכ-6%.
- ו. השימוש במזמרה חדה משפרת את תפוקת העובד בכ-13.5%.
- ז. נמצא כי נוכחות של מצלמה גלויה העלתה את תפוקת העובדים בכ-24%.

4. סיכום ומסקנות

לדברי דובי וולפסון ממ"ר בכי מטה בתחום הפרחים, בשנת 2017 עמד גידול הפיטוספורום על כ-1,300 דונם, ואילו גידול הספארי סנסט בארץ הופסק. המחקר בוצע כחלק ממחקר כולל יותר (08-4309-459), לדברי יאיר תמרי, ממ"ר מחוזי בכיר, אין יישום משמעותי של ממצאי המחקר ובנוסף אין שימוש במצלמות בשטח.

3.4.3 שיפור האיכות והפריון, חיסכון בתשומות וכח אדם במשקי פרחים רב ענפי בשלבי הקטיפה המיון והאריזה (מחקר המשך ל 03-0306-456)

459-4309-08	קוד מחקר
אביטל בכר	חוקר ראשי
210 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. אפיון, מידול ויעול תהליכי העבודה במשקי פרחים רב ענפיים.
- ב. פיתוח כלים לבקרה תפעולית ותכנון מיטבי של בתי האריזה.

2. מבוא

במחקר הקודם (03-0306-456) נמצא כי ניתן ליעל את תהליכי הקמ"א בפרחים ולהסוך 20% עד 30% בכוח האדם. מחקר זה הינו מחקר המשך שמטרתו להמשיך ולייעל את ניהול משקי הפרחים, בהם משווקים לרוב מספר מינים בכדי ליצור סל מוצרים. כלל המשקים בארץ נדרשים לתכנון קיבולת, הקצאת משאבים, תזמון וניהול נכון של המלאי, אך במשקים בהם מגדלים מספר סוגי גידולים, ניהול המשק מורכב יותר מה שעלול לפגוע ביעילותו.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותח מדד המצביע על מידת העבודה הרציפה בתחנות העבודה השונות ברצפת הייצור של בית האריזה ונמצא כי קיימת התאמה בין המדד ובין רמת התפוקה.
- ב. פותח כלי ניהולי לתכנון העבודה בבית האריזה. הכלי מסייע בתכנון כמות העובדים וכמות שעות המכונה הנדרשות למימוש ההזמנות בלוח הזמנים.
- ג. הוגדרו עצי מוצר⁴³ של הגידולים השונים הכוללים את עלויות החומרים, זמן העבודה, דרישות התשומות והמשאבים הנדרשים לשם תימחור עלות המוצר. עץ המוצר מאפשר לחשב את עלויות הגידול והייצור האמיתיות של יחידת מוצר אחת ולהשוותה למשקים אחרים, גידולים אחרים או שיטות גידול וייצור אחרות.

⁴³ מבנה היררכי המפרט את כל החומרים והרכיבים הנדרשים לייצור מוצר מסוים.

ד. נמדדו ערכי הפחת בתהליכים השונים בגידולים השונים⁴⁴, בוצע ניתוח ראשוני לקביעת רמת הפחת הקריטית אשר מעבר לה מיון ואגידת הגידול ושיווקו לא תניב רווח. הניתוח מסייע לחקלאי בקבלת החלטה על סף אחוז הפחת אשר עדיין כדאי את השקעת העבודה הנדרשת בהכנת משלוחים לשוק. ה. נמצא כי יישום והטמעת כל הממצאים במחקר עשויים לחסוך עשרות אחוזים בעלויות הייצור.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר פיתוח כלים ושיטות ליעול הניהול במשקים בבהם מגדלים מספר סוגי פרחים. המחקר מייעל את עבודת האריזה בענפי קישוט ירוקים באמצעות שיפור שיטות העבודה. שיטה העבודה בכל גידול שונה, ולכן גם השיפורים שבוצעו הינם יעודיים לכל גידול. כמו כן, גם החסכון בכוח-האדם 1/ או העליה בתפוקה של כל גידול שונה. אך, יישום השיטה אפשרי בכל המשקים בהם מגדלים את הגידולים שנבחנו. מועצת הפרחים שכרה יועצת שהודרכה על-ידי החוקר לצורך ייעול בתי האריזה. לדברי יאיר תמרי, ממ"ר מחוזי בכיר בשה"מ, המחקר אינו מיושם בהיקפים גדולים ולכן תרומת המחקר זניחה.

5. סיכום ומסקנות

מועצת הפרחים שכרה יועצת (המהנדסת טליה אזמנוב), אשר הוכשרה על ידי החוקר במטרה ליישם את ממצאי המחקרים בקרב כ- 1,000 מגדלי פרחים. נשלחו פניות לכל המגדלים, אך רק 30 מגדלים הביעו נכונות (כרוך בתשלום ליועצת של 500 ש"ח מצד המגדל ו- 500 ש"ח ממועצת הפרחים). בפועל, השיטות יושמו רק אצל 15 מגדלים נוספים, מעבר ל-13 המגדלים בהם בוצעו המחקרים. לדברי יאיר תמרי, ממ"ר מחוזי בכיר, הגידולים העיקריים הם פיטוספורום ורוסקוס, אך לדבריו אין יישום של ממצאי המחקר בהיקפים גדולים (בפיטוספורום, השיטות שהוצעו במחקר 07-0422-458 אינן מיושמות בקנה מידה משמעותי), ולכן תרומת המחקר זניחה.

⁴⁴ פיטוספורום, רוסקוס, מגינית, ארליה, אספרגוס, לוע הארי, קוכיה, נץ החלב, גלובלריה.

3.4.4 חיסכון בידיים עובדות ושיפור תהליכי השינוע במשקי פרחים

459-4248-06	קוד מחקר
אביטל בכר	חוקר ראשי
120 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. אפיון ושיפור תהליכי שינוע הפרחים בשלב הקטיף, המיון והאריזה.
- ב. מציאת כלי עזר ומיכון ליעול תהליכי העבודה וחסכון בכוח אדם.

2. מבוא

בשנת 2005 היו בישראל כ-4,000 דונם לגידול גיבסנית. מערכי הקטיף, המיון והאריזה הוקמו ללא תכנון והחלקות החקלאיות מפוזרות במרחק רב זו מזו ומבית האריזה. עקב כך קווי השינוע מהחלקות לבתי האריזה ארוכים ואינם מסודרים ולכן מהווים כ-25% מסך תהליך הקמ"א (קטיף מיון ואריזה), ועלותם מוערכת בכ-65% מסך עלות הקמ"א. יעול מערך שינוע התוצרת יוביל לחסכון משמעותי בתשומות ובכוח האדם.

3. תוצאות וממצאים

- א. עבודת המיון בליזיאנטוס ובחמניות מהווה צוואר בקבוק בשלב הקטיף.
- ב. איסוף באמצעות עגלת איסוף מתאימה יגדיל את תפוקת הליזיאנטוס בכ-57%, ויקטין את זמן השינוע של הגיבסנית בכ-46%.
- ג. מעבר הקוטפים בין שורות הפרחים בצורה עקלתונית תגדיל את תפוקת העובדים בכ-5%.
- ד. הוספת מיכון בשלב השינוע יגדילו את תפוקת הקטיף בכ-10%.
- ה. פעולות המיון והאגידה בשטח אינן יעילות ויש לבצען בבית האריזה. תפוקת המיון גדלה בכ-25% כאשר היא מבוצעת בבית האריזה בהשוואה לשדה.
- ו. פותח כלי ניהול המאפשר התאמת הפתרון לכל משק בהתאם למאפייניו.

4. הנחות לניתוח הכלכלי

- לדברי החוקר, המחקר יושם בעבר על 50 דונם לגידול חמניות, 41 דונם לגידול ליזיאנטוס ו-413 דונם לגידול גיבסנית.

- מתחשיבי גידולים של משרד החקלאות עולה כי, מספר ימי הקמ"א לדונם הנדרשים לכל גידול בשנה⁴⁵ הם: 42.5 ימים בחמניה, 52 ימים בליזיאנטוס ו- 100 ימים בגיבסנית.
- לדברי יאיר נשרי, ממ"ר פרחי קטיף בשה"מ, בשל שינוי שיטות הגידול ניתן ליישם כיום את ממצאי המחקר בגידול הגבסנית בלבד.
- שכר כוח אדם: 250 ש"ח ליום עבודה⁴⁷.
- לדברי החוקר, החסכון בכוח אדם בתהליך הקמ"א כתוצאה מיישום מתוצאות המחקר: 8-12%.
- המחקר יושם במשק בו בוצע הניסוי במשך 3 שנים: 2009-2011.

5. תקציר הניתוח הכלכלי

להלן החסכון לדונם בש"ח, לפי אחוזי חסכון בכ"א בשלב הקמ"א:

12%	11%	10%	9%	8%	אחוז החסכון בכוח האדם בשלב הקמ"א/חסכון כלכלי, ש"ח לדונם
1,275	1,169	1,063	956	850	חמניה
1,560	1,430	1,300	1,170	1,040	ליזיאנטוס
3,000	2,750	2,500	2,250	2,000	גיבסנית

סך התרומה הכלכלית השנתית מיישום המחקר בשטח של 504 דונם בהתאם לתמהיל הגידולים דלעיל, כתלות באחוז החסכון בכוח האדם בשלב הקמ"א במליוני ש"ח בשנים 2009-2011 היתה:

12%	11%	10%	9%	8%	אחוז חסכון בכוח אדם בשלב הקמ"א
1.37	1.25	1.14	1.03	0.91	חסכון כלכלי, מליוני ש"ח

לדברי יאיר נשרי, ממ"ר פרחי קטיף בשה"מ, שיטות הגידול בגידולי חמניה וליזיאנטוס השתנו משמעותית במשך השנים ולכן השיטות שהוצעו במחקר רובן מיושנות. לדבריו, כיום כ-80% מתהליכי המיון מתבצעים בבתי האריזה באמצעות טכנולוגיות מיון ממוכנות, ורק שני מגדלים ששטחם הכולל כ-100 דונם עדיין ממיינים את הגידולים בשטח ואולי יכולים להעזר בשיטות שפותחו במחקר. לדברי יאיר תמירי, ממ"ר מחוזי בכיר, בגידולי הגיבסנית המיון נעשה בשטח, למעט 2 מגדלים בעלי היקף גידול של כ-80 דונמים, אשר ממיינים בבית האריזה.

⁴⁵ מתוך תחשיבי גידול של משרד החקלאות:

חמניות: https://www.moag.gov.il/shaham/professionalinformation/documents/tachshiv_sunflower_dafna.pdf
ליזיאנטוס:

https://www.moag.gov.il/shaham/professionalinformation/documents/tachshiv_perach_lisianthus_arava.pdf
גיבסנית:

https://www.moag.gov.il/shaham/professionalinformation/documents/calculation_gypsophila_2014.pdf

חישוב התרומה המצטברת של המחקר:

שנה	תרומה לאותה שנה, מלש"ח	תרומה במונחי 2018
2009	1.14	2.096
2010	1.14	1.959
2011	1.14	1.830
סה"כ תרומה מצטברת		5.885

6. סיכום ומסקנות

המחקר יושם בעבר על על שטח של כ-413 דונם בגידולי גיבסנית, 50 דונם ליזיאנטוס ו-50 דונם גידולי חמניות לתקופה של כ-3 שנים. המחקר חוסך בכוח אדם רב והחסכון הכלכלי בשטחים בהם יושם נאמד בכ-1.14 מיליון ש"ח בשנה. יישום המחקר הינו מיידי ואינו דורש השקעה כספית גדולה. לדברי יאיר נשרי, ממ"ר פרחי קטיפה בשה"מ, שיטות הגידול והקמ"א בחמניות ובליזיאנטוס השתנו ולכן המחקר אינו מיושם יותר. תרומתו המצטברת של המחקר נאמדת בכ-5.9 מלש"ח בשנות היישום במונחי 2018. בנוסף, לדברי החוקר, חסר גוף אשר יהיה אמון ליישום הממצאים של מחקר זה ומחקרים אחרים היכולים לחסוך מיליוני שקלים בשנה.

3.4.5 ייעול תהליכי עבודה בבתי צמיחה לפלפל ותכנון חממה מיטבי מהיבטי תהליכי עבודה

459-0392-04	קוד מחקר
אביטל בכר	חוקר ראשי
240 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרות המחקר

- א. שיפור ויעול שיטות העבודה בבתי צמיחה בענף הפלפל.
- ב. תכנון ושיפור מערך בתי האריזה בענף הפלפל.

2. מבוא

בישראל כ-29 אלף דונם לגידול פלפל. כ-50% מהם בערבה, רובם בבתי צמיחה. לענף הפלפל נדרשים 70-90 ימי עבודה לדונם בשלב הגידול בחממות וכ-30 ימים נוספים בבית האריזה. ייעול תהליכי העבודה יפחית את כוח האדם הנדרש ויקטין את עלויות הגידול. בשנים האחרונות, פקד את הענף משבר גדול.

3. תוצאות וממצאים

- א. נמצא כי צווארי הבקבוק העיקריים הם בתהליכי ההדליה, הקטיפ, השינוע לבית האריזה והמיון בבית האריזה.
- ב. הכנסת מסילות לשורות הגידול והתאמת עגלות הקטיפ למסילות תגדיל את תפוקת העובדים ב 10% עד 18%.
- ג. הוספת שביל בטון בשביל המרכזי בבתי הרשת תגדיל את תפוקת העובדים בכ-10%.
- ד. הגדלת מספר מיכלי דולב לריקון העלווה בתהליך ההדליה בחממות, יקטין את זמן העבודה ב-11%.
- ה. הגדלת מספר הארגזים בעגלת קטיפ ל-10, יגדיל את תפוקת העובדים ב 7% עד 9%.
- ו. איחוד תחנת המיון השניוני ותחנת השקילה בבתי האריזה, יקטין את מספר העובדים בתחנות אלו ב-30%.

4. הנחות לניתוח הכלכלי

לדברי שלי גנץ, מנהלת תחום ירקות בבתי צמיחה וממ"ר עגבניות מאכל בשה"מ:

- הכנסת המסילות מיושמת במשק בו הוא בוצע בשטח של כ-10 דונם.
- הכנסת מיכלי הדולב מייעלת את זמן הקטיפ בכ-10%, כ-0.05 טון ליום עבודה.

- יכול ממוצע של פלפל הינו 7 טון לדונם לעונה.
- עלות ממוצעת של עובד: 310 ש"ח ליום עבודה.
- גודל משק ממוצע 40 דונם.
- בערבה כ-14 אלף דונם לגידול פלפל.

5. ניתוח התקציר הכלכלי

בשיחה עם שלי גנץ, מנהלת תחום ירקות בבתי צמיחה וממ"ר עגבניות מאכל בשה"מ, עלה כי אין יישום של המסועים במשקים, פרט למשק בו בוצע המחקר. זאת, בשל עלות המסילות והעדר עגלות עבודה המתאימות לגובה המסילות. לדבריה, בשל המשבר בענף, הוספת מיכלי הדולב הינם הממצא היחיד הישים, והיא חוסכת כ-10% מזמן הקטיף. התרומה הכלכלית של המחקר כתוצאה מהכנסת המסילות זניחה ועומדת על כ-4,650 ש"ח לעונה בשטח בו המחקר מיושם. התרומה הכלכלית של המחקר כתוצאה מהכנסת מיכלי דולב נאמדת בכ- 434 ש"ח לדונם לעונה. לדברי שלי גנץ, המשק בו בוצע המחקר (משק ד.ע.ר) נסגר על ידי כונס נכסים. לדברי החוקר, המחקר בוצע בבית אריזה אחד הנמצא בערבה, וסך הגידול בתפוקה עמד על כ-30%. למרות שניתן ליישם את תוצאות המחקר גם בבתי אריזה לפלפל נוספים, בפועל, המחקר אינו מיושם בהם ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

6. סיכום ומסקנות

תוצאות המחקר הראו כי ניתן לשפר את תפוקת גידול הפלפל בכ-30% באמצעות שיטות העבודה שיושמו במחקר. תוצאות המחקר אינן מיושמות אך מומלץ לפרסם את תוצאות המחקר ולצידו תחשיב כלכלי פשוט בקרב מגדלי הפלפלים על-מנת שיוכלו ליישמו.

3.4.6 ייעול תהליכי העבודה וחיסכון בכח-אדם בבתי אריזה לפלפל ועגבניות מאכל

459-0397-04	קוד מחקר
אביטל בכר	חוקר ראשי
120 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר
שיפור שיטות העבודה בבתי האריזה לעגבניות באמצעות חקר ובחינת העבודה ותכנון מערך בית אריזה מיטבי.

2. מבוא
בשנת 2013 היו בישראל כ-47 אלף דונם לגידול עגבניות. שלבי המיון והאריזה של העגבניות עתירים עבודה, ודורשים כ-30 ימי עבודה לדונם. ייעול תהליכי העבודה יפחית את כוח האדם הנדרש ויקטין את עלויות הגידול.

3. תוצאות וממצאים
א. נמצא צוואר בקבוק בשלב השקילה בבית אריזה לעגבניות שרי בודדות.
ב. קצב מסוע ריקון האמבט בבית אריזה לעגבניות שרי בודדות צריך להיות 150 ק"ג/שעה עבור עובד יחיד.
ג. הגדלת מספר הארגזים בין תחנת מיון הגודל לתחנת השקילה, תגדיל את תפוקת תחנת המיון בכ-3% לארגז של 4 ק"ג.
ד. שינוי שיטת המיון וביצוע עבודות השקילה באריזת היצוא בבית אריזה לעגבניות באשכול תגדיל את תפוקת התחנה בקרוב ל-10%.
ה. שיבוץ אופטימלי של עובדי בית האריזה לעגבניות באשכול יחסוך כ-10% בכוח האדם.
ו. שיפור תהליכי העבודה באמצעות שיטות חקר העבודה שיושמו חוסך כ-17% בכוח האדם.

4. תקציר הניתוח הכלכלי
המחקר יושם בעבר, אך לדברי שלי גנץ, מנהלת תחום ירקות בבתי צמיחה וממ"ר עגבניות מאכל בשה"מ, בשל שינוי שיטות הגידול המחקר אינו מיושם.

5. סיכום ומסקנות

תוצאות המחקר הראו כי ניתן לחסוך כ-15% מכוח האדם בבית האריזה לעגבניות שרי, באמצעות שיטות העבודה שיושמו במחקר ובעלות זניחה. תוצאות המחקר הוצגו בכנס למגדלים ולמדריכי שה"ם, אך מאחר ונערכו שינויים מהותיים בתהליך הגידול של עגבניות שרי, ממצאי המחקר אינם מיושמים.

3.4.7 הקטנת עומסי עבודה בבתי צמיחה לירקות במטרה להביא לצמצום וחיסכון בידיים עובדות

458-0553-10	קוד מחקר
אביטל בכר	חוקר ראשי
330 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. איפיון תהליכי העבודה בבתי צמיחה ואיפיון עומסי העבודה.
- ב. יעול תהליכי העבודה והקטנת העומסים הפיסיולוגיים להסכון בכוח אדם.

2. מבוא

בארץ מעל ל-60 אלף דונם שטח חקלאי לגידול עגבניות, פלפלים ותבלינים טריים בבתי צמיחה. העבודה בשלבי הגידול, ההדליה והקטיף דורשות 30 עד 60 ימי עבודה לדונם, ומתבצעות בתנאי עבודה קשים המשפיעים על יעילות העובד ותפוקתו. יעול תהליכי העבודה והקטנת עומסי העבודה על הפועלים, עשויים לייעל את עבודת הפועלים לאורך זמן ולשמור על תפוקתם.

3. תוצאות וממצאים

- א. נמצא כי שימוש בעגלה מקצר את זמן השינוע של העגבניות.
- ב. נמצא כי מספר העגבניות האופטימלי להחזקה ביד עד להנחה בארגז עומדת על 4 עגבניות. מספר עגבניות זה מגדיל את התפוקה בכ-20% בהשוואה למצב הקיים בו מחזיקים 2.2 עגבניות במוצע.
- ג. נמצא כי בנענע יש להעביר את אלמנט החיתוך הקוסמטי מהשדה לבית האריזה. מהלך זה ישפר את תפוקת העובדים בכ-5.2%.
- ד. נמצא כי בפלפל העמסת שני ארגזים בו זמנית לעגלת הטרקטור מהווה סיכון בריאותי לעובד. משקל ארגז של 10 ק"ג יביא לעומס תקין. משקל ההרמה המקסימאלי הוא 12 ק"ג. גם פריקת הארגזים צריכה להערך בבודדים על-מנת למנוע סיכון בריאותי לעובד.
- ה. נמצאו מאפייני עבודה שונים ותנוחות עבודה שונות בהדליית העגבניות הגורמות לסיכון בריאותי לעובד. נמצא כי זווית ההדליה המיטבית הינה 30 מעלות.
- ו. נמצא כי התפוקה של עובד הסובל מכאבי גב קטנה בכ-18%.
- ז. פותח כלי המאפשר לחקלאי לבחון את כדאיות רכישת מכונה לשתילה ידנית במשק תבלינים, כתלות בגודל המשק וסוג הגידול.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

אופיינו תהליכי העבודה ועומסי העבודה בבתי צמיחה לעגבניות, לפלפלים ולצמחי תבלין. נקבעו מספר נהלים למניעת סיכון בריאותי של הפועלים ופותח כלי לבחינת כדאיות רכישת מכונות לשתילה ידנית במשק תבלינים.

5. סיכום ומסקנות

המחקר השיג את מטרתו והוא מיושם באופן חלקי, אך לדברי שלי גנץ, מנהלת תחום ירקות בכתי צמיחה וממ"ר עגבניות מאכל בשה"מ, קשה לאמוד את תרומתו. יישום הנהלים להקטנת העומסים הפיזיים אינו ריאלי מאחר והוא מצריך הדרכה של כל הפועלים ושיתוף פעולה מצידם. הכלי שפותח לבחינת כדאיות רכישת מכונות לשתילה במשקי תבלין גם הוא אינו בשימוש, כיוון שרכישת מכונת השתילה אינה כדאית בשל סירוב המשתלות המסחריות להשתמש במגשים המתאימים למכונה.

לדברי החוקר, מתן שירותי ייעוץ לחקלאים באמצעות חברות ייעוץ להנדסה, תעשייה וניהול יקרות (כ- 100,000 ש"ח למשק) ולכן אינן נמצאות בשימוש.

3.4.8 חסכון בידיים עובדות בריבוי וגטיבי של ייחורים מצמחי נוי ע"י יעול השתרשות

256-0852-09	קוד מחקר
עינת שדות	חוקר ראשי
1.5 מ' שח	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

יעול ריבוי צמחי הנוי באמצעות הגדלת מספר הייחורים ליחידת צמח אם ושיפור שיעור השתרשותם. צמחי הנוי שנבדקו במחקר הם: שלושה זני גרבילאה, צמח הטרומליס, עלי הדפנה והאקליפטוס אפור העלים.

2. מבוא

אחד מענפי היצוא היציבים והמצליחים בתחום צמחי הנוי הוא ענף העציצים וחומרי הריבוי. השרשת ייחורים מבוצעת לשני צרכים עיקריים: ייצור של שתילים ויצוא של חומרי ריבוי. יעילות השתרשות צמחי הנוי היא תכונה חשובה בצמח, וקיימים מספר צמחים שכושר ההשתרשותם הנמוך מהווה צוואר בקבוק בייצורם. כיוון שאחוז ההשתרשות נמצא ביחס הפוך למספר הייחורים: ככל שאחוז ההשתרשות גבוה יותר כך יש צורך במספר קטן יותר של ייחורים, ההתרבות של צמחים אלו דורשות כוח אדם רב ותשומות גבוהות.

יעילות ההשרשה נמדדת במספר פרמטרים: אחוזי ההשרשה, מהירות ההשרשה ואחידות קצב ההשרשה. כושר ההשתרשות של הצמח מושפע בין היתר מהמצב הפיזיולוגי של צמח האם, מהעונה, מהטיפול בייחור, ומתנאי הלחות והטמפרטורה בזמן ההשרשה. כיום משתמשים בטיפולי הצללה לשינוי אורך היום שנמצאו יעילים לשיפור כושר ההשתרשות, ובמחקר הנוכחי בחנו אמצעים נוספים לשיפור ההשתרשות של צמחי נוי שונים.

3. תוצאות וממצאים

- א. נמצא כי החלפת רשתות הצל השחורות ברשתות צל צבעונית הגדילה את ייבול הייחורים בצמחי גרבילאה.
- ב. נמצא כי רשת פנינה מגדילה באופן משמעותי את יבול הייחורים ואחוזי ההשתרשות שלהם בצמח הטרומליס ובעלי הדפנה.
- ג. נמצא כי עירעור עדין של מיקרוטובולי באמצעות אוריזלין תוך טיפול באוקסין, משפר את ההשתרשות בייחורי אקליפטוס.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

למרות שנמצאו דרכי שיפור לריבוי הצמחים שנבחנו, הטמעת הממצאים דורשת עבודה נוספת. מאחר ותוצאות המחקר אינן מיושמות בשלב זה, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

נמצא כי החלפת רשתות הצל השחורות ברשתות צבעוניות/פנינה מגדילות באופן משמעותי את ייבול הייחורים בצמחים שנבחנו, ובחלקם אף מגדיל את שיעור ההשתרשות. אך משיחה עם מיכל שמיר, שותפה למחקר עולה כי למרות היתרונות והחיסכון בידיים עובדות אין יישום של הרשתות הצבעוניות עקב עלותם הגבוהה ואורך חייהם הקצר, דבר המקשה על אימוץ השיטה בענף הנוי המצוי בקשיים. בנוסף, לדברי החוקרת, המחקר הנוכחי היווה בסיס למחקרי המשך שהובילו לפיתוח של חומרים המשפרים השתרשות של צמחים מעוצים קשיי השתרשות הנמצאים כיום בהליך של רישום פטנט. כמו כן, החוקרת ציינה כי בימים אלו, נוצר שיתוף פעולה עם חברת "אגרו גדות" בשיתוף עם "קידום".

3.5 מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות

מחקרים אלו עוסקים במערכות ובשיטות לאסיף של ירקות ופירות. בנושא זה נבחנו **תשעה** מחקרים:

- מיכון לאסיף ספארי סנסט.
- אסיף אגוזי אדמה בשיטה חדשה.
- בדיקת יעילות מסיק זיתים מכאני בשיטות שונות.
- מיכון מסיק של זיתים למאכל
- חסכון בכח אדם על ידי קיצור משך הבשלת הפרי בתאנה.
- חיסכון בכח אדם על ידי ריכוז הבשלת הפרי בתאנה
- פיתוח מערכת רובוטית רב זרועית למיכון חוסך כוח אדם בחקלאות.
- הכפלת התמורה למגדלי התירס ע"י שיווק אבקת הפרחים כמזון לאקריות או כמזון בריאות ופיתוח מאספת יעודית.
- בחינת עלויות, הספקים, כח אדם ואיכות פרי בגדיד מכני וגדיד ידני כאמצעי לשיפור וחסכון בימי עבודת אדם בגדיד מג'הול עסיסי, וככלי תומך החלטה במעבר מגדיד ידני למכני.

3.5.1 מיכון לאסיף ספארי סנסט

459-0373-03	קוד מחקר
מוניק לב	חוקר ראשי
216.6 א' ש"ח	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

מיכון הקטיף והאסיף של הספארי סנסט.

2. מבוא

הספארי סנסט הינו ענף קישוט ומילוי בסידורי פרחים. בארץ, בתחילת שנות ה-2000, היו כ-1,700 דונם לגידול הספארי סנסט, כ-85% מהם ברמת הגולן. מספר ימי העבודה לקטיף סלקטיבי ולאיסוף הגידול נע בין 8 ל-10 ימים לדונם בשנה. מיכון הקטיף והאסיף הינו הכרחי בשל מחסור בכוח האדם בענף זה.

3. תוצאות וממצאים

- א. קטיף ואיסוף באמצעות מקצרה הרתומה לטרקטור מקטין את זמן העבודה ב 50% עד 66%. מאחר והקטיף אינו סלקטיבי ומצריך קשירה מוקדמת של ענפי הספארי לאלומות עם גומיות חביקה, החסכון בימי עבודה לדונם נאמד בכ-2.5 ימים בשנה.
- ב. כינוס הענפים והובלתם בעזרת מסועי שרשרת יחסוך כיום עבודה נוסף.
- ג. פותחה מכונה יעודית לקטיף ולאסיף הספארי סנסט על בסיס המקצרה הרתומה לטרקטור. למכונה כושר תמרון טוב יותר בשטחי הגידול, והיא בעלת כושר עבודה זהה.

4. הנחות לתקציר הכלכלי

- השימוש במיכון שפותח במחקר חוסך כ-3.5 ימי עבודה לדונם בשנה.
- המיכון שפותח יושם על שטח של 40 דונם.
- שכר יומי של עובד בזמן עריכת המחקר: 160 ש"ח.

5. תקציר הניתוח הכלכלי

פוחת אב-טיפוס לקטיף ולאיסוף ממוכן של הספארי סנסט. השימוש במיכון חוסך כ-3.5 ימי עבודה לדונם בשנה, ובכך מוזיל את עלויות כוח האדם. לדברי החוקר, אב-טיפוס שפותח פעל מספר שנים אצל מגדל על

שטח של כ-40 דונם, עד להפסקת הגידול, וחסך כ-22.4 אלף ש"ח בשנה. מאחר וגידול הספארי סנסט הופסק בארץ, ויציאת החוקר לגמלאות, אב-הטיפוס לא יוצר באופן מסחרי ולמכונה שפותחה אין שימוש.

6. סיכום ומסקנות

פותר אב-טיפוס לקטיף ולאיסוף ממוכן של הספארי סנסט, אשר היה בשימוש למשך מספר שנים אצל מגדל בודד עד להפסקת הגידול. המיכון שפותח חסך כ-22.4 אלף ש"ח בשנה. בשל הפסקת הגידול בארץ המכונה לא יוצרה באופן מסחרי וכיום היא אינה נמצאת בשימוש.

3.5.2 אסיף אגוזי אדמה בשיטה חדשה

459-0380-03	קוד מחקר
אהרון ויסבלום	חוקר ראשי
180 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. מציאת העיתוי האופטימלי להוצאת תרמילי אגוזי האדמה לקבלת יבול מקסימלי ואיכותי.
 ב. השוואת יעילות האסיף באמצעות מכוונות שונות.

2. מבוא

בשנת 2009 יוצרו כ-16 אלף טונות של אגוזי אדמה (בוטנים), כמחציתם ליצוא. סך ערך אגוזי האדמה בשנה זו עמד על כ-88 מיליוני ש"ח. ערך היצוא היה כ-2.9 מיליון דולר. מאחר ואגוזי האדמה גדלים בתרמילים מתחת לאדמה וקשה לאמוד את זמן ההבשלה שלהם, חלקם נשבר בזמן האסיף עקב הבשלה חלקית. הבשלה מלאה יותר של התרמילים תגדיל את גודל האגוזים שבתוך התרמיל ותקטין את מספר השברים בזמן האסיף.

3. תוצאות וממצאים

- א. השהיית הוצאת תרמילי האגוזים מהקרקע בשבועיים ללא השקייה, מגדילה את היבול בכ-10%. בשבועיים אלה רמת ההבשלה של התרמילים עולה ומגיעה לכדי 90%. רמה זו של הבשלה מקטינה את הפחת שנגרם עקב שיעור השברים הנגרם בזמן ולאחר האסיף.
 ב. לא נמצא הבדל בכמות ובאיכות האיסוף בין שתי המכוונות שנבחנו.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה שיטה להגדלת יבול אגוזי האדמה ולאיסופם, אך השיטות שפותחו אינן מיושמות ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

לדברי החוקר, פותחה שיטה לאיסוף אגוזי האדמה על ידי גיזום הנוף ושימוש במלקטת להרמת אגוזי האדמה מעל פני הקרקע לייבוש, אשר הגדילה את היבול. אך, שמרנות מצד המגדלים מנעה את יישום השיטה

המוצעת. כמו כן, לדברי מר אורן בוכשטב, מדריך פרטי לגידול אגוזי האדמה מקיבוץ נירים, שיטת האסיף שהוצעה אינה עובדת, כיום אסיף אגוזי האדמה מתבצע באמצעות מנערת חדשה ושיטות הייבוש נערכות בטכניקות אחרות.

3.5.3 בדיקת יעילות מסיק זיתים מכאני בשיטות שונות

458-0388-06	קוד מחקר
בעז ציון	חוקר ראשי
160 א' ש	עלות המחקר
3 שנים ⁴⁶	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

בחינת הביצועים של מנערות ובצרות במסיק זיתים.

2. מבוא

מסיק הזיתים הידני דורש כוח אדם רב ועלותו מהווה כ-60% מהפדיון על הזיתים, ולכן ברוב המטעים משתמשים החקלאים באחת מהמכונות הבאות: א. מנערות גזע המלוות בצוות עובדים. ספיקת העבודה היא של 50 עד 120 עצים ביום עבודה לעובד. ב. בצרות כרמי יין שהוסבו לזיתים עם מפעיל ומלגזן, בקצב של עשרות דונמים ביום עבודה. ג. מנערות חשמליות (בעיקר במטעים קטנים). הספקי המכונות השונות מבוססים על הערכות בלבד מאחר ולא נאספו נתונים עליהם ועל יעילות העבודה בשיטות הנהוגות. בחינת הספקי העבודה בשיטות השונות, שיעור הזיתים שנותרים על העץ, שיעור הזיתים הנושרים אל הקרקע ומידת הנזק לעץ תספק מידע אמין לחקלאים לשם קביעת שיטת המסיק המיטבית.

3. תוצאות וממצאים

- א. נמצא כי מנערות גזע מותירות שאריות גדולות של זיתים על העצים. בשיטה זו מומלץ להעזר בפועלים חובטים בכדי להמנע מהשארות שאריות בכמות משמעותית. באמצעות פועלים חובטים מיומנים, ניתן להוריד את שאריות הפרי לכ-2.5%. גם הפחת כתוצאה מנפילת פרי אל הקרקע גדול, אך ניתן למנוע באמצעות הדרכת צוותי הפועלים ופרישה יעילה של היריעות והרשתות.
- ב. נמצא כי מערכות הכוללות יריעות לאיסוף הפרי המצויידות במפוח, מנקות את היבול מעלים ומעלווה ומהוות יתרון מבחינת בתי הבד.
- ג. נמצא כי הבצרות גם הן מותירות שאריות של זיתים על העצים, ויש לכוון את מערכות הניעור באופן קפדני על-מנת לצמצמן.

⁴⁶ המחקר הופסק כעבור שנתיים על ידי החוקרים, לאחר שמיצו את הנושא והגיעו למסקנות (נשלח מכתב למדען הראשי ב 24.9.2008)

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר ערך השוואה בין שיטות מכאניות שונות למסיק הזיתים. לדברי החוקר, מידת ישומו של המחקר אינה ידועה ולכן לא ניתן לאמוד את תרומתו הכלכלית. כמו כן, קיים קושי רב באמידה יסודית של השפעת השיטות שנבחנו על הנוקים השונים בטווח הארוך (פגיעה בקליפת הגזע, התפתחות העצים, היקף היבול בשנים הבאות, פחת יבול).

5. סיכום ומסקנות

תוצאות המחקר הועברו למגדלים ולשה"ם. לדברי החוקר, המחקר עשוי לסייע בקבלת החלטות למגדלים חדשים המצטרפים לענף ו/או למגדלים העומדים בפני חידוש ציוד.

3.5.4 מיכון מסיק של זיתים למאכל

קוד מחקר	203-0895-10
חוקר ראשי	ארנון דג
עלות המחקר	690 א' ש"ח
תקופת המחקר	3 שנים

1. מטרת המחקר

מיכון מסיק זיתים למאכל.

2. מבוא

בארץ כ-320 אלף דונם מטעי זיתים, כ-68% בתנאי בעל והשאר בתנאי שלחין אינטנסיביים. מסיק הזיתים הידני דורש כוח אדם רב ועלותו מהווה כ-60% מסך הפדיון. מסיק הזיתים לשמן במטעי השלחין ממוכן כולו, אך רמת הפגיעות בזיתים למאכל במסיק הממוכן היא גבוהה מאוד ולכן רוב המסיק מבוצע באופן ידני. מיכון המסיק לזיתי המאכל יפחית את כוח האדם הנדרש ויקטין את עלויות הגידול.

3. תוצאות וממצאים

- א. נייעור גזע העץ בשילוב חובטים מותר על העץ בין 0% ל-20% שאריות פרי בזנים: מנזנילו, אוחיבלנקה, סורי ונבאלי. פעילות החובטים הכרחית בכדי לקבל שיעור מסיק גבוה.
- ב. שימוש בתכשיר להחלשת העוקץ לא הביא לשיפור משמעותי ביעילות המסיק.
- ג. המסיק הממוכן לא פגע באיכות הזיתים מזן: סורי, אוחיבלנקה, נבאלי, אראוקו, מיגדוליאה ופיקואל.
- ד. שיעור הפגיעה בזיתים מזן ג'ארפה וספוקה כתוצאה מהמסיק הממוכן עמד על כ-40%.
- ה. איכות זית המנזנילו הירוק נפגעה כתוצאה מהמסיק הממוכן, אך ניתן לצמצם את הופעת הנזקים על זית המנזנילו המושחר באמצעות השהיית הזית בתמיסה של מטאביסולפיד למשך 24 שעות.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר בדק את האפשרות למיכון מסיק הזיתים למאכל ומצא כי יעילות המסיק באמצעות שימוש במיכון קיים (מנערות גזע) בתוספת של עובדים חובטים גבוהה מספיק, וכי אין צורך בפיתוח אמצעי מסיק חדשים עבור חלק גדול מזני הזיתים. עבור זיתים מזן מנזנילו, ג'ארפה וספוקה, המיכון הקיים אינו מתאים מאחר והוא פוגע בזיתים. מאחר וזיתי המנזנילו הם הזיתים העיקריים בתעשיית שימורי הזיתים, הפגיעה בהם מהווה אבן גנף ביישום תוצאות המחקר. כיוון שהמחקר אינו מיושם, לא ניתן להעריך את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

מטרת המחקר היתה למכן את מסיק זיתי המאכל. המחקר בדק את היעילות של מסיק הזיתים באמצעות מנערות גזע קיימות, ומצא כי שילוב של מנערות גזע עם חובטים יעיל בזנים מסוימים של זיתים. אך, עבור זנים מסוימים של זיתים, ביניהם זן המנזנילו - הזן המרכזי בשוק, המסיק הממוכן פוגע באיכות הפרי ולכן אינו יעיל. בזנים אלו נדרש לפתח מיכון מותאם או לחילופין, להחליפם בזנים תחליפיים עמידים יותר.

3.5.5 חסכון בכח אדם על ידי קיצור משך הבשלת הפרי בתאנה

203-0839-09	קוד מחקר
משה פליישמן	חוקר ראשי
750 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

האצת והאחדת הבשלת פרי התאנה.

2. מבוא

בשנת 2014 יוצרו בעולם למעלה ממיליון טונות של תאנים⁴⁷. יצרנית התאנים המובילה בעולם הינה טורקיה המייצרת כרבע מסך תפוקת התאנים בעולם, ולאחריה מצרים, אלג'ריה ומרוקו. ייצור התאנים במדינות המערביות קטן יחסית: ארצות-הברית וספרד הן המובילות בענף זה, וכל אחת מהן מייצרות כ-2% מסך התפוקה בעולם בלבד.

בישראל יוצרו בשנת 2010 כ-4.4 אלף טונות של תאנים בערך כולל של כ-67 מיליון ש"ח. ערך זה גדול פי 7 ממספר טונות התאנים שיוצרו בעשור שלפניו. יצוא התאנים בשנים אלו היה נמוך משמעותית, ומענף שסך היצוא שלו עמד על כ-20% מסך הייצור, הוא צנח לענף שבו היצוא נמצא בשוליים ומהווה כ-5% בלבד.

מהלך הבשלת פרי התאנה איטי ואינו אחיד, והקטיף נמשך לאורך 50 עד 60 ימים בשנה. מאחר ובהבשלת יתר הפרי אינו ראוי לשיווק, קיים צורך לקטוף את הפרי מיד בבשלותו.

למרות הפדיון הגבוה של התאנים בארץ (כ-15 ש"ח לקילו בשנת 2010) ובחול"ל (כ-6 דולר לקילו בשנת 2009), לדעת החוקרים, הבעיה העיקרית בפיתוח ענף התאנים בארץ הוא כוח האדם הרב הנדרש בעת הקטיף: כ-39 ימי עבודה מלאים לדונם בשנה. הוצאות הקטיף מהוות כשני שלישי מסך כל הוצאות גידול התאנה.

האצת והאחדת הבשלת פרי התאנה יצמצם את זמן הקטיף, יפחית את העלויות שלו וישפר את ריווחיות הענף.

⁴⁷ <https://www.mapsofworld.com/world-top-ten/fig-producing-countries.html>

3. תוצאות וממצאים

נמצא כי צרוף של שמנים וחומרים אחרים המכונה "זאב" גורם לאחידות בהבשלת פרי התאנה. החומר נוסה בשטח על זן "הארגמנית", ונמצא כי תפוקת הקטיף בשטח המטופל גדלה פי 4. החומר לא השפיע על כושר אחסון הפרי.

4. סיכום ומסקנות

המחקר היווה בסיס למחקר המשך (13-1000-203) לבחינת החומר על זני תאנים נוספים.

3.5.6 חסכון בכח אדם על ידי ריכוז הבשלת הפרי בתאנה (מחקר המשך למחקר 09-0839-203)

203-1000-13	קוד מחקר:
משה פליישמן	חוקר ראשי:
100 א' ש	עלות המחקר:
שנה	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת גנטית ללימוד השפעת צרוף של חומרי צמיחה, משטחים ושמנים על החשה והאחדת הבשלת הפרי בתאנים. פיתוח פרוטוקול לתזמון וקיצור משך הבשלת פרי התאנה במטעי ישראל.

2. מבוא

המחקר הנוכחי, הינו המשך למחקר 09-0839-203, בו פותח תכשיר ("זאב") המסוגל לרכז הבשלה של פרי התאנה, ללא פגיעה בכושר האחסון של הפרי. החומר נבחן על זן תאנה אחד בלבד, זן התאנה הארגמנית שהוא זן היצוא המרכזי בישראל. במחקר הנוכחי, יושם החומר על שני זנים נוספים "חמדי" ו"סתווית הדבש".

3. תוצאות וממצאים

החומר פועל ביעילות גם על זני תאנה "חמדי" ו"סתווית הדבש" ונמצא שהחומר מצליח לאחד הבשלה גם בזנים אלו⁴⁸. כמו כן, נמצא כי פועל מסוגל בעקבות הריסוס המוקדם בחומר לקטוף פי 4 יותר פירות בהשוואה למטע לא מטופל. בנוסף, שימוש מושכל בחומר עשוי לסייע לחקלאי בתכנון מכירת הפרי ליצוא. נכתב פרוטוקול העבודה של השימוש בחומר מאחד ההבשלה למגדלים. קיים שיתוף פעולה עם "קידום" במטרה לקדם שיתוף פעולה עם התעשייה, אך טרם נחתם חוזה מסחרי ליצור ושיווק החומר.

4. הנחות הניתוח הכלכלי

החומר שפותח במחקר הקודם נבחן על זני תאנים נוספים ונמצא יעיל בהבשלת פרי התאנה. תפוקת הקטיפה כתוצאה מהשימוש בחומר גדלה פי 4. נוהל משא ומתן על מסחור החומר עם חברה טורקית, אך בשלב מסוים אסר השוק האירופאי על שימוש באתלין, המצוי בחומר שפותח. לכן, לא ניתן להשתמש בחומר זה בתאנים המיוצאות לאירופה והחומר אינו מסחרי. מאחר והחומר שפותח אינו בשימוש, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

⁴⁸ מסקנת החוקרים היא שהחומר מסוגל לאחד הבשלה באופן כללי על תאנים.

5. סיכום ומסקנות

במחקר 203-0839-09 ובמחקר הנוכחי, פותח חומר הגורם להבשלה אחידה של פרות התאנה בשלושה זנים ("תאנה ארגמנית", "חמדי", "סתווית הדבש") ולצמצום ימי הקטיפה ועלויות הקטיפה. אך, אחד המרכיבים של החומר נאסר לשימוש בשוק האירופי והמשא ומתן לשיווק החומר עם חברה טורקית הופסקו. בעקבות האיסור על שימוש באתלן, ולאור הידע שנצבר במחקר זה ובמחקר הקודם, פותח חומר הבשלה אחר אשר מיושם בניסוי בשטח בימים אלו.

3.5.7 פיתוח מערכת רובוטית רב זרועית למיכון חוסך כוח אדם בחקלאות

קוד מחקר	838-0566-10
חוקר ראשי	יצחק שמולביץ
עלות המחקר	1,125 א' ש"ח
תקופת המחקר	3 שנים

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת רובוטית לאיסוף מלונים.

2. מבוא

בשנת 2010 היו בישראל כ-150 אלף דונם לגידול אבטיחים ומלונים. בגידולים אלו עובדים כ-1,700 פועלים. אסיף המלונים והאבטיחים הינו עתיר עבודה ומהווה, לדברי החוקרים, כמחצית מסך עבודת הידיים בענף. מיכון אסיף המלונים ייעל את עבודת האסיף, יגדיל את התפוקה ויקטין את כוח האדם הנדרש. לטענת החוקרים, יישום המערכת הרובוטית ב-30% משטחי הגידול יחסוך כ-300 פועלים שעלותם השנתית כ-26 מיליון ש"ח.

בשנת 2000 פותח במכון להנדסה חקלאית רובוט לקטיף מלונים. עקב שיעור הצלחה בינוני בזיהוי המלונים על-ידי הרובוט, ואי יכולתו לזהות מתי המלון בשל או לא בשל, השימוש ברובוט שפותח אינו מעשי. ולכן פיתוח מערכת רובוטית משולבת אדם יכולה להיות פתרון לבעיית הזיהוי.

3. תוצאות וממצאים

פותח אבטיפוס מוקטן הכולל זרוע לאיסוף אוטומטי של המלון. לרובוט אלגוריתם לתכנון מסלול האיסוף ולניווט אוטומטי בשטח.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותח אב-טיפוס מוקטן ראשוני לאיסוף אוטומטי של מלונים, אך אב-טיפוס טרם נוסה בשדה בשל קשיים במימושו בגודל הרצוי. מאחר והמערכת אינה ישימה בשלב זה, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותח אב-טיפוס ראשוני ומוקטן לאיסוף מלונים. אב הטיפוס טרם נוסה בשדה ופיתוח אב-טיפוס בגודל הרצוי נתקל בקשיים ופיתוחו לא הושלם.

3.5.8 הכפלת התמורה למגדלי התירס ע"י שיווק אבקת הפרחים כמזון לאקריות או כמזון

בריאות ופיתוח מאספת יעודית

458-0533-11	קוד מחקר:
שמואל גנמור	חוקר ראשי:
330 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת לאסיף ממוכן והפקה של אבקת פרחי תירס שלא רוסס בחומרי הדברה רעילים, כדי להזין באבקה אקריות טורפות בחממה ובשדה, לטפח את אוכלוסיותיהן ולהדביר אוכלוסיות של מזיקים ללא חומרי הדברה. פיתוח הטכנולוגיה מיועד להביא גם להגדלת התמורה למגדל התירס, מבלי לפגוע ביבול. הוזלת עלויות האבקה תאפשר הרחבה בשימוש באקריות טורפות והגברת השימוש במוצר ה"פולן" כתוסף מזון.

2. מבוא

אקריות טורפות ניזונות מכמה סוגי מזון, אבל אבקות של פרחים מסוימים עדיפות על רוב המזונות ומאפשרות גידול מהיר של האוכלוסיה והקטנת מספר האקריות המזיקות. עבור אקריות טורפות מסוג: A. swirskii ו-E. scutalis, אבקת פרחי תירס מהווה מזון טוב ומתאים להזנה בטבע ובמעבדה. השיטות הקיימות לאיסוף אבקות פרחים המתאימות להזנת האקריות הטורפות הללו יקרות מאד ודורשות עבודה רבה. במחקר הנוכחי, פותחה שיטה ומערכת לאסיף אבקת פרחי תירס על ידי נייעור התפרחת כך שחלקה הגיע אל מגש האיסוף, חלקה הגיע אל צלקות פרחי הנקבה וחלק נותר בפרח.

3. תוצאות וממצאים

תוצאות הניסויים הראו שאסיף ממוכן של אבקת פרחי תירס באמצעות הטכנולוגיה והמערכת שפותחו מפיק כמויות גדולות של אבקת תירס שיכולות להביא לתמורה נוספת למגדל התירס, תוך השקעה נמוכה. הכמויות הנאספות מאפשרות הורדה של עלויות המוצר והרחבת השימוש בו הן למטרות של הגברת האוכלוסיה של אקריות טורפות אוכלות כל והן לשימוש במוצר ה"פולן" כתוסף מזון המשווק בדבש. שיפור תהליך הוספת האבקה על הצמח, באמצעות טכנולוגיה של הנחת חבל עם אבקה על הצמח, הביא לשיפור בתנאי ההזנה והמחיה של האקריות הטורפות ולהגדלת גודל אוכלוסיתן. בנוסף, יש לבצע ניסויים נוספים כדי למצוא תנאים אופטימאליים לאסיף. כמו כן, לדעת החוקרים, נראה שרצוי לשפר את מערכת הטיפול באבקה ולבצע ניפוי וטיפולים נוספים כבר על גבי המאספת.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מערכת לריסוס ומערכת לאיסוף אבקה. המשא-ומתן עם חברות שונות בארץ ובחו"ל לא צלח, ונכון להיום המערכות אינן משוקות. מאחר וכרגע אין שימוש במערכות שפותחו במחקר, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

נרשמו זכויות יוצרים בחו"ל על מערכת הריסוס ועל מערכת האיסוף של האבקה. בנוסף, נבחנו התקשרויות עם חברות שונות: חברת "פולין" המשווקת אבקת פרחים כתוספת לדבש, חברה הולנדית המובילה בעולם בתחום ההדברה הביולוגית, ושתי חברות להפריית עצי שקד. המשא ומתן עם החברות השונות לא צלח בשלב זה, ותוצאות המחקר אינן מיושמות.

3.5.9 בחינת עלויות, הספקים, כח אדם ואיכות פרי בגדיד מכני וגדיד ידני כאמצעי לשיפור וחסכון בימי עבודת אדם בגדיד מג'הול עסיסי, וככלי תומך החלטה במעבר מגדיד ידני למכני

קוד מחקר:	645-0132-12
חוקר ראשי:	אבי סדובסקי
עלות המחקר:	320 א' ש
תקופת המחקר:	שנתיים

1. מטרת המחקר

בחינת המעבר מגדיד ידני לגדיד מכני במג'הול עסיסי לצורך חסכון בעבודה ואמצעים.

2. מבוא

מג'הול הוא זן התמר העיקרי בישראל ומהווה מרכיב משמעותי בייצוא. מג'הול עסיסי הוא פרי בעל ציפה רכה ונימוחה וקליפה דקה ועדינה. קליפת הפרי נפגעת ונקרעת בקלות ולכן יש לבצע את גדיד הפרי הבשל המוכן בצורה עדינה ביותר על מנת להימנע מפגיעה מכנית בקליפה, המורידה את סיווג הפרי, כושר השתמרותו וערכו בשווקים.

3. תוצאות וממצאים

נבדקו שלושה סוגים של מערכי גדיד: גדיד ידני, גדיד שרוולים וגדיד מכני. המערכים נבדקו במגוון מטעים הכוללים מגוון עצים מניבים ברמות שונות בערבה בגילאים ובגבהים שונים. המערכים השונים נבדקו מספר פעמים בשתי עונות. נמצא כי אין פגיעה באיכות הפרי בגדיד מכני בהשוואה לגדיד ידני. כמו כן, נמצא כי פחות מ 10% מהפרי נושר אולם כמות זו מצטמצמת מעונה לעונה. במערכי גדיד מכני מסוג "חרגול" ו"סופר חרגול" יש חסכון של 30%-50% בעובדים ו 50%-70% בכלי גובה המתבטא בחיסכון של 27 עובדים ושל 15 כלי גובה ל 1,000 לדונם מג'הול בוגר. בנוסף, נמצא כי אחוז הזמן היצרני בגדיד מכני נמוך ולכן יש פוטנציאל לשיפור נוסף. יחד עם זאת, יש לשפר את פעילות המנערת בגדיד המכני.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר בחן שלושה סוגי גדיד, ונמצא כי קיים יתרון לגדיד המכני. מאחר ויש צורך לפתח כלים ייעודיים לגדיד המכני, המחקר אינו ישים בשלב זה, ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

תוצאות המחקר הראו כי קיים יתרון לגדיד מכני בתמרים, אך כי יש צורך לפתח כלים ייעודיים למטעי התמרים. בשלב זה תוצאות המחקר אינן ישימות, אך הן הניעו מחקרי המשך לפיתוח כלים אלו.

3.6 טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק

מחקרים אלו עוסקים במערכות למיון של ירקות ופירות. בנושא זה נבחנו עשרה מחקרים:

- פיתוח מערכת חצי אוטומטית לקביעת דרגת בגרות של אבוקדו בעזרת ספקטרומטריה באור הקרוב לתת-אדום NIR.
- אבחון והערכת איכות של תפוחים על פי הדמיה ספקטרלית רב מימדית בתחום ה-NIR
- אבחון רקבון פנימי בתפוח באמצעות ספקטרוסקופיית NIR.
- מיון אוטומטי של פירות מג'הול לפי שעור הרטיבות, באמצעות ספקטרומטריה בתחום קרוב לתת אדום.
- מיון אוטומטי של תמר מג'הול לפי שעור הרטיבות או תכולת הסוכר, באמצעות ספקטרומטריה בתחום קרוב לתת אדום.
- פיתוח מכשור נייד בתחום ה NIR לאבחון והערכת מדדי קטיף בתפוחים.
- פיתוח מכונה למיון פרחי לאוקנדרון.
- פיתוח מערכת אוטומציה נבונה למיון ואריזת עירית טרייה להגדלת הפריון וחיסכון בידיים עובדות.
- פיתוח מכונה אוטומטית למיון, שקילה ואגידה של עירית לייצוא טרי.
- פיתוח מערך מיון לטיפול ואריזה של תבלינים טריים רחבי עלים.

3.6.1 פיתוח מערכת חצי אוטומטית לקביעת דרגת בגרות של אבוקדו בעזרת ספקטרומטריה באור הקרוב לתת-אדום NIR

458-0238-02	קוד מחקר
זאב שמילוביץ	חוקר ראשי
270 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת ושיטת עבודה לצורך אבחון בזמן אמת של מידת הבגרות של האבוקדו.

2. מבוא

ענף האבוקדו הינו אחד מענפי היצוא החקלאיים החשובים. בשנת 2017 עמד ערך היצוא של האבוקדו על כ-150 מיליון דולר. סך תפוקת האבוקדו בשנה זו היה כ-76 אלף טון, כ-85% מהם ליצוא. פרי האבוקדו נקטף כשהוא קשה והוא מבשיל רק מספר ימים לאחר הקטיף. מאחר והתבגרות הפרי אינו מלווה בשינויים ניכרים בצורתו החיצונית, קשה לצפות מראש אם הפרי יתרכך כהלכה. ההחלטה על מועד קטיף האבוקדו מבוססת כיום על מדגמים הנבדקים בבדיקה הרסנית (ריסור חתך מהציפה וייבוש). אבחון בגרות האבוקדו בזמן אמת וללא הרס יקטין את הפחיתים ויעלה את איכות הפרי המשווק.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מערכת חצי אוטומטית המערכת המאפשרת סריקה של הפרי תוך כדי תנועה בדיוק חיזוי של 90% ובמהירות של פרי לשתי שניות. מהירות זו מתאימה למבדקי איכות, אך לא לצרכי מיון.

4. סיכום ומסקנות

פותחה מערכת חצי אוטומטית המאפשרת סריקה של האבוקדו לבדיקת בגרותו במהירות של שתי שניות לפרי. בשיתוף פעולה עם "קידום" וחברת "עשת אילון" המשיכו את בדיקת התאמת המערכת, אך נכון להיום המערכת והטכנולוגיה שפותחה אינן בשימוש בארץ. מחקר זה, ומחקרים נוספים שבוצעו (-458-0267-03, 458-0419-07, 458-0384-08, 458-0520-09 ו-458-0509-10) היוו בסיס לבחינת מיון של גידולים נוספים (תמרים, תפוחים, פאפיה, אננס וענבים).

3.6.2 אבחון והערכת איכות של תפוחים על פי הדמיה ספקטרלית רב מימדית בתחום ה- NIR

458-0267-03	קוד מחקר
זאב שמילוביץ	חוקר ראשי
240 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. פיתוח שיטה למיון תפוחי עץ לייצוא, לפי תכולת העמילן והחומציות של הפרי.
- ב. פיתוח אלגוריתם לזיהוי פגמים שנגרמו מפגיעות מכאניות בתפוח.
- ג. בניית מתקן לסריקת תפוחים בתנועה.

2. מבוא

בשווקי היצוא קיימת דרישה הולכת וגוברת לפרי איכותי. בשנות המחקר חלה עליה במחלת בית הגרעין של פרי התפוח, הנגרמת על-ידי פטריות פתוגניות. המיון הידני והמיון בראיה ממוחשבת הקיים בבתי האריזה, אינם יכולים לזהות את הפגיעה בפרי מאחר ואין כל סימן חיצוני למחלה. הטכנולוגיה המוצעת מאפשרת לקבל מידע על איכות הפרי הן מבחינת קיום רקבון עקב המחלה/חבלה מכאנית, והן מבחינת רמת החומציות בפרי, ובכך לספק תפוחים באיכות גבוהה לשווקי היצוא.

3. תוצאות וממצאים

נבחנו שני זנים של תפוחי עץ: "גולד דילישס" ו"רד דלישס".

- א. שגיאת החיזוי של האלגוריתם על פגמים ממכות מכאניות עומדת על 1% בשני הזנים. שגיאת חיזוי חומציות הפרי פחות משני אחוז.
- ב. פותח מתקן לסריקת תפוחים במסילה, אך לא הושגו תוצאות טובות לחיזוי תכולת העמילן במתקן.
- ג. דיוק הפגמים בתפוחים במתקן שפותח עמד על 46% בלבד.

4. סיכום ומסקנות

פותחה מערכת לזיהוי פגמים מכאניים של תפוח-העץ, באמצעות טכנולוגיה שפותחה במחקר קודם (-458-0238). תוצאות החיזוי של המערכת על תפוחים הנעים במסילה לא היו טובים, ולכן המערכת נדרשה לשיפורים שבוצעו במחקר המשך (08-458-0384). מחקר זה ומחקר קודם היוו בסיס לסדרת מחקרים למיון גידולים שונים.

3.6.3 אבחון רקבון פנימי בתפוח באמצעות ספקטרוסקופיית NIR (מחקר המשך ל' 458-0267-03)

458-0384-08	קוד מחקר
זאב שמילוביץ	חוקר ראשי
160 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

שיפור הביצועים של מערכת לזיהוי תפוחים הנגועים בפטריות פתוגניות הגורמות לרקבון בית הגלעין.

2. מבוא

במחקר הקודם (458-0267-03) פותחה מערכת הבודקת את איכותם הפנימית של תפוחים הנמצאים בתנועה, והושגה רמת דיוק של 86%. השגת רמת דיוק גבוהה יותר של איכות התפוחים מהווה תנאי לפיתוח מסחרי של המערכת.

3. תוצאות וממצאים

המערכת הקודמת שופרה והיא מאפשרת הנעה קלה יותר ובדיקה רציפה של התפוחים בקצב של 6 תפוחים בשניה. שגיאת החיזוי של תפוח נגוע עומדת על 10%.

4. סיכום ומסקנות

מטרת המחקר הושגה באופן חלקי: השיפורים שהוכנסו למערכת כללו בדיקה רציפה של התפוחים בקצב של 6 תפוחים בשניה, אך גודל שגיאת החיזוי כמעט ולא השתנה ועומד על כ-10%. המחקר היווה בסיס למחקרים נוספים (458-0520-09 ו-458-0509-10).

3.6.4 מיון אוטומטי של פירות מג'הול לפי שעור הרטיבות, באמצעות ספקטרומטריה בתחום קרוב לתת אדום

458-0419-07	קוד מחקר
זאב שמילוביץ	חוקר ראשי
200 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח חיישן בתחום ה-NIR (Near Infrared) למיון אוטומטי של תמר ה"מג'הול".

2. מבוא

בשנת 2015 צרכו בעולם כ-40 אלף טון של תמר "מג'הול", כ-70% מהם יוצרו בישראל⁴⁹. חסרונו של ה"מג'הול" הוא חיי מדף קצרים ונטיה חזקה להשתלפחות. ההשתלפחות הינה תופעה בלתי הפיכה בה קליפת התמר נפרדת מציפת הפרי, ונוצרת בועת אויר. ההשתלפחות היא בעיקרה מפגע אסתטי, אך היא גורמת לנזקים כלכליים בשל הורדת סיווג הפרי לאיכות נמוכה. ככל שתכולת המים של ה"מג'הול" גבוהה יותר, כך הסיכוי לשילפוח נמוך יותר הגורם לאחוז יצוא גבוה יותר. כיום, גם המיון הידני וגם המיון הממוכן של התמרים, אינו ממיין את התמרים לפי שיעור הלחות בפרי והתוצאה היא קבלת מוצר שאינו אחיד. באמצעות ניתוח ספקטרום הקרינה הנבלע במוצר בתחום הקרוב לתת אדום (NIR) ניתן לספק מידע על תכולת המים בפרי ולשווק פרי באיכות גבוהה⁵⁰.

3. תוצאות וממצאים

נמצא כי ניתן לפתח מערכת למיון אוטומטי של "מג'הול" על-פי הלחות בפרי.

4. סיכום ומסקנות

פיתוח החיישן למיון מסחרי של תמר ה"מג'הול" לפי אחוזי הלחות לא הושלם במחקר זה, אך המחקר היווה בסיס למחקרי המשך (458-0384-08, 458-0520-09 ו-458-0509-10).

⁴⁹ <http://www.freshplaza.com/article/155227/Israeli-Medjool-dates-dominate-the-global-market>

⁵⁰ קרינת האור בתחום הקרוב לתת אדום הינה קרינה בעלת בליעה אופיינית במולקולות אורגניות המרכיבות את המוצרים החקלאיים ובעזרת ניתוח של ספקטרום הבליעה ניתן לקבל מידע כמותי על מרכיבי האיכות הפנימיים. במסגרת מרכיבים אלה ניתן למנות תכולת מים, תכולת סוכרים, תכולת שומן, תכולת חלבון.

3.6.5 מיון אוטומטי של תמר מג'הול לפי שיעור הרטיבות או תכולת הסוכר, באמצעות ספקטרומטריה בתחום קרוב לתת אדום (מחקר המשך ל' 458-0419-07)

458-0520-09	קוד מחקר
זאב שמילוביץ	חוקר ראשי
600 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

השלמת פיתוח חיישן למיון אוטומטי של תמר ה"מג'הול" ושילובו בקו המיון.

2. מבוא

במחקר קודם (458-0419-07) החל פיתוח חיישן ייעודי לצורך מיון אוטומטי של פירות ה"מג'הול" לפי שיעורי לחות. מטרת המחקר הנוכחי היא להשלים את הפיתוח של החיישן ולשלבו בקו המיון.

3. תוצאות וממצאים

א. נמצא כי מערכת ה-NIR מזהה היטב את תכולת הלחות, מצב המים וזיהוי פייחת בתמר ה"מג'הול", ובשלושה זנים נוספים: "זהידי", "חידראי" ו"אמרי".

ב. פותח גשר חדש המיועד להתקנה מעל קו המיון של מערכת מיון הממיינת לפי משקל התמרים ועליו ממוקם החיישן.

ג. פותח אב טיפוס לסינגלטור לתמרים. הניסויים הראו פוטנציאל ליישום אך קיימת סיבוכיות רבה בייצור, בהרכבה ובתחזוקת המערכת.

4. סיכום ומסקנות

פותחו אמצעים ראשוניים לשילוב חיישן המיון שפותח במחקר בקו המיון הקיים, ונערכו ניסויים ראשוניים. סוכם על שיתוף פעולה עם חברת "עשת אילון" לפיתוח התקן שישלב את המערכת שפותחה במחקר במכונות המיון של החברה, והיו מגעים למכירת 6 התקנים במחיר של 300,000 דולר, אך העסקה לא הבשילה. בנוסף, מחקר זה, מחקרים קודמים ומחקר נוסף (458-0509-10) היוו בסיס לשיתוף פעולה עם "קידום" ועם חברת "עשת אילון" לפיתוח מערכות מיון לגידולים נוספים: אבוקדו, תפוחים, פאפיה, אננס וענבים.

3.6.6 פיתוח מכשור נייד בתחום ה NIR לאבחון והערכת מדדי קטיף בתפוחים

458-0509-10	קוד מחקר
זאב שמילוביץ	חוקר ראשי
270 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

בחינת התכנות לפיתוח מכשיר נייד המבוסס על טכנולוגיית NIR (Near Infra-Red) המאפשר קביעה של מועד הקטיף האופטימלי בפרי התפוח.

2. מבוא

בשווקי היצוא קיימת דרישה הולכת וגוברת לפרי איכותי. הגדרת מועד קטיף אופטימלי בהתאם ליעדי השיווק ואחזקת הפרי באחסון, הכרחית על-מנת לספק סחורה באיכות גבוהה. רוב התפוחים הנקטפים בארץ מועברים לאחסון. אחסון ארוך טווח (מעל לשישה חודשים) מצריך קטיף של הפרי בתקופה מוגדרת היטב: קטיף מוקדם עלול לגרום לאי הבשלת הפרי בעת הוצאתו מהאחסון, ובקטיף מאוחר מדי קיים חשש להתרככות וקימחיות הפרי.

קביעת מועד הקטיף מבוצעת באמצעות בדיקה מדגמית של מוצקות הפרי, תכולת הסוכרים והעמילן וחומציות הפרי. בדיקה זו מבוצעת בשיטה חודרנית והרסנית של הפרי. באמצעות בדיקת ההרכב הפנימי של התפוח בטכנולוגיית NIR, ניתן יהיה לפתח שיטה מהירה ולא הרסנית לקביעת מועד הקטיף האופטימלי של התפוח.

3. תוצאות וממצאים

- א. חיישן הרכב החלב שפותח על-ידי צוות החוקרים הוסב לבדיקת תפוחים, ונבחנו שני מיקרוספקטרומטרים של חברות קיימות לצורך שילובם במכשיר.
- ב. כושר החיזוי של המכשיר למוצקות הפרי היה בינוני.
- ג. ברמה העקרונית, הוכחה יכולת לבחינת מדדי הקטיף באמצעות המכשיר.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר שבוצע היה מחקר היתכנות לפיתוח חיישן נייד לקביעת מועד הקטיף האופטימלי בפרי התפוח. תוצאות המחקר הראו היתכנות לפיתוח החיישן ברמה העקרונית. אב הטיפוס שפותח נדרש לשיפור בכושר

החיזוי שלו וכן נדרש למזערו. במחקר זה פיתוח המכשיר לא הסתיים, אך הידע והטכנולוגיה שנצברו במחקר זה ובמחקרים קודמים (458-0238-02, 458-0267-03, 458-0419-07, 458-0384-08, 458-0520-09 ו-10-0509-458) הביאו לשיתוף פעולה עם "קידום" ועם חברת "עשת אילון" לפיתוח מכונות מיון לגידולים שונים. ומערכת ראשונה למיון אננס נמכרה למגדל בקוסטה ריקה בעלות של כ-100,000 דולרים.

5. סיכום ומסקנות

הוכחה יכולת לבחינת מדדי קטיף במכשיר נייד ברמה העקרונית, אך המכשיר שפותח נדרש לשיפורים נוספים. המחקר ומחקרים קודמים היוו בסיס לסדרת מחקרים למיון גידולים שונים: אבוקדו, תמרים, תפוחים פאפיה, אננס וענבים. בשנת 2018 נמכרה מערכת מיון ראשונה של אננס בעלות של כ-\$100,000

3.6.7 פיתוח מכונה למיון פרחי לאוקנדרון

458-0417-07	קוד מחקר
בעז ציון	חוקר ראשי
160 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת למיון פרחי הלאוקנדרון, המבוססת על תפסנית ייעודית ומערכת ראייה ממוחשבת פשוטה.

2. מבוא

לאוקנדרון הינו צמח רב-שנתי אשר ענפיו משמשים כענפי קישוט ומילוי בסידורי פרחים וזרים. שטחי הגידול של הלאוקנדרון בארץ מוערכים, בתקופת המחקר בכ-2,000 דונם, (מתוכם כ-1,700 דונם ברמת הגולן). הקטיף הנהוג בספארי סנסט הוא בררני ומתאפיין במספר ניכר של קטיפים של ענפים שהגיעו לבשלות. עונת הקטיף עשויה להתמשך על פני כמחצית השנה, הספקי הקטיף והאסיף הבררני על פי נתוני ענף הפרחים עומדים על כ-4,000-5,000 ענפים ליום עבודת אדם. במטרה לתעש יותר את הגידול, נוצר צורך במיכון הנדסי להגדלת הכמות הממויינת באופן קפדני יותר על פי גודל התפרחת ואורך הפרח המתאים.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מערכת למיון פרחי הלאוקנדרון, אשר יכולה למיין בצורה טובה יותר בהשוואה למיון הידני הנהוג. המכונה באמצעות 3 עובדים יכולה להגיע לקצב מיון של 5,500-7,000 פרחים בשעה (תלוי בקצב הזנתה).

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מערכת ייעודית למיון קפדני של פרחי הלאוקנדרון באמצעות מצלמה החוסכת בכוח אדם ובעלת קצב מיון גבוה בהשוואה למיון הידני. אך, מאחר וגידול הלאוקנדרון בארץ הופסק, המערכת אינה מיושמת ואינה מסחרית ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

לדברי החוקר, פיתוח המערכת למיון פרחי הלאוקנדרון הסתיים ואף הופעל בהצלחה רבה אצל אחד המגדלים הגדולים ברמת הגולן. היה בעבר ניסיון לקידום הפצת המכונה על ידי חברת "טקטו" אך כיוון שגידול הפרח בארץ הופסק אין למכונה שימוש והיא אינה משווקת, ייתכן וניתן יהיה לשווק את המכונה לחו"ל בשווקים בהם קיים גידול של הפרח.

3.6.8 פיתוח מערכת אוטומציה נבונה למיון ואריזת עירית טרייה להגדלת הפיריון וחסכון בידיים עובדות

קוד מחקר	458-0551-10
חוקר ראשי	זאב שמילוביץ
עלות המחקר	740 א' ש"ח
תקופת המחקר	4 שנים

1. מטרת המחקר

- א. פיתוח מערכת לחיתוך ולמיון עירית.
- ב. מיכון ואוטומציה של העירית משלב הקטיף ועד לאריזה.

2. מבוא

ענף התבלינים כולל כ-30 סוגי תבלינים שונים. הענף הינו עתיר ידיים עובדות בכל שלבי הגידול, ובעיקר בשלבי הקטיף, המיון והאריזה. עלויות כוח האדם בגידולי התבלין מהוות מעל ל-50% מסך עלויות הגידול. יכול העירית הינו כ-2 טון לדונם בשנה, וגידולה מתבצע כולו באופן ידני. קטיף העירית מבוצע בסכין והיא נאגדת בצרורות של כ-200 גרם, אשר מטופלים באופן ידני בבית האריזה תוך שמירה על מבנה האגד. תפוקת הקטיף עומדת על כ-25 ק"ג לשעה לעובד, ותפוקת המיון והאריזה הינה כ-2.5 ק"ג לשעה לעובד. בתהליך הגידול והמיון של העירית קיים פחת גדול הנובע בעיקר מתהליכי מיון קפדניים המסננים את רוב התוצרת. שיעור הפחת מגיע לכ-30%, מה שמגדיל את העלויות ומקשה על התפתחות הענף. בשנים האחרונות בוצעו מספר פרויקטים לפיתוח מיכון לקציר, מיון ואגידת העירית, אך מיכון זה לא הגיע ליישום מסחרי, וכיום אין מיכון אוטומטי לקמ"א של העירית. מיכון מערכתי של גידול העירית משלב הקציר ועד לאריזה יחסוך בכוח אדם רב ויקטין את עלויות הגידול.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה מקצרה לקציר העירית ומנגנון המעביר את התוצרת מהמקצרה אל הארגזים.
- ב. פותחה מערכת להרמת גבעולי עירית בודדים. ביצועי המערכת אינם מספקים מאחר ופעולת שחרור הגבעולים אינה מדוייקת וקיים חשש לחוסר סכנרון עם המסוע המיועד לקלוט את הגבעול.
- ג. פותח אלגוריתם המסוגל לזהות את איכות העירית ונבנה אב טיפוס ראשוני למסוע. נמצא כי סילוק העירית הפגומה ממסוע המיון עובד בהצלחה בקצב של 0.3 מטרים לשניה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מקצרת לקצירת העירית ומערכת למיונה. נחתם הסכם ראשוני מול חברה יצרנית לייצור ושיווק המקצרת, אך למרות החתימה על החוזה והכנת תיק הייצור, החליט היצרן שלא לממש את החוזה וכרגע המקצרת אינה מסחרית. לדברי החוקר, לאחרונה, בשיתוף "קידום" וחברת "טקטו", גובש הסכם עם חברת "גידולי עתיד" להפעלת המקצרת בהולנד, אך עקב דרישת ההולנדים לתקן אירופי CE שעלותו יקרה, העסקה לא יצאה לפועל. מאחר והמיכון שפותח אינו בשימוש ואינו מסחרי, בשלב זה, לא ניתן לאמוד את התועלת הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

מטרת המחקר היתה לפתח מערכות לקטיף, מיון ואריזה של העירית. פיתוח חלק מהמערכות הסתיים (המקצרת ומכונת המיון) ונחתם הסכם עם חברה יצרנית. בשל המשבר בענף והפסקת הגידול בארץ כמעט לחלוטין, המערכות שפותחו לא הגיעו לשלב הייצור המסחרי בארץ. בנוסף, גובש הסכם עם חברה הולנדית להפעלת המקצרת, אך ההסכם לא הבשיל עקב דרישת ההולנדים לתקן CE.

3.6.9 פיתוח מכונה אוטומטית למיון, שקילה ואגידה של עירית לייצוא טרי

261-0977-12	קוד מחקר:
נתיב דודאי	חוקר ראשי:
1.5 מ' ש	עלות המחקר:
שנה	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

סיום פיתוח מכונה אוטומטית למיון ולאריזת עירית.

2. מבוא

בשנים האחרונות קיים קושי בגידול ובשיווק עירית, הנובע מהעלויות הגבוהות, הפחת הגבוה (כ-30%) ומחסור בעובדים. חברת "אגרסקו" מימנה פיתוח מכונה אוטומטית למיון ולאריזת עירית, אך עם נפילתה של החברה נותר הפרויקט בשלב מתקדם ללא מימון.

3. תוצאות וממצאים

פותח אב-טיפוס של מכונה המאפשרת חיתוך, מיון ואריזה של העירית. המכונה חותכת, ממיינת, ואורזת עירית במהירות וביעילות בקצב של 15 ק"ג בשעה. הפעלת המכונה באמצעות שני עובדים מפיקה תוצרת מוגמרת יומית השווה לתפוקה יומית של כ-10 עובדים. בנוסף, המכונה מנצלת אחוז גבוה יותר של גבעולים גולמיים ומקטינה את הפחת שבענף בכ-15%.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותח אב-טיפוס למכונה החותכת, ממיינת ואורזת עירית. המכונה חוסכת בכוח אדם רב, ומקטינה את הפחת שבגידול העירית ב-15%. דיוק השקילה במכונה חוסך כ-5% נוספים. מאחר ושטחי הגידול לעירית קטנו במהלך השנים, השוק למכונה קטן מאוד ואין ייצור מסחרי שלה. מאחר ותוצאות המחקר אינן מיושמות בפועל, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותחה מכונה שחוסכת כוח אדם רב. לפי הערכת החוקרים, המכונה תחסוך כמעט 50% מכוח העבודה הנדרש. לדברי מר ציון דקן, אב הטיפוס פותח בשיתוף עם חברת "משה אגמי" ונמצא בבית האריזה של המגדל צחי מרדכי, אך בשל הפסקת גידול העירית המכונה אינה בשימוש. כמו כן, לדברי ציון, העלות היקרה של המכונה (250,000 ש"ח) מרתיעה את המגדלים.

3.6.10 פיתוח מערך מיון לטיפול ואריזה של תבלינים טריים רחבי עלים

895-0138-12	קוד מחקר:
דוד שפירא	חוקר ראשי:
300 א' ש	עלות המחקר:
שנתיים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת מיון אוטומטית של תבליני עלים ליצוא, אשר יאפשר חיסכון בכוח אדם, ישפר את דיוק המיון והאריזה של תבליני עלים ויקטין את הפחת.

2. מבוא

ייצוא תבלינים ירוקים עמד, נכון לשנת המחקר, על כ- 12 אלף טון תוצרת טרייה בשווי כלכלי של למעלה מ- 80 מיליון יורו. הענף כולל כ 200 מגדלים, המפוזרים בעיקר לאורך השבר הסורי אפריקאי. הענף כולל כ 30 גידולים ממינים שונים ומשפחות בוטנאיות שונות. הגידולים העיקריים הם בזיל מתוק (כ 50% מסל הייצוא), עירית, טרגון, מנטה, פטרוזיליה, שמיר, כוסברה, אורגנו, קורנית, רוקולה, צ'רוויל ועוד. יתרונה היחסי של ישראל בשוק התבלינים הטריים הוא יכולתה לשווק בכל ימות השנה את כל מגוון התבלינים המבוקשים ובאיכות הגבוהה ביותר.

מגדלי התבלינים מאותגרים בדרישות איכות גבוהות הכוללות, בין היתר, שמירה קפדנית על טיפולים אחר קטיף (קטיף לאגדים, איסוף והובלה לבית האריזה, ניקוי, חיתוך אחיד, שקילה) ואריזות ייעודיות למוצרים השונים.

שלב שקילת התבלינים דורש עבודה מרובה⁵¹ עקב הדרישות הקפדניות לייצוא וצורת אריזה שמותאמת לכל לקוח בנפרד (משקל שונה לכל סוג אריזה). בנוסף, העבודה מונוטונית ודורשת ריכוז וקואורדינציה של העובדים לאורך זמן.

כיום, נהוג לארוז את קרטונים במשקל עודף של לפחות 20% כדי להבטיח שהאריזה שמגיעה ללקוח תעמוד במשקל מינימום דרוש ולא תהינה חריגות תת משקל של אריזות שיגרמו לפסילת המשלוח.

3. תוצאות וממצאים

נבנה אב טיפוס ראשון של מכונת מיון בעלת יכולת שקילה, בשיתוף עם חברת "מעוף" המייצרת מכונות שקילה לענף המזון. המכונה נבחנה בבית האריזה של תבליני יעף במושב מחולה. נמצא שיפור של עד 50%

⁵¹ מרכיב כוח האדם בעלות ייצור התבלינים הוא למעלה מ 60% מעלות המוצר המשוק.

ביעילות המיון והאריזה. כמו כן, אובחנו בעיות של שחרור האגדים מתאי השקילה, פיזור האגדים המצורפים והעדר מערכת קשירה אינטגרלית במכונה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותח אב-טיפוס ראשוני למכונה למיון ולשקילת תבליני עלים, אך המכונה זקוקה לשיפורים נוספים טרם הפיכתה למסחרית. מאחר והמכונה אינה מסחרית, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותח אב-טיפוס ראשוני בשיתוף פעולה עם חברת "מעוף". אב-הטיפוס זקוק לשיפורים נוספים טרם הפיכתו למסחרי.

3.7 אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי

מחקרים אלו עוסקים בפיתוחים שונים של ציוד עזר חקלאי. בנושא זה נבחנו **שלושה-עשר** מחקרים:

- פיתוח שיטה לאסיף ומיחזור גזם כפות תמרים.
- פיתוח מכונה לשתילת ירקות באדמות רטובות.
- פיתוח מכונת שתילה באדמות רטובות.
- פיתוח שיטה וציוד לפינוי שאריות צמחיות מבתי גידול.
- מסילה עילית לריסוס אוטומטי ושינוע ירקות קטופים לאורך שורת הגידול בחממה.
- פיצול מערכות ההסעה והניהוג בשינוע ומיכון הריסוס והקטיף בחממת ירקות.
- התאמת מערכות לשינוע תוצרת בבתי צמיחה לירקות לחיסכון בידיים עובדות.
- פיתוח מערכת אוטונומית לניטור ללא הרס של מחלות ויסודות הזנה בבתי צמיחה לפלפל.
- פיתוח מכונה אוטומטית לחיתוך עוקצים עלי גביע בתות שדה לתעשייה.
- ייעול תהליכי עבודה וחיסכון בידיים עובדות בכרמי ענבים למאכל.
- פיתוח מכונה להטמנת יריעה בקרקע למניעת חזירת נמטודות לבית הגידול.
- פיתוח מכונת שתילה לפקעות פרחים.
- מערכת רובוטית משולבת אדם לגיזום ועיצוב עצי מטע.

3.7.1 פיתוח שיטה לאסיף ומיחזור גזם כפות תמרים

458-0342-04	קוד מחקר
יצחק שגיא	חוקר ראשי
210 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח שיטה למיכון אסיף גזם התמרים.

2. מבוא

בשנת 2016 היו בישראל כ-54 אלף דונם תמרים, כ-65% מהם בערבה, ים המלח ובקעת הירדן⁵². באזורים אלו יש לאסוף ולפנות את גזם התמרים בכל שנה על-מנת למנוע שריפה במטע. איסוף הגזם אורך כיום וחצי של עבודה בשנה לדונם, ודורש שימוש בטרקטור, במרסקת ובעגלת הובלה.

3. תוצאות וממצאים

א. פותחה שיטה לאסיף גזם התמרים. השיטה כוללת: גיבוב הגזם באמצעות מגוב קלשוניים סיבובי, קיצוץ הגזם באמצעות מקצצה וכיבושו לחבילות באמצעות מכבש מרובעות. עלות השימוש בשיטה זו כ-250 ש"ח לדונם.

ב. פותח אב טיפוס למקצצה יעודית לגזם התמרים. סכיני המקצצה באב הטיפוס נשחקים כל 50 דונמים, ולכן יש צורך להמשיך וליעל את סכיני המקצצה.

4. הנחות לניתוח הכלכלי

- משיחה עם החוקר עולה כי ממצאי המחקר מיושמים כיום באופן חלקי (ללא כבישה, עקב השבתת מכונת הכבישה) ביטבתה על פני שטח של 1,000 דונם (בעבר יושמו במלואן על פני שטח של כ-800 דונם).
- לפני יישום השיטה הסתכמה עלות עבודת הטרקטורים, עגלות ההובלה ומרסקת הגזם בכ-604 ש"ח לדונם בשנה, בהתאם לטבלה הבאה⁵³,

⁵² מתוך: "סקירת ענף התמרים בישראל" מאי 2017.

https://www.moag.gov.il/yhidotmisrad/research_economy_strategy/publication/2017/Documents/palm_tree_in_Israel_2017.pdf

פעולה	ביצוע	עלות ש"ח לדונם
אסיף והעמסה בעגלות	משקי	258
הובלה	משקי	202
ריסוק במרסקת ניחת	קבלן	108
הובלה לרפת	קבלן	36
	סה"כ	604

- לאחר היישום, עלות העבודה באמצעות השיטה שפותחה במחקר: כ- 254.6 ש"ח לדונם בשנה, בהתאם לטבלה הבאה:

פעולה	ביצוע	עלות ש"ח לדונם
גיבוב 1	טרקטור, מפעיל	16.2
קלשון	עובד	12.6
ריסוק 1	טרקטור, מפעיל	31
גיבוב 2	טרקטור, מפעיל	6.2
ריסוק 2	טרקטור, מפעיל	15.5
גיבוב 3	טרקטור, מפעיל	18.6
כבישה	קבלן	62
פינוי חבילות	מלגזה, מפעיל	92.5
	סה"כ	254.6

מהתחשיב עולה כי, החיסכון בשנות היישום עמד על 349.4 ש"ח לדונם ו**סה"כ 279,520 ש"ח בשנה** לשטח של **800 דונם**. כיום, היישום החלקי (ללא הכבישה) מקטין את החיסכון⁵⁴ ל- 43.9 ש"ח בלבד לדונם ו**סה"כ 43,900 ש"ח ל-1,000 דונם**.

5. ניתוח התקציר הכלכלי

המחקר פיתח שיטה יעילה לאיסוף הגזם בתמרים. כשיושמה השיטה במלואה ביטבתה במשך שנתיים עד שנהרסה המכונה, היא חסכה כ- 279,520 ש"ח בשנה לשטח של 800 דונם. אך, כיום יישום השיטה בשטח נעשה באופן חלקי (ללא כבישה) על פני כ- 1,000 דונם וכתוצאה מכך קטנה משמעותית התרומה הכלכלית לכ- 43,900 ש"ח בשנה (למשך 9 שנים). משיחה עם יוסי קשתי עולה כי בארץ פועלות 2 חברות מרכזיות

⁵³ הנתונים המספריים מבוססים על מצגת של החוקר הראשי מכנס מגדלים הנדסה, פברואר 2014

⁵⁴ הוספת עלויות אסיף והעמסה בעגלות (258 ש"ח) ועלות הובלה (202 ש"ח) לעלויות לאחר היישום וניכוי עלות כבישה (62 ש"ח) ועלות פינוי חבילות (92.5 ש"ח).

בתחום איסוף הגזם: "אוריאל ובניו"⁵⁵ ושבטאי גומעה"⁵⁶. לדבריו, ישנה התקדמות רבה בטכנולוגיה ורובה מגיעה מאיטליה. כמו כן, כיום תהליך "הכבישה" מצוצמם ביותר ומרבית המשקים מגובבים ומפנים את הגזם ללא כבישה. אך, קיימת התכנות מסוימת להשתמש בתוצרי הכבישה כמזון לבע"ח, דבר העשוי להגדיל את היקף הכבישה.

התרומה הכלכלית המצטברת של המחקר, מלש"ח

שנה	תרומה לאותה שנה, מלש"ח	תרומה במונחי 2018
2008	0.2795	0.55
2009	0.2795	0.514
2010	0.0439	0.075
2011	0.0439	0.07
2012	0.0439	0.0659
2013	0.0439	0.062
2014	0.0439	0.058
2015	0.0439	0.054
2016	0.0439	0.05
2017	0.0439	0.047
2018	0.0439	0.044
סה"כ		1.59

6. סיכום ומסקנות

המחקר פיתח שיטה לאסיף גזם התמרים אשר מיושמת כיום באופן חלקי (ללא כבישה) במטע ביוטבתה על פני שטח של כ- 1,000 דונם, והוסכת כ-43.9 אלף ש"ח בשנת 2018. התרומה הכלכלית המצטברת של המחקר במונחי 2018 נאמדת ב-1.59 מלש"ח לאורך שנות היישום. הרחבת יישום השיטה למטעים נוספים ויישום מלא שלה, עשויים להגדיל את התרומה הכלכלית של המחקר.

⁵⁵ [/http://www.s-urriel.co.il](http://www.s-urriel.co.il)

⁵⁶ [/http://www.sjumah.com](http://www.sjumah.com)

3.7.2 פיתוח מכונה לשתילת ירקות באדמות רטובות

459-0387-06	קוד מחקר
נחשון שמיר	חוקר ראשי
100 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מכונת שתילה הפועלת באדמה רטובה.

2. מבוא

שתילה מכאנית של ירקות מאיצה את קצב השתילה פי 4 ואיכותה גבוהה בהשוואה לשתילה ידנית. כל דגמי מכונות השתילה הקיימים עובדים באדמות יבשות או לחות, כיוון ששתילה באדמה רטובה סותמת את המנגנון המכאני בבוץ. באקלים הישראלי, רבים מהמגדלים שותלים ירקות בקרקע רטובה על-מנת לשפר את קליטת השתיל, ומפאת מחסור במיכון מתאים השתילה מבוצעת ידנית.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מכונה המבצעת את השתילה באדמה רטובה במרווחים של 33 ס"מ.

4. סיכום ומסקנות

פותחה מכונה המבצעת את השתילה באדמה רטובה במרווחים של 33 ס"מ. המחקר לא יושם בשטח בשל הצורך באפשרות לבצע את השתילה במרווחים שונים, אך שימש כבסיס למחקר המשך 459-4382-10.

3.7.3 פיתוח מכונה לשתילת ירקות באדמות רטובות (מחקר המשך ל-06-0387-459)

459-4382-10	קוד מחקר
נחשון שמיר	חוקר ראשי
300 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

שיפור מכונת השתילה באדמות הרטובות שפותחה במחקר קודם (06-0387-459), כך שתתאים לשתילת גידולים שונים.

2. מבוא

במחקר הקודם (06-0387-459) פותחה מכונה לשתילה באדמות רטובות במרווח קבוע של 33 ס"מ. מאחר וגידולים שונים דורשים מרווחי שתילה שונים, שיפור המכונה כך שתוכל לשתול במרווחים שונים הכרחי לצורך הפיכתה למסחרית.

3. תוצאות וממצאים

א. פותח מנגנון לשינוי מרווחי השתילה.

ב. נמצא כי קצב צמיחת השתילים שנשתלו במכונה שפותחה היה גבוה מקצב צמיחת השתילים שנשתלו ידנית, עקב איכות השתילה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פיתוח המכונה לשתילה באדמות רטובות שהחל במחקר הקודם, הושלם. המכונה מסוגלת לשתול שתילים באדמות רטובות, במרווחי שתילה שונים ובאיכות גבוהה. לדברי החוקר, ניסויי השטח במכונה נערכו במשק "האחים כהן" בגבעת השלושה, אך המכונה אינה מיושמת ולכן לא ניתן לאמוד את תרומתה הכלכלית.

5. סיכום ומסקנות

הושלם פיתוחה של מכונת שתילה באדמות רטובות, המכונה אינה מיושמת ואינה מסחרית. לדברי החוקר, אלמלא יציאתו לפנסיה, ייתכן כי ניתן היה להופכה למסחרית, היות והיו מספר חקלאים שגילו בה עניין.

3.7.4 פיתוח שיטה וציוד לפינוי שאריות צמחיות מבתי גידול

458-0518-09	קוד מחקר
יצחק שגיא	חוקר ראשי
1.026 מ' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

מיכון עבודת פינוי שאריות הצמחים מבתי הצמיחה.

2. מבוא

בסיום תהליך גידול ירקות בבתי צמיחה מפונים שאריות הצמחים: שורשים נוף ופירות, לצורכי סניטציה על-מנת שלא להעביר מחלות לגידול הבא. עבודת הפינוי דורשת 3 ימי עבודה ו-5 שעות מכונה (טרקטור) לדונם לעונה, והיא מבוצעת באמצעות העמסה ידנית של שאריות הצמחים שפוננו על עגלות או באמצעות גריפת השאריות בכלים הרתומים לטרקטור ואיסוף ידני של שאריות הצמחים שנותרו. בשל המחסור בכוח אדם, חלק מהמגדלים מכסחים את נוף הצמחים באמצעות מכסחות שונות ומצניעים באדמה את הירק המכוסה. שיטה זו בעייתית בשל הסיכון להעברת מחלות לגידול הבא. נכון לשנת 2009, היקף ענף הירקות בבתי הצמיחה עמד כל כ-65 אלף דונם וההשקעה על פינוי הצמחים מוערכת באלפי ימי עבודה. מיכון עבודת הפינוי תחסוך בכוח אדם ותקטין את עלויות הפינוי.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה מכסחה בעלת מיכל עצמי המספיק לאיסוף צמחים משתי ערוגות בעלות אורך של כ-100 מטרים. כושר הפינוי של המכסחה נבדק בבתי צמיחה לגידול פלפל. המכסחה קיצצה למעלה מ-80% מהצמחים בהספק של כ-3 דונמים לשעה. גודל חלקי הצמח הקצוצים לא היה אחיד והכיל גם אדמה.
- ב. פותחה מאספת הגודמת ועוקרת את גדמי הצמחים. המאספת עקרה בהצלחה את כל הגדמים מערוגות מישוריות וגבוהות בהספק של כ-2.5 דונם לשעה.
- ג. המכונות מותאמות להפעלה על-ידי טרקטור מושבי קטן.
- ד. נמצא כי לפינוי דונם אחד משאריות הצמחים באמצעות המכונות שפותחו נדרשת כשמינית יום עבודה. הניסוי בוצע על בית צמיחה לגידול פלפל בו נדרשים כ-1.7 ימי עבודת ידיים לדונם. ייתכן וניתן יהיה להפחית את זמן העבודה על-ידי איסוף הגדמים ישירות לעגלה.
- ה. נמצא כי זמן הפינוי המיטבי הוא מיד בתום הגידול כשהצמחים עוד ירוקים. בשלב זה משיגים שטח נקי יותר מפני שיש פחות עליים ופירות שניתקים מהצמחים ונופלים לקרקע.

1. בוצע ניסוי להתכנות איסוף נוף הצמחים עם מקצרת ירק לצורך הזנת בעלי חיים. תוצאות הניסוי הראו היתכנות גבוהה להצלחת השיטה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחו שתי מכונות המותאמות להפעלה על-ידי טרקטור מושבי קטן: מכסחת ומאספת. בטרם הפיכתן של המכונות למסחריות, יש צורך לשפרן: יש צורך לשנות את המיקום של פתח מוצא האוויר במכסחה, לשפר את יכולת הפריקה שלה ולהוסיף לה עגלת שירות. במאספת יש צורך להאריך את אצבעות תוף העקירה בכ- 30 מ"מ על מנת לקבל עקירה מושלמת ולהוסיף לה מסוע רוחבי להעמסת עגלה. בנוסף, יש לתכנן מחדש את שיטת הרתום של המפנים לטרקטור על-מנת שיפעלו בכל תנאי השטח. כמו כן, יש להשלים את התאמת מקצרת הירק לצורך איסוף חלקי הצמח להזנת בעלי חיים. מאחר והאמצעים שפותחו במחקר זקוקים לשיפורים נוספים ואינם מסחריים בשלב זה, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותחו שתי מכונות המותאמות להפעלה על-ידי טרקטור מושבי קטן: מכסחת המקצצת את נוף הצמחים, ומאספת הגודמת ועוקרת את הצמחים. בניסוי שבוצע על גידול הפלפל נמצא כי פינוי דונם אחד משאריות צמחים באמצעות המכונות שפותחו ארך כשמינית היום, בהשוואה לשיטות המקובלות היום שאורכות כ-1.7 ימי עבודה. לדברי החוקר ומשיחה עם מר יוסי קשתי, מאחר ועלות המכונות גבוהה יחסית (כ 180,000 ש"ח לפי יוסי קשתי), הן אינן כדאיות למגדל הבודד ועשויות להתאים להפעלה משותפת או הפעלה על-ידי קבלן חיצוני.

3.7.5 מסילה עילית לריסוס אוטומטי ושינוע ירקות קטופים לאורך שורת הגידול בחממה

קוד מחקר	458-0548-10
חוקר ראשי	בנימין רונן
עלות המחקר	150 א' ש"ח
תקופת המחקר	שנה אחת

1. מטרת המחקר

א. פיתוח מערכת הסעה עילית לאורך שורת הגידול שתאפשר ריסוס אוטומטי.

ב. פיתוח מנשא לשינוע הקטיף לשביל המרכזי.

2. מבוא

גידול מלפפונים מבוצע בשלושה מחזורים במשך השנה. סך התנובה הממוצעת לדונם בשלושת מחזורי הגידול הינה כ-40 טון. הפעילויות המרכזיות המתבצעות בתקופת הגידול הינן קטיף, ריסוס והדליה. הריסוס מתבצע בין פעם לפעמיים בשבוע, והשיטה הנפוצה ביותר הינה באמצעות טרקטור הגורר מיכל ריסוס בשביל המרכזי, ושני עובדים המרססים עם רובי ריסוס בתנועה מחזורית כדי לכסות את הצמחים הגדלים עד לגובה של 2 מטרים. בריסוס מושקעים כ-6 ימי עבודה בשנה לדונם ואיכות הריסוס נמוכה וחושפת את העובדים לחומרים רעילים. קטיף המלפפונים נעשה לתוך דליים של 25 ליטר. במסגרת עבודה שנעשתה בשנים 2004-2005, נמצא כי ניתן לייצל את עבודת הקטיף ולחסוך כ-6 ימי עבודה לדונם לשנה באמצעות מנשא המסוגל לשאת יבול נקטף של 50 ק"ג.

3. תוצאות וממצאים

פותח מרסס מפוח עם מיכל ריסוס בנפח 80 ליטרים ופותחה יחידת הנעה להסעת המרסס.

4. סיכום ומסקנות

פותח מרסס ויחידת הנעה להסעת המרסס, אך המרסס טרם נוסה בשטח. פיתוח מערכת העזר לשינוע התוצרת הקטופה טרם החל. פיתוח מערכת העזר לשינוע תוצרת קטופה טרם החלה. הוגשה בקשה למימון מחקר המשך (458-0565-12).

3.7.6 פיצול מערכות ההסעה והניהוג בשינוע ומיכון הריסוס והקטיף בחממת ירקות (מחקר המשך ל- 458-0548-10)

458-0565-12	קוד מחקר:
בנימין רונן	חוקר ראשי:
300 א' ש	עלות המחקר:
שנתיים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

- א. בחינת מערכת הריסוס שפותחה במחקר הקודם (458-0548-10) בתנאי שטח.
- ב. פיתוח מערכת לשינוע תוצרת קטופה.
- ג. פיתוח רכב אוטונומי המנווט באמצעות מסילה עילית.

2. מבוא

במחקר קודם (458-0548-10) פותח מרסס ויחידת הנעה להסעת המרסס שטרם נוסו בשטח. בחינת המרסס בתנאי שטח הכרחית למציאת בעיות ולשיפורן, טרם הפיכת המערכת למסחרית. כמו כן, פיתוח מערכת לשינוע התוצאת הקטופה עשויה לחסוך כ-6 ימי עבודה לדונם בשנה.

3. תוצאות וממצאים

- א. הותקנה מערכת לשינוע עילי בחממת מלפפונים במושב אחיטוב. על בסיס מערכת זו נבחנה יחידת הריסוס האוטומטי ונמצא כי איכות הריסוס טובה מאוד ומאפשרת לעובד לשהות מחוץ לחממה בזמן הריסוס.
- ב. נבנו 5 מנשאים לדליים המותקנים על מערכת השינוע העילית. המערכת מקלה על עבודת הקטיף וחוסכת על-פי הערכה כ-18% מזמן הקטיף.
- ג. פותחה מערכת להסעת רכב אוטונומי באמצעות מסילה עילית.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פיתוח המערכות לריסוס אוטומטי ולשינוע הקטיף שהחל במחקר הקודם (458-0548-10) הסתיים. המערכות מותקנות בחממת מלפפונים במושב אחיטוב, אך בשל עלותן היקרה (כ-20,000 ש"ח לדונם) הן אינן משווקות ואינן נמצאות בשימוש. מאחר ותוצאות המחקר אינן מיושמות, לא ניתן לאמוד את התועלת הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותחו מערכות לריסוס אוטומטי ולשינוע הקטיפה המבוססות על מסילה עילית. אך המערכות יקרות מאוד והכדאיות הכלכלית שבהתקנתן מוטל בספק.

3.7.7 התאמת מערכות לשינוע תוצרת בבתי צמיחה לירקות לחיסכון בידיים עובדות

458-0564-12	קוד מחקר:
יוסי קשתי	חוקר ראשי:
810 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

התאמת טכנולוגית שינוע המבוססת על מסילות קרקעיות ועגלות בבתי צמיחה לירקות, לחסכון בכוח אדם.

2. מבוא

גידול ירקות בבתי צמיחה בישראל עתיר עבודת ידיים ומושקעים בהם בין 50 ל-120 ימי עבודה לדונם, מרביתם בפעולות הקטיפה המיון והאריזה. בקטיפה פלפל, למשל, נעשות פעולות ידניות רבות במאמץ פיזי רב עקב מחסור בכלי עזר יעילים. בשל המאמץ הנדרש בביצוע העבודות, הספקי העבודה נמוכים וסך עבודת הידיים המושקעת בקטיפה עומד על כ-50% מסך ימי העבודה המושקעים בגידול כולו. התאמת טכנולוגית שינוע המבוססת על מסילות קרקעיות ועגלות תייעל את עבודת הקטיפה ותחסוך כוח אדם.

3. תוצאות וממצאים

- א. נמצא כי תפוקת העובדים בקטיפה הפלפל נמוכה יחסית בשל מאמץ פיזי גבוה המושקע בגרירת עגלות קטיפה ידניות בתנאי שטח קשים, ובשל הליכות מרובות עקב כושר נשיאה נמוך של משקל.
- ב. נמצא כי זמן הקטיפה לארגז עם עגלה חשמלית נמוך בכ-25% בהשוואה לזמן הקטיפה עם עגלה ידנית.
- ג. פותחה שיטת קטיפה ומעריך של כלי עזר לקטיפה הכוללים: טיפול בשבילי החממה לפני השתילה, שימוש בעגלות קטיפה חשמליות הנושאות מטען של 100 ק"ג, שימוש בעגלת משטחים תעשייתית שהותאמה לנסיעה על הקרקע ולהעמסה מרוכזת של משטחים ושימוש בעגלת הובלה שהותאמה להעמסה מאחור.
- ד. פותחה מכונה ליישור ולהידוק שבילים בחממה. המכונה פועלת בהספק של כ-4 דונם לשעה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותח מערך של כלי עזר לקטיפה הפלפל באופן יעיל המגדיל את תפוקת העובדים, המכונה נוסתה בעין יהב "משק שלכט" על שטח של כ-300 דונם פלפל. כיום עקב צמצום גידול הפלפל (פחת מ-300 דונם ל-80 דונם) ועלותה היקרה של המכונה (כ-160,000 ש"ח), החקלאים מעדיפים את השיטה הקודמת והיא אינה מיושמת בשטח.

5. סיכום ומסקנות

פותח מערך של כלי עזר לקטיף הפלפל באופן יעיל, אך יש צורך לבחון את יעילות השיטה ולכמת את החסכון שבה. משיחה עם החוקר עולה כי הפיתוח לא הבשיל למסחרי בגלל צמצום שטחי הפלפל והעלות היקרה של המכונה. כמו כן, לדברי החוקר, ישנה חברה ישראלית המציעה עגלות חשמליות השונות מהעגלה שפותחה (בעיקר במערך ההיגוי) וגם הן אינן נמכרות כמעט.

3.7.8 פיתוח מערכת אוטונומית לניטור ללא הרס של מחלות ויסודות הזנה בבתי צמיחה לפלפל

459-4450-12	קוד מחקר:
אביטל בכר	חוקר ראשי:
1.4 מ' ש	עלות המחקר:
חמש שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת אוטונומית לניטור מחלות וחומרי הזנה בקרקע בבתי צמיחה לפלפל.

2. מבוא

בישראל כ-29 אלף דונם לגידול פלפל, רובם בבתי צמיחה. בתקופת הגידול והקטיפה של הפלפל יש לבצע ניטור תקופתי של מחלות ושל מצב חומרי ההזנה בקרקע. ניטורים אלו הכרחיים הן למניעת התפשטות של מחלות והן לדישון אופטימלי לקבלת יבול אופטימלי. בשל מגבלות בכוח אדם, ברוב בתי הצמיחה הניטור אינו מבוצע בתדירות הנדרשת, מה שגורם לירידה ביבול. שימוש במערכת אוטונומית לניטור המחלות ויסודות ההזנה בקרקע תאפשר ניטור תדיר ללא תלות בזמינות כוח האדם.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה פלטפורמה של רובוט המותאמת למעבר בין שורות הגידולים בחממה, בצורה מושלמת.
- ב. פותחו 2 מערכות חיישנים: מערכת ניווט ומערכת לזיהוי מחלות בעלים. מערכות אלו הותקנו על-גבי פלטפורמת הרובוט וזרועותיו.
- ג. בוצע ניסוי מעבדה לבחינת הביצועים של הרובוט, ונמצא כי המערכת מסוגלת לזהות קמחוניות ונגיף כתמי הנבילה של העגבניה בדיוק של מעל ל-90%.
- ד. פותחה מערכת למיפוי תלת מימדי של החממה.
- ה. פותחה אסטרטגיית ניטור עבור האקרית האדומה המזהה 94% ממוקדי האקרית.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המחקר פיתח טכנולוגיות ראשוניות לזיהוי מחלות בפלפל, והוא מהווה בסיס למחקרי המשך. בשלב זה, הפיתוח טרם הסתיים ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

מערכת אוטונומית לניטור מחלות ויסודות ההזנה בקרקע תיעל את מערך הריסוס הדישון.

משיחה עם החוקר עולה כי, פותחו טכנולוגיות שונות לזיהוי מחלות ולמידול תלת מימדי של הסביבה. פותח אלגוריתם לבדיקה מושכלת של עקות ומחלות בחממה. בשלב זה, נמצא בשלב פיתוח של אב טיפוס. המחקר היווה מחקר בסיס למחקר המשך הממומן כיום על ידי קמ"ח בו משולבת נוכחות אנוש לצד הרובוט לשליטה מרחוק עך התהליך. כמו כן, מפותח אלגוריתם מתקדם יותר לזיהוי מחלות. טרם נרשם פטנט. בעבר, נוצר קשר עם חברת Trend Lines בשיתוף עם "קידום", אשר טרם הבשיל. כיום, נעשים מאמצים למציאת חברת להפיכת האב טיפוס לכשיושלם למוצר מסחרי.

3.7.9 פיתוח מכונה אוטומטית לחיתוך עוקצים עלי גביע בתות שדה לתעשייה

459-4250-06	קוד מחקר
נחשון שמיר	חוקר ראשי
100 א' ש	עלות המחקר
שנתיים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מכונה לחיתוך העוקצים של תות-השדה.

2. מבוא

נכון לשנת 2010 (תקופת סיום המחקר) מגדלים בישראל מידי שנה כ-20 אלף טון תות שדה, מתוכם כ-10% משווקים לתעשייה. שאר התותים לתעשייה מיובאים מחו"ל ממדינות בהן עלות העבודה זולה מאוד. מחיר התות לתעשייה הינו כדולר לק"ג, מחיר זה מקשה על המגדלים בארץ לשווקו לתעשייה. בנוסף לפדיון הנמוך של תות השדה לתעשייה, קיימת דרישה בתעשייה לקבל את התותים ללא עוקצים וללא עלי גביע. חיתוך העוקצים ועלי הגביע נעשה באמצעות סכין באופן ידני וספיקתה עומדת על כ-26 ק"ג בשעה.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מכונה סמי-אוטומטית לחיתוך עוקצים בתותים. המכונה מוזנת ידנית, וספיקתה עומדת על כ-52 ק"ג בשעה. פחת החיתוך במכונה הוא כ-11% - הוזהה לפחת הקיים בחיתוך הידני. חסרון השיטה הוא בעלות המכונה ולכן נדרש לשפר את המכונה לצורך הוזלת העלויות. המכונה לא נבחנה באופן מסחרי.

4. סיכום ומסקנות

משיחה עם החוקר עולה כי המכונה עבדה אצל מגדל לתקופה קצרה, בתום המחקר, אך הוא הפסיק לעשות בה שימוש היות וטען כי המכונה מסורבלת מידי, ומאז אין בה שימוש.

3.7.10 ייעול תהליכי עבודה וחיסכון בידיים עובדות בכרמי ענבים למאכל

459-4306-08	קוד מחקר
אביטל בכר	חוקר ראשי
300 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. איפיון ומידול תהליכי העבודה בשלבי הגידול והבציר בכרם לענבי מאכל.
- ב. יעול שיטות העבודה ומיכון תהליך דילול האשכולות.

2. מבוא

בשנת 2010 היו בישראל כ-57 אלף דונם גידולי ענבים, רובם למאכל. גידול ענבים למאכל הינו ענף עתיר עבודת ידיים וצורך כ-30 עד 35 ימי עבודה לדונם בשנה. כח האדם הרב הנדרש לבצע את הפעולות השונות מהווה צוואר בקבוק לגידול הן מבחינת עלויות והן מבחינת קיבולות עבודה. צווארי הבקבוק העיקריים מבחינת כח האדם הם בתהליכי הבציר והדילול הידני מאחר וחלון הזמן לביצועו קצר מאוד. שלב הדילול הידני חשוב לקבלת אשכולות איכותיים וצורך כח אדם רב. יעול שיטות העבודה והכנסת מיכון מתאים יגדיל את התפוקה לעובד ויחסוך בכוח אדם.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותח אב טיפוס לאמצעי עזר מכניים לדילול אשכולות. המכשירים מגדילים את תפוקת העובד בכ-12%, כאשר האשכולות בעלי גרגירים הקטנים מ-7 מ"מ (עבור גרגירים הגדולים מ-7 מ"מ המכשיר אינו יעיל).
- ב. בוצע ניסוי תרמי לדילול האשכולות ונמצא כי בכל הטיפולים התרמיים המשקל הממוצע של הענב היה גבוה בכ-10% עד 15% בהשוואה לאשכולות אשר לא קיבלו טיפול תרמי.
- ג. שיפור שיטת כיסוי הסלסלות מעלה את התפוקה בכ-14% לעובד.
- ד. הקצאת משימות בצורה יעילה וחלוקת שלבי העבודה לתחנות מגדילה את התפוקה בכ-13%.
- ה. ציוות שני עובדים מומחים ושני עובדים מבצעים בתהליך הזמירה, מגדיל את התפוקה בכ-10%.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

במחקר פותח אב טיפוס לאמצעי עזר מכני לדילול אשכולות הענבים. לדברי החוקר, יוצרו 25 מכשירים, שניתנו לחקלאי ("משקי טלי"), אך הפועלים סירבו להשתמש בו. כמו כן, נדרש מחקר נוסף לבחינת התוצאות של הדילול התרמי על גודל האשכולות ועל איכותם.

5. סיכום ומסקנות

פותח כלי עזר לדילול אשכולות בענבי מאכל, המגדיל את תפוקת העובד בכ-12%. יוצרו 25 כלים, אך הם אינם מיושמים, עקב התנגדות של הפועלים להשתמש בכלים. כמו כן, נמצא כי דילול תרמי של האשכולות מגדיל את משקלם ב-10%-15%, אך נדרש מחקר המשך לצורך בחינת התוצאות במשקים נוספים ובחינת איכות האשכול המתקבל כתוצאה מהדילול התרמי. לדברי החוקר, קיימת סבירות גבוהה ליישום הדילול התרמי במידה וימצא כדאי כלכלית.

3.7.11 פיתוח מכונה להטמנת יריעה בקרקע למניעת חדירת נמטודות לבית הגידול

458-0546-10	קוד מחקר
יוסי קשתי	חוקר ראשי
930 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מכונה להטמעת יריעות בקרקע למניעת חדירת נמטודות ואילוח בית הגידול.

2. מבוא

נמטודות עפצים גורמות לנזקים כבדים בגידולים רבים בחקלאות, בעיקר בפלפל, בעגבניה, במלון, באבטיח ובגידולי תבלין. איסור השימוש בחומר ההדברה מתיל ברומיד, גרם לקשיים בהדברת הנמטודות בשל הימצאותן בעומק האדמה (מטר ויותר) ובשל תנועתן האקטיבית כלפי מעלה. מגדלי הירקות משקיעים ימים רבים בחיטוי הקרקע ובהדברתה כדי להתמודד עם בעיית הנמטודות. בשנת 2005 פותחה תבנית גידול חדשה לגידול ירקות בבתי צמיחה המכונה נש"מ (נפח שורשים מתוחם). בשיטה זו משתמשים ביריעה המשמשת לחיפוי קרקע למניעת צמיחת עשבים, ומניחים אותה בתוך תעלה בעומק של כ-40 ס"מ. התעלה תוחמת את מצע הגידול והיריעה חוסמת באופן מכאני את מעברן של הנמטודות אל מצע הגידול. פיתוח מכונה להטמנת היריעה בקרקע תחסוך בכוח אדם, תיעל את עבודת ההטמנה ותחסוך זמן רב בהכנת הקרקע לגידול.

3. תוצאות וממצאים

א. נמצא כי יריעות מסוגים שונים יעילות בחסימת נמטודות, אך יוצרות בעיה בניקוז המים. ניקוב היריעות לשיפור הניקוז מאפשר לנמטודות לחדור דרך החורים.

ב. פותח אב טיפוס למערכת מכאנית לחפירת תעלה והטמנת יריעות. המערכת מותאמת להפעלה על טרקטור מושבי, והיא מטמינה שתי יריעות: אחת צרה ואטומה בתחתית התעלה ומעליה יריעה שניה רחבה מנוקבת במרכזה המכסה את תחתית התעלה ואת דפנותיה. בניסוי החפירה נמצא כי הטמנת היריעות בעומק של כ-30 ס"מ הצליחה, וקצב ההטמנה הוא כ-1,200 מטרים בשעה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מכונה להטמנת יריעות בקרקע ונבחן הקשר שבין סוג הקרקע ליעילות השימוש בשיטת הנש"מ. משיחה עם החוקרים התברר כי נערך ניסוי ב"משק פילץ" על שטח של 3 דונם עגבניות בשנת 2015, אך

יש צורך בעריכת מחקר המשך על שטח חקלאי גדול יותר. כיום, אין יישום של השיטה המוצעת ואין שיתוף פעולה מסחרי.

5. סיכום ומסקנות

נמצא כי גידול ירקות בתצורת הנש"מ רגיש לסוג הקרקע בגלל בעיות ניקוז עודפי מים. שיטה זו ככל הנראה מתאימה יותר לגידול ירקות בקרקעות קלות ובינוניות בעלות כושר חלחול מים גבוה, ואינה מתאימה לקרקעות כבדות. כמו כן פותחה מכונה להטמנת היריעות בקרקע בקצב של כ-1,200 מטרים בשעה. לדברי החוקר, הכלי יכול להפוך למסחרי ואף קיבל מספר פניות ממגדלים לרכישת האב טיפוס שפותח. לדעת החוקר יש מקום לעריכת מחקר המשך בעיקר להבטים הנוספים של יישום השיטה (מידת הכשרת הקרקע, השפעות לטווח ארוך, הצורך בחיטוי הקרקע וכיו"ב). כמו כן, לדעת החוקר, העלות הגבוהה של המכשיר (כ- 80,000-100,000 ש"ח) מתאימה יותר לכך שהיישום יעשה על ידי קבלן פיתוח חיצוני ולא על ידי המגדל.

3.7.12 פיתוח מכונת שתילה לפקעות פרחים

459-4423-10	קוד מחקר
נחשון שמיר	חוקר ראשי
300 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מכונת שתילה לשימוש צחור.

2. מבוא

השימוש הצחור הינו צמח ממשפחת השושניים והוא אחד מפרחי הנוי המובילים בזרי הפרחים בארץ⁵⁷. בשנת 2010 היו בארץ כ-2,000 דונם לגידול השישן. שתילת השישן אורכת כ-6.5 ימי עבודה לדונם, ולזריעה נכונה של הבצלים חשיבות רבה לצמיחה מהירה של הצמח ולהנבט פרח איכותי. פיתוח מכונה לשתילת פקעות ובצלים תחסוך בכוח אדם, תיעל את השתילה ותשפר את איכות פרחי השישן.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מכונה לשתילת בצלי השישן הצחור. המכונה מופעלת על-ידי ארבעה פועלים המזינים את הפקעות והיא זורעת אותן בקצב של כ-2,500 פקעות לשעה לעובד. המכונה שופרה לצורך שתילת בצלים ופקעות של זני פרחים שונים.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מכונה לשתילת בצלים ופקעות של זני פרחים שונים, אך השונות בסוגי הפקעות מהווה בעיה בתפיסת ובשחרור הפקעות על-ידי המכונה. פיתוח המכונה טרם הושלם ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותח אבטיפוס למכונה השותלת פקעות ובצלים של זני פרחים שונים. פיתוח המכונה טרם הושלם בשל בעיות בתפיסת ושחרור הפקעות השונות. בנוסף, לדברי החוקר, עקב הפסקת גידול השישן צחור בארץ אין צורך בשימוש במכונה.

⁵⁷ https://www.moag.gov.il/yhidotmisrad/dovrut/publication/2017/Pages/Prachim_2017.aspx

3.7.13 מערכת רובוטית משולבת אדם לגיזום ועיצוב עצי מטע

קוד מחקר	838-0565-10
חוקר ראשי	רפאל לינקר
עלות המחקר	939 א' ש"ח
תקופת המחקר	3 שנים

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת רובוטית משולבת אדם לגיזום עצים בפרדסים.

2. מבוא

גיזום הוא אחד מהעבודות עתירות כוח אדם בפרדסים. פיתוח מערכת רובוטית משולבת אדם יפחית משמעותית את כוח האדם הנדרש לעבודת הגיזום.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותח כלי חיתוך המתאים למשימת הגיזום.
- ב. פותחו מספר אלגוריתמים לבניית מודל תלת-מימדי של עץ.
- ג. פותח אלגוריתם להנחיית הזרועות הרובוטיות לגיזום רובוטי משולב אדם.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

הושגה התקדמות בפיתוח המערכת הרובוטית, אך הפיתוח לא הושלם בשל קשיים בפיתוח האלוגוריתמים וקשיים בהרכבת הרכיבים השונים. לכן, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

במהלך המחקר נתקלו החוקרים בקשיים בפיתוח האלגוריתם לבניית מודל תלת-מימדי של עץ ובהטמעתו בזרוע הרובוטית. קשיים אלו עיכבו את לוח הזמנים של המחקר, ופיתוחה של המערכת הרובוטית לא הושלם.

3.8 מערכות ומידע ותקשורת

מחקרים אלו עוסקים במאגרי ובמערכות מידע ותקשורת. בנושא זה נבחנו **חמישה** מחקרים:

- מסופון לאיסוף מידע ייצורי במשקי תבלינים ופרחים.
- פיתוח מערכת מידע גיאוגרפית תומכת החלטה לריסוס הדירים.
- פיתוח מערכת תומכת החלטה לתכנון מחזור זרעים והדברת מחלות שוכנות קרקע בגידולי שלחין.
- שימוש באינטרנט לשיפור הבקרה וניהול בתי הצמיחה.
- מרכז ידע לטכנולוגיות מידע בחקלאות – מיפוי ומתווה.

3.8.1 מסופון לאיסוף מידע ייצורי במשקי תבלינים ופרחים

857-0441-02	קוד מחקר
יעל אידן	חוקר ראשי
150 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

אפיון, פיתוח ויישום של מסופון לאיסוף נתונים עבור מערכות מידע לניהול הייצור במשקים חקלאיים.

2. מבוא

מערכות מידע בחקלאות מאפשרות לחקלאי לאסוף ולעבד מידע, ובכך ליעל את ניהול המשק. איסוף הנתונים כיום, מתבצע במהלך עבודתו של החקלאי בשטח בצורה ידנית או באמצעות מסופונים (מחשבים קטנים וניידים) לתוכם מזינים הפועלים נתונים אודות הפעילות המתבצעת בשטח בזמן אמת. רוב המסופונים בארץ בעלי ממשק בעברית או באנגלית, ומאחר ורוב הפועלים בחקלאות הם פועלים זרים שאינם יודעים קרוא וכתוב בשפות אלו, הם אינם משתמשים בהם במהלך עבודתם.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחה מערכת מידע למשקי תבלינים ופוחת ממשק משתמש למסופון לאיסוף הנתונים.
- ב. פותחו מסופונים ייעודיים לגידולים נוספים: ורדים, פלפל ותמרים.

4. ניתוח התקציר הכלכלי

תוצאות המחקר בשטח הראו כי השימוש במסופונים בחקלאות אפשרי הן מבחינת זמני הביצוע והן מבחינת מספר הטעויות וזמן הלמידה (עובדים זרים יזדקקו כנראה לזמן לימוד ארוך יותר). פיתוח המסופונים עדיין לא הושלם: יש צורך להוסיף פונקציות נוספות, לאפיין את תהליכי העבודה בשלב המיון והאריזה ולפתח ממשק משתמש הרלוונטי לתהליכים אלו. בנוסף, יש לפתח מערכת מידע ומסופונים יעודיים לכל סוג משק. מאחר והמחקר אינו ישים בשלב זה, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

המחקר אפיין ופיתח מסופונים לאיסוף נתונים עבור מערכות מידע לארבעה סוגי משקים: תבלינים, ורדים, פלפל ותמרים. משיחה עם החוקרת עולה כי המחקר היווה מחקר מוביל ובסיסי שמטרתו לבחון את השימושיות ואיפיון הצרכים. לדברי החוקרת, קיים שימוש מסויים במסופונים בארץ, אך בהיקפים מצומצמים לעומת השימוש במסופונים בחקלאות ההולנדית. המסופונים שפותחו נדרשים לשיפורים רבים ובשלב זה הם עדיין אינם מסחריים.

3.8.2 פיתוח מערכת מידע גיאוגרפית תומכת החלטה לריסוס הדרים

458-0333-04	קוד מחקר
יפית כהן	חוקר ראשי
240 א' ש"ח	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת תומכת החלטה לשיפור תהליך קבלת ההחלטות לגבי ריסוס הדרים מפני זבוב הפירות הים תיכוני.

2. מבוא

זבוב הפירות הים תיכוני הוא אחד המזיקים הקשים בחקלאות בעולם. הנזק שהזבוב מסב יכול לגרום לאיבוד של 100% מהיבול. ההדברה כנגד הזבוב בהדרים מתבצעת באופן מאורגן, אזורי ההדברה ומועדיה נקבעים בין השאר בהתאם לכמות הזבובים המנוטרים במלכודות הפרוסות במטעים. הניטור מבוצע על-ידי חמישה נטרים הבודקים מאות מלכודות בתדירות של 7 עד 10 ימים. השיקולים הנוספים הנלקחים בחשבון בהחלטה לגבי הריסוס הינם: מספר הזכרים במלכודות, סוג המטע, תקופת השנה, מזג האוויר, תנאי הסביבה ועוד. הקושי בעיבוד מידע רב בזמן קצר, עלול לגרום להחלטות הדברה שגויות. בשל הנזק שמסב המזיק, ישנה נטיה להגברת הריסוסים מצב שגורר עליה בתשומות ופגיעה בסביבה.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מערכת תומכת החלטה ראשונית המבוססת על מ"ג (מערכת מידע גיאוגרפי) לריסוס זבוב הפירות הים תיכוני בהדרים. המערכת הנוכחית מתבססת על שישה פרמטרים: מספר הזבובים במלכודת הקרובה ביותר, המצאות של "עין כחולה" במלכודת הקרובה ביותר, רגישות הגידול במטע, הצטברות ימי מעלה, מגמת מספר הלכידות וממוצע לכידות במלכודות הסמוכות. המערכת מפיקה מפת המלצות בשתי רמות: המלצה לריסוס ברמה ודאית, והמלצה ברמת ודאות מוגבלת או נמוכה. בנוסף, המערכת מספקת גרף המראה את ערכי הוודאות והסבר להמלצה, כך שהרכזו יכול לעקוב אחר התהליך של המערכת ולקבל החלטה סופית.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

המערכת שפותחה אינה מיושמת על-ידי הרכזים, אך היא משמשת את החוקרים במחקרי ההמשך שלהם (10-0499-458 ו-12-0562-458). בשלב זה גם מחקרי ההמשך אינם ישימים באופן מסחרי, ולכן לא ניתן להעריך את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

במהלך המחקר פותחה מערכת תומכת החלטה ראשונית לשיפור תהליך קבלת ההחלטות לגבי ריסוס הדורים מפני זבוב הפירות הים תיכוני. המחקר מהווה בסיס לפיתוח מערכת דומה למזיק זה בגידולים נוספים כמו מטעי הנשירים. כמו כן, לאור חשיבות הטיפול במזיק יש צורך בפיתוח טכנולוגיות המנטרות ב"זמן אמת" את זבוב הפירות הים תיכוני ושיווקם לשווקים הבינלאומיים. בנוסף, חוסר היעילות שבניטור הזבוב (אחת ל-7 עד 10 ימים), שאובחן על-ידי החוקרים במהלך המחקר, הביאה אותם לפתח טכנולוגיה המנטרת את אוכלוסית הזבוב בזמן אמת (מחקרים 10-0499-458 ו-12-0562-458). מפגישה עם החוקרת עולה כי מועצת הפירות מוכנה להשקיע כ- 50,000 ש"ח לבחינת הטמעת המערכת. בנוסף, חברת MEDVA⁵⁸ מפתחת מערכות ממוחשבות ובכוונת החוקרת להתאים את האלגוריתם שפותח על בסיס המחקר במערכות המובנות של החברה.

3.8.3 פיתוח מערכת תומכת החלטה לתכנון מחזור זרעים והדברת מחלות שוכנות קרקע בגידולי שלחין

458-0394-06	קוד מחקר
אמוץ חצרוני	חוקר ראשי
270 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

- א. הקמת מאגר נתונים מקוון לקליטת נתונים אגרוטכניים (סוגי הגידול, זן הגידול, מועד העיבוד, חומרי החיטוי ועוד) מחלקות שונות.
- ב. ניתוח הקשרים בין שכיחות מחלות הקרקע, מחזור הגידולים, זני הגידול ומדדים אגרוטכניים נוספים.
- ג. ניתוח מרחבי וגיאוסטטיסטי לקשר שבין נתוני דיגום התוצרת לשונות המרחבית בשדה של מחלות שוכנות קרקע.
- ד. פיתוח מערכת לתכנון מחזור גידולים וחיטוי קרקע בגידולי שלחין.

2. מבוא

מחזור הגידולים באזור הנגב המערבי מתאפיין בגידול תכוף של גידולים הרגישים למחלות שוכנות קרקע. מחלות אלו מהוות בעיה קשה בחקלאות אינטנסיבית של גידולים הרגישים לאותם פתוגנים. הנגיעות במחוללי המחלה גורמת לפגיעה ביבול ובאיכותו, ולנזק כלכלי משמעותי. המחלות אליהן התייחסו במחקר כוללות את: הגרב, ריזוקטוניה, פיתיום, קולטוטריכום, ודוררת כתמי כסף.

3. תוצאות וממצאים

- א. הוקם מאגר נתונים מקוון הכולל מיפוי החלקות ותת החלקות ועיגונם במערכת גיאוגרפית. המאגר מכיל נתונים שוטפים, המאפשרים צבירת נתונים נוספים לצורך ניתוחם.
- ב. פותח מודל הקושר בין הנתונים האגרוטכניים השונים לבין התפתחות מחלה בקרקע.
- ג. פותח מודל לחיזוי נגיעות ב"גרב" באגוזי אדמה.
- ג. פותחה מערכת תומכת החלטה מרחבית החוזה את רמות מחלת ה"דוררת" ומסייעת בתכנון חלקות תפוא"א. תוצאות החיזוי של המערכת סבירות, אך נדרש לשפרה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

במערכת שפותחה נהג הקומביין נדרש להזין ידנית את מיקום החלקה ממנה הוא קוצר את התוצרת, על-מנת שניתן יהיה לקשר בין החלקה לאיכות התוצרת שנקבעת בבית המיון. נדרש לקשר בין מיקום הקומביין לאיכות התוצרת באופן אוטומטי. גורם מסחרי בחן את הנושא ומימש אותו, אולם שיתוף הפעולה לא נמשך. בנוסף, יש לפתח מערכת כוללת שתאחד את מאגר הנתונים עם המערכת תומכת החלטה. מאחר והמחקר אינו מיושם, לא ניתן להצביע על תרומתו הכלכלית.

5. סיכום ומסקנות

המחקר סיפק תובנות על הקשר שבין משתנים אגרוטכניים שונים לבין מחלות בקרקע, לצורך פיתוח מערכת תומכת החלטה לתכנון מחזור גידולים וחיטוי קרקע. למערכת שפותחה נדרשים שיפורים נוספים והיא אינה מסחרית.

3.8.4 שימוש באינטרנט לשיפור הבקרה וניהול בתי הצמיחה

459-4271-08	קוד מחקר:
מאיר טייטל	חוקר ראשי:
318 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

- א. פיתוח מערכת לניטור האקלים בחממות אזוריות, המאפשרת לעקוב אחר נתוני אקלים ויכול בחממות שונות ולהתריע במידה וקיימת חריגה באחת החממות.
- ב. פיתוח אתר אינטרנט בו ניתן לראות את הנתונים המתקבלים ממערכות הניטור בחממות השונות.

2. מבוא

גידול ירקות ופרחים בחממות ובבתי רשת בישראל עמד בשנת 2008 על שטח של כ-110 אלף דונם. יתרון הגידול בחממות ובבתי רשת בהשוואה לגידולם בשדה הפתוח הוא בבקרת האקלים ובקרת המזיקים/המחלות שבמבנה, המאפשרים ליצור תנאי גידול מיטביים. השימוש במחשבים בבתי הצמיחה לצרכי בקרה נפוצים מאוד ומבוססים לרוב על מדידת פרמטרים פיזיקאליים באויר ופרמטרים כימיים במי ההשקיה. באמצעות פרמטרים אלו, מאפיינים את תנאי הגידול ושולטים במערכות ניהול האקלים, ההשקיה והדישון. למרות יכולת הבקרה של המערכות המותקנות, המערכות אינן מפעילות מודלים לחיזוי התפתחות האקלים והתפתחות הצמח ומערכת התרעה באם יש חריגה משמעותית בין הערכים החזויים לערכים הנמדדים. כמו כן, בכל חממה מותקן בקר השולט על המערכות בחממה עצמה ללא התייחסות כלל אזורית לגידול מסוים בכל החממות באזור מסוים בארץ, מה שאינו מאפשר לחקלאי לדעת האם בעיה מסוימת קיימת בחממה פרטנית או שהיא בעיה אזורית.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מערכת ראשונית לניטור אקלים בחממות הנמצאות באזור משותף. המערכת מסוגלת לגלות חריגות בטמפרטורת החממה, בלחות שבה ובקרינה, אך רמת הדיוק בשלב זה אינה משביעה רצון. בנוסף, פותחה מערכת המסוגלת לחזות את כמות היבול, מספר העלים ושטח העלים של צמח העגבנייה.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותחה מערכת ראשונית לניטור אקלים בחממות הנמצאות באזור משותף. המערכת שולחת נתונים דרך האינטרנט, אך איסוף והעלאת הנתונים מבוצעים באמצעות מוצר מדף קיים שאמינותו מוטלת בספק, ולכן קיים צורך בפיתוח עצמאי של מערכת זו. כמו כן, יש לשפר את רמת הדיוק של מערכת הניטור. מאחר ופיתוח המערכת עוד לא הושלם במלואו ואינו מסחרי, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

מטרות המחקר לא הושגו במלואן, והמערכת שפותחה יקרה מאוד ונדרשת לשיפורים נרחבים טרם הפיכתה למסחרית.

3.8.5 מרכז ידע לטכנולוגיות מידע בחקלאות – מיפוי ומתווה

458-0603-13	קוד מחקר:
אמוץ חצרוני	חוקר ראשי:
900 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

אפיון שירותי מחשוב עתירי מידע מגוון בחקלאות, מיפוי המצב הנוכחי וליווי הרצת פרויקט בנושא זה תוך הצבת מודל מוצע להרחבת הפעילות. הפעילות התמקדה בשני כיוונים עיקריים:

א. סקר והגדרות, אפיונים ויצירת סטנדרט למערכת ענן נתונים חקלאי.

ב. בחינה וליווי של פרויקט רלוונטי.

2. מבוא

קיימים פיתוחים רבים בתחום טכנולוגיות מידע כמעט בכל ענפי הייצור והסביבה החקלאית, אך קצב האימוץ וההטמעה על ידי ציבור החקלאים איטי. כמו כן, קיים פער בין יכולות המשתמשים לאופי וקצב יישום הטכנולוגיה בפועל. כיום, איסוף המידע החקלאי נעשה בנפרד על ידי מספר רב של גופים וארגונים ללא שיתוף מספק. במחקר הנוכחי, נבחנה האפשרות להעביר ולספק מידע חקלאי חוצה ארגונים ומערכות ולהתאימו למגוון רחב של יישומים.

3. תוצאות וממצאים

נבחנה האפשרות להעביר ולספק מידע חקלאי חוצה ארגונים ומערכות ולהתאימו למגוון רחב של יישומים. פותחו עשרה פרויקטים הצומחים מהשטח המדגימים את האפשרות שהתכנון הכולל של פתרון הענן מספק פרויקטים אלו מדגימים את ארבעת שכבות הענן המוצעות בתכנון התשתית הטכנולוגית (שכבת נתונים, שכבת שרתים לשליפה ואינטגרציה של מידע, שכבת ניתוח נתונים, שכבת יישומים). כמו כן, נעשה מיפוי של התחום ואותרו מרכזי החוזק והשחקנים המרכזיים.

בנוסף, אופיין פתרון תשתיתי אשר מחייב שימוש באונטולוגיה⁵⁹ אשר פותח כלי לבנייתה. והוצע מודל לטיפול והערכה וויזואליזציה של איכות הנתונים.

⁵⁹ הגדרת הקשרים בין מושגים שונים בתחום דעת.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

מחקר זה מהווה בסיס למחקרי המשך בתחום הבעיות הכרוכות באימוץ והטמעת מערכות מידע בקרב החקלאים. בשלב זה המחקר אינו ישים ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

על מנת ליישם ולקדם אימוץ והטמעת טכנולוגיות בקרב החקלאים, יש צורך בגוף מרכזי, אשר ירכז את המידע הרב הנצבר על ידי מספר רב של גופים, יעבד את הנתונים ויספק כלים ישומיים לחקלאים.

3.9 מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות

מחקרים אלו עוסקים בחקלאות מדייקת ובמערכות מידע גיאוגרפיות. בנושא זה נבחנו **עשרה** מחקרים:

- פיתוח טכנולוגיות מבוססות צילומים תרמיים להכוונת השקייה.
- פיתוח מערכת חישה מרחוק המבוססת על צילום תרמי לניטור מצב המים בעצי תמר להכוונת השקייה ולזיהוי עקות.
- יישום שיטות של חקלאות מדייקת באופן ידידותי לסביבה ולחקלאי.
- ייעול בקרת האקלים וההשקייה בחממות על סמך ערכים ממוצעים של פוטוסינטזה ודיות.
- מערכת צילום-תרמי מוטסת לניטור אוטומטי של תקלות השקייה.
- מערכת משולבת לטיפול במים וחיסכון להשקייה.
- תיחום אזורי מימשק לדישון ולהשקייה באמצעות צילומים היפר-ספקטלריים ותרמיים מוטסים.
- פיתוח מצלמה מולטי ספקטראלית לבקרת השקייה בכרם יו.
- מערכת פתוחה לפעולות אוטונומיות.
- פיתוח מערכת חישה אופטית משולבת (קרקע אויר וחלל) למיפוי קרקעות בזמן אמת.

3.9.1 פיתוח טכנולוגיות מבוססות צילומים תרמיים להכוונת השקייה

458-0361-05	קוד מחקר:
ויקטור אלחנתי	חוקר ראשי:
225 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

- א. מידול מצב המים בגפן באמצעות טמפרטורת העלווה, פוטנציאל המים ומוליכות פיונית.
- ב. פיתוח אלגוריתם לעיבוד תמונה וניתוח מצב המים בצמח מצילומים תרמיים ומולטי-ספקטראלים.
- ג. יצירת בסיס טכנולוגי לממשק מים של חקלאות מדייקת המבוסס על צילומים תרמיים ומולטי-ספקטראלים.

2. מבוא

צורת ההשקיה הנהוגה כיום הינה אחידה לכל החלקה לפי צריכת המים הגבוהה ביותר הנדרשת וללא התחשבות בשונות צריכת המים בחלקה. טכנולוגית השקיה מדויקת ופרטנית תביא לחלוקה אופטימלית של המים בחלקה, תוך פגיעה מינימלית באיכות הסביבה, חסכון במים ומתן יכול מקסימלי.

3. תוצאות וממצאים

- א. נבנה מתקן נייד המאפשר צילום תרמי של הקרקע. הספק מתקן הסריקה עדיין אינו מהיר מספיק לצרכים מסחריים. איכות התמונות טובה מאוד ומאפשרת מיפוי של השטח.
- ב. פותח מודל למיפוי מצב המים בגפן ובכותנה באמצעות צילומים תרמיים.
- ג. בוצע ניסיון ראשוני לצילום תרמי מוטס.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

מחקר זה מהווה בסיס למחקרי המשך בתחום השקייה מדייקת. בשלב זה, למחקר אין ישום בשטח.

5. סיכום ומסקנות

לאחר שיחה עם החוקר הראשי, עולה כי המחקר הנוכחי הניע מספר מחקרי המשך, חלקם מומנו על ידי המדען הראשי (מחקרים: 458-0476-09 ו- 458-0579-12) וחלקם על ידי גופי מחקר נוספים דוגמת BARD וקמ"ח.

3.9.2 פיתוח מערכת חישה מרחוק המבוססת על צילום תרמי לניטור מצב המים בעצי תמר להכוונת השקיה ולזיהוי עקות (מחקר המשך ל 05-0361-458)

458-0476-09	קוד מחקר:
ויקטור אלהנתי	חוקר ראשי:
450 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

יצירת בסיס מדעי וטכנולוגי לפיתוח מערכת תרמית לחישה מרחוק לצורך ניטור מצב וצריכת המים בעצי תמר לצורך הכוונת השקיה וזיהוי עקות.

2. מבוא

ענף התמר הינו אחד מענפי המטע החשובים בישראל, והוא היצוא החקלאי השני בערכו אחרי האבוקדו⁶⁰. מחסור במים, אפילו לתקופה קצרה, עלול להביא לנזק ניכר ביבול. שיטות ההשקיה הנהוגות היום במטעי התמרים מספקות מים בצורה אחידה לכל החלקות ללא התחשבות בשונות הצריכה בין השורות והעצים במטע, או בתנאי המיקרו אקלים. עובדה זו מפחיתה את יעילות השימוש במים וגורמת במקרים רבים לבזבז. באמצעות חישה מרחוק ומיפוי צילומים תרמיים, ניתן להתאים את משטר ההשקיה באופן ייחודי לכל אזור ולכל עץ ובכך ליעל במידה רבה את אחידות הגידול וכמות היבול מחד, ולמניעת עקות מים מאידך.

3. תוצאות וממצאים

במסגרת המחקר בוצעו צילומים תרמיים, קרקעיים ומוטסים מעל חלקות תמרים תחת טיפולי השקיה שונים. בוצעו סה"כ 7 סדרות של צילומים מעל ניסויים שונים בקלי"ה, צמח ויטבתה. המדדים התרמיים אפשרו הבחנה בין מצבי מים שונים. מדדים אלו נמצאו בקשר טוב עם מדדים פיזיולוגיים. פותח הליך לניתוח אוטומטי של צילומים תרמיים מוטסים להערכה ולמיפוי מצב המים של עצים בודדים בקנה מידה של המטע השלם.

⁶⁰ מתוך: הלמ"ס, "יצוא מוצרים חקלאיים נבחרים 2016-2017".

http://cbs.gov.il/www/publications18/agriculture_q201802/pdf/t10.pdf

4. תקציר הניתוח הכלכלי

חברת "איקרוס" נתנה שירותי צילום אוויריים לחקלאים, אך החברה נמכרה למשקיע אמריקאי והפעילות הפסיקה. מאחר ומטעי התמר מושקים בעודף, והמחקר על זיהוי חידקונית הדקל טרם הושלם, שירות זה אינו נדרש במטעי התמר. בשלב זה, למחקר אין ישום בשטח ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

תוצאות המחקר מלמדות כי ניתן להעריך ולמפות מצבי מים של עצי תמר בודדים באמצעות צילומים תרמיים. כל המטרות הושגו למעט הערכת הנזק הנגרם על-ידי חידקונית הדקל. לדברי החוקר הראשי, גם לאחר זיהוי של כ 70%-80% של חידקונית הדקל, החקלאים לא שוכנעו כי השיטה המוצעת מספיק מדוייקת ולכן לא אימצו אותה.

לדעת החוקרים, יש לבצע צילומים תרמיים מוטסים מעל חלקות נוספות עם טיפולי השקיה שונים בשעות שונות של היום ולבחון את רמת הרגישות של הצילומים והיעילות של האלגוריתם. כמו כן, יש לבצע ניסויים מעל חלקות המושקות ברמות מליחות שונה ולבחון את הדיוק שלהם לפני יישום מסחרי.

3.9.3 יישום שיטות של חקלאות מדייקת באופן ידידותי לסביבה ולחקלאי

458-0579-12	קוד מחקר:
ויקטור אלחנתי	חוקר ראשי:
750 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת משולבת לחקלאות מדייקת במטעים וכרמים המתמקדת במידע מרחבי לניהול ההשקיה והקטיף. מטרת המחקר המשנית היא לפתח מערכת להערכת מצב המים בגידול באמצעות צילום תרמי וצילום בתחום הנראה ואינפרא-אדום הקרוב⁶¹.

2. מבוא

תזמון מועדי ההשקיה ואיסוף ייבול הינן שאלות מרכזיות בפניהן ניצב כל מגדל. השקיה ודישון במידה לא מתאימה גורמת לעלויות מיותרות, לזיהום תת הקרקע בדשן עודף או לפגיעה באיכות ובכמות היבול. פחת ביבול והקטנת רווחיות הגידול עשויים להיגרם גם מתזמון לא אופטימאלי של מועד איסוף היבול. באופן כללי, ישנן מספר שיטות של חקלאות מדייקת המיושמות כל אחת בנפרד ולא במשולב. שילוב והטמעה של מערכת הכוללת פלטפורמה ניידת לאיסוף ואספקת נתונים יחד עם מערכת תומכת החלטה עשויה לשפר את ניהול ההשקיה והקטיף במטעים ובכרמים.

3. תוצאות וממצאים

פותחה מערכת צילום תרמית קרקעית ואלגוריתמים ומיפוי בזמן אמת של מצב המים בכרמים ובתפוחי עץ. פותח INTERFACE לשמירה וניתוח חצי אוטומטי של הצילומים, והזנתם למערכת מידע ייעודית לחקלאים.

המחקר הראה כי צילום אלכסוני מגובה של כ-3 מטרים מאפשר מיפוי של מצב המים תוך כדי תנועה בין שורות הגידול. כמו כן, ניתן להזין את המידע למערכת מידע ייעודית לחקלאים. בנוסף, מזג האוויר במרכז אירופה מהווה גורם מגביל למדידות תרמיות והגשמים בחודשי הקיץ אינם מאפשרים ניסויים סדירים של השקייה.

⁶¹ מחקר משותף עם עוד 7 מדינות במסגרת פרויקט USER-PA

4. תקציר הניתוח הכלכלי

מחקר זה מהווה בסיס למחקרי המשך בתחום השקייה מדייקת. בשלב זה למחקר אין ישום בשטח ולכן לא ניתן לאמוד את התועלת הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

פותרה מערכת למיפוי מצב המים בכרמים ובמטעי תפוחי עץ. המערכת מבוססת על אלגוריתמים ותוכנה לחילוף טמפרטורת העלווה מתוך התמונות התרמיות. כמו כן, נמדדו פרמטרים פיסיולוגיים של הגידול וחושבו מספר מדדים תרמיים המבוססים על עקרונות חישוב שונות. נקבע פרוטוקול למיפוי מצב המים בצמח כאשר החישה מתבצעת מפלטפורמה ניידת בשדה. נתוני החישה שולבו במערכת מידע גיאוגרפית ייעודית לחקלאות⁶² FMIS יחד עם שכבות מידע נוספות. ממשק המשתמש שפותח על ידי הקבוצה היוונית מאפשר צפייה ועיבוד הנתונים.

לאחר שיחה עם החוקר הראשי עולה כי המחקר לא צלח עקב ריבוי קבוצות מחקר, שחלקם לא עמדו ביעדי המחקר שהוגדרו ולכן לא ניתן ליישם את מכלול המטרות שהוגדרו. בנוסף, לדברי החוקר הראשי, כיום, כיווני המחקר בתחום ההשקייה המדייקת מתמקדים בהערכת מצב המים בחישה מרחוק והנגשת המידע לחקלאים ובמקביל פיתוח מערכות השקייה (טפטוף) מתקדמות המעבדות את הנתונים ומיישמות אותן בשטח.

3.9.4 ייעול בקרת האקלים וההשקייה בחממות על סמך ערכים ממוצעים של פוטוסינטזה ודיות

459-4220-05	קוד מחקר
מאיר טייטל	חוקר ראשי
225 א' ש	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח שיטת מדידה של ערכי פוטוסינטזה ודיות, המנטרת מספר קבוצות של צמחים בו זמנית.

2. מבוא

יתרון הגידול בבתי צמיחה בהשוואה לשדה הפתוח הוא ביכולת לבקר ולנטר את האקלים ורמת המזיקים. לצורך קבלת יבול בכמות ובאיכות מיטבית יש להשתמש במינון אופטימלי של מים ודשן בזמן הנכון ובכמות הנכונה. מערכת פוטומוניטור הינה מערכת בקרה המבוססת על רגשים ייחודיים המודדים את מצב הצמח בזמן נתון ואת קצב ההתפתחות שלו. החסרון המשמעותי של המערכת המקובלת כיום היא שקבלת ההחלטות שלה לגבי צמחים השתולים בשטח של מספר דונמים מתבססת על מספר בודד של צמחים.

3. תוצאות וממצאים

- א. פותחו מודלים תיאורטיים לחישוב השינוי בתכולת אדי המים וריכוז הפחמן הדו חמצני באוויר כתלות במרחק מהכניסה למבנה, וחושבה הדיות האינטגרלית של כלל הצמחים.
- ב. נמצאה קורלציה גבוהה בין קרינת השמש לקצב ירידת ריכוז הפחמן הדו חמצני וקצב עליית אדי המים באוויר החממה, דבר המצביע על רגישות טובה של המערכת לשינויים חדים ומהירים בקרינה ועל פוטנציאל טוב של יישום השיטה לאפיון פוטוסינטזה ודיות ממוצעת במבנה.
- ג. פותחו מודלים לחיזוי ריכוזי הפחמן הדו חמצני והלחות הסגולית לאורך המבנה, ולחיזוי השינויים בהם.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

הניסויים בעבודה זו בוצעו על גידול הפלפל בלבד. ישום המערכת דורש מעקב נוסף בגידולים אחרים, ושיפור המודלים ושיטות המדידה. כמו כן, יש לבדוק את רגישות השיטה לאבחון תקלות והפעלות שונות, ולא רק לשינויים בקרינה כפי שבוצע במחקר זה. מאחר והשיטה אינה ישימה עדיין, לא ניתן להצביע על התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

המחקר עוסק בפיתוח מערכת פיטומוניטור המנטרת מספר קבוצות של צמחים בו זמנית. פיתוח זה עדיין לא הושלם ויש לשפרו לפני שיוכל להיות מסחרי ובשימוש בגידולים נוספים.

3.9.5 מערכת צילום-תרמי מוטסת לניטור אוטומטי של תקלות השקייה

458-0524-09	קוד מחקר
יפית כהן	חוקר ראשי
1.276 מ' ש"ח	עלות המחקר
3 שנים	תקופת המחקר

1. מטרת המחקר

פיתוח מערך צילום תרמי מוטס לניטור חצי אוטומטי של תקלות במערכת ההשקיה.

2. מבוא

תקלות במערכת ההשקיה גורמות לבזבז מים במקרה של פריצת מים, ולירידה בערך היבול עקב במקרה של סתימה. החקלאים מנטרים ומתקנים את הליקויים במערכות ההשקיה באופן תדיר וזיהוי ואיתור התקלה דורשות זמן וכוח אדם רב. בנוסף, בסריקת השטח ניתן לאתר פריצות מים גלויות, אך קשה לאתר סתימה במערכת ההשקיה טרם נוצר נזק משמעותי לגידול. איתור הסתימות שאינן גלויות לעין יאפשר תיקון של המערכת לפני שייגרם נזק בלתי הפיך ליבול.

3. תוצאות וממצאים

פותח אלגוריתם המזהה בעיות במערכת ההשקיה באמצעות צילומים אוויריים תרמיים. האלגוריתם מזהה 80% מפריצות המים הגלויות לעין במטע הזיתים, וכ-60% בלבד בגפן בתחילת העונה. בשיעור הפריצות והסתימות שאינן גלויות לעין מזהה האלגוריתם כ-70% מהפריצות, וכ-90% מהסתימות. בנוסף, מייצר האלגוריתם מפה של האזורים הבעייתיים המאפשרת לחסוך כ-60% מזמן הסריקה הרגילה. אימות האלגוריתם בוצע על פני מטעים מסחריים רבים של זית וגפן.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

האלגוריתם שפותח במסגרת המחקר מסוגל לזהות תקלות שונות במערכת ההשקיה בדיוק של 60%-90%. האלגוריתם מסוגל לאתר עד 90% מהסתימות שאינן גלויות לעין, אשר לרוב מאותרות רק כאשר מתחילה תמותה של היבול באזור הסתימה. האלגוריתם מנתח צילומי אוויר שבוצעו מפלטפורמה מוטסת ומאויישת שעלותה יקרה והיא מוגבלת בימים ובשעות הטיסה על-ידי חיל האוויר. בשל כך, האלגוריתם שפותח אינו נמצא בשימוש ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית של המחקר.

5. סיכום ומסקנות

פותח אלגוריתם המזהה בעיות שונות במערכת ההשקיה במטעי זיתים וגפן. יתרונו של האלגוריתם הוא באיתור תקלות במערכת ההשקיה אשר אינן ניתנות לזיהוי טרם פגיעה בלתי הפיכה ביכול. איתור הבעיות באמצעות האלגוריתם דורש שיפור, בעיקר באיתור פריצות במטע הגפן. בנוסף, האלגוריתם מנתח צילומי אויר באמצעות פלטפורמה מוטסת ומאויישת. עלות הפלטפורמה והמצלמה מהוות מכשול להטמעת הטכנולוגיה. מומלץ לבחון פלטפורמות שונות להוזלת העלויות ולבחון את האלגוריתם גם במטעים נוספים. לדברי החוקרת, חלק ממימון שהתקבל בתוכנית "קנדל" נועד לבחון כיצד ניתן להפחית את עלויות היישום הגבוהות. בנוסף, החוקרת ציינה כי הוגשה תוכנית ל"ניצן" בשיתוף חברת "מצר"⁶³ המייצרת תשתיות השקיה טמונות, אשר לא התקבלה.

⁶³ <https://www.metzer-group.co.il/irrigation-overview>

3.9.6 מערכת משולבת לטיפול במים וחיסכון להשקיה

459-4437-12	קוד מחקר:
בני לב	חוקר ראשי:
570 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח מערכת התפלה משולבת לטיפול במים מליחים.

2. מבוא

המחסור במים בארץ משפיע קשות על המגזר החקלאי. הדרישה ההולכת וגוברת למים באיכות גבוהה לתעשייה ולתצרוכת הפרטית מגבירה את התחרות על המשאבים הקיימים וגורמת להקטנת הקצאת המים לחקלאות. השקיית שטחים חקלאיים במים מליחים מקובלת מאוד במדינות המזרח התיכון, אך בשל תכונות המים המליחים כמות המים הנדרשת להשקיית הגידולים גבוהה יותר וגורמת לעליה בצריכת המים ולהגדלת כמות הדשנים הנדרשת בקרקע. בנוסף, עודף המים המחלחל לקרקע מהווה מטרד סביבתי עקב ריכוז גבוה של מליחים, דשן ומיקרו אורגניזמים פתוגנים.

אחד הטיפולים המקובלים במים מליחים הינו התפלת המים על-ידי שימוש בממבראנה בשיטת RO (אוסמוזה הפוכה). השקיה במים המותפלים בשיטה זו מצריכה שימוש נמוך יותר במים ובדשנים ולכן ידידותית לסביבה. חסרונות ההתפלה בשיטה זו היא עלותה הגבוהה והרחקתם של מינרלים חיוניים כמו מגנזיום, אשלגן וסידן מהמים.

לעומת ההתפלה בשיטת RO, התפלה ממברנאלית בשיטת NF (ננופילטריציה) מצריכה אנרגיה נמוכה יותר אך אינה מרחיקה את כל המליחים מן המים. שימוש במים אלו לחקלאות יכול להפחית את כמות המים הנדרשת להשקיה בכ-40%-30% ביחס למים מליחים. מערכת התפלה שתשלב בין שיטת RO ושיטת NF תספק מים המכילים את המינרלים החיוניים בעלות נמוכה יחסית.

3. תוצאות וממצאים

א. פותח מודל מתמטי לחיזוי איכות המים. תוצאות המודל הראו שמערכת משולבת של ממברנות בשיטת הפרדה NF ו-RO היא הכדאית ביותר לטיפול במים מליחים להשקיה.

ב. נמצא כי גידול פלפל באמצעות השקיה של מים מהמערכת המשולבת מביאה ליכול גבוהה ביותר אך לאיכות פרי נמוכה מעט.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

לדעת החוקרים, מערכת התפלה משולבת הינה הכדאית ביותר לטיפול במי תהום מליחים לצרכים חקלאיים: הן מבחינת תצרוכת האנרגיה והן מבחינת איכות המים. אך, בניסוי שנערך בגידול הפלפל, נמצא כי למרות שהשימוש במים אלו מגדיל את כמות היבול, איכות הפרי המתקבלת נמוכה מעט. כמו כן, לא נמצא טיפול לרכז של המלחים הנגרם כתוצאה מההתפלה. מאחר והמחקר בשלב זה אינו ישים, לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

תוצאות המחקר אינן חד-משמעיות: מצד אחד, נמצא כי מערכת ההתפלה המשולבת יעילה יותר מבחינת צריכת האנרגיה וכמות היבול, אך מאידך, נמצא כי שימוש במים אלו מפחית מעט את איכות הפרי המתקבל. בנוסף, לא נמצא טיפול לרכז המלחים הנגרם כתוצאה מההתפלה וגם סוגיה זו נותרה ללא מענה. יתכן והמחקר יהווה בסיס למחקר המשך שיבחן לעומק את סוגיית התפלת המים והאיזון שבין כמות היבול לאיכותו.

3.9.7 תיחום אזורי מימשק לדישון ולהשקיה באמצעות צילומים היפר-ספקטלריים ותרמיים מוטסים

458-0595-14	קוד מחקר:
יפית כהן	חוקר ראשי:
450 א' ש	עלות המחקר:
3 שנים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח הליך לתיחום אזורי מימשק לדישון ולהשקיה לאורך העונה ובחינת התועלת שלהם. הפיתוח נעשה באמצעות:

- א. שיפור ובחינה של אלגוריתמים לסגמנטציה של צילומים היפר-ספקטלריים ותרמיים מוטסים לתיחום אזורים הומוגניים של רמות חנקן ומצבי מים.
- ב. השוואה בין אזורים הומוגניים של רמות חנקן ומצבי מים הנוצרים במהלך העונה על בסיס צילומים היפר-ספקטלריים ותרמיים לבין אזורי מימשק כלליים.
- ג. פיתוח הליך לשילוב של אזורים הומוגניים של רמות חנקן ומצבי מים עם אזורי מימשק כלליים לתיחום אזורי מימשק ספציפיים לדישון והשקיה.

2. מבוא

התאמת משאבים לצרכים בהתאם לשונות המרחבית והעתית בשדה עומדת בבסיס התפיסה של החקלאות המדייקת. המעבר של החקלאות המדייקת מתיאוריה לפרקטיקה תלוי ביכולת המיפוי של השונות בשדה והיכולת לתחם אזורי מימשק⁶⁴ לפי גורמים מגבילים. כיום, שילוב של נתונים כמו מיפוי מוליכות חשמלית בקרקע, טופוגרפיה, מפות יבול, צילומי אוויר או דימותי לוויין של קרקע חשופה מאפשר קישור בין השונות המרחבית ביבול ובין השונות בתכונות קבועות יחסית של הקרקע ולתיחום של אזורי מימשק כלליים. בנוסף, דימותי לוויין מולטי-ספקטראליים מאפשרים למפות במהלך עונת הגידול תכונות כלליות של נוף הגידול. אך, אמצעים אלו אינם מאפשרים זיהוי ומיפוי של הגורמים לשונות. מחקרים הראו, כי באמצעות צילומים היפר ספקטראליים מתקבלת הערכה טובה של רמות חנקן במהלך העונה ובאמצעות צילומים תרמיים מוטסים ניתן למפות את השונות במצב במים.

⁶⁴ אזור מימשק מוגדר כתת אזור בשדה שמבטא שילוב הומוגני של גורמים מגבילים של יבול עבורו מתאימה רמה של תשומה מסויימת.

3. תוצאות וממצאים

לצילומים התרמיים לאורך העונה תרומה גדולה יותר בהערכת רמות החנקן, מאשר צילומים היפר-ספקטריים, לדעת החוקרים הסיבה לכך היא שחנקן ניתן בעודף בעוד שהשקיה לא.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

מחקר זה מהווה בסיס למחקרי המשך בתחום החקלאות המדייקת ליצירת ממשק השקייה יעיל לתפוא"א. בשלב זה למחקר אין ישום בשטח ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

ההליך לתיחום אזורי ממשק להשקיה על בסיס צילומים תרמיים מאפשר חלוקה של השדה לאזורים בהם נדרשת השקיה שונה גם במצבים בהם יש עקות נמוכות של חוסר מים. המחקר בוצע בתנאי מעבדה ואינו מהווה המלצה למגדלים.

החוקרת קיבלה מימון נוסף להמשך שיפור שתי השיטות שהוצגו במחקר במימון של קנדל ו-BARD. לדברי החוקרת, ממצא ראשוני שהתקבל מקנדל מראה כי באמצעות שיטות ההשקייה המדייקת שפותחו במחקר ניתן להגדיל את אחידות היבול בכרמים ל-30%.

3.9.8 פיתוח מצלמה מולטי ספקטראלית לבקרת השקייה בכרם יין

קוד מחקר:	857-0712-14
חוקר ראשי:	ארנון קרניאלי
עלות המחקר:	450 א' ש"ח
תקופת המחקר:	3 שנים

1. מטרת המחקר

שימוש במכשור היפר ספקטראלי לחישת שינויים פיזיולוגיים בגפן היין.

למחקר הנוכחי מספר מטרות:

- א. איתור הערוצים הדיאגנוסטיים ביותר בין התחום הנראה והאינפרא האדום קצר הגל (250-3,500 nm) לשינויים בפרמטרים הפיזיולוגיים הרלוונטיים, תחת תנאים מבוקרים.
- ב. שימוש בערוצים אלו לצורך בניית אינדקסים ספקטראליים חדשים, אשר יאפיינו ביעילות את המצב הפיזיולוגי (מצב המים) של גפן היין ויאפשרו הפרדה בין רמות השקייה שונות, בתנאים מבוקרים.
- ג. בחינת יעילות האינדקסים להפרדת רמות השקיה שונות בתנאי שדה, במספר מועדים פנולוגיים נבחרים.
- ד. בחינת יעילות האינדקסים הן להפרדת רמות השקיה שונות והן לבקרת השקיה אוטונומית בתנאי שדה, לאורך עונת גידול שלמה ורציפה.

2. מבוא

גידול ענבי יין איכותיים מצריך השקיה גרעונית מדויקת, אשר מנוטרת היטב בעזרת מדידות פיזיולוגיות. פעולות אלו עלולות להיות פולשניות ודורשות כוח אדם מיומן, זמן ומשאבים רבים. ניתן להתגבר על בעיות אלו באמצעות שימוש במכשור היפר ספקטראלי, אשר מציע אלטרנטיבה מהירה, זולה ולא פולשנית לחישת שינויים פיזיולוגיים בצמח.

3. תוצאות וממצאים

- א. בתנאי חממה, נמצא כי התגובות הספקטראליות ב-1,500 nm ו-531nm משתנים במהירות עם שינויים במאזן המים בגפן.
- ב. הרכבתם יוצרת אינדקס חדש (WABI) אשר מסוגל לנטר שינויים קלים בפרמטרים פיזיולוגיים שונים הרלוונטיים למאזן המים בגפן, ובכך לנטר שינויים ברמות השקיה שונות בתנאים מבוקרים ובתנאי בשדה.
- ג. האינדקס מצליח גם לבקר השקיה אוטונומית, ללא עזרת מדידות פיזיולוגיות, לאורך עונת גידול שלמה בכרם מסחרי.

ד. כמו כן, האינדקס מראה פוטנציאל להפרדת רמות השקיה שונות גם בגידולי שדה נוספים: חמניות ואפונה.

יחד אם זאת, לפני שהמודל הספקטרי יוכל לעבוד באופן מסחרי עם מינים נוספים או ברמת חישה מרחוק, ישנם מספר גורמים בהם יש להתחשב:

א. האינדקס עלול לא להתאים לכל סוגי הגידולים ולכל תנאי הגידול⁶⁵ ולכן, יש לבחון ולכייל את האינדקס לפני כל פיתוח עתידי.

ב. היישום דורש רגישות לתחום הנראה והאינפרא האדום קצר הגל כרוך העלויות כספיות גבוהות העלויות להוות חסם טכנולוגי ביישום.

ג. מעבר לרמת חישה מרחוק יצריך הוכחה פרקטית לחזירתם של המרכיבים הספקטריים של WABI דרך שכבות אוויר עבות במיוחד ברמת הלווין.

ד. מעבר מרמת הספקטרומטר לרמת המצלמה דורש פיתוח אלגוריתמים לטיפול בשונות הרפלקטיבית הנגרמת מהחזר קרקעי. ההחזר משתנה כתלות בזווית המפגש עם העלה, גיל העלה ומצב התפתחותו.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

פותח מודל לבקרת השקייה של ענבים, חמניות ואפונה. עלות היישום גבוהה מאוד, ולכן המחקר אינו מיושם ולא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

למודל הספקטרי שפותח פוטנציאל לבקרת השקייה של גידולי שדה רבים. יחד עם זאת, יש לבחון את הגורמים השונים שמעכבים את הפצתו ככלי מסחרי, לרבות קשיים טכנולוגיים, וכלכליים.

⁶⁵ במיוחד לא לצמחים אשר להם תגובה חלישה יחסית של RWC ו/או NPQ לבצורת דוגמת תירס.

3.9.9 מערכת פתוחה לפעולות אוטונומיות

קוד מחקר	838-0568-10
חוקר ראשי	פר-אולוף גוטמן
עלות המחקר	500 א' ש"ח
תקופת המחקר	שנתיים

1. מטרת המחקר

פיתוח תשתית מידע ותקשורת פתוחה המאפשרת אוטומציה חלקית של טרקטורים.

2. מבוא

כיום משתמשים החקלאים במיכון כבד הדורש כמות ניכרת של דלק וכוח אדם. בעתיד, צפויים החקלאים לעשות שימוש בכלים אוטונומיים קטנים יחסית שיחליפו את המכונות הכבדות. יתרונות הכלים האוטונומיים כוללים בין היתר הגדלת הפרודוקטיביות, שיפור בדיוק ובאיכות העבודה והסכון בכוח אדם. הכלים האוטונומיים מבוססים בעיקר על טכנולוגיית מידע ותקשורת (ICT)⁶⁶, תשתית של חיישנים אלוטוטיים, חיישנים בשדה עצמו ועל כלי הרכב וביצוע משימות מבוקרות על ידי מחשב. ברוב הכלים האוטונומיים יש צורך באלגוריתם שיחשב את המסלול האופטימלי ואלגוריתם המוודא שהכלי עוקב אחר המסלול שנקבע לו. האלגוריתם שפותח במחקר מתזמן ומתכנן מסלול נסיעה אופטימלי לכלים אוטונומיים.

3. תוצאות וממצאים

פותחו שני אלגוריתמים לתכנון ולתזמון מסלול הנסיעה של כלים אוטונומיים. האלגוריתמים מסוגלים לתכנן מסלול בצורה אופטימלית, ולשנות את המסלול בהינתן עיכוב/מכשול.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

משיחה עם עם החוקר עולה כי הטכניון לא היה מעוניין לרשום פטנט. כמו כן, לא נוצר שיתוף פעולה עם חברה מסחרית, המחקר אינו מיושם ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

פותחו שני אלגוריתמים לתכנון ולתזמון אופטימליים של מסלול הנסיעה של כלים אוטונומיים, אך המחקר אינו מיושם.

3.9.10 פיתוח מערכת חישה אופטית משולבת (קרקע אויר וחלל) למיפוי קרקעות בזמן אמת

891-0249-12	קוד מחקר:
אייל בן דור	חוקר ראשי:
304 א' ש	עלות המחקר:
שנתיים	תקופת המחקר:

1. מטרת המחקר

פיתוח כלי מדויק, מהיר וזול לזיהוי ההרכב הכימי-פיסקלי של קרקעות.

2. מבוא

סקר קרקע הוא שלב הכרחי בתהליך מיפוי תכונות הקרקע, הנועד לאפיין את הקרקע לצורך תכנון שימושי קרקע חקלאיים ועירוניים, הערכת סיכונים, מניעת זיהומי קרקע ומים, שימור הסביבה וקיימות. השיטות הקובנציונליות בהן משתמשים כיום הינן עתירות זמן ומשאבים וכוללות קידוח הקרקע, איסוף מדגמים וניתוחם במעבדה. באמצעות החזרה ספקטרלית ניתן לאפיין את תכונות הקרקע במהירות ובעלות נמוכה.

3. תוצאות וממצאים

נמצא כי באמצעות החזרה הספקטרלית ניתן לזהות את ההרכב הכימי והפיסקלי של הקרקע.

4. תקציר הניתוח הכלכלי

מחקר זה מהווה בסיס למחקרי המשך בתחום מיפוי קרקעות באמצעות החזר ספקטרלי. המחקר הראה התכנות לאפשרות פיתוח כלי למיון קרקעות וסיווגן באמצעות החזר ספקטרלי בזמן קצר, בעלות נמוכה וללא צורך בקידוחים. בשלב זה למחקר אין ישום בשטח ולכן לא ניתן לאמוד את התרומה הכלכלית שלו.

5. סיכום ומסקנות

מסקנות המחקר מראות כי קיימת התכנות לפיתוח כלי מהיר וזול לזיהוי ההרכב הכימי והפיזיקלי של קרקעות. לדברי החוקר, המחקר מהווה פריצת דרך בתחום, ובעקבותיו החלו להכין תרשימים למכשיר משודרג לצורך מסחור עתידי.

נספחים

נספח מספר 1 – טבלת רשימת אנשי מקצוע וחוקרים אשר סייעו בהכנת המסמך

שם	תפקיד	מקום עבודה/חברה
אורן בוכשטב	מדריך פרטי לגידול אגוזי האדמה	קיבוץ נירים
ברכה גל	מנהלת תחום כלכלת הייצור	שה"מ
שלי גנץ	מנהלת תחום ירקות בבתי צמיחה, ממ"ר עגבניות מאכל	שה"מ
דובי וולפסון	ממ"ר בכיר מטה (סחלבים ושתלנות), תחום פרחים	שה"מ
יאיר נשרי	ממ"ר פרחי קטיפה	שה"מ
יאיר תמרי	ממ"ר מחוזי בכיר	שה"מ
שמוליק רז	מנהל מכירות	חברת "מרססי רז"
יורם שטיגליץ	האגרונום הראשי	חברת "גניגר"
ויקטור אלחנתי	מנהל המכון להנדסה חקלאית	מנהל המחקר החקלאי
טל עמית	מנהל ענף ההדרים	מועצת הצמחים
יעקב מועלם	מנהל	"קידום"
זאב שמילביץ	מנהל המחלקה למערכות חישה, מידע ומיכון	מנהל המחקר החקלאי
בעז ציון	חוקר, המכון להנדסה חקלאית, המחלקה מערכות חישה, מידע ומיכון	מנהל המחקר החקלאי
אביטל בכר	חוקר, המכון להנדסה חקלאית, המחלקה להנדסת מערכות ייצור, גידול וסביבה	מנהל המחקר החקלאי
אברהם גמליאל	המכון להנדסה חקלאית, המחלקה להנדסת מערכות ייצור, גידול וסביבה. מנהל המעבדה לחקר היישום של שיטות הדברה	מנהל המחקר החקלאי
אסף ברקי	חוקר, המחלקה לחקר בעלי חיים, עופות ודגים	מנהל המחקר החקלאי
פר אולוף גוטמן	סגל אקדמי, הנדסה אזרחית סביבתית	הטכניון
יוסי קשתי	מפתח, המכון להנדסה חקלאית, המחלקה מערכות חישה, מידע ומיכון	מנהל המחקר החקלאי
אברהם ארבל	חוקר, המכון להנדסה חקלאית, המחלקה להנדסת מערכות ייצור, גידול וסביבה.	מנהל המחקר החקלאי
נחשון שמיר	המכון להנדסה חקלאית, המחלקה מערכות חישה, מידע ומיכון	בגמלאות

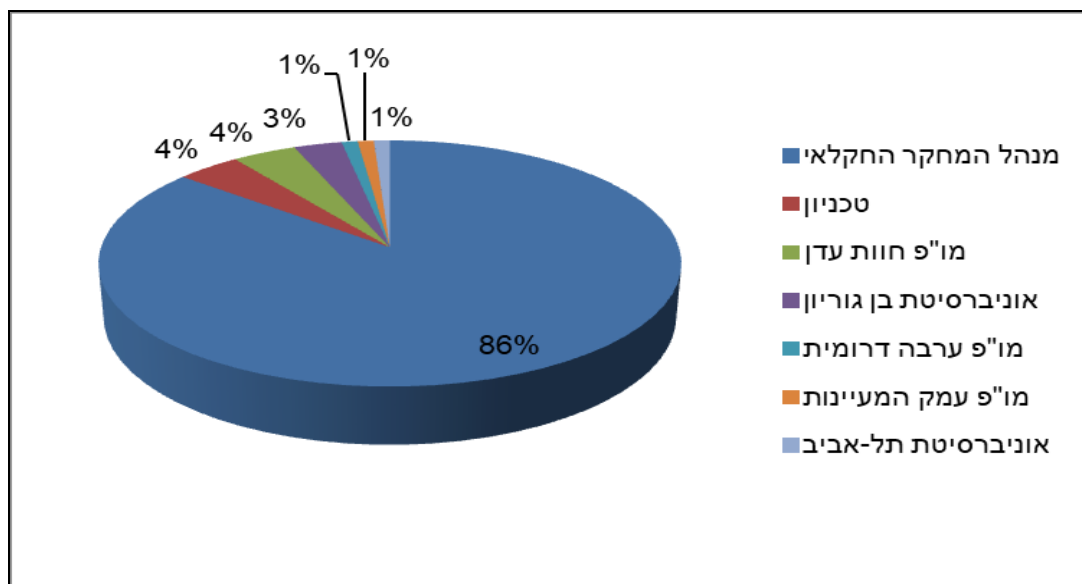
מנהל המחקר החקלאי	חוקר, המכון להנדסה חקלאית, המחלקה להנדסת מערכות ייצור, גידול וסביבה.	אילן הלחמי
בגמלאות	המכון להנדסה חקלאית	מוניק לב
מו"פ חוות עדן	מנהל	ציון דקו
מנהל המחקר החקלאי	חוקרת, המכון להנדסה חקלאית, המחלקה מערכות חישה, מידע ומיכון	יפית כהן
בגמלאות	המכון להנדסה חקלאית, המחלקה מערכות חישה, מידע ומיכון	שמואל גנמור
אוניברסיטת תל-אביב	חוקר, החוג לגיאוגרפיה וסביבת האדם	אייל בן דור
אוניברסיטת בן גוריון	חוקרת, הפקולטה למדעי ההנדסה, המחלקה להנדסה, תעשייה וניהול	יעל אידן
אוניברסיטת בן גוריון - בשבתון	היחידה להנדסת אלקטרואופטיקה ופוטוניקה	ארנון קרניאלי
בגמלאות	המכון להנדסה חקלאית, המחלקה מערכות חישה, מידע ומיכון	עמוס מזרח
אוניברסיטת בן גוריון	חוקר, הפקולטה למדעי ההנדסה, המחלקה להנדסת מערכות תוכנה ומידע	גיא שני
בגמלאות	המכון להנדסה חקלאית	אהרון ויסבלום
מנהל המחקר החקלאי	חוקרת, מדעי הצמח, היחידה לצמחי נוי וביוטכנולוגיה חקלאית	עינת שדות
מנהל המחקר החקלאי	חוקרת, מדעי הצמח, היחידה לצמחי נוי וביוטכנולוגיה חקלאית	מיכל שמיר

נספח מספר 2 – טבלת מחקרים הנמצאים בהליכי רישום פטנט או משא-ומתן עם חברות מסחריות

שם המחקר	שם החוקר	הערות
מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני	יפית כהן	לדברי החוקרת, מבוצע מחקר המשך בשילוב עם חברה מסחרית במימון מועצת הצמחים.
מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני לחקר הדינאמיקה היומית והעונתית של הזבוב		
פיתוח מערכת אוטונומית לריסוס בבתי צמיחה לפלפל	אביטל בכר	לדברי החוקר, נמצא במגעים מול שתי חברות מסחריות.
דחיקת השימוש במרססי רובים וגב וחיסכון בכ"א ע"י שיפור רמת הכיסוי וההדברה במרססים ממוכנים נחותים	שמואל גנמור	לדברי החוקר, נמצא במגעים מול שתי חברות מסחריות.
הפרדת אפרוחים על פי מינם באמצעות מערכת ראייה מכאנית-אופטית ממוחשבת	עמוס מזרח	לדברי החוקר, במשא-ומתן מול חברה מסחרית
פיתוח מכשיר ושיטה למדידת מצב גופני (SCB) של פרות באופן אוטומטי ואובייקטיבי	אילן הלחמי	לדברי החוקר, נמצא במגעים מול חברה מסחרית
חסכון בידיים עובדות בריבוי וגטטיבי של ייחורים מצמחי נוי ע"י יעול השתרשות	עינת שדות	לדברי החוקרת, בהליך של רישום פטנט ובמגעים מול חברות מסחריות
חסכון בכח אדם על ידי קיצור משך הבשלת הפרי בתאנה	משה פליישמן	קיים מחקר המשך הנמצא בניסוי שדה
חסכון בכח אדם על ידי ריכוז הבשלת הפרי בתאנה		
פיתוח מערכת אוטונומית לניטור ללא הרס של מחלות ויסודות הזנה בבתי צמיחה לפלפל	אביטל בכר	לדברי החוקר, מבוצע מחקר המשך. נעשים מאמצים למציאת חברה מסחרית.
פיתוח מערכת מידע גיאוגרפית תומכת החלטה לריסוס הדורים	יפית כהן	לדברי החוקרת, הטמעת המערכת נמצאת בבחינה במועצת הפירות. מבוצע מחקר המשך להתאמת האלגוריתם למערכות מובנות של חברה מסחרית

שם המחקר	שם החוקר	הערות
מערכת צילום-תרמי מוטסת לניטור אוטומטי של תקלות השקיה	יפית כהן	לדברי החוקרת, התקבל מימון להפחתת עלויות המערכת
תיחום אזורי מימשק לדישון ולהשקיה באמצעות צילומים היפר-ספקטלריים ותרמיים מוטסים	יפית כהן	לדברי החוקרת, התקבל מימון למחקרי המשך
פיתוח מערכת חישה אופטית משולבת (קרקע אויר וחלל) למיפוי קרקעות בזמן אמת	אייל בן דור	לדברי החוקר, קיים מחקר המשך

נספח מספר 3: התפלגות מספר המחקרים שבוצעו לפי מכוני מחקר



מהטבלה ניתן לראות, כי מרבית המחקרים שנבחנו (86%), מקורם ממנהל המחקר החקלאי וספציפית, מהמכון להנדסה חקלאית.

נספח מספר 4: סיכום מטרות המחקרים, לפי תחומים*

מטרת המחקר	מספר מחקרים	תחום עיקרי
הגדלת היבול	1	שיטות ניטור והדברה
	6	הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים
	1	מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות
	2	טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק
	3	אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי
	1	מערכות מידע ותקשורת
	7	מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות
שיפור איכות היבול	6	שיטות ניטור והדברה
	5	הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים
	7	טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק
	1	אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי
	1	מערכות מידע ותקשורת
	7	מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות
	חסכון בכוח אדם	7
1		הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים
6		מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים
8		מערכות ושיטות גידול לצמחים
4		מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות
3		טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק
10		אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי
3		מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות
חסכון בחומרי הדברה	12	שיטות ניטור והדברה
	2	אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי
	2	מערכות מידע ותקשורת
חסכון עלויות (לא כולל כ"א וחומרי הדברה)	1	שיטות ניטור והדברה
	2	הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים
	3	מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים
	2	אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי
	7	מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות

מטרת המחקר	מספר מחקרים	תחום עיקרי
שמירה על איכות הסביבה	15	שיטות ניטור והדברה
	2	הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים
	2	מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים
	1	מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות
	3	אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי
	2	מערכות מידע ותקשורת
	8	מערכות אקולוגיות, חקלאות מדויקת ומערכות מידע גיאוגרפיות

*לחלק מן המחקרים מספר מטרות.

נספח מספר 5 – טבלת שמות המחקרים וחסמיהם

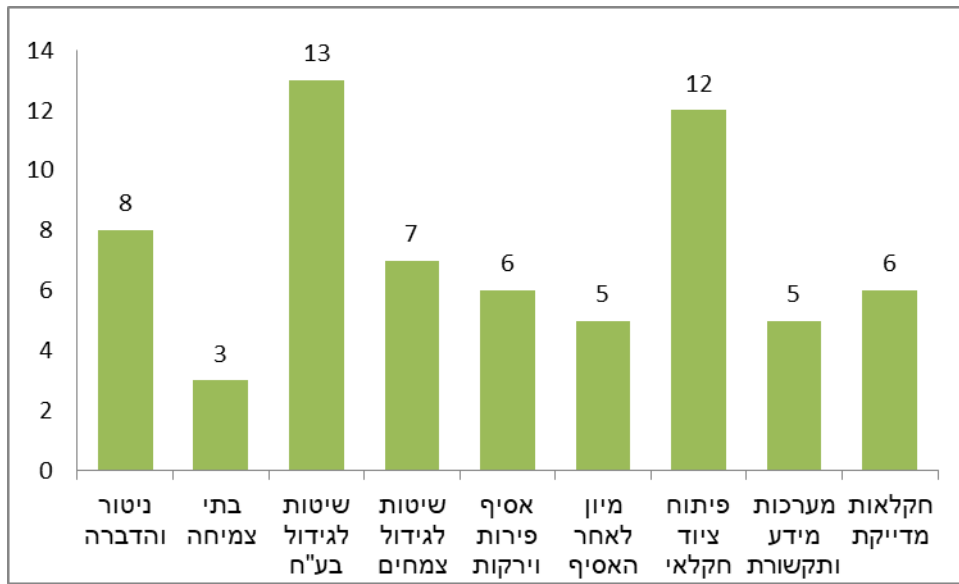
תחום מחקר	שם המחקר	החסם
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	בירור מיון ואסיף סלקטיבי של דגי מאכל חיים באמצעות ראייה ממוחשבת	הפסקת הגידול/ שינוי שיטת הגידול
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	פיתוח מערכת פשוטה לספירת דגיגים בחווה לדגי נוי	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	פיתוח מערכת לספירה ושקילת דגי נוי	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	חיסכון בידיים עובדות תוך הגדלת תפוקות דגיגים במערכות רבייה של דגי נוי משריצי חיים	
מערכות ושיטות גידול לצמחים	אפיון ומדידת עומסי עבודה במשקי פרחים במטרה להביא לחסכון בידיים עובדות והגדלת התפוקה	
מערכות ושיטות גידול לצמחים	שיפור האיכות והפריון, חיסכון בתשומות וכח אדם במשקי פרחים רב ענפי בשלבי הקטיף המיון והאריזה	
מערכות ושיטות גידול לצמחים	ייעול תהליכי עבודה בבתי צמיחה לפלפל ותכנון חממה מיטבי מהיבטי תהליכי עבודה	
מערכות ושיטות גידול לצמחים	ייעול תהליכי העבודה וחיסכון בכח-אדם בבתי אריזה לפלפל ועגבניות מאכל	
מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות	מיכון לאסיף ספארי סנסט	
מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות	אסיף אגוזי אדמה בשיטה חדשה	
טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק	פיתוח מכונה למיון פרחי לאוקנדרון	
טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק	פיתוח מערכת אוטומציה נבונה למיון ואריזת עירית טרייה להגדלת הפריון וחיסכון בידיים עובדות	
טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק	פיתוח מכונה אוטומטית למיון, שקילה ואגידה של עירית לייצוא טרי	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	התאמת מערכות לשינוע תוצרת בבתי צמיחה לירקות לחיסכון בידיים	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	פיתוח מכונת שתילה לפקעות פרחים	

תחום מחקר	שם המחקר	החכם
שיטות ניטור והדברה	מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני	עלות יישום/ השקעה גבוהה/ חוסר התארגנות בין המגדלים
שיטות ניטור והדברה	מערכת לניטור אוטומטי של זבוב הפירות הים-תיכוני לחקר הדינאמיקה היומית והעונתית של הזבוב	
שיטות ניטור והדברה	פיתוח מתקן אוטונומי לריסוס ואיבוק מדויק של עצי תמר	
שיטות ניטור והדברה	פיתוח ממשק הדברה של גומא הפקעים באמצעים מכניים	
מערכות ושיטות גידול לצמחים	ייעול תהליכי עבודה בבתי צמיחה לפלפל ותכנון חממה מיטבי מהיבטי תהליכי עבודה	
טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון, ברור, חיישנים והכנה לשוק	פיתוח מכונה אוטומטית למיון, שקילה ואגידה של עירית לייצוא טרי	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	פיתוח שיטה וציוד לפינוי שאריות צמחיות מבתי גידול	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	מסילה עילית לריסוס אוטומטי ושינוע ירקות קטופים לאורך שורת הגידול בחממה	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	פיצול מערכות ההסעה והניהוג בשינוע ומיכון הריסוס והקטיף בחממת ירקות	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	פיתוח מכונה אוטומטית לחיתוך עוקצים עלי גביע בתות שדה לתעשייה	
מערכות ומידע ותקשורת	שימוש באינטרנט לשיפור הבקרה וניהול בתי הצמיחה	
מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות	מערכת צילום-תרמי מוטסת לניטור אוטומטי של תקלות השקייה	
מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות	פיתוח מצלמה מולטי ספקטראלית לבקרת השקייה בכרם יין	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	פיתוח טכנולוגיה חדשה לגידול דגים בכלובים וירטואליים (ללא כלובים)	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	הרחקת וטיפול באמוניה מלולים למניעת זיהום והפקת דשן	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	ביו-פחם מפסולת חקלאית להרחקת אמוניה וריחות מלולים	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	פיתוח פיתוח חיישן אקוסטי למדדים התנהגותיים בצריכת מזון על ידי בעלי חיים במרעה	
מערכות ושיטות לאסיף ירקות	בחזית עלויות, הספקים, כח אדם ואיכות פרי בגיד מכוני	

תחום מחקר	שם המחקר	החכם
ופירות	וגדיד ידני כאמצעי לשיפור וחסכון בימי עבודת אדם בגדיד מג'הול עסיסי, וככלי תומך החלטה במעבר מגדיד ידני למכני	
מערכות ומידע ותקשורת	מסופון לאיסוף מידע ייצורי במשקי תבלינים ופרחים	
מערכות ומידע ותקשורת	פיתוח מערכת מידע גיאוגרפית תומכת החלטה לריסוס הדירים	
מערכות ומידע ותקשורת	מרכז ידע לטכנולוגיות מידע בחקלאות – מיפוי ומתווה	
מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות	פיתוח טכנולוגיות מבוססות צילומים תרמיים להכוונת השקייה	
מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות	ייעול בקרת האקלים וההשקייה בחממות על סמך ערכים ממצעים של פוטוסינטזה ודיות	
מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות	פיתוח מערכת חישה אופטית משולבת (קרקע אויר וחלל) למיפוי קרקעות בזמן אמת	
שיטות ניטור והדברה	דחיקת השימוש במרססי רובים וגב וחיסכון בכ"א ע"י שיפור רמת הכיסוי וההדברה במרססים ממוכנים נחותים	אי מציאת חברה מסחרית
שיטות ניטור והדברה	פיתוח הומוגניזר על קו הריסוס להפקת תכשיר אורגני כדאי כלכלית להדברת חרקים בחממת ירקות	
הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים	פיתוח מערכת בקרת אקלים עבור בתי צמיחה	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	הפרדת אפרוחים על פי מינם באמצעות מערכת ראייה מכאנית-אופטית ממוחשבת	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	פיתוח מכשיר ושיטה למדידת מצב גופני (SCB) של פרות באופן אוטומטי ואובייקטיבי	
מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות	הכפלת התמורה למגדלי התירס ע"י שיווק אבקת הפרחים כמזון לאקריות או כמזון בריאות ופיתוח מאספת יעודית	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	פיתוח מערכת אוטונומית לניטור ללא הרס של מחלות ויסודות הזנה בבתי צמיחה לפלפל	
הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים	פיתוח מערכת בקרת אקלים עבור בתי צמיחה	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	פיתוח שיטה למשיכת פרות לרובוט חליבה	

תחום מחקר	שם המחקר	החכם
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	התאמת מערכות לשינוע תוצרת בבתי צמיחה לירקות לחיסכון בידיים	נושאי מחקרים
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	ייעול תהליכי עבודה וחיסכון בידיים עובדות בכרמי ענבים למאכל	שלא נדרשיו
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	פיתוח מכונה להטמנת יריעה בקרקע למניעת חדירת נמטודות לבית הגידול	ולא יצרו עניין אצל החקלאים
מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות	פיתוח מערכת חישה מרחוק המבוססת על צילום תרמי לניטור מצב המים בעצי תמר להכוונת השקיה ולזיהוי עקות	
הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיוויים ובקרת אקלים	פיתוח מערכת בקרת אקלים עבור בתי צמיחה	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	פיתוח שיטה למשיכת פרות לרובוט חליבה	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	התאמת מערכות לשינוע תוצרת בבתי צמיחה לירקות לחיסכון בידיים	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	ייעול תהליכי עבודה וחיסכון בידיים עובדות בכרמי ענבים למאכל	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	פיתוח מכונה להטמנת יריעה בקרקע למניעת חדירת נמטודות לבית הגידול	
מערכות אקולוגיות, חקלאות מדייקת ומערכות מידע גיאוגרפיות	פיתוח מערכת חישה מרחוק המבוססת על צילום תרמי לניטור מצב המים בעצי תמר להכוונת השקיה ולזיהוי עקות	
שיטות ניטור והדברה	התנדפות תרסיסים כתלות בגודלם, בהרכבם ובתנאי הסביבה, והשפעתה על מגבלות ריסוס באיזורים חקלאיים צפופי אוכלוסיה	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	פיתוח שיטה למשיכת פרות לרובוט חליבה	רגולציה/ תקנים
מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות	חסכון בכח אדם על ידי קיצור משך הבשלת הפרי בתאנה	
מערכות ושיטות לאסיף ירקות ופירות	חסכון בכח אדם על ידי ריכוז הבשלת הפרי בתאנה	
טכנולוגיה לאחר האסיף – מיון,	פיתוח מערכת אוטומציה נבונה למיון ואריזת עירית טרייה	

תחום מחקר	שם המחקר	החסם
ברור, חיישנים והכנה לשוק	להגדלת הפריון וחיסכון בידיים עובדות	
שיטות ניטור והדברה	פיתוח מתקן אוטונומי לריסוס ואיבוק מדויק של עצי תמר	קיום מוצר מתחרה
הנדסת בתי צמיחה: מבנים, כיסויים ובקרת אקלים	מבנה רב-תכליתי	
מערכות ושיטות גידול לבעלי חיים	פיתוח שיטה למשיכת פרות לרובוט חליבה	
מערכות ושיטות גידול לצמחים	אסיף אגוזי אדמה בשיטה חדשה	
אפיון, התאמה ופיתוח של ציוד חקלאי	פיתוח מכונה לשתילת ירקות באדמות רטובות (2 מחקרים)	יציאה לפנסיה של החוקר/ חוסר דחיפה מצד החוקר
מערכות ומידע ותקשורת	מרכז ידע לטכנולוגיות מידע בחקלאות – מיפוי ומתווה	בעיה בהעברת המידע למגדלים/ חוסר דחיפה של מועצת הייצור

איור מספר 2 – מספר המחקרים בהם קיים חסם ליישום לפי תחום מחקר⁶⁷

ניתן לראות מן האיור כי בתחום שיטות לגידול בע"ח קיימים חסמים רבים, רובם בשל הפסקת/שינוי שיטת הגידול וביצוע מחקרי בסיס. גם בתחום פיתוח ציוד חקלאי קיימים חסמים רבים, כמחציתם בשל עלות יישום גבוהה וחוסר עניין מצד המגדלים לאימוץ ממצאי המחקר. כמו כן, משיחות שנערכו עם החוקרים ואנשי מקצוע, עולה התחושה כי החוקרים מעצם הגדרתם מוטים יותר למחקר אקדמי בסיסי מאשר ליצירת מוצרים מסחריים.

⁶⁷ עשויים להיות מספר חסמים המונעים את יישום המחקר, ולכן מספר החסמים עשוי להיות גדול ממספר המחקרים שבוצעו בפועל בתחום מסוים.

נספח מספר 6: חישוב התרומה הכלכלית של מחקרי ההנדסה החקלאית במליוני ש"ח

שנה	השקעת המדען הראשי	תרומת מרסס ייעודי למטעים תמרים	תרומת מרסס ייעודי למטעי נשירים	תרומת מרסס ליעודי למשתלות	תרומת חימום פסיבי חממות בזיליקום	תרומת מכונת מיון פירות	תרומת ייעול שיטות עבודה בגידול פרחים	תרומת מכבש תמרים	סך תרומה שנתית במחירים שוטפים	סך תרומה שנתית במחירי 2018	השקעה שנתית במחירי 2018	תרומה נטו במחירי 2018
2002	-1.170								0.000	0.000	-3.454	-3.454
2003	-0.847								0.000	0.000	-2.336	-2.336
2004	-1.290								0.000	0.000	-3.326	-3.326
2005	-0.790								0.000	0.000	-1.904	-1.904
2006	-1.521								0.000	0.000	-3.426	-3.426
2007	-1.095								0.000	0.000	-2.305	-2.305
2008	-2.518							0.280	0.280	0.550	-4.953	-4.403
2009	-9.373						1.140	0.280	1.420	2.610	-17.231	-14.622
2010	-8.215						1.140	0.044	1.184	2.034	-14.114	-12.080
2011	-2.475						1.140	0.044	1.184	1.901	-3.974	-2.073
2012	-7.784							0.044	0.044	0.066	-11.682	-11.616
2013	-2.260							0.044	0.044	0.062	-3.170	-3.108
2014	-1.850		0.200		1.240			0.044	1.484	1.945	-2.425	-0.480
2015			0.400					0.044	0.444	0.544	0.000	0.544
2016		3.527	0.600	0.551				0.044	4.722	5.406	0.000	5.406
2017		8.229	0.800	1.320				0.044	10.393	11.120	0.000	11.120
2018		16.458	1.200	2.090		0.358		0.044	20.150	20.150	0.000	20.150
								סה"כ	41.346	46.387	-74.300	-27.913

ריבית היוון של 7% לשנה.