



# מו"פ ערבה דרומית סיכום שנתי מחקרי קק"ל 2023



קרן קימת לישראל  
K K L - J N F

## תוכן עניינים

עמוד	מוקד	מחקר	חוקר. ת
1	82257	אופטימיזציה של השקיית מג'הול - תגובת מטע בוגר לאיכויות מים ובמויות השקיה	אהוד צהלים
11	82401	פיתוח מערכת השקיה דיפרנציאלית ליעול השימוש במים בהשקיה מתמשכת במטעי תמרים	אהוד צהלים
20	82287	Use of brackish and recycled water to grow willow ( <i>Salix</i> spp.) silage ('safsafage') as a healthy strategic feed for large and small ruminants	אורן בר לבן
25	82270	גידול מנגו באיכויות מים שונות	אמנון גרינברג
35	81004	מועדי זריעה בצל בכיר מאד	דרול ג'לט
36	81001	בדיקת יעילות תכשירי הדברה נגד זבוב דאקוס הדלועיים	דרול ג'לט
39	82345	מחסורים ביסודות מיקרו הנובעים מהשקיה במים מותפלים והשפעתם על הרחבת סל גידולי הירקות בערבה הדרומית	דרול ג'לט
51	81140	יעול שיטות ייבוש פרי מג'הול לח לאחר הגדיל	יערה דנינו
64	81139	לימוד אופן הבחלה מיטבי של זני מנגו בכירים בערבה הדרומית ובדיקות איכות הפרי לאחר הבחלה ובחיי מדף	יערה דנינו
75	82349	השפעת אריזה מתואמת על נגיעות בפרי מג'הול לח באיחסון בטמפרטורות שונות	יערה דנינו

80	81150	ריבוי וגטטיבי פרעושיית גלונית	מוטי הררי
82	82285	צמחי מדבר לתעשיית הבריאות, תוספי מזון וקוסמטיקה	מוטי הררי
87	81136	השפעת מיקרו-אצות כתוסף מזון על גדילה ויעילות העיכול בדגי בורי	ד"ר יאיר כהן
94	81137	סקירת אצות ואיתור אצות בעלות פוטנציאל לגידול מסחרי	ד"ר יאיר כהן
105	81138	מיזם משותף – סקר מקורות מים לחקלאות ימית באתר עברונה ושימוש המעגלי	ד"ר יאיר כהן
124	82456	התאמת זני הדורים וכנות לתנאי ערבה דרומית בממשק "מופחת כימיקלים"	ד"ר מיכל אדלר-אגמון
132	82171	ההשפעה הרב שנתית של מספר העלים לעץ על כמות המוטמעים בגזע, היבול ואיכותו בתמר מג'הול	ד"ר מיכל אדלר-אגמון
143	82309	נושא ההצעה: ריכוז הסוכר המסיס והעמילן, ברקמות עצי מג'הול צעירים, כמדד לכושר נשיאת היבול	ד"ר מיכל אדלר-אגמון
155	82466	בחינה אגרונומית וכלכלית של גידול ליצי הונג-לונג, ותצפית על שני זני לונג מובחרים, בתנאי מדבר צחיח קיצון	ד"ר מיכל אדלר-אגמון
167	82452	טיפול באבקה מטופלת	ד"ר מיכל אדלר-אגמון
168	82308	Efforts to enhance the economic value of bio-pest control by migratory birds in desert agriculture	Dr Jessica Schakerman
179	82111	Enhanced and sustainable management approach for the control of swallow-wort in Israel's desert agriculture	Dr Jessica Schakerman

205	82239	Birds and bats as bio-pest control agents in the Southern Arava's agriculture	Dr Jessica Schakerman
239	82113	Wildflower Strips to Support Biodiversity in Desert Agriculture and Enhance Biological Pest Control and Pollination	Dr Jessica Schakerman
265	80061	שינויי אקלים	ד"ר נח מוריס
270	81100	חקירת היחסים בין מליחות מי ההשקיה ודישון בחנקן	ד"ר יעל רייך הופמן
282	81101	כימות קליטת מינרלים (NPK) ומים בעצי תמר מזן מג'הול, על ידי מערכת ניטור מתקדמת, בתנאי מטע מסחרי בערבה הדרומית.	ד"ר יעל רייך הופמן
297	81104	תצפית תלוליות בעצי תמר מזן מג'הול לשנת 2023	ד"ר יעל רייך הופמן



משרד החקלאות ופיתוח הכפר



## 1. מו"פ ערבה דרומית, דוח שנתי 2023:

- מספר מוקד: 82257

- שם התוכנית: אופטימיזציה של השקיית מג'הול - תגובת מטע בוגר לאיכויות מים וכמויות השקיה

Optimization of Irrigation of Medjool Dates– Response of mature trees under commercial plantation conditions to water quality and quantity

- חוקר ראשי: אהוד צאלים, מו"פ ערבה [דרומית. \[ehudzeeim@gmail.com\]\(mailto:ehudzeeim@gmail.com\)](mailto:ehudzeeim@gmail.com)

- חוקרים שותפים: ד"ר אלון בן-גל, קרקע מים והשקיה, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת, [bengal@volcani.agri.gov.il](mailto:bengal@volcani.agri.gov.il)

עודד פרידמן, מדריך מחוזי שרות שדה, מחוז נגב, שה"מ [odedf@shaham.moag.gov.il](mailto:odedf@shaham.moag.gov.il)

- סטטוס התוכנית: נמשכת

- מועד התחלה וסיום התוכנית: 2023-2025

## 2. תקציר:

בערבה הדרומית גדלים מעל 110,000 עצי תמר, כ-92% מהם מזן מג'הול. צריכת המים השנתית של דונם תמרים באזור היא כ-2500-3000 מ"ק. הצריכה הכוללת של מטעי הערבה הדרומית היא כ-25 מלמ"ק מים. חלק (כ-8 מלמ"ק) מהכמות מסופק על ידי קולחי אילת (2.2~ דצ"ס/מ'). השאר הם מים מקידוחי האזור (2.2-6.5 דצ"ס/מ'). עלייה במליחות מי ההשקיה גורמת להשפעות שליליות קצרות וארוכות טווח על הצמח. בטווח הקצר נצפה לירידה בקצב קליטת המים והטרנספירציה ולירידה ביכולת בטווח הארוך ההשפעה על יבולים רב שנתיים מתבטאת ברעילות הנגרמת על ידי יונים ספציפיים המצטברים ברקמות שונות של הצמח ופוגעים בתהליכים פיזיולוגיים. ברוב המקרים ניהול ממשק השקיה במים מליחים מתבסס על השקיה בכמויות עודפות כאשר המטרה היא לשמור על מליחות נמוכה ככל האפשר בשכבת בית השורשים. איכות המים תשתנה עם כניסת מים מותפלים ושיפור איכות מי הקו. מחיר המים בישראל נקבע לפי איכותם. השאלה עליה ננסה לענות במסגרת מחקר זה היא: מהן השפעות השקיה במים באיכויות שונות על יבול (איכות וכמות) של מטע מג'הול בוגר? במחקר תבחן השפעת 3 איכויות מים ורמות ההשקיה הנגזרות מהן, על מטע בוגר אשר ניטע ב-2015 של תמר מזן מג'הול. במחקר חלקת תצפית ובה 45 עצים ב-9 שורות, 5 עצים בכל שורה. החלקה מחולקת לשלוש תת חלקות, בהן נבחנו 3 איכויות מים: 1. טיפול המושקה במים בעלי מוליכות חשמלית 6~ דצ"ס/מ', 2. טיפול המושקה במים בעלי מוליכות חשמלית 3~ דצ"ס/מ', 3. טיפול המושקה במים בעלי מוליכות חשמלית 0.9~ דצ"ס/מ'. המחקר הנוכחי הוא המשכו של המחקר התלת שנתי שעסק

באופטימיזציה של השקיית מג'הול שהתבצעה בחלקה זו בשלב הצעיר שלה. חלקת הניסוי מוצגת באיור 1 בדו"ח זה.

ממצאי המחקר עשויים להוביל לאופטימיזציה של ניהול משק התמרים בעצים בוגרים דרך שינויים בכמות מי ההשקיה בהתאם לאיכותם, וכפועל יוצא יוביל לחיסכון במים ודשן.

### 3. רקע, תיאור הבעיה ומטרות המחקר:

**השקיית תמרים בערבה הדרומית:** ענף החקלאות המרכזי בערבה הדרומית הוא תמרים. היקף שטח הגידול האזורי הוא כ-9000-8500 דונם. מטעי התמרים מושקים במים שוליים ממספר מקורות: מי קידוחים מליחים, מים מושבים, ובקרב צפוי להתקבל מקור מים נוסף: עודפי מים מותפלים ממתקן ההתפלה באילת.

הצריכה הכוללת של מטעי הערבה הדרומית היא כ-25 מל"מ"ק (נגזרת של הדרישה הממוצעת לדונם). חלק משמעותי (כ-8 מ"מ"ק) של הכמות מסופק על ידי קולחי אילת (מוליכות חשמלית  $\sim 2.2$  דצ"ס/מ'). והשאר הם מים מליחים מקידוחי האזור (מוליכות חשמלית 2.2-6.5 דצ"ס/מ'). מים אלה (מי הקידוחים והמים המושבים) הם מים באיכות נמוכה. האופוטורנספירציה השנתית הממוצעת באזור היא כ-2500 מ"מ ובמונחי אידוי מגיגית עובי המים החופשיים הנצרכים הוא כ-3300 מ"מ בשנה. כמות המשקעים היא 24 מ"מ בממוצע רב שנתי ל-30 שנה, ולכן התשומות הטבעיות זניחות. היצע המים לשימוש חקלאי צפוי להשתנות עם כניסתם של מים מותפלים נוספים למערכת ושיפור איכות מי הקו. תכנית האב לאזור הערבה הדרומית ממליצה על אספקת מי השקיה לתמרים ברמת מוליכות חשמלית של 1.6 דצ"ס/מ'. בהתאם לכך, מטעי הערבה הדרומית יוכלו להשקות בעתיד במים שפירים, או בכל תמהיל אפשרי שלהם עם מים מליחים.

ממשק ההשקיה: המלצות ההשקיה למטעי תמרים מזן מג'הול המקובלות היום מתבססות על מקדמי השקיה המשתנים בהתאם לשלב הגידול, ומוכפלים בהתאדות היומית מגיגית. העומד המקובל לנטיעת תמרים הוא 9X9 מטר, כלומר 12.3 עצים לדונם. בשיא עונת ההשקיה נדרשת מנת מים יומית של כ-1000 ליטרים לעץ על מנת לספק את צרכי הגידול. מנה זו כוללת גם מנת תצרוכת שטיפת מלחים משכבת בית השורשים בהתאם לאיכות המים הנמוכה (פרקציית שטיפה). למרות ההבדל הגדול באיכויות המים המסופקות למגדלי האזור, לא מבוצעת התאמת מנות ההשקיה למוליכות החשמלית באופן פרטני ומקובל להשקות בעודף יחסי על מנת להימנע מסיכונים של השראת עקות מלח העלולות להתבטא באיחור ולאחר שנזקיהן כבר נגרמו.

עלייה במוליכות חשמלית של מי ההשקיה פוגעת בצימוח (וגטיבי ופרודוקטיבי) וביצרנות של מג'הול (Tripler et al., 2011), ויתכן כי ההתמודדות עם עקת מליחות הנגרמת מאיכות נמוכה של מי השקיה גורמת להסטה של אנרגיה מצימוח ופרודוקטיביות, למנגנוני התמודדות עם עקה כגון סילוק מלחים, מידור תוך-תאי, והפרשה או ייצור מומסים אורגניים לשם התאמה אוסמוטית (Munns 2002). במחקר ארוך טווח שנמשך 6 שנים, הושקו עצי מג'הול במים בארבע איכויות שונות (כתוצאה מהוספת NaCl ו-CaCl<sub>2</sub> למי ההשקיה) בין 1.8 דצ"ס/מ' ל-12 דצ"ס/מ'. נמצא כי בהשקיה במים במוליכויות

העולות על 4 דצ"ס/מ' נצפתה ירידה בקצב הצימוח כתלות בזמן, דבר שעלול לנבוע מעלייה בהשפעתם הרעילה, לאורך זמן, של מלחים המצטברים ברקמות העץ כפי שנצפה בצמחים אחרים כגון הדורים וגפן (Tripler et al., 2011). כמו כן, בשתילי מג'הול בני שנתיים, שהושקו במשך חמישה חודשים בתמיסות השקיה בריכוזים: 2, 30, 75 ו-105 מילימולר NaCl, נמצא כי יוני הנתרן נאגרים בשורשים ובגזע, אך ברקמת העלעלים (הוצים) וברקמת העלה הפוטוסינתטית ריכוזם זניח ( $0.05 \text{ mol kg}^{-1}$  בממוצע). למרות זאת נצפתה ירידה בערכי קיבוע הפחמן, עם העלייה במליחות מי ההשקיה, שנבעה מירידה במוליכות הפיוניות (Spurling et al., 2014).

במחקרים אלה נבחנה השפעת איכות המים בתנאי ניסוי ולא בתנאים מסחריים. המחקר הנוכחי מתבצע בחלקת התצפית במו"פ ערבה דרומית הוזה לחלקות המסחריות באזור. החלקה מושקית באיכויות מים שונות על פי הנדרש במחקר, על ידי מיהול מי מתפיל עם מי רכז המתפיל. על ידי כך מיוצרים מי השקיה באיכות הרצויה, ובנוסף **בהרכב מלחים דומה ככל הניתן למי המקור**. בהשוואה לניסויי עבר, בהם הכנת איכויות המים לטיפולים השונים התבצעה על ידי הוספת מלחים ספציפיים למי המקור (בדרך כלל NaCl ו- $\text{CaCl}_2$ ) ותמיסות ההשקיה ייצגו הרכב מלחים מלאכותי שאינו קיים בפועל אצל הגדלים המסחריים. יכולת ייצור זו הינה ייחודית למו"פ ערבה דרומית, ולמעשה משפרת את רלוונטיות הטיפולים ביחס לנהוג אצל המגדלים. בנוסף, מערכת המיהול הייחודית מאפשרת יצור מים בכמויות גדולות בהרבה מהיכולות הקיימות במחקרים מסוג זה, ובכך מתאפשרים טיפולים בקנה מידה גדול מכל מערכת דומה אחרת בתחום זה.

#### 4. מטרת המחקר:

##### א. מטרת על:

פיתוח ידע חדש, ויישום הידע שנצבר ובחינת תקפותו לשימוש יעיל במקורות המים הקיימים והצפויים להגיע לאזור בשנים הקרובות לגידול מסחרי של מג'הול בוגר.

##### ב. מטרת מפורטות:

לבחון את ההשפעה ארוכת הטווח של 3 איכויות מים ורמות ההשקיה הנגזרות מכל איכות, על פרמטרים קובעים (יבול ואיכות פרי, התארכות לולב) במטע מג'הול בוגר.

#### 5. מהלך המחקר ושיטות העבודה (תכנון לעומת ביצוע):

איכויות מים בתמרים: נמשכות מדידות התארכות לולב, דיגומי מים, בחלקה מוצבת מערכת טנסיומטרים, בחזרה אחת (עץ בודד) בשני עומקים בכל טיפול למעקב רציף עומד מטריצי בשלושת הטיפולים.

נמשך ביצוע כל הפעולות האגרוטכניות הנדרשות במטע מסחרי

#### 6. תוצאות ביניים:

##### משימות שנה א' (2023)

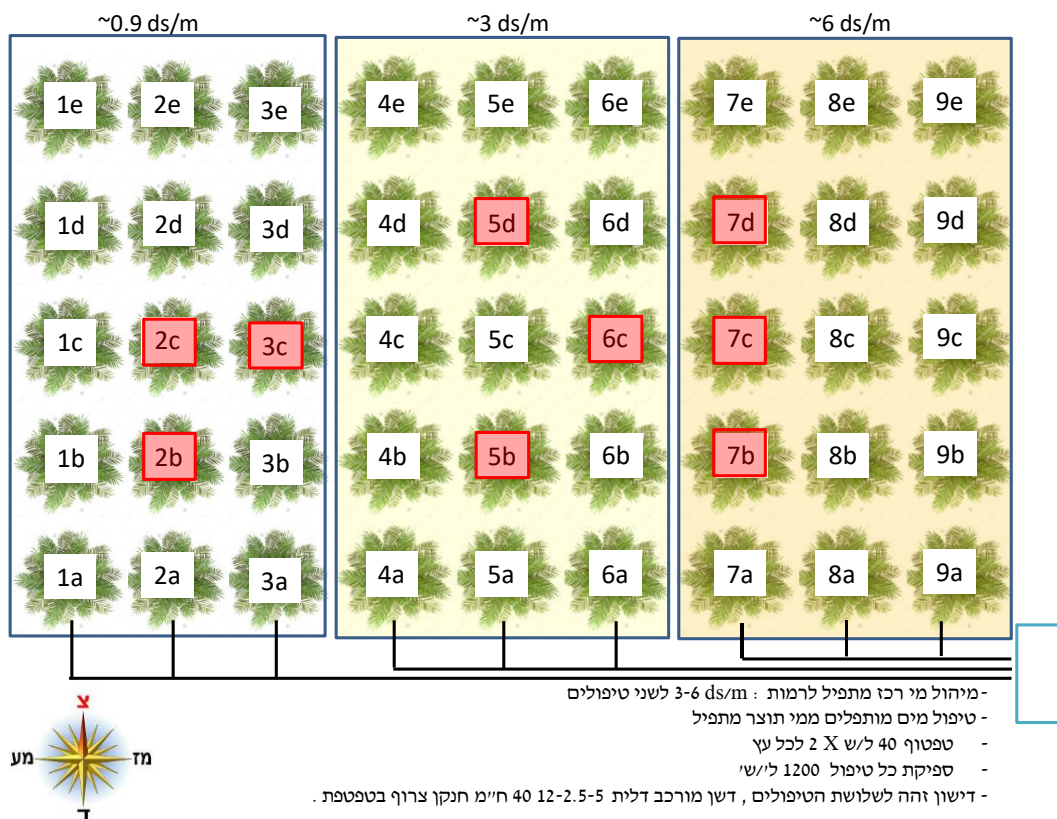
**משימה 1:** המשך ניסוי ב-3 איכויות מים ו-3 מנות מים הנגזרות מאיכויות אלה – המשימה בוצעה, החלקה טופלה על פי לוח שנתי הכולל קיוץ, האבקה, דילול ידות ודילול פרי על כל ידה, עטיפה בשקים, גידול בשני סבבים, ניקיון ידות וגזום, וכו'. במקביל בוצעו השקיות על פי הטיפולים. בעקבות תקלות

חזרות במתקן התפלה הישן אירעו מספר תקלות מתמשכות באיכויות המים שיושמו בחלקה, שגרמו לחוסר יציבות באיכות המים. עם זאת, לאורך כל השנה נשמרו הפרשים סבירים באיכות (מוליכות חשמלית) בין הטיפולים.

**משימה 2:** בדיקות קרקע בסביבת בית השורשים הפעיל והערכת עוצמת העקה – הבדיקות בוצעו ויוצגו בטבלה 1 להלן.

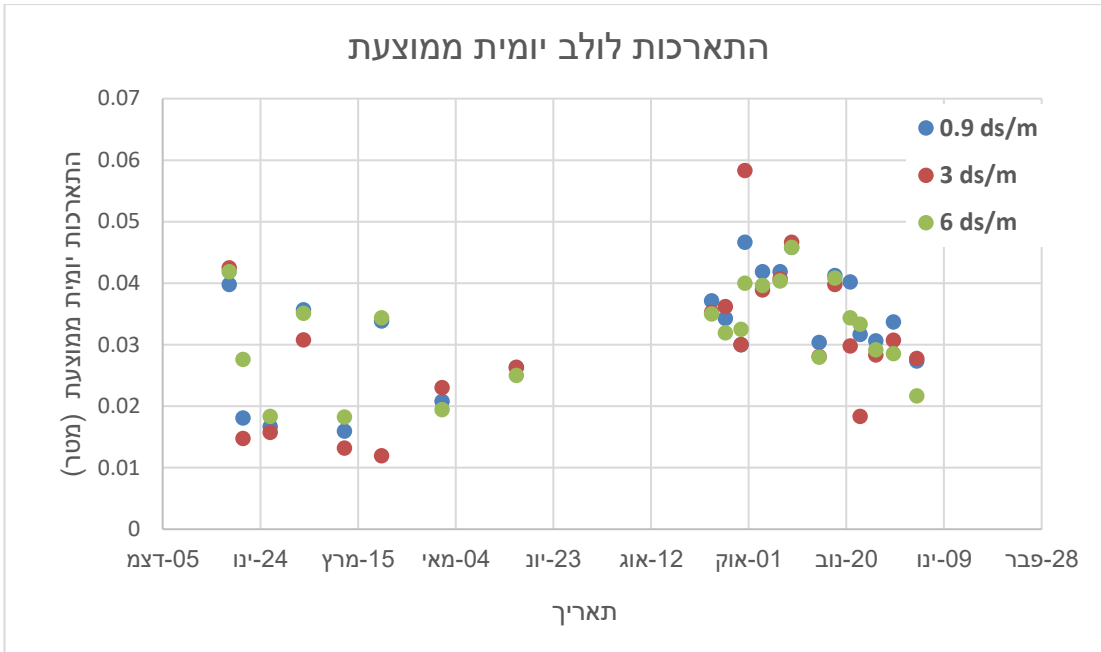
**משימה 3:** גדיד: בדיקות כמות ואיכות פרי, שלב הבשלה, ופרמטרים מייצגים נוספים – בוצעו מדידות התארכות לולב (באופן חלקי, עקב בעיית כ"א), התוצאות מוצגות בתרשימים a,1b1 כמו כן נשקל פרי הגדיד התוצאות מוצגות בתרשים 2. לאחר השקילה הפרי נשלח למיון בבית אריזה "ערדום", אך טרם מוין. תוצאות איכות הפרי של 2023 יוצגו בדו"ח הבא. בדו"ח זה יוצגו התוצאות מהמיון של 2022 (החלקה נמצאת בניסוי הנמשך באותה מתכונת החל מ-2018 ולכן רצף התוצאות רלוונטי להבנת המגמות בתוצאות).

שלב הבשלה היה זהה בשלושת הטיפולים השנה בדומה לשנים קודמות וניתן להסיק שהבדלים במועדי הבשלה כתלות בטיפולי איכות המים מתרחשים בעצים צעירים בלבד.

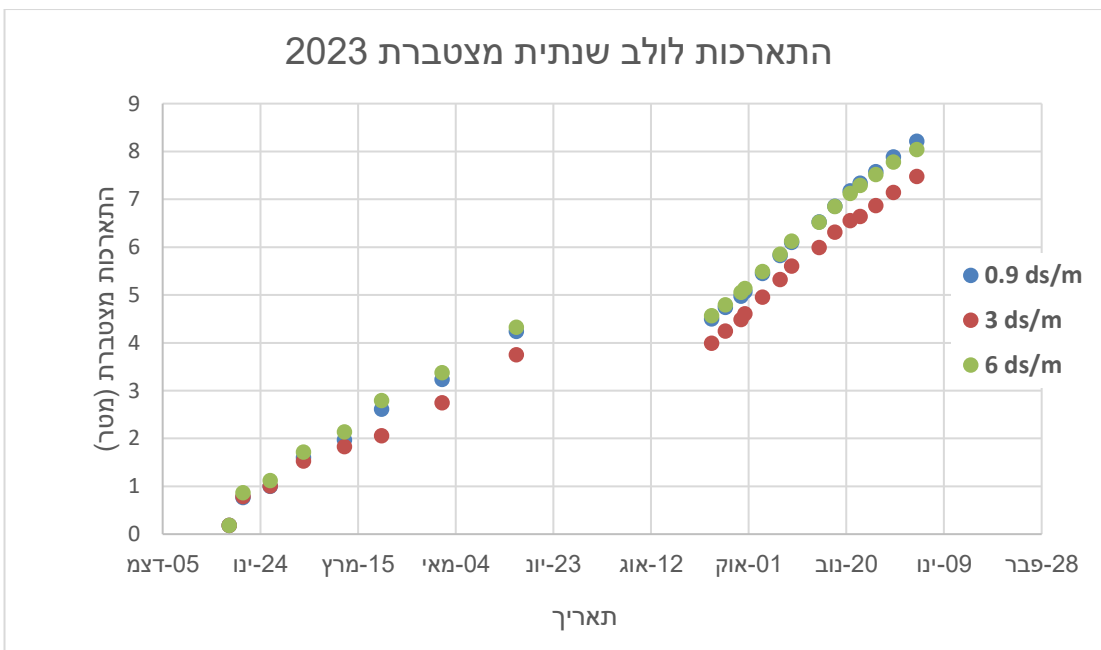


**איור 1:** מפת ניסוי איכויות מים. העצים המסומנים באדום הם עצי מדידת התארכות הלולב בניסוי. כל ניתוחי היבול מתבססים על ממוצע של כל 15 העצים בכל טיפול.





**תרשים 1a:** התארכות לולב יומית (ממוצע של 3 עצי דיגום בכל טיפול) ממוצעת עבור פרקי הזמן בין כל זוג מדידות. פרקי זמן אלה אינם קבועים ונעים בין שבוע לחודש. בשלב זה (עצים בוגרים) לא ניתן לראות יתרון לאף אחד מהטיפולים, בניגוד לנצפה בחלקה זו בשלב בו העצים היו צעירים והתארכות הלולב הושפעה באופן ברור מאיכות מי ההשקיה. תוצאה זו תומכת בהשערה שהשפעת המוליכות החשמלית של מי ההשקיה פוחתת ככל שהעצים מתבגרים ככלל, ובקצב הצימוח בפרט.



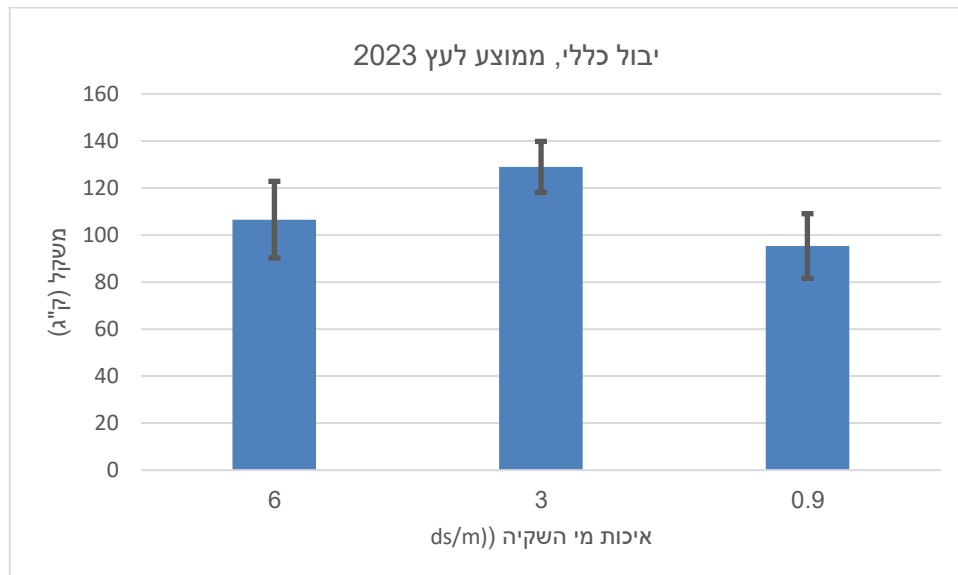
**תרשים 1b:** התארכות לולב מצטברת במהלך 2023. לצערנו, בפרק הזמן בין יוני לספטמבר לא בוצעו מדידות. ניתן לראות יתרון קל לטיפולים 0.9 ו-6 על פני טיפול 3 דצ"ס/מ'. ההבדלים אינם מובהקים ולא נצפתה השפעה מובהקת של איכות המים על קצב התארכות לולב. יתכן שהשפעת מנות ההשקיה הנמוכות

ועומס הפרי הגבוה על קצב גידול העץ (המתבטא בהתארכות לולב) גרם להפחתה בהשפעת טיפולי האיכות על פרמטר זה, ברם השערה היא שגם לגיל העצים השפעה על מידת רגישותם לעקת מליחות ולאיכות מי ההשקיה כפי שמתבטאת בטיפולים בניסוי.

**טבלה 1:** תוצאות בדיקות קרקע שבוצעו במהלך 2023, השוואה בין ממוצעי הבדיקות של שני טיפולי הקיצון 0.9 ו-6 דצ"ס/מ'.

Zn mg/kg	Mg mg/kg	Ca mg/kg	S-SO4 mg/kg	Na mg/kg	Cl mg/kg	EC (ds/m)	מוליכות חשמלית של מי השקיה
0.0542	33.45	102.06	123.893	113.628	156.8	0.8256	0.9 ds/m
0.0308	142.64	569.1	990.6742	271.764	517.2	2.9155	6 ds/m
0.023486516	8.104937563	25.37835424	32.54062305	30.43121934	45.86743806	0.155223758	רווח בר סמך טיפול (α=0.05) 0.9
0.007952292	33.7670846	156.5597971	285.9432529	51.1720046	130.0056257	0.602095439	רווח בר סמך טיפול 6 (α=0.05)
-	+	+	+	+	+	+	מובהקות ההבדלים בין הטיפולים

התוצאות המוצגות בטבלה הן ממוצע של 10 דיגומים בכל טיפול, סה"כ 20 דיגומות, הקרקע נדגמה מעומק 10-30 באזור המורטב מתחת לטפטפת. הבדיקה בוצעה על פי פרוטוקול ערבוב 1:1 (קרקע למים מזוקקים, משקלי), המתאים לקרקעות חוליות. ההבדלים בכל הפרמטרים (למעט אבץ) הם מובהקים, כלומר ניכרת השפעת איכות המים על רמת היסודות השונים שנבדקו. למרות ההבדלים הגדולים בין הרכבי התמיסות, לא נצפו ערכים הריגים לאזור, אולם בטיפול 6 דצ"ס/מ' חלק מהיסודות נמצאים בריכוזים גבוהים למדי. תוצאה זו מחזקת את ההשערה שההשפעה על היבול הכללי כפי שמוסברת בתרשים 2 להלן נובעת מעקת מים.



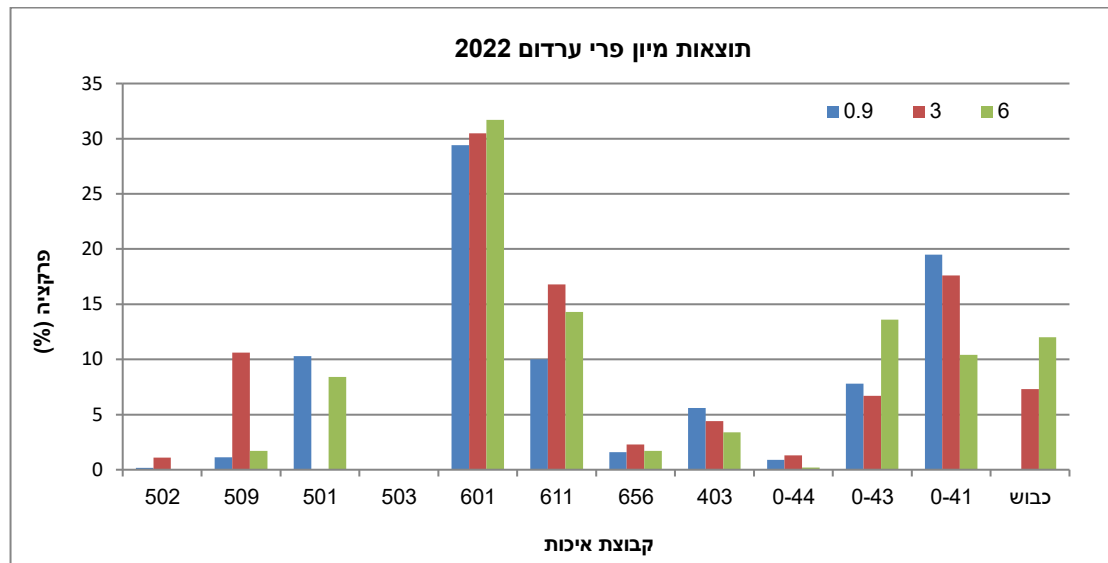
**תרשים 2:** יבול כללי שהתקבל בכל אחד מהטיפולים בגידול 2023. (רווח בר סמך מחושב לפי α=0.05). בטיפול הביניים (3 דצ"ס/מ') התקבל היבול הגבוה ביותר, ודווקא בטיפול 0.9 דצ"ס/מ' התקבל היבול הנמוך ביותר. כמויות היבול הכללי ממוצעות ואף גבוהות מהממוצע בטיפול הביניים בהשוואה לעצים

אקוויוולנטיים ממוצעים (ברמה מסחרית) אך הפרי באיכות נמוכה (תוצאות של מיון הפרי מגדוד 2023 לפרקציות איכות יוצגו בדוחות הבאים). בנוסף, ניתן לראות הבדל מובהק ברמת היבול בטיפול 0.9 ל-3 דצ"ס/מ', לטובת הטיפול הפחות איכותי. בין שאר הטיפולים לא התקבלו הבדלים מובהקים. תוצאות אלה מלמדות על עקה מסוימת שהתפתחה דווקא בטיפול המים האיכותיים (0.9 דצ"ס/מ'), מקור העקה יכול לנבוע משתי סיבות: 1) מנות השקיה הנמוכות הניתנות בטיפול זה; ו-2) דילול שאינו מיטבי/עומס יבול גבוה.

הסיבה להבדלים בין הטיפולים בקביעת מנות המים נובעת מן הצורך בפרקציית השטיפה גדולה יותר ככל שאיכות המים נמוכה יותר על מנת לדחוק את המלחים ולמנוע הצטברותם לרמה מסוכנת (מניעת עקת מלח). תכנית ההשקיה לשלושת הטיפולים עומדת על 80%, 100%, ו-120% לטיפולים 0.9, 3, ו-6 דצ"ס/מ' בהתאמה, מהמנה המשקית המקובלת לעצים אקוויוולנטיים, במטע מסחרי. בעקבות התוצאות הנ"ל, נפעל להעלאת הכמויות בטיפול האיכות הגבוהה ובחירת מדדים רלוונטיים לקביעת מנה זו, אשר נקבעה עד היום באופן שרירותי על פי ניסיון העבר. הסיבה השנייה, עומס פרי גבוה משילוב של 18 ידות, ודילול סנסנים ופרי בכל ידה לפי 13X40 (על פי התכנון ולא כתוצאה מתקלה), הגביר את אפקט עקת המים. כן, הוחלט לבצע בחלקה שתי פרקטיקות דילול שונות בכל אחד מהטיפולים ב-2024, על מנת לנסות ולהפיק את מירב המידע לגבי הגורם העיקרי או שילוב הגורמים שהוביל לתוצאת פרי באיכות נמוכה באופן יחסי בגדוד 2023.

**טבלה 2: תיאור דרגות האיכות של פרי ממוין לפי קטגוריות מסחריות מקובלות**

קוד בית אריזה	תיאור
502	27 גרם ומעלה, ענק, ממוצע 28 גרם
509	25 גרם, מיקס ענק, ללא שילפוח
501	20.5 גרם ללא שילפוח, גדול
503	15-23 מיקס בינוני/גדול, ממוצע 19
601	16.5 גרם ללא שילפוח, בינוני
611	13 גרם ללא שילפוח, פיצפון
656	9-11 גרם ללא שילפוח
403	18 גרם ומעלה, משולפח בלון, שילפוח עד 40%, כתמי יובש עד 5%
0-44	25 גרם ומעלה, שילפוח עד 15%, כתמי יובש עד 5%
0-43	19 גרם, שילפוח עד 15%, כתמי יובש עד 5%
0-41	14 גרם, שילפוח בכל הרמות, כתמי יובש עד 5%
כבוש	



**תרשים 3:** חלוקת הפרי לפרקציות איכות מקובלות במיון מסחרי (על פי טבלה 1). התיאור של פרקציות האיכות מוצגת בטבלה 2. ניתן לראות שבגיד שנת 2022 עיקר הפרי היה קטן באופן יחסי (פרקציות ניכרות מהפרי בקטגוריות קוד 601 ו-611). בעקבות תוצאות אלה, יבחנו ב-2024 דרכים חדשות לקביעת מנת ההשקיה כתלות באיכות מי השקיה, בנוסף לשני טיפולי דילול פרי. יבול 2023 יוצג בדו"ח הבא, אך מהתרשמות חזותית ראשונית ניתן לצפות לתוצאות דומות.

### 7. דיון:

מתוצאות המחקר בשלוש שנים הקודמות מסתמן כי בהשקיה במים במוליכות חשמלית של 0.9-3 דצ"ס/מ', אין הבדלים מובהקים ביבולים ובקצב הצימוח, כל עוד מתקיימת השקיה הכוללת פרקציית שטיפה מספקת, כלומר השקיה במנות גדולות יותר ככל שאיכות מי ההשקיה נמוכה יותר. כמובן שהמשמעות היא יעילות ניצול מים פחותה ככל שאיכות מי ההשקיה פחותה, על מנת לקבל את אותם ביצועים (יבול – איכות וכמות, קצב צימוח, מספר ידות). לעומת זאת, בטיפול 6 דצ"ס/מ' ראינו שגם כאשר אנו משקים במנות גדולות, נצפית פחיתה בחלק מהמדדים: קצב התארכות לולב, יבול, ומועד הבשלת הפרי. כלומר מנות ההשקיה המוגדלות לא מפצות באופן מלא על עקת המלח הנגזרת מאיכות המים הנמוכה.

ממעט התוצאות שנאספו בתוכנית המשך זו, מסתמנת מגמה דומה גם ב-2023.

נזכיר, שאיכות המים בניסוי זה נקבעת על ידי ערבוב מי רכז מתפיל עם מים מותפלים, ליצירת איכות מי הטיפול הספציפי. ברוב ניסויי העבר באיכויות מים, איכות מי ההשקיה נקבעה על ידי הוספת מלחים ידועים (NaCl ו-CaCl<sub>2</sub>) למים. ההבדל בין שתי שיטות ייצור המים הוא בהרכב המלחים המתקבל: בשיטה הנוכחית הרכב המלחים דומה להרכב מי המקור, ואילו בשיטה שהייתה נהוגה בעבר הרכב

המלחים שונה מאד מהרכב מי המקור. לכן, גם מידת העקה תהיה שונה (וככל הנראה פחותה) בהרכב המלחים הטבעי שהושג בניסוי הזה.

בעקבות תוצאות איכות וכמות הפרי, המתוארת בתוצאות לעיל, ייבחן שינוי אופן קביעת ההשקיה מקביעה שרירותית מבוססת על תצרוכת שטיפה בהתאם לרמת המוליכות החשמלית של מי ההשקיה, לקביעה מבוססת מדדים צמחיים ופיזיולוגיים, כגון מוליכות פיוניות ומדידת פוטנציאל המים בעלה על ידי תא לחץ. בנוסף יתבצעו שני טיפולי דילול מהם ננסה להסיק למידת ההשפעה של עומס הפרי על איכות הפרי המתקבלת.

#### 8. ביבליוגרפיה:

Munns R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*. 25(2), 239-250

Nadler A., Raveh E., Yermiyahu U., Lado M., Nasser A., Barak M. and Green, S. (2008) Detecting water stress in trees using stem electrical conductivity measurements. *Soil Science Society of America Journal*. 72(4), 1014-1024

Raveh E. and Levy Y. (2005). Analysis of xylem water as an indicator of current chloride uptake status in citrus trees. *Scientia Horticulturae*. 103(3), 317-327

Sperling O., Lazarovitch N., Schwartz A., and Shapira O. (2014). Effects of high salinity irrigation on growth, gas-exchange, and photoprotection in date palms (*Phoenix dactylifera* L., cv. Medjool). *Environmental and experimental botany*. 99, 100-109

Tripler E., Shani U., Mualem Y. and Ben-Gal A. (2011). Long-term growth, water consumption and yield of date palm as a function of salinity. *Agricultural water management*. 99(1), 128-134

#### 9. סיכום עם שאלות מנחות:

א. פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח

השראת טיפולי איכות המים ומנות ההשקיה המתאימות נמשכו על פי התוכנית, ומדדים רלוונטיים (יבול, הרכב תמיסת הקרקע, התארכות לולב) נאספו ונותחו.

ב. פירוט כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת המחקר או חלק מהן

במהלך ניתוח הנתונים הובהר שנדרש שינוי באופן קביעת מנת המים בהתאם לאיכות. הקביעה השרירותית של תצרוכת השטיפה הרצויה לא ענתה על ציפיותינו ולכן אנו נערכים לשינוי אופן קביעת ההשקיה בשנה הבאה (2024).

ג. בהתאם להצעה המקיפה ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני הדרך

המשימות בוצעו בהתאם לתוכנית, למשימות המוגדרות, ואבני הדרך לשנה זו.

ד. הגדרת היעדים הכמותיים למחקר והיעדים היישומיים למחקר אשר הושגו לתקופת

המחקר:

בשלב זה המחקר נמצא בשנתו הראשונה והיעדים הכמותיים והיישומים הם ביצוע הניסוי על פי התכנון ואיסוף נתונים רב ככל הניתן.

#### ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

מהתוצאות שהתקבלו בשנה זו ניתן להסיק שהחלקה הושקתה בחסר מסוים וסבלה מעקת מים, אשר בשילוב עומס פרי גבוה הובילו לפגיעה באיכות הפרי. ב-2024 נפעל לתיקון השיטה לקביעת מנת ההשקיה באמצעות שימוש במדדים פיזיולוגיים ולהבנת השפעת הדילול על הפגיעה באיכות הפרי.

#### ו. מהן הבעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים טכנולוגיים שיוקיים ואחרים שחלו במהלך

##### העבודה ומה אמורה להיות התייחסותך בהמשך

נדרש פתרון לבעיית מנות השקיה האופטימליות ודיוק ברמת הדילול, יבוצע במהלך 2024

#### ז. פעילויות שנעשו במו"פ במהלך התקופה

סיורי סטודנטים, מגדלים, וחוקרים בחלקת הניסוי.

#### ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או עיתונות בעברית שנבעו מהמחקר: אין פרסומים

#### ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-

##### אקולוגי באזור:

תוצאות המחקר יאפשרו למגדלים לקבל תוצאות מדודות רלוונטיות הנגזרות מהשימוש במים באיכות שונה במטע דומה ככל הניתן למטע מג'הול מסחרי רגיל בערבה הדרומית. באופן זה יוכלו המגדלים לדייק במתן מנות המים בחלקות המסחריות לקבלת יעילות ניצול מרבית וחסכון כספי על תשומות המים.

#### י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון

בשלב זה לא מתקיים שת"פ עם מו"פים אחרים במחקר זה.

#### יא. המלצות להמשך המחקר או שינוי המחקר

המשך הניסוי על פי תכנית המחקר תוך אימוץ שיטות חדשות לקביעת תשומות המים בטיפולים השונים, והקפדה על תכנית הדילול באופן מיטבי. כמו כן נדרש לבצע את מדידות השגרה באופן רציף לאורך השנה.

#### יב. פטנטים שנבעו מהמחקר: אין



משרד החקלאות ופיתוח הכפר



## 1. מו"פ ערבה דרומית, דוח שנתי 2023:

מספר מוקד: 82401

**שם התוכנית:** פיתוח מערכת השקיה דיפרנציאלית ליעול השימוש במים בהשקיה מתמשכת במטעי תמרים

### Development of differential irrigation system for optimization of date palm irrigation

**חוקר ראשי:** אהוד צאלים, מו"פ ערבה דרומית, [ehudzeeim@gmail.com](mailto:ehudzeeim@gmail.com)

**חוקרים שותפים:** ד"ר אלון בן-גל, קרקע מים והשקיה, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת, [bengal@volcani.agri.gov.il](mailto:bengal@volcani.agri.gov.il)

עודד פרידמן, מדריך מחוזי שרות שדה, מחוז נגב, שה"מ [odedf@shaham.moag.gov.il](mailto:odedf@shaham.moag.gov.il)

**סטטוס התוכנית:** נמשכת

**מועד התחלה וסיום התוכנית:** 2023-2025

## 2. תקציר:

השקיית מטעי התמרים בערבה מתאפיינת בספיקות קבועות וגבוהות (75-100 ל"ש' לעץ, בעצים בוגרים) לפרקי זמן ארוכים (לעיתים מעל 14 שעות ביממה) ובתדירות השקיה יומית, כאשר קיימת דרישה אטמוספירית גבוהה. הסיבה לספיקות הגבוהות ולמשכי ההשקיה הארוכים היא הצורך לספק לעץ את הכמות המיטבית של מים ודשן הדרושים לעץ (כתלות בתנאי אקלים המדבר הקיצון, ובמאפייניו הפיזיולוגיים של הגידול), ומתווספת לכך כמות המים הנדרשת לתצרוכת השטיפה הגבוהה לצורך דחיקת מלחים מנפח בית השורשים (מלחים אשר הצטברותם עלולה להתרחש כתוצאה מהשימוש השכיח במים מליחים להשקיה באזורים אלה).

המערכות הקיימות מספקות את כמות המים והדשן הנדרשת באופן רציף וקבוע במהלך כל שעות ההשקיה, ללא תלות בשינויים המתרחשים בסביבה במהלך ההשקיה, ולכן אינן יעילות בבסיסן: בשעות הבוקר ושעות אחה"צ קיימת דרישה אטמוספירית שונה לחלוטין מהדרישה האטמוספירית בשעות השיא (צהרי היום), ולכן גם קצבי הקליטה של הגידול משתנים בהתאם לדרישה זו.

במחקר המוצע אנו מעוניינים לשפר את יעילות מערכת ההשקיה על ידי פיתוח מערכת השקיה דינמית המגיבה לשינוי באופוטנספירציה הפוטנציאלית השעתית ע"י שליטה בספיקה של יחידת הקצה. הפתרון

המוצע מבוסס על: 1) יכולות שליטה בספיקת אביזור ההשקיה; ו-2) התאמת הספיקה למשתנה הקליטה השעתי אותו נגזר ממודל התאדות פוטנציאלית מחושב ומוכר (פנמן-מונטיס'), בגרסתו השעתית. על ידי קביעה מדויקת של הספיקה כתלות בדרישה הפוטנציאלית הרלוונטית לשעת ההשקיה, אנו שואפים לחיסכון משמעותי במים ללא פגיעה ביבול, הקטנת העקה היומית, ושיפור יעילות ניצול המים ויצרנות המים במטעי התמרים בערבה, ובהמשך אף באזורים נוספים.

### 3. רקע, תיאור הבעיה ומטרות המחקר:

בערבה הדרומית גדלים כ-110,000 עצי תמר, רובם מזן מג'הול. צריכת המים השנתית של דונם תמרים באזור היא כ-2200-3000 מ"ק. הצריכה הכוללת של מטעי הערבה הדרומית היא כ-25 מלמ"ק. סך צריכת המים של מטעי התמר באזורי הגידול העיקריים בישראל היא כ-150 מלמ"ק. כלומר, צרכי ההשקיה של מטעים אלה, הנובעת ממאפייני הגידול מחד, וממאפייני אזורי הגידול העיקריים (אזורים צחיחים וצחיחים למחצה התאפיינים באידוי גבוה) מאידך, הינם בעלי השפעה נרחבת על משק המים באזורים אלה. לדוגמה: בערבה הדרומית קיים מחסור במי השקיה למטעי התמרים, הן מבחינת כמויות והן בהיבט תפעולי (ספיקות השיא מוגבלות בשעות השיא, בדיוק כשהן נדרשות להשקיה יעילה של הגידול). הגדלת כמויות מי ההשקיה הנדרשות נובעת מהתרחבות מטעי המג'הול במאות אחוזים בעשור האחרון. השימוש במים מליחים הנשאבים מבארות קידוח רבים המצויים לאורך הערבה גורם לירידת מפלסים באקוויפרים, והמלחתם, משתי סיבות: היותם מי ההשקיה מליחים במקור, והתרכזותם בחלחול החוזר לאקוויפר לאחר צרכת המים על ידי הגידולים ללא צריכת המלחים, והשימוש בדשנים. מעבר למשמעות החקלאית מתרחשת פגיעה סביבתית-הידרולוגית ועד היום לא ניתן מענה בר-קיימא לסוגיה זו.

השקיית תמרים בערבה הדרומית: ענף החקלאות המרכזי בערבה הדרומית הוא תמרים. היקף שטח הגידול האזורי הוא כ-8500-9000 דונם. מטעי התמרים מושקים במים שוליים ממספר מקורות: מי קידוחים מליחים (מוליכות חשמלית 2.2-6.5 דצ"ס/מ'), ומים מושבים שמקורם העיקרי בקולחי אילת (מוליכות חשמלית ~2.2 דצ"ס/מ'). מים אלה (מי הקידוחים והמים המושבים) הם מים באיכות נמוכה. האופוטורנספירציה השנתית הממוצעת (לפי פנמן-מונטיס') באזור נעה סביב 2500 מ"מ ובמונחי אידוי מגיגית עובי המים החופשיים הנצרכים הוא כ-3300 מ"מ בשנה. כמות המשקעים היא 24 מ"מ בממוצע רב שנתי ל-30 שנה ובעשור האחרון אף חלה ירידה בנתון זה, ולכן התשומות הטבעיות זניחות. היצע המים לשימוש חקלאי צפוי להשתנות עם כניסתם של מים מותפלים נוספים למערכת ושיפור איכות מי הקו. תכנית האב לאזור הערבה הדרומית ממליצה על אספקת מי השקיה לתמרים ברמת מוליכות חשמלית של 1.6 דצ"ס/מ'. בהתאם לכך, מטעי הערבה הדרומית יוכלו להשקות בעתיד במים שפירים, או בכל תמהיל אפשרי שלהם עם מים מליחים.

ממשק ההשקיה: המלצות ההשקיה למטעי תמרים מזן מג'הול המקובלות היום מתבססות על מקדמי השקיה המשתנים בהתאם לשלב הגידול, ומוכפלים בהתאדות היומית מגיגית או בהתאדות מחושבת על פי מודל פנמן-מונטיס' (Allen et al., 1998). העומד המקובל לנטיעת תמרים הוא 9X9 מטרים, כלומר 12.3 עצים לדונם. בשיא עונת ההשקיה נדרשת מנת מים יומית של כ-1000 ליטרים לעץ על מנת לספק את צרכי הגידול. מנה זו כוללת גם מנת תצרוכת שטיפת מלחים משכבת בית השורשים בהתאם לאיכות המים הנמוכה



(פרקציית שטיפה) (Tripler et al., 2011). את המים רצוי ונהוג לספק במהלך שעות האור בהן מתקיימת קליטת המים העיקרית של הגידול ופעילות פוטוסינטטית משמעותית על מנת לשמור על תכולת רטיבות מיטבית בבית השורשים וחידוש מלאי המים הזמינים לקליטה על ידי הגידול. נקבוביות הקרקע בערבה אינה גבוהה ( $P \sim 0.3-0.5$ ), ושונה כתלות בטיפוס הקרקע. המוליכות ההידראולית (הרוויה) שונה גם היא כתלות בטיפוס הקרקע כאשר בקרקעות חוליות המוליכות ההידראולית גבוהה ומאפשרת קצב חידור של שטף ההשקיה גם כאשר הספיקות גבוהות, ואילו בקרקעות הבינוניות (סיין חולי) קיימת בעיית חידור ובספיקות ההשקיה הגבוהות מצטברים מים חופשיים על פני הקרקע הגורמים ל: 1. בעיות אוורור (תנאים אנארוביים בקרקע); 2. איבוד מים לאטמוספירה כתוצאה מאידוי מים חופשיים; 3. בית גידול לחלי יתושים המהווים מטרד לתושבי האזור; ו-4. חוסר יכולת לספק למערכת השורשים את מנת המים הדרושה בזמן. כדי להקטין את היקף התופעה, נהוג להשקות בספיקות טפטוף שאינן עולות על 75-100 ליטר לעץ. בהתחשב בצורך לספק את הדרישה היומית הגבוהה של הגידול בעונת השיא, נוצר מצב בו ההשקיה נמשכת כ-14 שעות ולעיתים אף יותר מכך (בתדירות השקיה יומית).

במערכות ההשקיה הנמצאות בשימוש קיימת ספיקת מערכת אחת שאינה ניתנת לשינוי במהלך היום ותלויה בספיקת אביזר הקצה (האביזרים המקובלים הם: טפטפת, מתז או מטף) המותקן במערכת. מהלך האופוטורנספירציה היומי לעומת זאת, משתנה וצורתו המחזורית בעלת מבנה פונקציית סינוס רציפה. לכן, קיים פער מתחייב בין ערך הדרישה של הגידול ודרישת האטמוספירה (המשתנים באופן רציף) לבין תשומת המים הניתנת באופן אחיד (פונקציה הספיקה במערכות הקיימות כיום היא פונקציית מדרגה בעלת שני ערכים קבועים: אפס או ספיקה X קבועה). פער זה בין פונקציית הדרישה הפוטנציאלית לבין פונקציית ספיקת המערכת יכול לגרום לכמה תופעות במקביל:

(א) שינויים גדולים בתכולת הרטיבות בקרקע וחוסר יכולת לשמור על ערך מיטבי של משתנה זה.  
(ב) עודפי מים ודשן שאינם מנוצלים ונשטפים אל מעבר לשכבת בית השורשים.  
(ג) ריבוי והקצנת אירועי הצפת הקרקע והצטברות מים חופשיים על פני הקרקע.  
תופעות אלה אינן רצויות בהיבט החקלאי, מכיוון שהן עלולות לגרום לירידה ביעילות השימוש במים ודשן, ולפגוע בגידול עקב היווצרות תנאים לא מיטביים בקרקע, ובהיבט הסביבתי: עקב פוטנציאל לזיהום מי תהום וריבוי והקצנת אירועי הצפת הקרקע התורמת את חלקה להגדלת מטרד התושבים.  
לכן, אנו רואים בניהול יעיל וחסכוני של השקיית מטעי המג'הול ומטעי התמר בכלל באזורי הגידול העיקריים, תנאי הכרחי להמשך קיום הענף, תוך שימור המשאבים הטבעיים המוגבלים.

#### 4. מטרות המחקר:

(א) פיתוח מערכת השקיה בעלת ספיקה משתנה באופן שנותן מענה טוב יותר לדפוס האופוטורנספירציה השעתי

(ב) בחינת יעילות מערכת זו בשלב ראשון בחלקת תצפית, ובשלב שני במטע מסחרי ובהמשך הטמעתה בחלקות מסחריות נוספות.

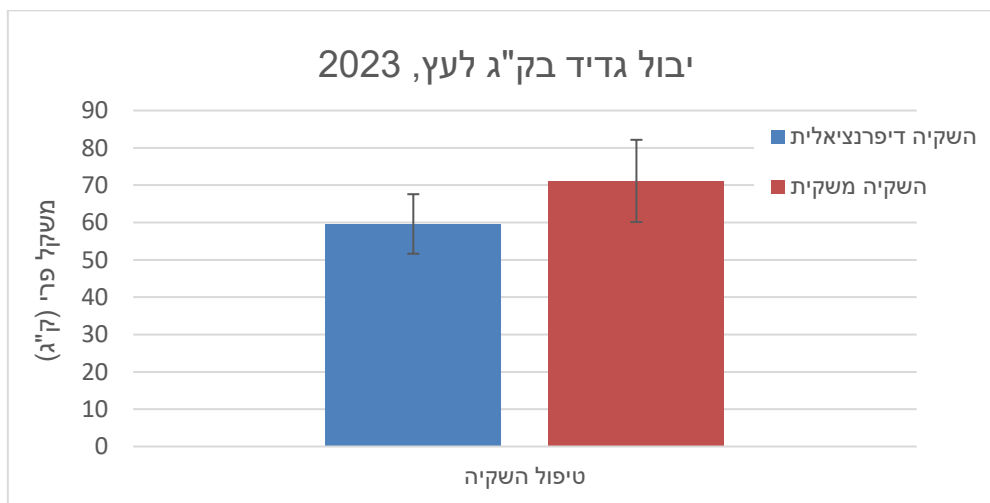
#### 5. מהלך המחקר ושיטות העבודה (תכנון לעומת ביצוע):

**משימה 1:** במערך ההשקיה הדיפרנציאלית, נבנתה מערכת בקרה מבוססת נתוני המטאורולוגיה של תחנת יטבתה (השירות המטאורולוגי), ובמהלך השנה התבצע המעבר להשקיה אוטונומית המבוססת על נתוני פנמן-מונטיס' שעתיים כמתוכנן. האינטגרציה המתוכננת עם הנתונים המטאורולוגיים מתקיימת החל מתחילת 2023. ההשקיה בפועל החל מקבלת נתוני מטאורולוגיה מתחנת יטבתה (של השירות המטאורולוגי), דרך הפעלת אלגוריתם השקיה ייחודי תלוי ערך אידוי פוטנציאלי (פנמן-מונטיס' שעתי) ועד יחידות הקצה המסוגלות לספק ספיקה משתנה, פועלים כמערכת אחת. בחלקת התצפית שני טיפולים בשתי תתי-חלקות: 1. טיפול השקיה משקי הכולל 19 עצים, וטיפול השקיה דיפרנציאלית הכולל 20 עצים. בכל תת חלקה מוצבת מערכת טנסיומטרים למעקב אחר פוטנציאל המים בקרקע בשלושה עומקים (30, 60 ו-90 ס"מ).

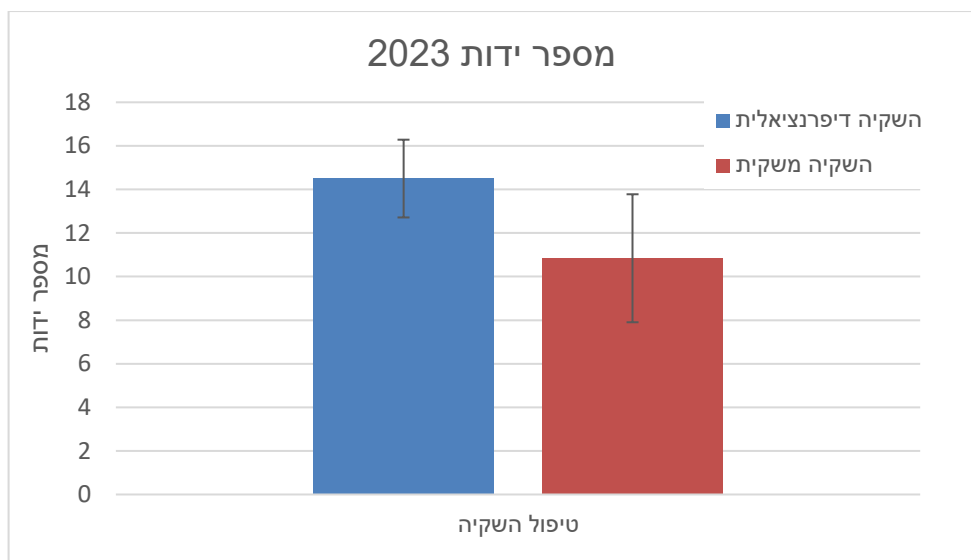
**משימה 2:** בוצעו השנה כל הפעולות האגרוטכניות כמקובל במטע מסחרי, על פי לוח זמנים שנתי מפורט הכולל קיוץ, האבקה, דילול ידות ודילול פרי על כל ידה, עטיפה בשקים, גדיד בשני סבבים, ניקיון ידות וגיזום, וכו'.

הפרי הנגדד נשקל והועבר למיון לפרקציות איכות המקובלות בבית אריזה "ערדום". תוצאות השקילה מוצגות בתרשים 1. תוצאות מיון הפרי על פי קטגוריות איכות לגדיד 2023 יוצגו בדוחות הבאים לאחר מיונו בית האריזה.

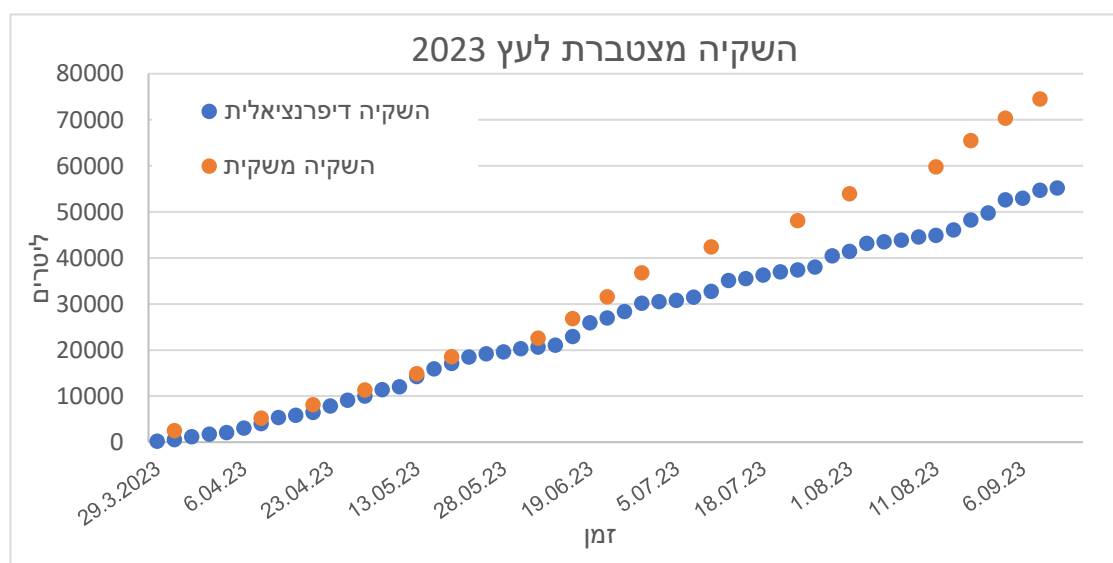
**6. תוצאות ביניים:**



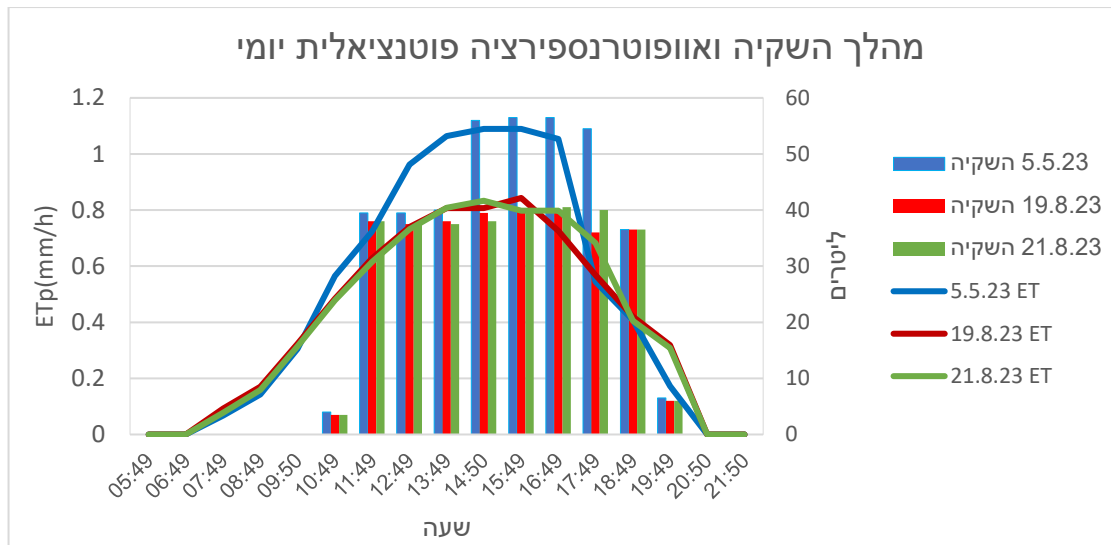
**תרשים 1:** בטיפול המשקי התקבל יבול גבוה בכ-15% מהטיפול הדיפרנציאלי, אך השונות בין העצים גבוהה, והתוצאות אינן מובהקות סטטיסטית ( $\alpha=0.05$ ).



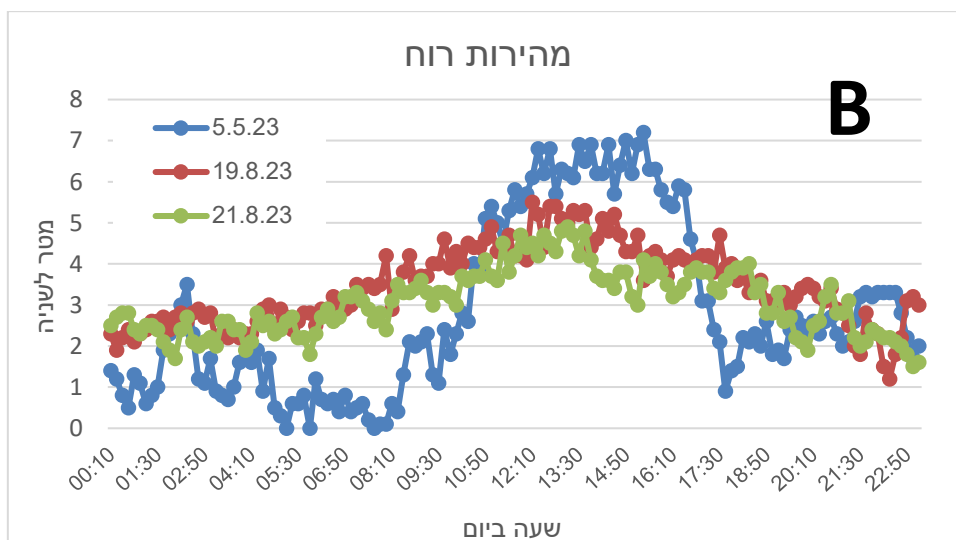
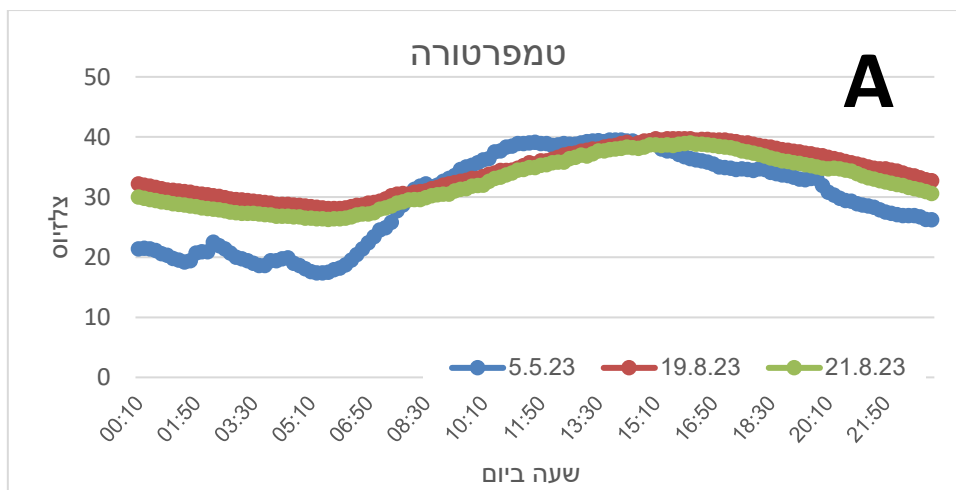
**תרשים 2:** מספר הידות שצומחות מדי עונה הוא מדד מקובל לחיוניות העץ. ניתן לראות טיפול ההשקיה הדיפרנציאלית מספר הידות היה גדול בכ-25% ב-2023, אך ההבדלים אינם מובהקים סטטיסטית ( $\alpha=0.05$ ). זוהי תוצאה ראשונית שככל הנראה אינה קשורה בהכרח טיפול ההשקיה, שהחלו בתחילת 2023 ולכן השפעתם על הצצת הידות זניחה, אלא להיסטוריה של החלקה ולגורמים אחרים.

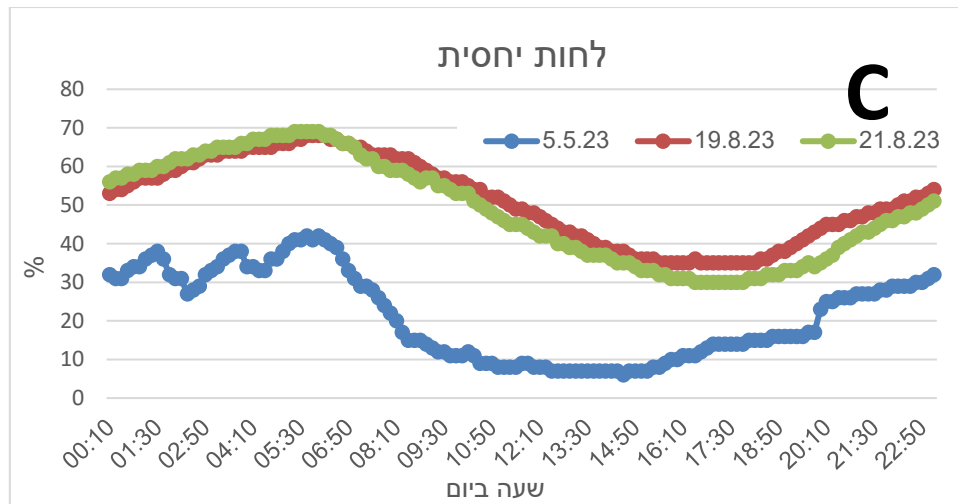


**תרשים 3:** מוצגת כמות השקיה מצטברת בשני טיפולי הניסוי, השקיה משקית והשקיה דיפרנציאלית המבוססת על נתוני פנמן-מונטיס' שעתיים המתקבלים מהתחנה המטאורולוגית ביטבתה. הנתונים המוצגים הם של סך ההשקיה בין מרץ לספטמבר, בעונת ההשקיה העיקרית, בחישוב לעץ בודד. מנת ההשקיה המשקית המצטברת הייתה גדולה בכ-25% מהמנה המצטברת בהשקיה הדיפרנציאלית (380 לעומת 305 ליטר לעץ ליום בממוצע לתקופה זו, בהתאמה).



**תרשים 4:** דוגמה למהלך יומי של אופוטורנספירציה פוטנציאלית (ETp) על פי פנמן-מונטיס' שעתי (קווים רצופים) ומנות ההשקיה השעיתיות (מצטברות בשעה) בעמודות. בתרשים מוצגים 3 ימי ניסוי, והנתונים עבור כל יום, יום אחד במאי, ויומיים באוגוסט 2023. ניתן לראות את השפעת השינוי של ערך ה-ETp, הערך ב-5.5.23 היה גבוה יותר מהערך ב-19-21.8.23 והתבטא מיד באותו יום בספיקות המערכת.





תרשים 5 (A,B,C): בתרשימים B,A ו-C מוצגות מדידות יומיות של המשתנים טמפרטורה, מהירות רוח, ולחות יחסית, אלו משתנים בעלי השפעה על הדרישה האטמוספרית וההשקיה הנגזרת מדרישה זו כפי שמוצגת בתרשים 4. מעניין לראות את ערכי הטמפרטורה הכמעט זהים במקרה המתואר (A), את מהירות הרוח הגבוהה יותר והלחות הנמוכה יותר בחודש מאי (B,C). נתונים אלה הם חלק מהבסיס עליו מושגת חישוב ה-ETp השעתי ודרכם ניתן להסביר את הצורך בשימוש בהם בתדירות גבוהה על מנת לקבל השקיה בספיקה המתכתבת עם השינויים ברזולוציה שעתית.

### 7. דיון:

ההשקיה הדיפרנציאלית נקבעת על פי ערך אידוי פוטנציאלי שעתי, המוכפל במקדם גידול שתלוי בגיל העץ (או מידת הכיסוי הצמחי LAI (Leaf Area Index), ואולי בגורמים נוספים, כגון עומס יבול, ובאופן עקיף גם באיכות מי השקיה. יש קושי בסיסי בקביעת מקדם זה, לא תלות בסוג ההשקיה, אולם קיימים מקדמים מקובלים בהם נעשה שימוש בהשקיה משקית. נשאלת השאלה האם המקדמים הללו מתאימים לשימוש בהשקיה דיפרנציאלית בפרט. במהלך השנה מקדם זה הוחלף מספר פעמים בערכים שנעים בין 0.6-1, כאשר הערך 1 אמור לייצג מטע בוגר (שבו הצריכה היא מרבית בהתאם לאידוי הפוטנציאלי). כתנאי ראשוני ומכיוון שאין מספיק נתונים מחלקת הניסוי, קבענו את המקדם על ידי ניסוי וטעיה כך שלא יגרום להשקיה במנות גדולות או קטנות באופן משמעותי מהמנות הניתנות בהשקיה המשקית. נמצא שמהלך העונה החמה המקדם המתאים נקבע בין 0.6-0.8, ובעונה הקרה יותר נדרשנו להגדיל את המקדם לערכים של 0.7-0.9. כוונתנו היא להמשיך ולדייק את המשתנה מקדם הגידול בהתאם לתנאים, גיל העצים וכו'. פרמטר נוספים באלגוריתם ההשקיה שמשפיעים על אופן ההשקיה (כמות, תזמון) הם גבולות ההפעלה והסגירה של כל ספיקה במערכת. גבולות אלה נקבעים על פי הקשר בין הספיקה לנתון ETp (או פוטנציאל פוטנציאלי) השעתי המתקבל מהתחנה המטאורולוגית, אולם קיים קושי בקביעת ערך הסף לפתיחת הספיקה הראשונה, וכתנאי ראשון קבענו ערך זה לכ-10-20% מהערך המקסימלי. המשמעות היא שבזמנים בהם הדרישה האטמוספרית קטנה מערך זה, ההשקיה לא נפתחת כלל, כלומר חלק ממנת המים הנדרשת אינה ניתנת כשהדרישה נמוכה מאד.

תגובת המערכת לשינויים בערך השעתי של ETp המחושב ממשוואת פנמן מונטיס' הוכחה כמתאימה לשינוי הערך.

## 8. ביבליוגרפיה:

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300(9), p.D05109.

Shani, U. and Or, D., 1995. In situ method for estimating subsurface unsaturated hydraulic conductivity. *Water Resources Research*, 31(8), pp.1863-1870.

Tripler, E., Shani, U., Mualem, Y. and Ben-Gal, A., 2011. Long-term growth, water consumption and yield of date palm as a function of salinity. *Agricultural Water Management*, 99(1), pp.128-134.

## 9. סיכום עם שאלות מנחות:

### א. פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח:

הוקם מערך ניסוי השקיה דיפרנציאלית בחלקת 39 העצים במו"פ, ובוצע סיכום נתוני היבול בחלקה (למעט מיון פרי לקטגוריות איכות, יבוצע בהמשך), הצריכה המצטברת, והשוואה בין השקיה משקית רגילה להשקיה דיפרנציאלית.

### ב. פירוט כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת המחקר או חלק מהן:

בשלב זה מבוצע פיתוח המערכת ואופן הפעלתה המיטבי, נאספים נתונים שיאפשרו את שיפור היעילות בשימוש במערכת על פני השקיה משקית, כולל מעבר לחלקה מסחרית להמשך ניסוי בשנתיים הקרובות.

### ג. בהתאם להצעה המקיפה ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני הדרך

בוצעו כל המשימות ואבני הדרך המתוכננות לשנת המחקר הראשונה.

### ד. הגדרת היעדים הכמותיים למחקר והיעדים היישומיים למחקר אשר הושגו לתקופת המחקר

בשלב זה בסיום שנתו הראשונה של המחקר והיעדים הכמותיים והיישומיים היו ביצוע הניסוי על פי התכנון ואיסוף נתונים רב ככל הניתן.

### ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

תוצאות שנה זו מלמדות על דפוס השקיה שונה מאד המתקבל כתוצאה מהשימוש בנתון פנמן-מונטיס' שעתי בהשוואה להשקיה משקית. דפוס זה טומן בחובו פוטנציאל לחיסכון ולייעול ההשקיה מחד, וצורך בפתרון בעיות ספציפיות שהתעוררו עקב השינויים בדפוס ההשקיה מאידך. ההשלכות מכך הן שנדרש מיקוד מאמץ בפתרון השאלות שהתעוררו על מנת להפיק מהמערכת את הפוטנציאל הטמון בה ללא פגיעה ביכולת להתגבר על תנאים משתנים ואיכויות מים נמוכות השכיחים בערבה הדרומית.

### ו. מהן הבעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים טכנולוגיים שיוקיים ואחרים שחלו במהלך

העבודה ומה אמורה להיות התייחסותך בהמשך:

מהלך 2024 אנו מתכננים להקים את המערכת בחלקה מסחרית באחד ממשקי הערבה הדרומית. על מנת ליישם השקיה דיפרנציאלית ישנן סוגיות טכניות של העברת נתונים בין התחנה המטאורולוגית לבין בקר ההשקיה שאינן פתורות עדיין. בימים אלה אנו שוקדים על פתרון. בנוסף, נדרשת התייחסות לשאלות שעדיין נותרו פתוחות: מהו מקדם ההשקיה הדרוש בכל עונה, בהתאם לגיל החלקה, כיצד ליישם שטיפות דחיקת מלחים מאזור בית השורשים, והתייחסות להפעלת המערכת בתדירויות השקיה נמוכות.

- ז. פעילויות שנעשו במו"פ במהלך התקופה: בוצעו סיורים למגדלים, חוקרים וסטודנטים
- ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או עיתונות בעברית שנבעו מהמחקר: אין פרסומים
- ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי

#### באזור

תרומת מערכת ההשקיה הדיפרנציאלית מתבטאת בשימוש יעיל יותר במי השקיה, שהינם משאב בחסר בערבה הדרומית. על ידי יישום מנות ההשקיה במועד המדויק ובכמויות המדויקת נשאף לשיפור כלכליות הגידול מבחינת הסכון במשאב מחד, ושיפור היבול (כמות ואיכות) מאידך.

- י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון  
אין שיתוף פעולה עם מו"פים נוספים במחקר זה
- יא. המלצות להמשך המחקר או שינוי המחקר

המחקר נמשך על פי התכנון המקורי, המשך השגת יעדי הוצאת מערכת דיפרנציאלית אל חלקה מסחרית ופתרון סוגיות הקשורות באלגוריתם ההשקיה יתבצעו במהלך השנה הקרובה (2024)

- יב. פטנטים שנבעו מהמחקר: אין

Submitted to the U.S. Department of State and U.S. Agency for International Development

Project and award number: M39-014- SIS70021GR3013

TITLE OF PROJECT: Use of brackish and recycled water to grow willow (*Salix* spp.) silage ('safsafage') as a healthy strategic feed for large and small ruminants.

INVESTIGATORS:

Moallem, U.\* Department of Ruminant Science, Institute of Animal Science, Agricultural Research Organization - Volcani Center, Derech Hamaccabim 68, Rishon Letsiyon ISRAEL [uzim@agri.gov.il](mailto:uzim@agri.gov.il) tel: 972 50 622 0590

*Klein, J.D Department of Agronomy and Natural Resources Institute of Plant Sciences, Agricultural Research Organization - Volcani Center, Derech Hamaccabim 68, Rishon Letsiyon ISRAEL [vcjosh@agri.gov.il](mailto:vcjosh@agri.gov.il) tel: 972 3 9683349*

Awabdeh, S\*. Senior Scientist, National Center for Agricultural Research Center (NARC), Amman Jordan [sami\\_awabdeh@yahoo.com](mailto:sami_awabdeh@yahoo.com) tel 009626472 5071

Albalawneh, A., National Center for Agricultural Research Center (NARC), Amman 11185, Jordan [aberfer@yahoo.com](mailto:aberfer@yahoo.com) 962-791414526

*Landau, S.Y. ARO – Volcani Center [vclandau@agri.gov.il](mailto:vclandau@agri.gov.il) tel: 972 3 968 3492*

*Muklada, H. ARO- Volcani Center [hussain@agri.gov.il](mailto:hussain@agri.gov.il) tel: 972 50 622 0167*

*Deutch, T. ARO- Volcani Center [tovad@agri.gov.il](mailto:tovad@agri.gov.il) tel: 972 3 9683480*

*Zachut, M. ARO- Volcani Center [mayak@agri.gov.il](mailto:mayak@agri.gov.il) tel: 972 52 8306552*

*Ravins, E. Arava R&D M.P.Eilot Israel 8882000 [ezra@rd.ardom.co.il](mailto:ezra@rd.ardom.co.il) tel 972 523 665 919*

Bar-Lavan, O. Arava R&D MP Eilot, Israel 8882000. [Oren@rd.ardom.co.il](mailto:Oren@rd.ardom.co.il) 972 52-426-0269

Azaizeh, H.A. Environmental Biotechnology & Microbiology, Tel Hai Academic College, Israel +972-4-8181719, +972-54-4986569 [hassn@telhai.ac.il](mailto:hassn@telhai.ac.il)

*Italics indicate project members who have retired or left the project. Klein is retired but is continuing as a consultant.*

*\*Asterisk indicates PI in Israel (Moallem, as of April 2023) and in Jordan (Awabdeh).*



## Section I: Technical Progress

### A) Research Objectives:

#### Main Objective:

The main objective of this project is the production of silage from willow ('safsafage') trees grown using non-potable water (saline or treated wastewater) as a nutritional and nutraceutical supplement for cattle, sheep and goats.

#### Technical Project Objectives

1. Select Middle Eastern willow ecotypes for maximal seasonal and nutritional yield under irrigation with naturally-occurring brackish water or treated wastewater
2. Implement 1-3 ha plantations of willow using naturally-occurring brackish water or treated wastewater for mass production of silage in Jordan and Israel
3. Establish and disseminate best practices for making silage from willow ('safsafage')
4. Evaluate the performance of cattle, sheep and goats that are fed willow silage

#### Research Accomplishments July-December 2023:

##### Objective 1. Yields and amounts of phenols in Jordanian willow genotypes

The foliage of 3 different *Salix* genotypes grown in the Deir Alla plantation in Jordan was collected in early June, dried under shade for a few days, then dried for 48 h at 60 °C. The foliage was separated into leaves and branches (maximum diameter 15 mm). The dried materials were ground and stored in paper bags at room temperature until use. All chemical and statistical analysis was carried out at the Galilee Institute by Prof. Azaizeh.

The biomass of leaves and stems was extracted in 70% ethanol for 24h on a shaker. The aim of the experiment is to calculate the amounts of phenols, flavonoids, and salicylic acid and to determine their potential to inhibit coccids obtained from the excreta of goats. We have previously presented yields and the amounts of phenols. Table 1 includes those data in conjunction with flavonoids, salicylic acid, and the potential to inhibit coccids (*Eimeria*). All extractions and assays were carried out twice, with triplicate repetitions of each extraction and each analysis.

**Conclusions:** There were no significant differences between genotypes in dry matter yield of leaves or stems, respectively. The overall concentrations of phenols (in terms of mg of Gallic acid equivalent (GAE) and Tannic acid equivalent (TAE) per g extract.) and flavonoids were similar between genotypes, with slightly more of the compounds found in branches compared to leaves. On the other hand, there was about 40% more salicylic acid (mg SA/g extract) in branches compared to leaves, with genotype 3 containing 20-30% more SA than the other two genotypes. Coccid exsheathment was inhibited similarly by extracts from all three genotypes, with leaf extracts of genotype 2 being slightly less active up to 1250 mg/l. Branch extracts were slightly more effective inhibitors compared to leaf extracts. There was little difference in inhibitory activity of branch extracts between 1250 and 5000 mg/l .

A draft manuscript for publication has been prepared, which we hope to submit for publication to a Q1 journal early in 2024.

Table 1. Extraction yields, total phenols and flavonoids, salicylic acid content, and percent inhibition of *Eimeria* exsheathment in ethanol (79%) extracts from leaf and branch tissues of three willow genotypes. Averages of two experiments, with n=3 each time.

Willow (Salix) Plant tissue / Genotype	Extraction yield (%) ±2Std	Total phenols		Total flavonoids	Salicylic acid content	Inhibition at concentration (%), (mg/l)			
		GAE (mg)/ Extract (g) ±2Std	TAE (mg)/ Extract (g) ±2Std	Rutin (mg)/ Extract (g) ±2Std	Salicylic acid (mg)/ Extract (g) ±2Std	(C=250) ±2Std	(C=750) ±2Std	(C=1250) ±2Std	(C=5000) ±2Std
Leaf 1	32±0.00	72.3±4.12a	64.9±3.6ab	129±2.31	59.8±0.76a	34.7±0.81a	73.7 ±0.71ab	86.5 ±0.85b	96.1 ±1.98
Leaf 2	31±0.00	71.3±2.72a	64.1±2.45a	110±9.25	59.4±2.25a	37.9±0.95b	70.9 ±7.30a	82.5 ±3.17a	96.3 ±2.28
Leaf 3	32±0.01	83.5±0.98b	75±0.88b	128±2.31	75±1.44b	35.4±0.68a	81.4 ±3.75b	82.4 ±4.68a	96.9 ±3.92ns
Branch 1	12±0.00	93±4.68	83.5±4.20	210±1.16b	40 ±1.83a	39±0.27b	77 ±8.09b	88.1 ±3.64	89.7 ±0.92b
Branch 2	13±0.01	78.1±9.50	70.1±8.53	165±16.19a	44 ±4.33ab	37.3±2.04a	81.2 ±4.80ab	91.6 ±7.25	95 ±3.56a
Branch 3	11±0.01	86.3±2.34	77.5±2.10	177±12.72ab	52.1±0.38b	36.3±0.54a	85 ±0.58a	91.5 ±4.17	94.3 ±4.07ab

### Work plan to be completed:

1. To identify the different phenolic compounds in the various Salix extracts using HPLC analysis.
2. To carry out these measurements with Israeli willow genotypes.

### Objective.2 Field experiment for forage and silage production.

In light of the war-delayed safsafage feeding experiment, we have decided to produce more safsafage from the plantings in the Arava. Klein and Muklada travelled there in November to take cuttings for establishment of new plantings at the Gilat Research Station for MERC project M42-038. We discussed the planting (including the unsuccessful expansion of the plot with new trees in May 2022) with Bar-Lavan and decided to cut it all back to renew the plot for harvest in early 2024.

The trees have now regrown for two months, and there are startling differences regarding degree of regrowth and evident response to accumulated salinity (Figure 1). We are mapping the location to determine if the differences in regrowth and in leaf color (which seems to be chlorosis due to salinity) are related to genotype. We will also fertilize to restore leaf color and general growth.

Figure 1. Willow plot at Arava R&D station, January 2024, two months after being cut back from 2-3m to 40 cm above ground level.



In Jordan, more than 4000 willow cuttings have been harvested at the Deir Alla site (Fig. 2) for planting as rooted saplings (Fig. 3) at the Ramtha (treated waste water) site (Fig. 4a,b) and the Khaldia (saline water) site.



Figure 2. Willow cuttings harvested at Deir Alla. Left to right: Rawad Sweidan, technical associate at NARC, Ahmed Alwan, manager of Deir Alla, Dr. Sami Awabdeh, Dr. Fatema Bani Khaled, irrigation specialist.



Figure 3. Preparation at NARC of willow cuttings to be transplanted to Ramtha and Khaldia sites.



Figure 4a and 4b. Installation of treated waste water

irrigation system at Ramtha site

**Objective 4. Evaluate the performance of cattle, sheep and goats that are fed willow silage**

We hope to harvest material at the Arava site for silage for heifer calves in March or April 2024. This will supplement and refresh the 800 kg of material harvested in 2022 that we have in storage currently.

- C) **Scientific Impact of Cooperation.** The collaboration continues to be strong and mutually beneficial. Communication by whatsapp and email is frequent. The annual meeting has been delayed until travel will be practical, considering the Hamas-Israel war. A publication with joint input from Azaizeh, Awabdeh and Klein will be submitted in February 2024.
- D) **Description of Project Impact:** Klein continues to field inquiries from growers who want to adopt new techniques for willow production.
- E) **Strengthening of Middle Eastern Institutions:** The full proposal on growing blueberries with treated waste water (an element of the current willow project) was not accepted by MERC. Klein and Albawlawneh were among the participants, and resubmission is being considered, which will continue the close ties between NARC and ARO.
- F) **Future Work:** Moallem and Klein still plan to feed yearling calves in the coming year (2024) with safsafage made from willows grown at Arava R&D. Awabdeh will plant at Ramtha and Khaldia, will harvest at Deir Alla and ideally at the other two sites, and will make safsafage to test in the lab and as a feed supplement for sheep.

**Section II: Project Management and Cooperation**

- A) **Managerial Issues:** Contrary to the optimism expressed in the previous report, delays in submission of various forms from Galilee Institute and Tel Hai College continued to delay transfer of funds from MERC to ARO and onwards to subcontractors in Israel. We hope that these delays are finally behind us and that the research can finally be funded properly.

Of greater concern is the effect of the Hamas-Israel war, which broke out on October 7, 2023. We had planned to begin a feeding experiment with silage for heifer calves at ARO in mid-October. At least two Hamas missiles exploded in or very close to ARO facilities (one missile was close to the ARO cattle barns), and the experiment has been postponed for the immediate future. Tel Hai College is closed, since it is very near the northern border of Israel, where Hezbollah is active. For the time being, Dr. Azaizeh does his lab work at other academic institutions that are further south.

- B) **Special Concerns:** none, except for the war....
- C) **Cooperation, Travel, Training, and Publications:** Although the annual meeting should have taken place in October 2023, the war has precluded that. We are trying to schedule a meeting in Cyprus at the earliest convenient and safe opportunity. Speeding up the final transfer of funding will make that possible. Publication of the article on willow extract effects on coccidia is expected by mid-2024.
- D) **Request for Department of State and USAID Actions:** none specifically.



## 1. מו"פ ערבה דרומית, דוח שנתי 2023:

מספר מוקד: 82270

**שם התוכנית:** בחינת ההשפעה של שלוש איכויות מים שונות על איכות ויבול של זני מנגו בכירים בערבה הדרומית

The effect of three water qualities on the yield and fruit quality of mango early varieties in the Southern Arava

**חוקר ראשי:** אמנון גרינברג, מו"פ ערבה דרומית, [Amnon@ardom.co.il](mailto:Amnon@ardom.co.il)

**חוקרים שותפים:** אהוד צאלים, מו"פ ערבה דרומית, [ehudzeelim@gmail.com](mailto:ehudzeelim@gmail.com)

יערה דנינו, מו"פ ערבה דרומית [yaaradan@gmail.com](mailto:yaaradan@gmail.com)

**סטטוס התוכנית:** נמשכת

**מועד התחלה וסיום התוכנית:** 2023-2025

2. **תקציר:**

אזור הערבה הדרומית מאופיין בתנאי אקלים קיצוני, קרקעות דלות ומקורות מים מוגבלים באיכות ובכמות. איכות המים מקידוחי האזור המשמשים את מגדלי האזור, נמוכה (2.2-6.5 דצ"ס/מ') וכמותם מוגבלת. מליחות גבוהה של מי ההשקיה גורמת להשפעות שליליות: ירידה בקצב קליטת המים והטרנספירציה, ירידה ביבול, יכולת הישרדות והשאת יבולים לגידולים בעלי עמידות, והשפעה מצטברת על יבולים רב שנתיים מתבטאת ברעילות הנגרמת על ידי יונים ספציפיים המצטברים ברקמות שונות של הצמח ופוגעים בתהליכים פיזיולוגיים. כל אלה הובילו למצב בו מגוון הגידולים הקיים בערבה הדרומית מצומצם מאוד. בתחום המטעים כ-90% מהמטעים הם של תמרים מזן מג'הול. איכות המים תשתנה עם הגעת מים מותפלים לאזור ושיפור איכות מי הקו. במסגרת זו נבנה במו"פ מתקן התפלה לצרכי מחקר. תפוקת המים באיכות טובה שמספק מתקן זה מאפשרת לנו לבצע מחקרים בקנה מידה רחב לבחינה של היתכנות הרחבת מגוון הגידולים על ידי הכנסת גידולים שעד היום לא התאימו בגלל רגישות לאיכות המים הקיימת במקורות המים המליחים של חקלאות הערבה הדרומית. במסגרת יעד מחקרי זה נבחנת התאמת זני מנגו חדשים המאפשרים קבלת פרי

בכיר. מטרת המחקר היא לצבור ידע ולייעל את השימוש במים (באיכויות הקיימות והצפויות להגיע), בגידול מנגו בחלקה בקנה מידה מסחרי, בשלושה זנים. ממצאים ממחקר זה יובילו לאופטימיזציה של איכות מי ההשקיה והזנים הנבחרים, והצגת פרוטוקול גידול למטע מנגו בערבה הדרומית.

### 3. רקע, תיאור הבעיה ומטרות המחקר:

המנגו הוא סוג במשפחת האילתיים. משפחה זו מורכבת מ-82 סוגים עצי פרי עם בתי גלעין (drupe). בסוג מנגו מוכרים 69 מינים כאשר המין מנגו הודי (*Mangifera indica L.*) הוא המין המתורבת העיקרי. המנגו גדל באזורי אקלים טרופי וסובטרופי. בישראל מרוכז רוב הגידול בבקעת כנרות אך קיים גם בבקעת הירדן, בערבה ובנגב המערבי. ישראל היא המדינה הצפונית ביותר בה קיים גידול מסחרי של מנגו. קיימים בעולם כ-1,000 זני מנגו מתורבתים כאשר הנפוץ ביניהם הוא 'טומי אטקינס'. בישראל שטח מטעי המנגו הוא כ-20,000 דונמים. רמת היבול המקובלת בארץ נעה בין 3 ל-4 טון/דונם, כאשר הרמה המקובלת במרבית המדינות בהן קיים גידול מנגו מסחרי הוא כ-1 טון/דונם. כ-40% מיבול המנגו הישראלי מיועד לייצוא, בעיקר לאירופה, וצריכת השוק המקומי היא כ-40,000 טון לשנה. הזנים העיקריים הנטועים בישראל הם 'טומי אטקינס', 'קנט', 'קייט', 'הייזן', 'מאיה' ו-'שלי'. זנים אלה מתאפיינים במספר חסרונות: סיביות יתר, חוסר צבע אדום או כתום, פרי גדול מדי, טעם ירוד ועוד. לכן, קיימת התעניינות רבה בפיתוח זנים חדשים ואיכותיים<sup>(2,3)</sup>. בשנים האחרונות פותחו בישראל זנים חדשים העשויים להתאים לגידול בתנאי הערבה. בין זנים אלה ניתן למנות את 'עומר', 'נועה', 'אורלי', 'אגס', 'טלי' ו-'טנגו' (איור 2). **רוב הזנים החדשים לא נבחנו בתנאי הערבה.** קטיף המנגו מתחיל ברוב האזורים בתחילת יולי בזנים הבכירים ונמשך עד אוקטובר-נובמבר בזנים האפילים. בשל תנאי האקלים בערבה, הקטיף בזנים הבכירים מתבצע במהלך יוני. להקדמה זו יתרון כלכלי מובהק והפדיון לפרי המוקדם גבוה.

ענף גידול התמרים ובעיקר הזן מג'הול מהווה את הבסיס הכלכלי העיקרי של יישובי הערבה הדרומית. בשל נטיעות רבות היקף בארץ ובעולם, וכמויות התמרים מהזן מג'הול גדלו יותר מהביקוש בשווקים יחד עם החלשות היורו והדולר ביחס לשקל, חל משבר קשה בענף התמר.

על מנת לפזר סיכונים ולמנוע מצב שקריסת מחיר המג'הול בעולם תביא לקריסת ההתיישבות בערבה הדרומית, נבחנת במו"פ ערבה דרומית היתכנות להרחבת המגוון הקיים על ידי גידול זני מנגו חדשים הקיימים כיום.

במסגרת ההערכות לקבלת המים המותפלים באזור הוקם במו"פ ערבה דרומית מתפיל לצרכי מחקר וניסיונות ובחינה של הרחבת מגוון הגידולים באזור. המנגו מתאים ליעד זה: גידול שבשל איכות ירודה של מי השקיה ויבולים נמוכים נמצא לא מתאים לאזור ונעקר, אך שיפור איכות המים וזמינות זנים בכירים שטופחו לאחרונה מחייבים בחינה מחודשת של היתכנותו הכלכלית של הגידול בערבה הדרומית. במסגרת תכנית תלת שנתית (2017-2019) נשתלו במו"פ ערבה דרומית 3 זני מנגו בכירים: "טומי" "אורלי" ו"טלי" באוקטובר 2017. התוכנית הוארכה ב-3 שנים נוספות במטרה לבחון את יכול העצים באיכויות המים השונות. חלקת הניסוי כוללת 300 עצים, 100 מכל זן, במבנה של 4 בלוקים הכוללים 9 טיפולים (3

זנים 3X איכויות מים) ההשקיה היא בטפטוף 8 ל"ש', 5 טפטפת לעץ. ספיקה לעץ כ-40 ל"ש'. הקטיף הראשון התבצע בשנה שעברה (2022), והשנה התבצעה הקטיף השני (2023). הפרי של כל עצי המדידה (36 עצים לכל זן) נקטף בנפרד, נשקל ונספר. הפרי נקטף במצב טרום הבשלה. מועדי ההבשלה של הזנים "טלי" ו"אורלי" היו מוקדמים בשבועיים מזן הטומי. על מנת לבצע הבחלה נבנה במו"פ מתקן הבחלה, ובוצעו בדיקות איכות וחיי מדף. רמת ההשקיה המקובלת למטעי מנגו בערבה היא כ-2500 מ"ק/דונם. מכיוון שמדובר ברמת השקיה גבוהה באופן יחסי, מתבקשת בחינה של השפעת תמהילי מים שפירים (או מותפלים) עם מים מליחים המייצרים מי השקיה באיכויות שונות ובמחירים שונים בהתאם (עלות המים נקבעת בהתאם לאיכותם).

#### 4. מטרות המחקר:

מטרת על: פיתוח ידע חדש לשימוש יעיל במקורות המים הקיימים והצפויים להגיע לאזור ואופטימיזציה של גידול מסחרי של זני מנגו חדשים.

#### מטרות מפורטות:

- (א) לבחון את השפעת 3 איכויות מים ושלוש רמות ההשקיה על ביצועי זנים בכירים חדשים וותיקים (טומי אטקנס', 'טלי', 'אורלי', 'מבחינת עמידות לתנאי, ורמת היבול.
- (ב) לבחון פרמטרים קובעי איכות של פירות מנגו בשלים, כפי שנקבע על פי קריטריונים מקובלים של מופע, מרקם וטעם.

#### 5. מהלך המחקר ושיטות העבודה (תכנון לעומת ביצוע):

**משימה 1:** השקיה סדירה ודישון באיכויות המים השונות תוך בקרה קפדנית.

הניסוי נערך בארבע חזרות במבנה ניסוי של בלוקים באקראי. כל חזרה מורכבת משלוש שורות סמוכות (חמישה עצים בשורה) והמדידות בוצעו על שלושת העצים הפנימיים בשורה המרכזית. סה"כ 300 עצים, במרווחי נטיעה 5X5 מטר, בשטח של 7.5 דונם (40 עצים לדונם). נבחנו 3 איכויות מים: מי קו באיכות נמוכה, מים מהולים באיכות בינונית ומים מותפלים, כמפורט להלן:

1. טיפול המושקה במים בעלי מוליכות חשמלית  $\sim 3.2$  דצ"ס/מ'.

2. טיפול המושקה במים בעלי מוליכות חשמלית  $\sim 1.6$  דצ"ס/מ'.

3. טיפול המושקה במים בעלי מוליכות חשמלית  $\sim 0.9$  דצ"ס/מ'.

דישון כל הטיפולים אחיד באמצעות מערכת דישון פרופורציונלי לפי המלצות גידול מקובלות לגבי עצים אקווילנטים. בקר השקיה ייעודי משקה כ"א מהטיפולים בכמויות אחידות, כמויות ההשקיה נקבעות על פי הדרישה האטמוספרית (כפי שנמדד באיודי מגיגית פנמן) ומקדם הגידול בהתאם לגיל העצים

**משימה 2:** קטיף, שקילה, סיווג של פרי מהטיפולים השונים

אפיון ומדידה של פרמטרים צמחיים מקובלים להערכת רמת התפתחות העצים, לימוד השפעת איכויות מים שונות על התפתחות העצים כתלות בזן ולימוד התגובה לאיכויות מים של שתילי זני המנגו הנבחנו בניסוי:

מדידות ומעקב אחר פרמטרים פיזיולוגיים ווגטיביים; קצב צימוח (היקף גזע בתחילת ובסוף שנה בנקודה המסומנת על העצים בגובה 20 ס"מ מעל הקרקע, גובה עץ) – לא בוצע, הערכה איכותית וכמותית לרגישות לתנאי אקלים. בוצע דיגום קרקע בשני טיפולי הקיצון: 0.9 ו-3.2 דצ"ס/מ', ב-10 חזרות לכל טיפול. הדיגום התבצע מתחת לטפטפת בעומק 0-30 ס"מ. בכל הדגימות יבדקו במעבדה הרכב קטיונים ומוליכות חשמלית של מיצוי עיסה רוויה. במהלך השנה נמדדה המוליכות החשמלית של תמיסת ההשקיה באופן רציף.

**משימה 3:** בדיקות חיי מדף של פרי מהטיפולים השונים

### 5. תוצאות ביניים:

חומר יבש	כמ"מ	משקל פרי		צבע ציפה		רמת הבשלה		רמת מליחות		זן	
		A	B	A	A	A	A	A	A		
13.31	A	12.88	B	323.73	A	5.89	A	4.08	A	<b>0.9</b>	טלי
13.34	A	13.76	A	306.41	A	5.63	A	3.79	A	<b>1.6</b>	
14.22	A	13.26	AB	301.04	A	6.02	A	4.02	A	<b>3.2</b>	
12.12	A	11.71	A	327.32	A	4.64	A	3.56	A	<b>0.9</b>	אורלי
12.98	A	11.96	A	321.17	A	4.66	A	3.58	A	<b>1.6</b>	
12.58	A	12.95	A	314.25	A	4.69	A	3.60	A	<b>3.2</b>	
12.63	A	13.20	A	374.89	A	4.20	A	4.13	A	<b>0.9</b>	טומי
13.23	A	13.10	A	340.44	AB	4.55	A	3.73	AB	<b>1.6</b>	
13.27	A	13.30	A	328.99	B	3.93	A	3.51	B	<b>3.2</b>	

איכות פרי, חיי מדף, והבחלה: בניסוי הנוכחי בדקנו את מדדי איכות הפרי לאחר קטיף ולאחר הבחלה, וחיי מדף. מהתוצאות עולה שלאחר הקטיף אין הבדלים מובהקים באיכות הפרי כתלות ברמות מוליכות חשמלית של מי השקיה שונות. בטבלה הבאה מוצגות תוצאות של מדדי איכות הפרי לאחר הבחלה וחיי מדף של פירות מנגו משלושה זנים באיכויות מי שקיה שונות.

טבלה 1: מוצגים מדדי איכות של שלושה זני מנגו – רמת הבשלה (1- לא בשל, 5- בשל מאד), צבע ציפה (1- לבן, 8- צהוב כהה), משקל (גר'), כמ"מ (רמת סוכר %) וחומר יבש (%). מבחן סטטיסטי נעשה לכל זן בנפרד. מספרים- ממוצע של 20 פירות, אותיות- מובהקות סטטיסטית.

בטבלה 1 ניתן לראות שההבדלים במדדי איכות הפרי כתות ברמות המליחות של מי ההשקיה היו מעטים, ניתן לציין שבזן טומי רמת ההבשלה ומשקל הפרי גבוהים יותר ברמת מליחות EC 3.2 מאשר ברמת מליחות 0.9 באופן מובהק. הבדל נוסף מופיע בזן טלי בו רמת הסוכר (כמ"מ) במליחות EC 1.6 גבוהה משמעותית מרמת הסוכר ב-EC 0.9. ההבדלים הניכרים מופיעים בין מועדי הקטיף בכל זן. בטבלה הבאה מוצגות התוצאות של המדדים של איכות פרי מנגו לאחר הבחלה וחיי מדף בשלושה זני הניסוי במועדי הקטיף לאורך עונת 2023.

חומר יבש	כמ"מ	משקל פרי	צבע ציפה	רמת הבשלה	מועד קטיף	זן					
11.61	D	11.95	D	241.28	C	4.49	C	2.15	C	<b>30/05/2023</b>	טלי

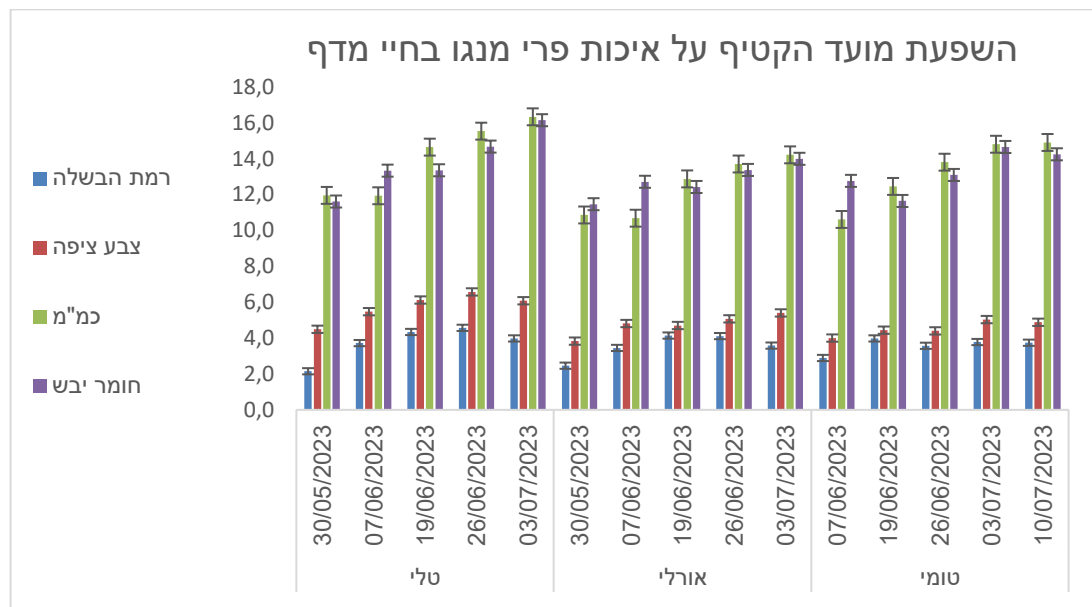


13.33	BCD	11.93	D	299.55	B	5.47	B	3.72	B	07/06/2023	
13.35	C	14.64	C	341.42	A	6.12	A	4.34	A	19/06/2023	
14.67	B	15.53	B	331.94	A	6.57	A	4.57	A	26/06/2023	
16.14	A	16.33	A	313.03	AB	6.08	A	3.98	A	03/07/2023	
11.46	C	10.86	C	253.83	C	3.83	C	2.46	C	30/05/2023	אורלי
12.71	BC	10.68	C	320.24	B	4.81	B	3.45	B	07/06/2023	
12.42	BC	12.87	B	361.51	A	4.70	B	4.14	A	19/06/2023	
13.37	AB	13.70	A	338.42	AB	5.07	AB	4.11	A	26/06/2023	
13.99	A	14.21	A	323.71	B	5.40	A	3.58	B	03/07/2023	טומי
12.76	B	10.61	D	315.79	C	4.00	C	2.89	B	07/06/2023	
11.64	C	12.45	C	343.88	B	4.44	BC	3.98	A	19/06/2023	
13.09	B	13.80	B	348.55	B	4.40	BC	3.57	A	26/06/2023	
14.65	A	14.80	A	331.93	BC	5.03	A	3.78	A	03/07/2023	
14.24	A	14.90	A	379.19	A	4.88	AB	3.74	A	10/07/2023	

טבלה 2: מוצגים מדדי איכות של שלושה זני מנגו ב-5 מועדי קטיף. מספרים - ממוצע של 20 פירות בכל

מועד בשלושה איכויות מים, אותיות - מובהקות סטטיסטית בין קטיפים בכל זן בנפרד.

מהתוצאות עולה בבירור שההשפעה של מועד הקטיף היא משמעותית, ככל שהקטיף מתקדם כך עולים הערכים של איכות הפרי בכל המדדים.



**תרשים 1:** השפעת מועד הקטיפה על מדדי איכות הפרי בחיי מדף בשלושה זני מנגו בכירים. פירות: רמת הבשלה (1- לא בשל, 5- בשל מאד), צבע ציפה (1- לבן, 8- צהוב כהה), משקל (גר'), כמ"מ (רמת סוכר %) וחומר יבש (%). כל קו מייצג ממוצע של 20 פירות.

כאשר משווים בין שלושת הזנים (ללא הבחנה ברמת מליחות מי השקיה ומועדי קטיפה) מקבלים את התוצאות הבאות:

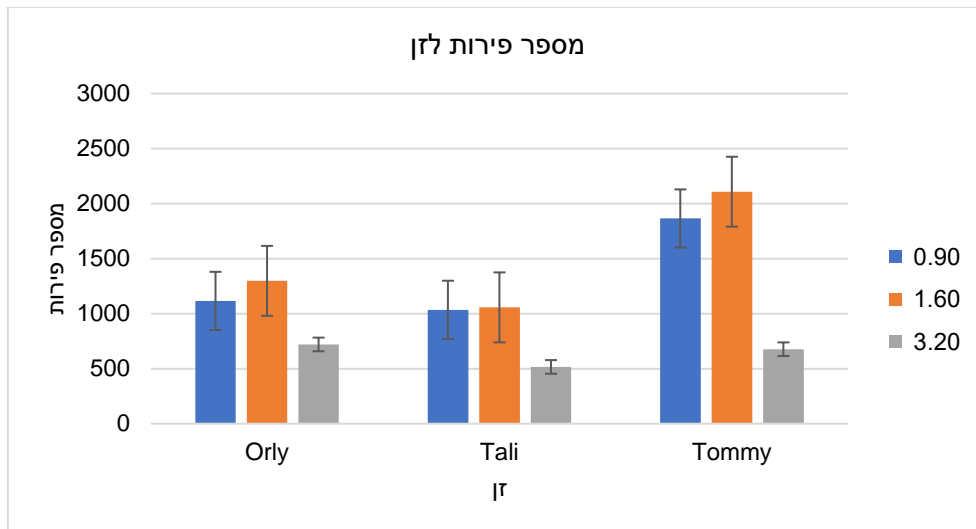
חומר יבש		כמ"מ		משקל פרי		צבע ציפה		רמת הבשלה		זן
13.43	A	13.50	A	307.39	C	5.74	A	3.88	A	טלי
12.52	B	11.96	C	321.03	B	4.66	B	3.58	B	אורלי
12.84	B	12.95	B	343.81	A	4.38	C	3.52	B	טומי

**טבלה 3:** מוצגים מדדי איכות של שלושה זני מנגו בכל הקטיפים וכל איכויות המים. מספרים - ממוצע של 20 פירות, אותיות - מובהקות סטטיסטית בין הזנים.

מהטבלה עולה שזן טלי הוא בעל הערכים הגבוהים ביותר בכל המדדים פרט למשקל הפרי.

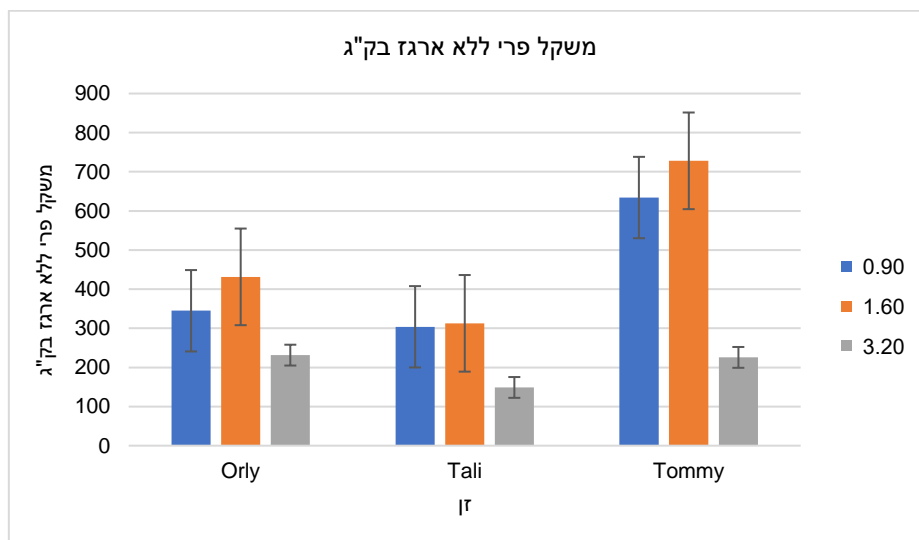
יבול כללי, מספר פירות ומועדי קטיפה:

במהלך עונת הקטיפה בוצעה שקילה וספירה פרטנית של כל עצי המדידה (סה"כ 36 עצי מדידה לכל זן) בכל אחד מהטיפולים זן X איכות מי השקיה. בתרשימים הבאים מוצגות תוצאות אלה. בתרשימים 2 מוצג מספר הפירות הכללי שנקטף במהלך עונת הקטיפה בכל אחד מהזנים ועבור כל איכות מים. ניתן לראות שבטיפולי ההשקיה 0.9 ו-1.6 דצ"ס/מ' התקבל מספר פירות דומה, ובטיפול 3.2 דצ"ס/מ' ניכרת פגיעה במספר הפירות בשלושת הזנים. תוצאה זו מוכרת לנו מן הקטיפה בשנה הקודמת (2022) ומחזקת את המסקנה שככל שאיכות מי ההשקיה יורדת, מספר הפירות בכל הזנים יורד.



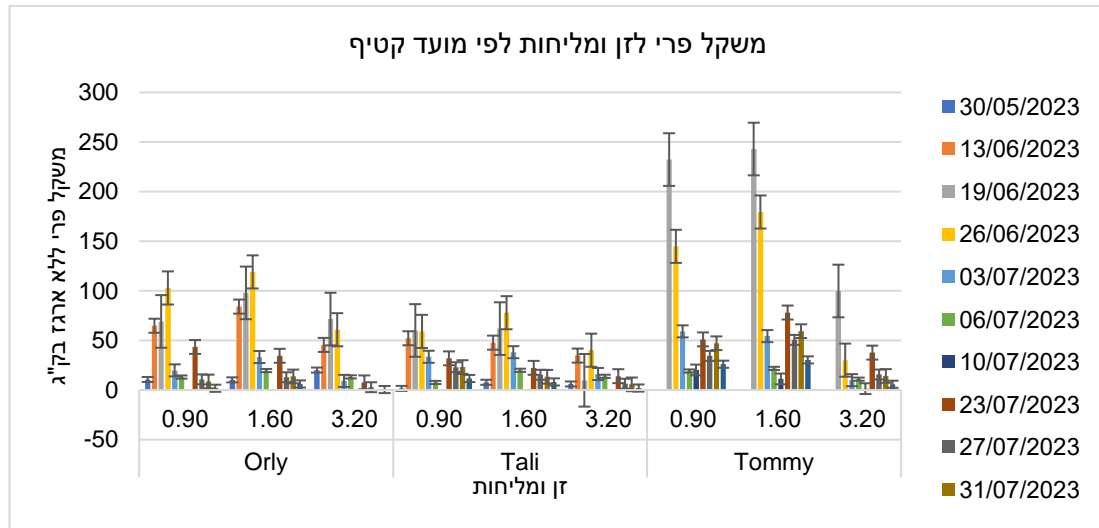
**תרשים 2:** מספר פירות כללי, כתלות בזן ובאיכות מי ההשקיה. סכימה של כלל הקטיפים בעונה. מספר הפירות בשני טיפולי איכות המים הגבוהה יותר (0.9 ו-1.6 דצ"ס/מ') היה דומה, וטיפול איכות המים הנמוכה (3.2 דצ"ס/מ') ניכרת ירידה במספר הפירות הכללי. ההבדלים במספר הפירות בין איכות מים זו לשתי איכויות המים הגבוהות יותר, מובהקת סטטיסטית.

גם במדד משקל הפרי הכללי ניכרת השפעה דומה של איכות מי ההשקיה: בטיפולים 0.9 ו-1.6 דצ"ס/מ' משקל היבול הכללי היה דומה ואילו בטיפול 3.2 דצ"ס/מ' ניכרת ירידה משמעותית ביבול הכללי. היבול הכללי לדונם נע בין 1 טון לדונם בזן טלי, 1.1 טון לדונם בזן אורלי, ו-1.7 טון לדונם בזן טומי.



**תרשים 3:** יבול כללי (בק"ג) לעצי המדידה, כתלות בזן ובאיכות מי ההשקיה. היבול הגבוה ביותר התקבל בזן טומי, ושלושת הזנים הושפעו באופן דומה מאיכות מי ההשקיה, עם הבדלים מובהקים סטטיסטית בין טיפול 3.2 דצ"ס/מ' לשני הטיפולים 0.9 ו-1.6 דצ"ס/מ'. היבול לדונם על פי תוצאות אלה הוא 1, 1.1, ו-1.7 טון לדונם לזנים טלי, אורלי וטומי בהתאמה.

בתרשים 4 מוצגים משקלי הפרי לכל זן, כתלות במועד הקטיף. הקטיפים בוצעו במשך 11 שבועות החל מה-30.5.23 ועד ה-3.8.23. ניתן לראות שבזנים טלי ואורלי מועד הקטיף היה מוקדם (עיקר היבול בזנים אלה נקטף החל מתחילת יוני ועד תחילת יולי) בהשוואה לזן טומי (עיקר היבול בזן זה נקטף החל מאמצע יוני ועד תחילת יולי, עם כמויות משמעותיות שנקטפו עד סוף יולי). כלומר, זנים טלי ואורלי מקדימים בהבשלה בשבועיים בערך לעומת הזן טומי.



**תרשים 4:** יבול כתלות בזן ובאיכות מים עבור שלושת הזנים ושלוש איכויות מי ההשקיה, התוצאות מפורטות עבור 11 מועדי הקטיף שבוצעו במהלך עונת הקטיף. כמות היבול במועדים העיקריים של כל זן נבדלים סטטיסטית מהמועדים האחרים, כלומר יש תקופה קצרה יחסית (כ-3 שבועות) בה מתקבל רוב היבול, מועדי תחילת וסיום התקופה תלוי בזן.

## 6. דיון:

- מתוצאות בדיקות לאחר קטיף, לאחר הבחלה, ובדיקות חיי מדף אפשר לסכם את הנקודות הבאות:
- בפרי לאחר הקטיף אין הבדלים מובהקים באיכות הפרי כתלות ברמות השונות של המוליכות החשמלית של מי השקיה.
  - זן טלי הוא בעל הערכים הגבוהים ביותר בכל המדדים שנבחנו, פרט למשקל הפרי.
  - השפעה של מועד הקטיף: ככל שהקטיף מתקדם כך עולים הערכים של איכות הפרי בכל המדדים.
  - בזן טומי רמת ההבשלה ומשקל הפרי גבוהים יותר ברמת מליחות EC 3.2 מאשר ברמת מליחות EC 0.9 באופן מובהק.
  - בזן טלי רמת הסוכר (כ"מ) במליחות EC 1.6 גבוהה משמעותית מרמת הסוכר ב-EC 0.9.

יכול: התוצאות שהתקבלו בקטיף 2023 מאששות את נתונים שנאספו בשנת הקטיף הראשונה (2022). איכות המים הנמוכה (3.2 דצ"ס/מ') גרמה לירידה משמעותית ביבול בהשוואה לשתי איכויות המים

הגבוהות יותר (0.9 ו-1.6 דצ"ס/מ'). הירידה ביבול נובעת ממספר פירות קטן יותר לעץ, ולא נצפתה השפעה על גודל הפרי הממוצע.

מועד הבשלת הפרי בזנים טלי ואורלי היה מוקדם (החל מתחילת יוני התקבלו כמויות פרי משמעותיות) בהשוואה לזן טומי שאיחר בשבועיים (החל מאמצע יוני תקבלו כמויות משמעותיות). בנוסף, היבול של הזן טומי התקבל לאורך תקופה ארוכה יותר, ולמעשה עד סוף יולי היה יבול משמעותי בכל מועדי הקטיף ובמיוחד טיפולי איכות המים הגבוהה (0.9 ו-1.6 דצ"ס/מ'). תוצאות אלה מצביעות על אי רלוונטיות של הזן טומי לאזורנו מכיוון שדחיית הקטיף מבטאת ירידה בכלכליות הגידול – אנו שואפים לזנים בכירים ככל הניתן.

## 8. ביבליוגרפיה:

1) Kadman, A., Gazit, S. and Ziv, G. (1976). Selection of Mango rootstocks for adverse water and soil conditions in arid areas. *Acta Hort.* 57, 81-88  
DOI: 10.17660/ActaHortic.1976.57.10

2) יובל כהן, דוד סעדה, ראובן דור, מיקי נוי, עמי קינן. 2013. השבחה במנגו: היסטוריה, הישגים וכיוונים לעתיד.

3) אורי לביא, יובל כהן, יצחק אדטו, דוד סעדה, עמי קינן, אלקנה בן-ישר, מיקי נוי. 2007-2008. השבחת זני מנגו חדשים. דו"ח מסכם, מ"פ צפון.

4) Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144-158.

5) Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S, Harari, M. Bar-Ya'akov, I., Patil, B., Lurie, S. and Holland, D. (2011) Climate effects on anthocyanin accumulation and composition in the pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit arils. *J. Agric. Food Chem.* 59, 5325–5334

## 9. סיכום עם שאלות מנחות:

א. פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח:

הושגו תוצאות יבול – איכותיות וכמותיות, בהתאם למפורט סעיף 7 (דיון). כמו כן בוצעו מדידות איכות בפרי פרי לאחר קטיף, מובחל, וחיי מדף על פי תכנית המחקר והמשימות לשנה א'.

ב. פירוט כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת המחקר או חלק מהן:

התוצאות משנה זו (2023) יתרמו למימוש מטרות המחקר, כל המדידות הרלוונטיות להסקת מסקנות הנוגעות למטרות המחקר בוצעו.

ג. בהתאם להצעה המקיפה ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני הדרך

בוצעו כל המשימות ואבני הדרך המתוכננות לשנת המחקר הראשונה. לא הוצגו כל התוצאות: בדיקות הקרקע עדין לא נותחו ותוצאותיהן יוצגו בדו"ח הבא.

**ד. הגדרת היעדים הכמותיים למחקר והיעדים היישומיים למחקר אשר הושגו לתקופת המחקר**  
בשלב זה בסיום שנתו הראשונה של המחקר והיעדים הכמותיים והיישומיים היו ביצוע הניסוי על פי התכנון ואיסוף נתונים רב ככל הניתן. כל היעדים הכמותיים הושגו.

**ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו**  
מסקנות מדעיות מקיפות יינתנו בהמשך, אך ניתן לומר שאנו רואים חוסר התאמה של הזן טומי לאזור, משני סיבות עיקריות: קטיף מאוחר עקב הבשלה מאוחרת, וחוסר התאמה להבחלה. בנוסף ניתן לראות במדדי איכות הפרי השפעה חיובית מסוימת של עליה במוליכות החשמלית של מי ההשקיה (מ-0.9 ל-1.6 דצ"ס/מ'), בזן טלי.

**ו. מהן הבעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים טכנולוגיים שיוקיימו ואחרים שחלו במהלך העבודה ומה אמורה להיות התייחסותך בהמשך:**  
חלקת הניסוי לא חווה בעיות ספציפיות שדורשות פתרון, מעבר לטיפול רגיל בחלקה וביצוע המדידות על פי תכנית המחקר. מבחינת השקיה ודישון, נדרש דיוק במתן מנות דשן ומים, עקב חוסר התאמה להמלצות המקובלות ועלולה לגרום לדישון ביתר.

**פעילויות שנעשו כמו"פ במהלך התקופה:** בוצעו סיורים למגדלים, חוקרים וסטודנטים

**ז. פרסומים בעיתונות מבוקרת או עיתונות בעברית שנבעו מהמחקר:** אין פרסומים  
**ח. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור**

תרומת המחקר עשויה להתבטא בצבירת ידע וניסיון בגידול ובעיקר בזנים טלי ואורלי שאינם מוכרים בערבה הדרומית. כמו כן איסוף נתונים על מידת השפעת איכות המים על הגידול בכלל ועל זנים אלה בפרט תאפשר התמודדות טובה יותר עם איכויות המים השונות הצפויות לאזור בשנים הקרובות, ובדגש על שיפור איכות המים למגדלים.

**ט. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון**

אין שיתוף פעולה עם מו"פים נוספים במחקר זה.

**י. המלצות להמשך המחקר או שינוי המחקר**

המלצתנו היא להמשיך את המחקר על פי התכנון המקורי, להשגת יעדי המחקר על פי תכנית המחקר.

**יא. פטנטים שנבעו מהמחקר:** אין.

## מו"פ ערבה דרומית : דו"ח התקדמות מדעית שנתית

תחום המחקר : **קידום ענף גידול ירקות בערבה הדרומית**

שם המחקר : **מועדי זריעה בצל בכיר מאד**

קוד מוקד פנימי : 81004

חוקר ראשי : דרול גיילט

חוקרים שותפים : אלי מרגלית – אגף ירקות - שה"מ, יובל אוסטרובסקי – מו"פ ערבה דרומית

סטטוס תוכנית : נמשכת

מועד התחלה וסיום המחקר : 2023-2024

### **רקע, תאור הבעיה, ומטרות המחקר**

בערבה הדרומית מגדלים בצל המשווק לשוק המקומי מתחילת ינואר ועד סוף אפריל. היקף השטח כ-1200 דונם, כאשר 40% מן השטח נשתל מבצלצלים וכ-60% מזריעה ישירה. המגדלים בערבה הדרומית מעוניינים להגדיל את היקף של בצל מזריעה ישירה על חשבון היקף הבצלצלים על מנת ליצור בצל רגולרי ואיכותי יותר המתאים לאסיף ממוכן תוך חסכון בעלויות ושיפור ברווחיות הגידול.

נסיונות שנעשו לפני שנים רבות הראו שניתן לזרוע זני בצל מסויימים בסוף אוגוסט עד ה-4 לספטמבר בהצלחה רבה תוך החלפה של חלק משטחי הבצלצל. מאז הזנים השתנו ומבוססים היום על זני מכלוא מחו"ל בעיקר. על מנת להגדיל את היקף המזרע של בצל בכיר מאד ולהחליף בכך חלק מהבצלצל, יש צורך לבחון את המשמעות של הקדמת הזריעה של הזנים בשימוש היום על התפתחות הבצל, היבול, עלויות, ומועדי האסיף.

מטרת הניסוי היתה לבחון את הקדמת הזריעה ישירה של זני בצל מכלוא בכירים מאד תוך התייחסות להשפעה של מועד הזריעה על היבול של יבול, התפלגות לגודל, אחוזי הפרגה, ואחוזי התפצלות.

### **מהלך המחקר ושיטות העבודה**

המבחן נערך בחוות הנסיונות של מו"פ ערבה דרומית. הקרקע עברה חיטוי סולרי במשך חודש יולי למשך חמישה שבועות. רוחב הערוגות 1.8 מ'. קרקע חולית. הזריעה התבצע בארבע מועדים שונים והם - 10.8.23, 17.8.23, 24.8.23, וב-31.8.23. הזריעה התבצע באמצעות מזרעה פניאומטית 6 שורות זריעה לערוגה בעומד סופי מתוכנן של 75 צמחים למ"ר. הזנים שהשתתפו בניסוי הם וולקנה, מיזורי, דולציאנה, ורד סנסיישן. לכל זן בכל מועד זריעה היו 3 חזרות, כל אחד 12 מטר אורך. התבצע מעקב אחר הנביטה ובהמשך היה מתוכנן לעקוב אחר התפתחות הצמחים, מועדי ההתבצלות, מועדי הצניחה, ומועדי האסיף.

### **תוצאות**

הניסוי למעשה נכשל מכיוון והנביטה של זני המכלוא היתה נמוכה מאד לכל הנראה עקב זריעה עמוקה מדי או חדירה לעומק של הזרעים באדמה החולית. יתכן גם והיתה השפעה של הטמפרטורות הגבוהות ששררו במהלך חודש אוגוסט-ספטמבר שגם כן השפיעו על הנביטה למרות מצב הרטיבות בקרקע.

### **מסקנות והמלצות להמשך המחקר**

יש חשיבות רבה בקיום הניסוי ולכן, נחזור עליו באותה מתכונת באוגוסט 2024.

## מו"פ ערבה דרומית: דו"ח התקדמות מדעית שנת

תחום המחקר: **קידום ענף גידול ירקות בערבה הדרומית**

שם המחקר: **בדיקת יעילות תכשירי הדברה נגד זבוב דאקוס הדלועיים**

קוד מוקד פנימי: 81001

חוקר ראשי: דרול גילט

חוקרים שותפים: ינאי זאוסמר, יובל אוסטרובסקי - מו"פ ערבה דרומית

סבטלנה דוברנין, מדררכת הגנת הצומח, שה"מ, משרד החקלאות

סטטוס תוכנית: נמשכת

מועד התחלה וסיום המחקר: 2023-2024

### **רקע, תאור הבעיה, ומטרות המחקר**

דאקוס הדלועיים נחשב למזיק מפתח בגידול דלועיים בכל הארץ. המזיק קיים כבר מעל 30 שנה באזור הערבה ועדיין לא נמצאו תכשירים יעילים להדברתו, למעט תכשיר טלסטאר שמוריד את האוכלוסייה לרמות נמוכות יחסית. לפני כ-10 שנים נערכה בדיקה מקיפה של כל התכשירים הרלוונטיים להדברת הזבובים במעבדה של דר' דוד נסטל (מכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי), ונמצא שיש מספר תכשירים יעילים במעבדה כגון טלסטאר וטרייסר. עם זאת, מהבדיקות בשטח חקלאי נמצא שתכשירים המכילים ספינוזינים (טרייסר, ספרטה, וסקסס) לא יעילים בהורדת הנגיעות של המזיק בפירות. שילוב של תכשירים ביסקייה ודסיס (ישנו גם תכשיר מסחרי פרוטאוס) יעיל יחסית, אך תכשיר ביסקייה עומד לצאת משימוש חקלאי והחברה לא המשיכה ברישוי תכשיר פרוטאוס מסיבה זאת.

שיטת ההדברה היעילה עד היום – גידול במבנים סגורים ברשת 25 מ"ש, אינה מתאימה לגידולים בשטח פתוח בהיקפים גדולים, ולמעשה למגדלים נשארה רק אפשרות אחת להדברה כימית קובנציונלית – טלסטאר. התכשיר טלסטאר מורשה לשימוש בגידול מלון, אך אסור לשימוש בשאר גידולים ממשפחת הדלועיים או שלא מתאים מבחינת ימי המתנה לקטיף. לפני מספר שנים נבדקו גם מתקני לכידה רימיטראפ של חברת רימי והם משכו אוכלוסיות רבות של נקבות בוגרות, אך לא הצליחו למנוע נזק לחנטים. הגידולים הרגישים לדאקוס הדלועיים בערבה עד לפני מספר שנים היו מלון, קישוא ומלפפון. גידולי אבטיח ודלעות למיניהן כמעט ולא סבלו מנזקים. בשנים האחרונות אוכלוסיית המזיק גדלה מעונה לעונה ומוזה כבר 4 שנים אנו עדים לעליה ברמת הנזקים באבטיחים ודלעות. בניסוי זה בכוונתנו לבחון מספר תכשירי הדברה פוטנציאליים כנגד זבוב הדאקוס באבטיח מתוך מטרה להבין אילו חומרים יוכלו לעזור לחקלאים בהתמודדות עם המזיק.

מטרת הניסוי היא לבדוק יעילות של תכשירי הדברה למיניהם להתמודדות עם דאקוס הדלועיים.

### **מהלך המחקר ושיטות העבודה**

שתילי מלון מזון סוזן נשתלו בחלקת הניסוי בחוות הנסיונות של מו"פ ערבה דרומית ב-9.8.23. במהלך הניסוי בדקנו יעילות של תכשירי הדברה למניעת נזק לחנטים ופירות של המלון. לבדיקה נבחרו תכשירי הדברה המכילים חומרים פעילים מקבוצות כימיות שונות למניעת עמידות לפי מיון של ארגון IRAC (טבלה 1):

- דסיס וטלסטאר שייכים לקבוצת הפריטרואידים (3A) עם אפקט ההדברה knockdown לדרגות הבוגרות של דאקוס הדלועיים.
- אקסירל נמנה עם הקבוצה הכימית Anthranilic diamides (28) הפועל במגע ובבליעה להדברת דרגות צעירות (רימות) להקטנת אוכלוסיית המזיק בשדה.
- אויסקט-S השייך לקבוצה 14 הפועלת על מערכת העצבים, קוטל חרקים סיסטמי ופועל כרעל מגע וקיבה להפחתת כל הדרגות של המזיק.
- ורסיס השייך לקבוצה חדשה 9D הפוגעת בכושר התמצאות החרקים בסביבה ומונעת מהם הזנה, פועל כרעל מגע וקיבה ופוגע בכל שלבי התפתחות החרקים.



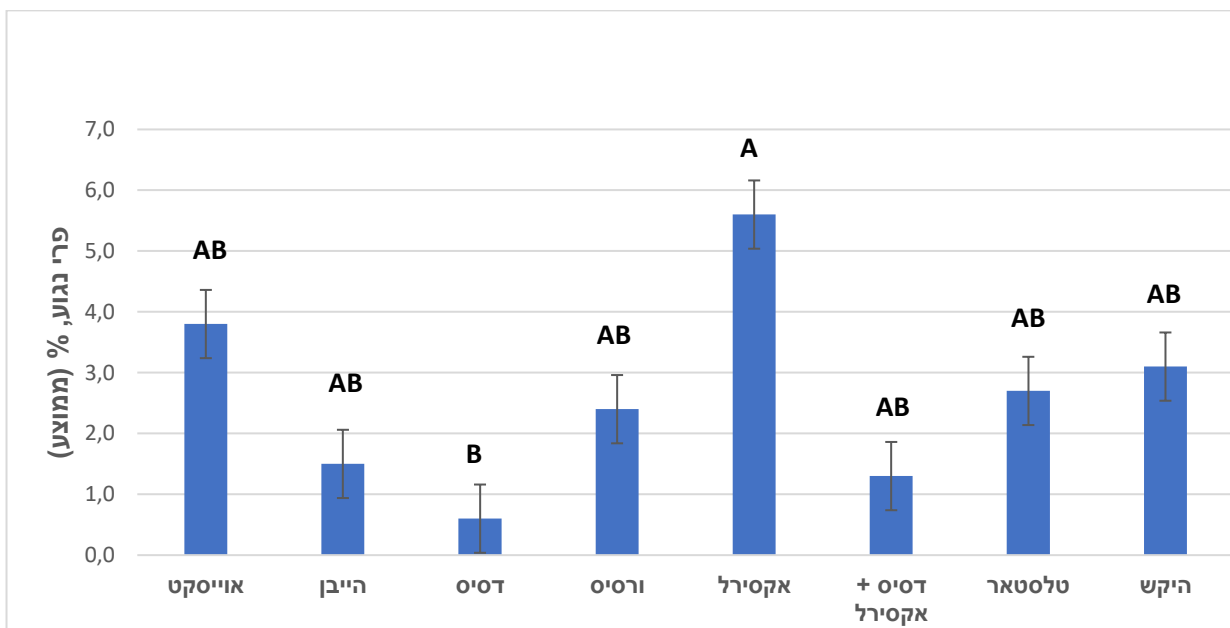
- הייבן משמש למניעת מכות שמש, המכסה את הצמחים ופירות, בניסיון להפריע לנקבה של המזיק להטיל ביצים בפירות.

הניסוי בוצע בבלוקים באקראי, 5 חזרות לכל טיפול באורך 6 מטר כל אחד. תדירות הריסוסים הייתה פעם בשבוע וסה"כ בוצעו שלושה ריסוסים. ספירות בוצעו שבוע ימים לאחר כל ריסוס. הריסוסים בוצעו עם מרסס גב עם מוט ריסוס בנפח התרסיס של 30 ליטר לדונם בהתאמה. יעילות התכשירים נבדקה ע"י ספירת חנטים ופירות עם עקיצת הזבוב שהוסרו מהצמחים במהלך הספירה. בסיום הניסוי, ב- 3.10.23 נקטפו כל החנטים והפירות לבדיקת השפעה מתמשכת של התכשירים על נגיעות של זבוב הדאקוס. ב- 12.10.23 נספרו כל הרימות והגלמים שיצאו מהפירות, וב- 12.11.23 נספרו בוגרים של המזיק. טבלה 1. טיפולים ותכשירי הדברה בניסוי בחוות ניסיונות יטבתה מו"פ ערבה דרומית.

תכשיר	קבוצת פעילות (IRAC)	חברה משווקת	ריכוז התכשיר
אויסקט	14	גדות אגרו	0.1%
הייבן		לידור	0.2%
דסיס	3A	גדות אגרו	0.1%
ורסיס	3D	לוקסמבורג	0.075%
אקסירל	28	גדות אגרו	0.1%
דסיס + אקסירל	28 + 3A	גדות אגרו	0.1% + 0.1%
טלסטאר	3A	לוקסמבורג	0.075%
היקש (מים)			

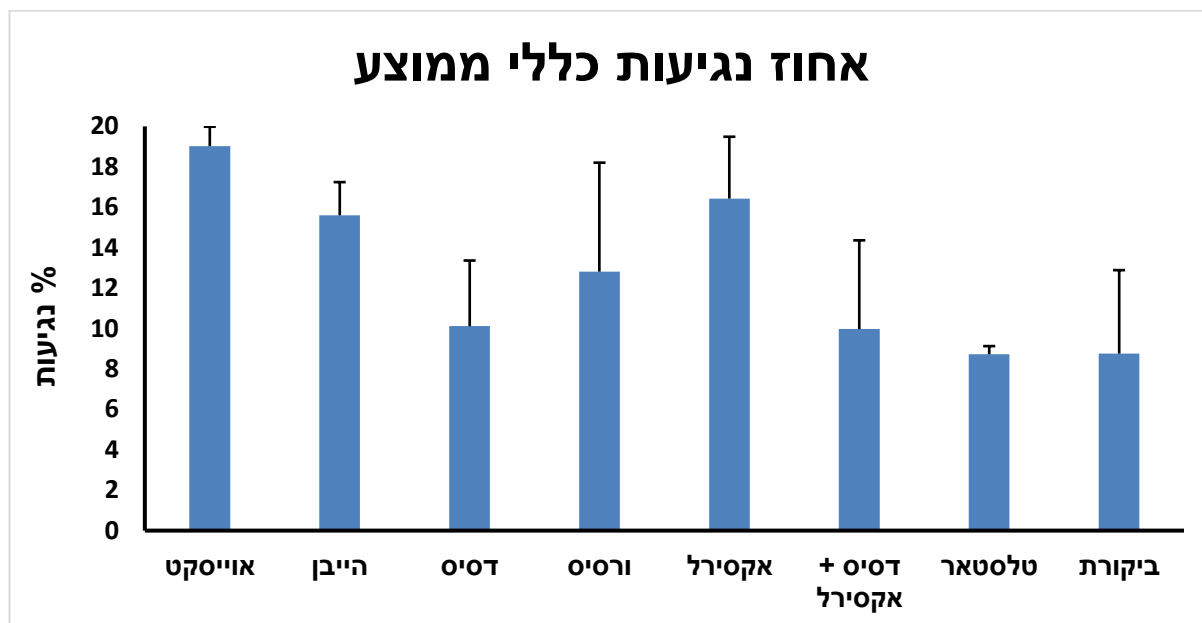
#### תוצאות

הערכת נגיעות בספירת אפס בוצעה יום לפני הריסוס ב- 13.9.23, ונצפתה שונות בין החזרות ברמת הנגיעות.



גרף מס' 1: ספירת אפס. אחוז פירות נגועים בממוצע בספירת אפס בכל הטיפולים. הנתונים נותחו במבחן אנובה חד כיווני ברמת מובהקות ( $\alpha=0.05$ ). נצפה הבדל מובהק ברמת הנגיעות בין הטיפולים. בטיפול דסיס נגיעות הייתה נמוכה ביותר (0.6%) ובטיפול אקסירל הנגיעות הייתה גבוהה ביותר (5.6%).

ספירת הפירות הנגועים בוצעה שבוע לאחר הריסוס. כפי שניתן לראות בגרף מס' 2, הייתה שונות גדולה בין החזרות, אך לא נמצא הבדל מובהק בין כל הטיפולים כולל בהיקש. כמו כן, נמצא שבממוצע הנגיעות הייתה הכי נמוכה עם טלסטאר והכי גבוהה עם אוויסקט. נותחו נתוני הנגיעות עבור שלשת המועדים מ-19 לספטמבר ואילך וגם עבור כל המועדים יחד באמצעות מבחן אנובה חד כיווני ( $\alpha=0.05$ ), כאשר בשני המקרים השתמשנו בנתוני ספירת אפס כמשתנה לוואי (covariate). עקב שונות ברמת הנגיעות בתוצאות בוצעה טרנספורמציה arcsine על האחוזים כדי לנרמל ולייצב שונויות. תוך כדי ניתוח נבדקה האפשרות של נתונים חריגים אבל לא נמצאו חריגים משמעותיים.



גרף מס' 2. אחוז הנגיעות הממוצע בין כל הספירות. קווי השגיאה מייצגים שגיאת תקן. לא נמצאה כל מובהקות בין הטיפולים.

#### מסקנות והמלצות להמשך המחקר

הניסוי היה מתוכנן בבלוקים באקראי עקב חוסר מידע על פיזור מרחבי של אוכלוסיית דאקוס הדלועים. בהערכת רמת הנגיעות בספירת אפס ראינו הבדל מובהק בין הטיפולים, אך הימצאות המזיק בשטח לא היה ממוקד והייתה שונות בין החזרות בטיפולים.

נבחרו תכשירי הדברה מחמשת קבוצות כימיות שונות למניעת עמידות ולבדיקת יעילותם. יעילות התכשירים נבדקה לפי פירות עקוצים ע"י הזבוב ושאינם ראויים לשיווק, אפילו אם לא בהכרח התפתח בהם ריקבון כתוצאה מפעילות הרימות של דאקוס הדלועים. בין התכשירים גם היו כאלו כמו אקסירל, אוויסקט, וורסיס שהיה להם פוטנציאל להדביר את הדרגות הצעירות (רימה) של המזיק.

לפי התוצאות ובהעדר מובהקות באחוז פרי הנגוע לפי מועד הספירה או כממוצע סופי, לא ניתן להסיק מסקנה על יעילות התכשירים. בכוונתנו לערוך ניסוי נוסף באביב 2024 בגידול אבטיח בו נבחן יעילות של תכשירים שיש בהם סיכוי להדביר את דאקוס הדלועיים והם: ביקורת (מים), טלסטאר, סיבנטו פרייס, דסיס, ואיפון.

#### הבעת תודות

אנו מודים למועצת הצמחים על מימון הניסוי. מודים גם לחברות הכימיקלים שהשתתפו בניסוי – גדות אגרו, לידור אלמנט, ולוקסמבורג כימיקלים. תודה מיוחדת לאיתמר זילכה ואור אלדר מחברת גדות אגרו על ביצוע הריסוסים. תודה לאלזבטה דוברינין על העזרה בספירות פירות נגועים, ודרגות התפתחות המזיק. תודה גם לד"ר הילרי פוט על עזרה בניתוח הסטטיסטי.



**1. מו"פ ערבה דרומית: דו"ח מדעי שנתי**

**מספר המחקר:** 94-01-0016

**תחום:** ירקות

**שם התוכנית:** מחסורים ביסודות מיקרו הנובעים מהשקיה במים מותפלים והשפעתם על הרחבת סל גידולי הירקות בערבה הדרומית

**מוקד פנימי:** 82345

**חוקר ראשי:** ינאי זאוסמר

**חוקרים שותפים:** דרול גילט, אהוד צאלים, דוד גרוסמן – מו"פ ערבה דרומית  
עודד פרידמן - מדריך קרקע ומים, שה"מ, משרד החקלאות  
ד"ר אלון בן-גל - מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי  
ד"ר רן אראל - מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי  
יוני רון - מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי

**סטטוס התוכנית:** נמשכת

**מועד התחלה וסיום המחקר:** 2023-2025

**2. תקציר מדעי**

רמות ההשקיה המומלצות לגידולים באזורי הארץ השונים ובערבה בפרט התגבשו משך השנים בהסתמך על איכות המים הקיימת לשימוש. מקורות המים בערבה הדרומית הינם מליחים מאוד עם מוליכות חשמלית הנעה בין 2.2-6.5 דצ"ס/מ'. עובדה זו משפיעה מאד על הרכב הגידולים כאשר אלו הגדלים בערבה הדרומית באופן מסורתי (בצל, אבטיח, דלעת, מלון) אשר נחשבים כבעלי רגשות בינונית או עמידים למליחות הגבוהה שישנה במים המסופקים כיום. תוכנית האב לאספקת מים ליישובי הערבה הדרומית השתנתה לאחרונה ומושתתת כעת על הולכת מים מותפלים ממתקני הסבחה שתפוקתם תוגדל. תוכנית זו אמורה לספק לחקלאיים כ-14 מיליון קוב מים מותפלים עד 2030. מים אלו יסופקו ברמת מוליכות חשמלית של כ-0.5 דצ"ס/מ' וחל על החקלאים ככל הנראה למהולם עם מים מליחים או מים מושבים, ובכך להגדיל את כמות המים לשימוש. שינוי זה באספקת איכות המים ידרוש בוודאות בניית המלצות השקיה ודישון חדשות לגידולים הקיימים מחד, ומאידך יאפשר הרחבת סל גידולי ירקות שיכלול גידולים הנחשבים לרגישים למליחות המים ואולי רווחיים יותר שעד כה לא ניתן היה לגדל עקב איכות המים המסופקת. מחקרים רבים מראים ששיפור באיכות המים מביא להקטנה משמעותית במנת ההשקיה, תוך הגדלת הרווחיות של החקלאי והפחתת ההשפעות השליליות של הצטברות מלחים על הסביבה. השקיה עם מים מותפלים תפחית את זיהום האקוויפרים והפגיעה בהם עקב הפחתת השאיבה מהאקוויפרים מחד, ומאידך תצמצם את שטף המלחים והדשנים מתחת לשכבת בית השורשים בגלל הצורך בתצרוכת שטיפה פחותה בהרבה.

אמנם, לשימוש במים מותפלים להשקיה גם היבטים שליליים מכיוון שתהליך ההתפלה מרחיק מינרלים חיוניים לצמח כולל סידן, מגניון, גופרה, ברזל, מנגן, ואבץ תוך השפעה שלילית על השאת יכול. מינרלים אלו נמצאים באופן מסורתי

במים השפירים, ולכן אין צורך להוסיף כדשן. הוספת המינרלים החסרים יכולה להיות יקרה ומסובכת, ועלותם עשויה להאפיל על הרווחיות שהושגה עם הקטנת מנת ההשקיה. מחקר זה מיועד לבחון את הנושא תוך כדי בחינה האמצעים להחזרת המינרלים החסרים ושמירה על רווחיות הגידולים.

### 3. רקע, תיאור הבעיה, ומטרות המחקר

רמות ההשקיה המומלצות לגידולים באזורי הארץ השונים ובערבה בפרט התגבשו במשך השנים בהסתמך על איכות המים הקיימת לשימוש. מקורות המים בערבה הדרומית הינם מליחים מאוד עם מוליכות חשמלית הנעה בין 2-6.5 דצ"ס/מ'. עובדה זו משפיעה מאד על הרכב הגידולים כאשר אלו הגדלים בערבה הדרומית באופן מסורתי (בצל, אבטיח, דלעת, מלון) נחשבים כבעלי רגשות בינונית או עמידים למליחות הגבוהה שישנה במים המסופקים כיום. **תוכנית האב לאספקת מים ליישובי הערבה הדרומית השתנתה לאחרונה ומושתתת כעת על הולכת מים מותפלים ממתקני הסבחה שתפוקתם הוגדלה. תוכנית זו אמורה לספק לחקלאיים כ- 14 מיליון קוב מים מותפלים עד 2030** . מים אלו יסופקו לחקלאי ברמת מוליכות חשמלית של כ 0.5 דצ"ס/מ' וחל על החקלאים למהולם עם מים מליחים או מים מושבים, ובכך להגדיל את כמות המים לשימוש. **שינוי זה באספקת איכות המים ידרוש בוודאות בניית המלצות השקיה ודישון חדשות לגידולים הקיימים מחד, ומאיזן יאפשר הרחבת סל גידולי ירקות שיכלול גידולים הנחשבים לרגישים למליחות המים ואולי רווחיים יותר שעד כה לא ניתן היה לגדל עקב איכות המים המסופקת.**

מחקרים רבים מראים שהמעבר לשימוש במים מותפלים להשקיה מביא להקטנה משמעותית במנת ההשקיה, תוך הגדלת הרווחיות של החקלאי והפחתת ההשפעות השליליות של הסתברות מליחים על הסביבה<sup>1,2,3,4,5</sup>. השקיה עם מים מותפלים תפחית את זיהום האקוויפרים והפגיעה בהם עקב הקטנת השאיבה מהאקוויפרים מחד, ומאיזן תצמצם את שטף המליחים והדשנים מתחת לשכבת בית השורשים בגלל הצורך בתצרוכת שטיפה פחותה בהרבה<sup>3</sup>. **אמנם, לשימוש במים מותפלים להשקיה גם היבטים שלילים.** התפלת המים בישראל מתבצעת רובה ככולה בשיטה של אוסמוזה הפוכה בה מורחקים מרבית המינרלים מהמים, כולל בורון שהרחקתו דורשת טיפול ייחודי<sup>6</sup>. הרחקת המליחים מהמים, ובמיוחד נתון כלורי, הינה חיובית מאחר והיא מאפשרת התפתחות יעילה יותר של הצמחים המביאה לשיפור ביבולים. לעומת זאת, תהליך ההתפלה מרחיק גם מינרלים חיוניים לצמח כולל סידן, מגניון, גופרה, ברזל, מנגן, ואבץ תוך השפעה שלילית על השאת יבול<sup>7,6</sup>. באופן מסורתי בישראל, מינרלים אלו נמצאים במים השפירים, ולכן החקלאים מוסיפים אותם כדשן רק במקרים יוצא דופן. השקיה במים שהגיעו ממתקן ההתפלה באשקלון גרמו לתופעות של מחסור מגניון בגידולים שונים כמו בזיל, פרחים ועגבניות. תוספת מגניון למים פתרה את הבעיה. בניסויים הקדמיים שנערכו לאחרונה במו"פ ערבה דרומית ע"י מגישי הצעה זו נראה שסלרי עלים ושעועית ירוקה שהושקו במים מותפלים (2.0 דצ"ס/מ') סבלו מכלורוזה בעלים ועיכוב בהתפתחות הצמחים. הוספת יסודות מיקרו בצורה כילאט העלים את תופעת הכלורוזה, ואפשר התפתחות צמחית תקינה, והשאת יבול מירבית. במחקרינו הקודמים הנחנו שניתן להשלים את החוסר במינרלים שמורחקים בתהליך ההתפלה באמצעות מיהול מים. אולם, ניסויים שבוצעו בשנים האחרונות במו"פ ערבה דרומית בשורה של גידולים (גזר, אגוזי אדמה, כוסברה, שעועית ירוקה, וסלרי עלים) הראו שמיהול מים מותפלים עם מי הרכז לרמת מוליכות חשמלית של 1.6 דצ"ס/מ' לא השלים את החסר, ואף גרם לעיכובים בהתפתחות וכלורוזה בעלים. על כן, נראה שהדרך היחידה להשלים את אותם המינרלים החסרים היא ע"י הוספתם כדשן. דישון המינרלים החסרים ובעיקר יסודות המיקרו כרוך בעלות לא מבוטלת. הוספתם דורשת מערכת דישון נוספת בתלות בהרכבם, מאחר ולא ניתן להוסיף את כל היסודות החסרים באותה תמיסת דשן בגלל אינטראקציות בין היונים השונים הגורמים לשקיעת המינרלים החיוניים. בנוסף, ובתלות סוג הגידול, המחסור יכול להתבטא באחד יסודות המיקרו (ברזל, מנגן, אבץ ואולי גם אחרים) או שילוב שלהם. על כן, כל תוכנית דישון בהשקיה עם מים מותפלים דורשת אופטימיזציה אשר תיקח בחשבון את כל המרכיבים – הרכב הדשן הכללי לשימוש,

יסודות מיקרו חסרים ומינונם הדרוש, עלותם, ואופן יישומם. הידע שיתקבל מהניסויים שמתבצעים ישמש כלי עזר לקבלת החלטות נכונות לניצול מיטבי של שימוש במים מותפלים לחקלאות ירקות/גד"ש בערבה הדרומית. הניסויים במחקר זה יתקיימו במקביל בחוות הניסיונות של מו"פ ערבה הדרומית ובמרכז מחקר גילת של מינהל המחקר החקלאי. במהלך המחקר מגודלים צמחים משלוש משפחות שונות למשך עונה שלמה ונערך ניטור אחר יסודות המיקרו החסרים, קליטתן בצמח והשפעתן על השאת היבול ואיכותו. המחקר מיועד לגבש הנחיות לפי חישוב של אספקה רצויה של היסודות השונים. הצמחים מושקים בטפטוף בעזרת מחשב השקיה. מתבצע מעקב של ההרכב הכימי (חומציות, מוליכות חשמלית וריכוזי המינרלים: חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגניון, גופרה, נתרן, כלוריד, ברזל, מנגן, ואבץ) במי ההשקיה. קרקע תידגם במועדים שונים במהלך הגידול ויבדק ההרכב הכימי של מיצוי הקרקע (ובדיקות זהות למי ההשקיה). הטיפול השונים מוצבים בתבנית בלוקים באקראי, 4 חזרות לכל טיפול בהיקף של כ-120 מ"ר. במהלך הניסויים יתבצע מעקב אחר התפתחות הצמחים, יבול, איכות היבול וריכוזי המינרלים בעלים דיאגנוסטיים (חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגניון, נתרן, כלוריד, גופרה, ברזל, מנגן, ואבץ).

#### 4. מטרת המחקר

במחקר אנו בוחנים כיצד להשלים יסודות מיקרו שהורחקו בתהליך התפלת מים להשקיה תוך כדי שמירה על רווחיות הגידולים והשאת יבול מירבית. המחקר מיועד לקבוע מדיניות דישון של יסודות מיקרו עקב השקיה במים מותפלים בערבה הדרומית שיאפשר הרחבת סל הגידולים תוך שמירה על רווחיות והשאת יבול מירביים של הגידולים. המטרות הספציפיות הן: א. ניטור יסודות המיקרו ואחרים החסרים במים המותפלים להשקיה וחישוב מינון היישום המיטבי של יסודות אלו; ב. בחינת הגישות השונות באספקת המינרלים החסרים לצמח באמצעות הוספת דשנים לגידולים המושקים במים מותפלים; ג. בניית המלצות השקיה ודישון חדשות לגידולים הקיימים ולאילו שעד כה נחשבים לרגישים למליחות המים; ד. גיבוש פרוטוקול כללי למדיניות הדישון של יסודות החסרים.

#### 5. מהלך המחקר ושיטות העבודה

שנה זו, הראשונה במחקר התמקדה בארבע משימות עיקריות כפי שמופיעים בטבלה מטה.

מספר משימה	תכנון משימה	ביצוע משימה
1	<b>גידול סלרי עלים בליזימטר עציץ:</b> סלרי עלים מזן 'סמבה' יישתל בסוף פברואר 2023 בליזימטר עציץ בנפח 20 ל'. העציצים יושקו במים מותפלים. טיפולי הדישון יהיו א. דשן עם יסודות מיקרו ברמה של +3 בו ריכוז יסודות המיקרו הוא 300 מג"ר/ק"ג ברזל (Fe), 150 מג"ר/ק"ג מנגן (Mn), 75 מג"ר/ק"ג אבץ (Zn), 11 מג"ר/ק"ג נחושת (Cu), ו-8 מג"ר/ק"ג מוליבדן (Mo). ב. דישון כל אחד מאותן היסודות בנפרד. כל טיפול דישון יכלול שלוש חזרות (3 עציצים). בכל טיפול ייבדק קצב התפתחות הצמחים, ובתום הגידול יימדד היבול הכללי.	בוצעה חלקית מכיוון והייתה בעיה בהתאמה בין הריכוזים במי השקיה של הטיפולים הבודדים ואלו בטיפול המלא. עובדה זו התבטאה גם בריכוזים של המינרלים הנבדקים במי תמיסת הנקז והייתה שונות לפעמים בין הטיפולים בריכוזים של מינרלים אחרים שלא נבדקו, בעיקר במי הנקז (הסבר בפרק 'תוצאות')
2	<b>אפיון מדדים כימיים במים בעציצים:</b> מעקב אחר ההרכב הכימי (חומציות, מוליכות חשמלית וריכוזי המינרלים: חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגניון, גופרה, נתרן, כלוריד, ברזל, מנגן, אבץ, נחושת, ומוליבדן) של מי ההשקיה ושל קליטתם בצמח.	בוצעה

<p>בוצעה לפי התכנון. אמנם תקלות מרובות וקריסה של המתפיל במו"פ בשילוב עם טעות במתן רמת הדישון הנדרשת מנעו את דיוק הנדרש הן ברמת המוליכות החשמלית והן ברמת הברזל הצרוף שניתן בטיפולים השונים. לכן, למעשה הניסוי לא קידם אותנו בהבנה לגבי צריכה של ברזל בצמח.</p>	<p><b>גידול סלרי עלים בחלקת ניסוי במו"פ ערבה דרומית: סלרי עלים מזן 'סמבה' יישתל בחלקת ניסוי במו"פ בסוף פברואר 2023. חלקת הניסוי תושקה בשתי איכויות מים (0.9 ו-1.6 דצ"ס/מ').</b> ההדשייה בשתי האיכויות תתבצע עם ובלי תוספת יסודות מיקרו ברמה עולה של 0, 75, 150 ו-300 גר' צרוף ברזל. לכל רמה של ברזל יהיו שלוש חזרות מהם נוכל לבחון מה היא רמת הברזל האופטימאלית שתבטיח יבול מירבי והתפתחות צמחית תקינה. הקרקע בכל חזרה תידגם בשני מועדים שונים במהלך הגידול ויערך מעקב אחר ההרכב הכימי של מיצוי הקרקע (בדיקות זהות למי ההשקיה).</p>	<p>3</p>
<p>בוצעה</p>	<p><b>אפיון מדדים כימיים בצמחים:</b> יבדקו ריכוזי מינרלים בצמחים (חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגניזיום, גופרה, נתרן, כלוריד, ברזל, מנגן, אבץ, נחושת, ומוליבדן) על מנת לבחון את הקשר בינן לאלו שימצאו במים ובקרקע.</p>	<p>4</p>

## 6. תוצאות ביניים

### ניסוי במרכז גילת

סלרי עלים מזן 'סמבה' גודל בליזימטרים ונבחנו טיפולים של הוספת אלמנטים יחידניים של יסודות המיקרו. ליזמטרים של נפח 20 לי' מולאו בקרקע מקומית משטח הניסוי המקביל במו"פ ערבה דרומית.

הסלרי נשתל ב-23.3.30. הניסוי כלל שישה טיפולים: (1) ללא תוספת מיקרו בכלל, (2) עם תוספת ברזל בריכוז 300 ח"מ, (3) עם תוספת בריכוז מנגן 150 ח"מ, (4) עם תוספת אבץ בריכוז 75 ח"מ, (5) עם תוספת נחושת בריכוז 11 ח"מ, (6) ועם תוספת כל יסודות המיקרו ביחד בדשן בהגדרה של +3. הטיפולים ניתנו ב-6 בלוקים של חזרות על שלוש שולחנות (איור 1).



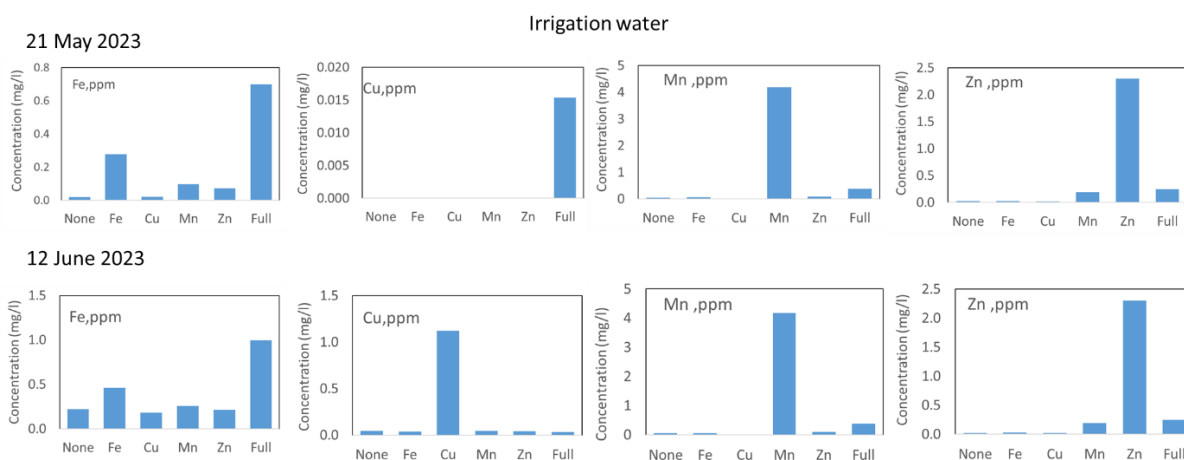
איור 1. מערכת הניסוי של ליזימטרים במרכז מחקר גילת. מימין, סלרי חודש אחרי שתילה ב-1 למאי. משמאל, 27 ליוני.

הסלרי נאסף ב-27.7.23, נשקל וגובה הצמחים נמדד. בדיקות עלים דיאגנוסטיים בוצעו ב-27.6.23, והצמחים נדגמו ביום הקציר. מי השקיה ומי נקז נדגמו מפעם לפעם. ריכוזים של סידן, אשלגן, מגניזיום, נתרן, זרחן, גופרה, אלומיניום, בורון, נחושת, ברזל, מנגן, אבץ, ומוליבדן נבדקו במים, בנקז, ובעלים.

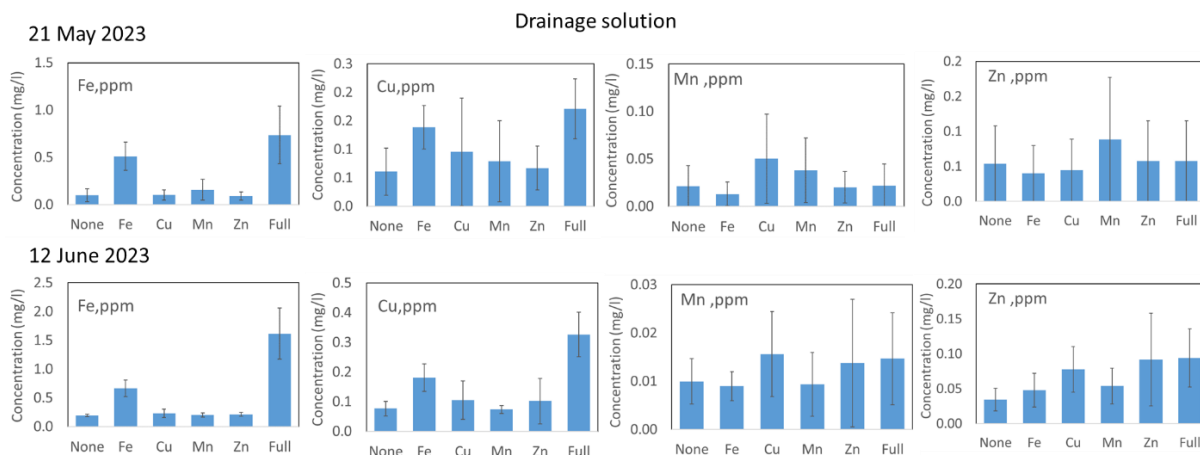
הטיפולים בוצעו ברמה חלקית (איור 2) עקב בעיה בהתאמה בין הריכוזים במי השקיה של הטיפולים הבודדים ואלו בטיפול המלא. עובדה זו התבטאה גם בריכוזים של המינרלים הנבדקים במי תמיסת הנקז (איור 3). הייתה שונות לפעמים בין הטיפולים בריכוזים של מינרלים אחרים שלא נבדקו, בעיקר במי הנקז (טבלה 1). יש לציין שהתגלה ריכוז גבוה יחסית של בורון דווקא בטיפול המלא עם כל יסודות המיקרו.

יחד אם זאת, הטיפולים כללית גרמו לקליטה מוגברת והצטברות של המינרלים הנבדקים בעלים (איור 4), אבל עם מספר הסתייגויות, למשל ריכוז המנגן הגבוה בטיפול האבץ. בטבלה 2 מתואר ריכוז של כל המינרלים שנמדד בעלים על ציר זמן.

לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בהתפתחות הצמחים חוץ מנטייה של הצמחים בטיפול המלא להיות קצת יותר גדולים (איור 5).



איור 2. ריכוזים של ברזל, נחושת, מנגן ואבץ במי השקיה לפי טיפולים בשני תאריכים.



איור 3. ריכוזים של ברזל, נחושת, מנגן ואבץ בתמיסת הנקז לפי טיפולים בשני תאריכים. ממוצעים של 6 חזרות. קווי שגיאה מייצגים את סטיות התקן.

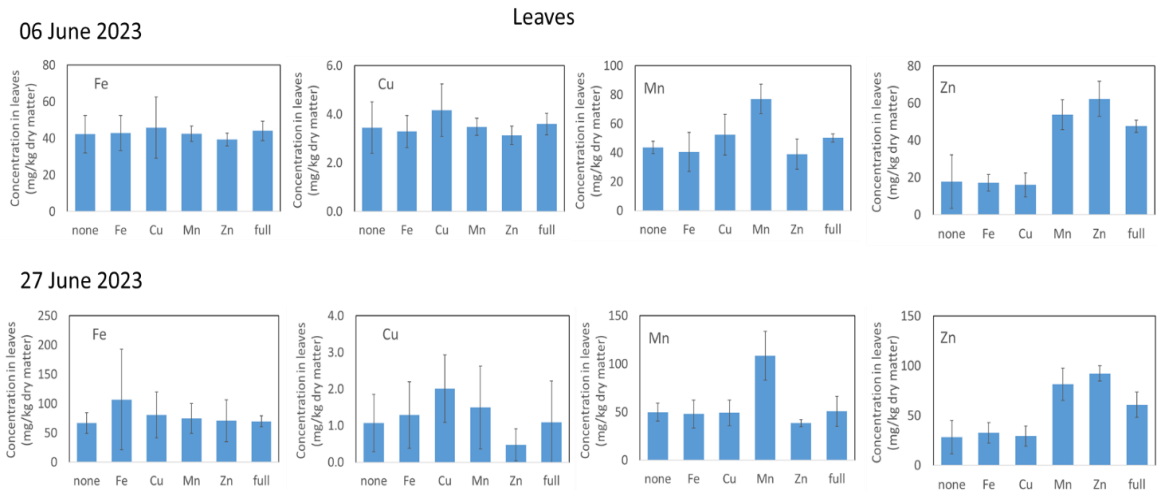
טבלה 1. ריכוזים של מינרלים שלא בטיפולים במים ובתמיסת הנקז בשני תאריכים. נתוני הנקז הם ממוצעים של 6 חזרות ובסוגריים סטיות התקן.

21-May										
irrigation		Al ppm	B ppm	Ca ppm	K ppm	Mg ppm	Na ppm	P ppm	S ppm	
	None	0.018	0.353	33.2	57.7	19.1	32.3	9.8	3.83	
	Fe	0.022	0.366	31.2	56	18.6	29.5	9.63	4.16	
	Cu	0.018	0.286	27.5	57.1	19.1	26.1	10.1	2.84	
	Mn	0.040	0.385	38.7	60.2	19.1	29.2	10.6	4.41	
	Zn	0.020	0.348	41.2	47.9	15.5	26.9	7.37	4.66	
	Full	0.033	1.37	33.7	56.7	18.2	35.2	9.36	4.63	
drainage										
		Al ppm	B ppm	Ca ppm	K ppm	Mg ppm	Na ppm	P ppm	S ppm	
	None	0.0284 (0.0085)	6.42 (3.05)	892 (345)	452 (452)	371 (170)	748 (410)	0.63 (0.51)	928 (289)	
	Fe	0.0405 (0.022)	5.57 (0.88)	732 (119)	189 (40.2)	402.5 (108.5)	592 (191)	0.28 (0.32)	9.3 (61)	
	Cu	0.313 (0.118)	8.67 (5.26)	985 (315)	657 (645)	636 (411)	750 (418)	0.495 (0.374)	1191 (298)	
	Mn	0.029 (0.004)	6.44 (2.46)	960 (272)	467 (367)	715 (408)	926 (374)	0.53 (0.23)	1068 (300)	
	Zn	0.026 (0.006)	5.37 (1.47)	884 (314)	305 (181)	655 (406)	918 (478)	0.488 (0.339)	1111 (242)	
	Full	0.0036 (0.12)	5.37 (0.74)	630 (255)	179 (95)	329 (165)	440 (257)	0.441 (0.280)	814 (272)	
12-Jun										
irrigation		Al ppm	B ppm	Ca ppm	K ppm	Mg ppm	Na ppm	P ppm	S ppm	Mo ppm
	None	2.27	0.623	38.4	30.1	15.4	14.6	5.27	2.05	1.4
	Fe	4.04	0.45	33.3	31.2	16.2	15.9	4.88	4.01	1.38
	Cu	2.17	0.403	40.8	29.7	14.6	11.2	5.47	1.59	1.38
	Mn	3.03	0.452	43.8	30.5	14.2	11.6	5.43	2.24	1.38
	Zn	2.43	0.369	46	30.1	13.9	10.3	5.08	1.49	1.38



	Full	0.124	0.418	53.4	47.6	20.5	19.7	9.81	3.42	1.36
drainage		Al ppm	B ppm	Ca ppm	K ppm	Mg ppm	Na ppm	P ppm	S ppm	Mo ppm
	None	1.28 (0.27)	6.07 (2.93)	354 (175)	45.5 (52.5)	271 (221)	342 (494)	0.28 (0.18)	574 (426)	1.39 (0.005)
	Fe	1.31 (0.21)	3.72 (0.76)	235 (163)	10.7 (4.8)	104 (32)	83.0 (38.6)	0.16 (0.11)	250 (152)	1.38 (0)
	Cu	1.32 (0.32)	10.26 (7.75)	404 (182)	121 (176)	593 (702)	831 (1043)	0.261 (0.200)	919 (806)	1.39 (0.013)
	Mn	1.29 (0.15)	5.70 (0.74)	370 (87)	23.4 (22.2)	209 (108)	247 (209)	0.162 (0.008)	494 (184)	1.38 (0)
	Zn	1.27 (0.15)	4.60 (1.63)	239 (160)	17.0 (10)	131 (82)	128 (108)	0.16 (0.06)	295 (223)	1.39 (0.016)
	Full	1.27 (0.31)	5.36 (2.04)	239 (99)	27.5 (39.0)	123 (63)	92.7 (71.8)	0.990 (1.99)	238 (195)	1.39 (0.008)

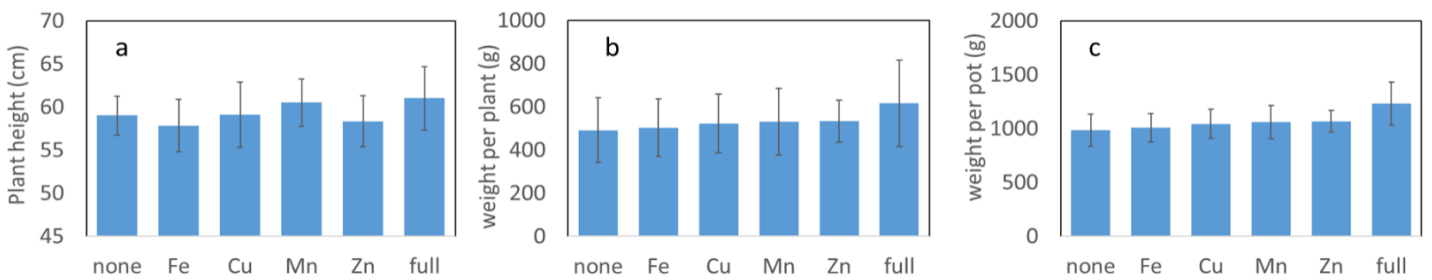
נדגמה גם קרקע לריכוז המינרלים השונים, אך טרם התקבלו התוצאות מהמעבדה.



איור 4. ריכוזים של ברזל, נחושת, מנגן ואבץ בעלים יבשים לפי טיפולים בשני תאריכים. ממוצעים של 6 חזרות. קווי שגיאה מייצגים את סטיית התקן.

טבלה 2. ריכוזים של מינרלים בעלים ביום האסיף, 27 יוני 2023. ממוצע של 6 חזרות. סטיית התקן מופיעה בסוגריים.

treatment	Ca%	K%	Mg%	Na%	P%	S%	Al,ppm	B,ppm	Mo,ppm
none	4.4 (0.65)	1.5 (0.29)	0.57 (0.08)	0.57 (0.10)	0.19 (0.05)	1.3 (0.13)	(13) 47	30.3 (7.1)	1.1 (0.85)
Fe	4.3 (0.95)	1.6 (0.24)	0.50 (0.1)	0.59 (0.15)	0.19 (0.04)	1.3 (0.36)	42.3 (20)	30.1 (6.9)	(1.0) 1.3
Cu	4.1 (0.67)	1.7 (0.25)	0.53 (0.14)	0.67 (0.23)	0.17 (0.03)	1.3 (0.28)	39.0 (26.2)	28.8 (8.3)	(1.0) 2.0
Mn	4.4 (0.84)	1.6 (0.35)	0.46 (0.85)	0.64 (0.23)	0.18 (0.05)	1.4 (0.31)	39.1 (10.2)	28.3 (7.9)	(1.2) 1.5
Zn	3.8 (0.44)	1.5 (0.19)	0.39 (0.05)	0.55 (0.15)	0.15 (0.02)	1.0 (0.18)	37.2 (3.95)	24.2 (4.0)	(0.5) 0.5
full	3.7 (0.79)	1.5 (0.32)	0.45 (0.06)	0.60 (0.12)	0.21 (0.05)	1.1 (0.35)	53.2 (22.8)	41.7 (8.3)	(1.2) 1.1



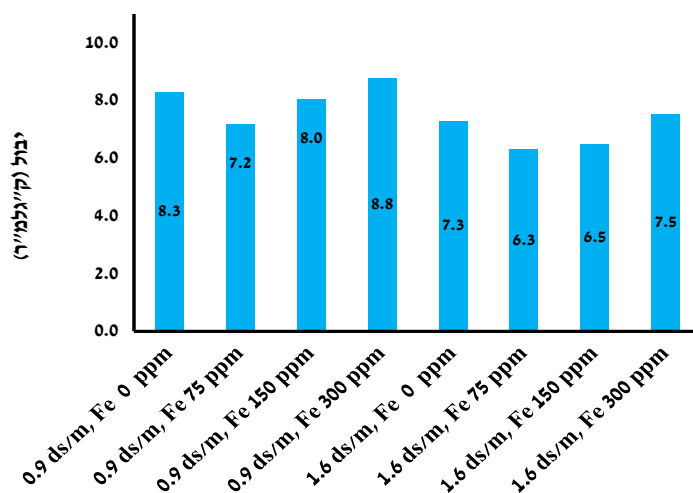
איור 5. יבול הסלרי. a - גובה הצמחים, b - משקל לצמח, c - משקל לעציץ. קווי השגיאה מייצגים את סטיית התקן.



איור 6. פירוק הניסוי 27 יוני 2023.

סלרי עלים מזן 'סמבה' נשתל ב-28.3.23 בחלקת ניסוי בחוות הניסיונות של מו"פ ערבה דרומית. מטרת הניסוי הייתה לבחון השפעה של ריכוזי ברזל צרוף על התפתחות הצמחים, השאת היבול, ותופעת כלורוזה בעלים בגידול בשטח פתוח. תכנון הניסוי כלל שני טיפולי איכות מים (0.9 דצ"ס/מ' ו-1.6 דצ"ס/מ'), כאשר לכל איכות מים היו ארבע טיפולים של ריכוז ברזל צרוף (0 ח"מ, 75 ח"מ, 150 ח"מ, ו-300 ח"מ). לכל שילוב בין איכות מים וריכוז ברזל היו 4-5 חזרות. דשן מסוג רביב 3-1.5-10 מולא בחמישה מכלים של 200 ליטר כאשר לכל אחד מהם הוספנו דשן ברזל מסוג ברק 1% בכמות הנדרשת כדי ליצור את הריכוזים הנדרשים לביצוע הניסוי ע"פ התכנון.

אסיף הסלרי התבצע ב-21.6.23. במהלך הניסוי נדגמו מדדים צמחיים (גובה צמחים ויבול), בוצעו בדיקות עלים דיאגנוסטיים, ונדגמו קרקע ומים מהחלקה. אספקת המים באיכויות הנדרשות במהלך הניסוי לא הייתה יציבה עקב תקלות חוזרות ונשנות במתפיל שבעצם הביא לכך שלא היה שוני מהותי בין רמת טיפולי איכות המים. בנוסף, ריכוז הברזל שניתן עקב טעות אנוש היה פי כמה מהמתוכן למשך תקופה עד שהתגלה, ובעצם מנע כל אפשרות לבחון את ההשפעה של ריכוזי הברזל על התפתחות הצמחים.



איור 7. יבול הסלרי. באופן כללי רואים שהיבולים בטיפולים באיכות מים 1.6 דצ"ס/מ' היו נמוכים מהטיפולים באיכות מים 0.9 דצ"ס/מ'. אמנם עקב העדר יציבות בייצור ואספקת של איכויות המים ובשילוב עם התקלה במתן ריכוז הברזל, יש להתייחס לתוצאות אלה תוך הסתייגות ולא ניתן להסיק מסקנות ברורות לגבי השפעת הטיפולים על היבול.

Zn	Cu	Mn	Fe	S	Mg	Ca	Na	Cl	K	P	N	טיפול
ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%	%	%	%	%	
22.3	3.9	20.2	54.4	2.5	0.3	1.6	1.2	3.0	4.3	0.4	3.0	0.9 ds/m, Fe 0 ppm
19.1	3.2	18.2	61.9	8.4	0.3	2.2	1.5	3.7	3.0	0.4	2.9	0.9 ds/m, Fe 75 ppm
17.2	10.8	16.7	55.3	6.3	0.3	2.3	1.8	4.0	3.2	0.3	3.0	0.9 ds/m, Fe 150 ppm
21.3	2.1	19.5	54.5	2.6	0.2	1.9	1.4	3.5	3.4	0.4	2.9	0.9 ds/m, Fe 300 ppm
17.0	3.5	19.4	55.8	4.9	0.3	1.9	1.2	3.0	3.3	0.4	3.1	1.6 ds/m, Fe 0 ppm
17.4	1.9	14.7	49.2	3.6	0.3	2.1	1.5	3.4	3.4	0.4	3.0	1.6 ds/m, Fe 75 ppm
29.0	2.0	16.3	44.8	2.0	0.4	1.8	1.3	2.9	3.7	0.4	2.8	1.6 ds/m, Fe 150 ppm
21.3	2.3	17.7	50.2	7.3	0.2	1.6	1.2	2.7	4.0	0.4	2.8	1.6 ds/m, Fe 300 ppm

**טבלה 3. ריכוזים של מינרלים בעלים לקראת האסיף.** אין מידע מספיק בספרות לגבי צריכה אפשרית של יסודות המיקרו ע"י גידולים חקלאיים שונים והתבטאות של הצריכה כריכוז מספק בעלים. בשנת 2020 אוניברסיטה של צפון קרוליינה<sup>8</sup> פרסמה סטנדרטים כאלו לגידולים שונים הגדלים בדרום ארה"ב. בהסתמך על הנתונים האלו, רמת החנקן והברזל בבדיקת עלים לעיל גבוהה מאד ( כ- 3% חנקן לעומת 1.5-1.7% מקובל, 50-60 ח"מ ברזל לעומת 20-30 ח"מ מקובל לפי הפרסום). חלקת הניסוי שימשה בעבר לניסויים בו הדישון היה עם דשנים עתירי ברזל. סביר להניח שרמות אלו בבדיקת העלים הם פועל יוצא מעודף הדישון שהושם בניסוי זה או מהצטברות בקרקע או שילוב ביניהם.

Fe	K	P	N-NH4	N-NO3	Cl	EC	עומק	טיפול
mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	ds/m		
0.60	54.46	80.70	0.17	27.50	96	0.82	0-15	0.9 dS/m, Fe 0 ppm
5.33	33.05	75.40	0.09	16.30	68	0.53	15-30	
0.62	29.87	58.20	0.05	16.20	88	0.71	0-15	0.9 dS/m, Fe 75 ppm
4.53	24.22	48.80	0.08	13.10	78	0.46	15-30	
1.38	28.46	105.50	0.10	16.40	108	0.79	0-15	0.9 dS/m, Fe 150 ppm
6.42	19.42	54.10	0.10	4.30	86	0.46	15-30	
0.71	32.61	115.90	0.09	25.00	120	0.90	0-15	0.9 dS/m, Fe 300 ppm
6.63	23.69	77.30	0.10	11.10	78	0.58	15-30	
0.35	46.25	46.00	0.09	27.90	440	1.36	0-15	1.6 dS/m, Fe 0 ppm
1.22	39.73	50.20	0.25	11.60	148	0.71	15-30	
0.21	43.00	66.20	0.10	41.60	320	1.77	0-15	1.6 dS/m, Fe 75 ppm
1.76	26.11	44.40	0.19	12.70	154	0.63	15-30	
0.33	35.57	71.90	0.46	28.30	140	1.07	0-15	1.6 dS/m, Fe 150 ppm
5.08	18.05	37.00	0.04	9.40	76	0.45	15-30	
0.70	48.23	75.10	0.10	13.70	122	0.94	0-15	1.6 dS/m, Fe 300 ppm
4.31	34.52	73.20	0.08	12.40	86	0.57	15-30	

טבלה 4. ריכוזים של מינרלים במיצוי קרקע 1:1 שנדגמה ב-10.5.23.

#### 7. מסקנות והמלצות להמשך המחקר

בעונה הקרובה (שנה ב') נתקן את מערכת הגידול בליזימטרים. המתפיל במו"פ ערבה דרומית הוחלף בחדש ויאפשר

דיוק במתן איכויות המים. נדאג גם למעקב צמוד יותר על מנת למנוע תקלות ביישום הדישון. כל הפעולות האלו יאפשרו ביצוע תקין יותר של הטיפולים. אנו ערים לכך שייתכן והצטברות בקרקע של המינרלים השפיעה על התוצאות. על כן, ועל מנת לנטרל את האפקט האפשרי הזה, בשנה ב' ניישם את היסודות המיקרו (ברזל, מנגן, אבץ, ונחושת) בגידול הנבחר (שעועית ירוקה) בריסוסי עלווה בלבד הן בליזימטרים והן בניסוי השדה. בנוסף, ניסוי השדה יתבצע בחלקה שלא גדלו עליה בשנים האחרונות.

## 8. ביבליוגרפיה

1. Dudley L., Ben-Gal A. and Shani U. 2008a. Influence of Plant, Soil and Water Properties on the Leaching Fraction. *Vadose Zone J.* 7, 420-425.
2. Ben-Gal A, Ityel E, Dudley L., Cohen S, Yermiyahu U, Presnov E, Zigmond L, Shani U. (2008) Effect of Irrigation Water Salinity on Transpiration and on Leaching Requirements: A case study for bell peppers. *Agric. Water Manag.* 95, 587-597
3. Kaner, A., Tripler, E., Hadas, E., Ben-Gal, A. (2017) Feasibility of Desalination as an Alternative to Irrigation with Water High in Salts. *Desalination.* 416, 122-128.
4. Minhas, P.S., Ramos, T., Ben-Gal, A., Pereira, LS. (2020) Coping with Salinity in Irrigated Agriculture: Crop Evapotranspiration and Water Management Issues. *Agric Water Manag.* 227, 105832.
5. Hopmans, J.W., Qureshi, A.S., Kisekka, I., Munns, R., Grattan S.R., Rengasamy, P., Ben-Gal, A., Assouline, S., Javaux, M., Minhas, P.S., Raats, P.A.C., Skaggs, T., Wang, G., De Jong van Lier, Q., Jiao, H., Lavado, R.S., Lazarovitch, N., Li, B., and Taleisnik, E. (2021) Critical Knowledge Gaps and Research Priorities in Global Soil Salinity. *Advances in Agronomy.* 169, 1-91.
6. U. Yermiyahu, A. Tal, A. Ben-Gal, A. Bar-Tal, J. Tarchitzky, O. Lahav (2007) Rethinking Desalinated Water Quality. *Science* 318/5852, 920-921.
7. Ben-Gal A, U. Yermiyahu, S. Cohen (2009) Fertilization and Blending Alternatives for Irrigation with Desalinated Water. *Journal of Environmental Quality* 38(2):529-36
8. Reference Sufficiency Ranges for Plant Analysis in the Southern Region of the United States. Southern Cooperative Series Bulletin #394, July 2000, Updated 2013.  
<https://aesl.ces.uga.edu/sera6/PUB/scsb394.pdf>

## 9. שאלות מנחות

- א. אנא פרט מהם הניסויים שבוצעו על פי תוכנית העבודה תוך התאמה למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקיפה. בוצעו הניסויים הן בליזימטר עציץ והן בניסוי שדה בגידול סלרי לפי התוכנית. אמנם תקלות בהתאמה הריכוזים של היסודות ואיכויות המים הביאו להתקדמות מינימלית הבנה שלנו.
- ב. מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח. כפי שצוין, ניסויי שנת המחקר הראשונה בוצעו לפי התוכנית אבל התוצאות לא קדמו אותנו בהבנה לגבי הצריכה והקליטה של יסודות המיקרו.

ג. **אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן.** לא הושגו בינתיים.

ד. **בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך, כולל אבני דרך כמותיות.** כל המשימות ע"פ התוכנית בוצעו אם כי התוצאות בינתיים לא קדמו אותנו בהבנה לגבי הצריכה וקליטה של יסודות המיקרו.

ה. **מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.** אנו דואגים לשפר את המערכות והבקרה. להבנתנו יתכן והצטברות היסטורית של היסודות בקרקע משפיעה על התוצאות. לכן, בשנה השנייה למחקר נבצע את ניסוי השדה בחלקה חדשה, ויבוצעו ריסוסי עלווה של היסודות במקום יישום בהדשייה. על ידי כך נתגבר על מורכבות היישום ודרך הקרקע והשלכותיו (תהליכי ספיחה, שחרור, תנועה, קליטה מהקרקע/תמיסת הקרקע, ואל הקרקע)

ו. **מהן הבעיות שנתרו לפתרון ואו שינויים טכנולוגיים שיווקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומה אמורה להיות התייחסותך להמשך.** אנו עדיין בתחילת הדרך בלימוד לגבי הצריכה של יסודות המיקרו והשפעה הבודדת והכוללת שלהם.

ז. **הפצת הידע בכנסים או פעילויות שנעשו במו"פ במהלך התקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכו').** לא הייתה הפצת ידע בכנסים. התקיימו ביקורים הדדיים של הצוותים במהלך התקופה בשני האתרים כדי ללבן את הבעיות ולשוחח על מהלך הניסוי.

ח. **פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר.** לא היו

ט. **ציין השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור.** האזור עתיד לעבור לשימוש עם מים מותפלים. תהליך ההתפלה מסלק ממי ההשקיה יונים חיובים וביניהם גם יסודות מיקרו. דישון המינרלים החסרים ובעיקר יסודות מיקרו כרוך בעלות לא מבוטלת. הוספתם דורשת מערכת דישון נוספת בתלות בהרכבם, מאחר ולא ניתן להוסיף את כל היסודות החסרים באותה תמיסת דשן בגלל אינטראקציות בין היונים השונים הגורמים לשקיעת המינרלים החיוניים. בנוסף, ובתלות סוג הגידול, המחסור יכול להתבטא באחד יסודות המיקרו (ברזל, מנגן, אבץ ואולי גם אחרים) או שילוב שלהם. על כן, כל תוכנית דישון בהשקיה עם מים מותפלים דורשת אופטימיזציה אשר תיקח בחשבון את כל המרכיבים – הרכב הדשן הכללי לשימוש, יסודות מיקרו חסרים ומינונם הדרוש, עלותם, ואופן יישומם. הידע שיתקבל מהניסויים שמתבצעים ישמש כלי עזר לקבלת החלטות נכונות לניצול מיטבי של שימוש במים מותפלים לחקלאות ירקות/גד"ש בערבה הדרומית.

י. **עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון.** לא מתוכנן שיתופי מחקר עם מו"פים אחרים.

יא. **המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר.** יתכן והצטברות בקרקע של היסודות משפיעה על התוצאות. לכן, בשנה השנייה למחקר נבצע ריסוסי עלווה של היסודות במקום יישום בהדשייה. בתקווה שהתוצאות תקדמנה את ההבנה.

יב. **פטנטים שנבעו מהמחקר.** אין



משרד החקלאות ופיתוח הכפר



קרן קימת לישראל  
K K L - J N F



מרכז המחקר והפיתוח  
SOUTHERN ARAVA R&D

## **דו"ח בנושא ייבוש תמרים לקק"ל לשנת 2023**

**שם התוכנית:** ייעול שיטות ייבוש פרי מג'הול לח לאחר הגדיד.

**חוקרים, טכנאים ושותפים:** יערה דנינו, חוקרת איכות פרי קטוף במו"פ ערבה דרומית, יורי סולוביוב, ישי אופק, ברק ירדן, טכנאים במו"פ ערבה דרומית. דני טביב, אילנה ברק, האייל אלטורי, עבד אבו שעפאן, שי שושן, בית אריזה לתמרים 'ערדום'

**תקציר:** 30% בממוצע מהתמרים הנגדדים בערבה הדרומית בשנים האחרונות זקוקים לטיפול לפני שיווק, רובם יבשים מידי ומיעוטם לחים מידי (מעל 26% לחות). בגדיד 2023 כ-11% מתוכם היו פירות לחים. במטעים של קיבוצים סמר ויטבתה מעל 40% מכמות הפרי המטופל הוא פרי לח. המחקר הנוכחי מתרכז בשיטות ייבוש של פרי מג'הול לח לפני שיווק במתקני בית האריזה 'ערדום'. נושא ייבוש תמרים אמנם נחקר בעבר אך כמויות הפרי גדלו מאד בשנים האחרונות ואיתם כמות הפרי הלח שדורש טיפול מקדים לפני אריזה (בורוכוב, ח. וחובריו 2014-2015). בערבה נהוגות כיום כמה שיטות ייבוש, חלקן מבוצעות במטעי התמרים וחלקן בבתי האריזה. המחקר בדק שלוש מהן, ייבוש בחממת ייבוש, בחדר ייבוש וברחבה מחוץ לחממה (בשמש). מקורות ואופי הפרי שנבדק היו מגוונים, הפרי לניסוי נאסף מהמטעים ביטבתה, גרופית ונאות סמדר. חלק מהפרי היה פרי לח שעבר מיון מקדים בבית האריזה וחלק פרי גולמי שלא עבר מיון כלל. הניסוי לווה בניטור רציף של חיישני טמפרטורה ולחות שהונחו במגשי הפרי בזמן הניסוי. מתוצאות הניסוי עולה שמשך הטיפול בחממה קצר משמעותית מאשר בחדר ייבוש או בשמש (קטן פי 2-5) וצמצום משקל מגש פרי בחממה הצטמצם במידה ניכרת יחסית לטיפולים האחרים (צמצום של פי 3 בהשוואה לטיפול בשמש). איכות הפרי נבדקה לפני ובסיום כל טיפול. שני מחזורי טיפול מתוך שישה מוינו בבית האריזה לפי פרמטרים מסחריים (מק"טים). לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין שלושת הטיפולים באיכות הפרי לאחר הייבוש. מכאן שלאחר שנת מחקר ראשונה ניתן להסיק שטיפול הייבוש בחממה הוא האופטימלי מבין השיטות שנבדקו. בשנה הבאה נחזור על הניסוי בשנית ונבדוק גם את אופן הייבוש במטעים בדגש על שמירת איכות הפרי. נושא נוסף שייבדק הוא אופן הבחלה וייבוש פרי בוסר במטעים.

**רקע קצר ותיאור הבעיה:** כמויות הפרי הלח (27%-37% לחות) הנגדדים בערבה הדרומית עלו באופן ניכר בשנים האחרונות בשל עונות קיץ המאופיינות בלחות גבוהה במטעים בתקופת הגדיד ועקב הגידול בכמויות הפרי הנגדדות מידי שנה. עובדה זו מציבה אתגר לתמרנים ולבתי

האריזה באזור. שני משקים בערבה הדרומית גודדים בשיטה של ניעור הגזע, שיטה הגורמת לנפילת פרי לח ובוסר מהעץ בכמויות גדולות. בגיד 2021 כ- 8% מהפרי שנארז בבית האריזה 'ערדום' נזקק לטיפול ייבוש מתוכו 20% הוגדר פרי לח. בגיד 2023 כ-244,700 ק"ג פרי נגדד כפרי לח, 11% מהפירות שעברו טיפול היו פירות לחים. ייבוש לא קפדני של הפרי עלול לגרום לפגיעה באיכותו. פרי לח הוא פרי רגיש יותר, קליפתו נקרעת בקלות, הוא נוטה להשתלפח, להימעך ולהזדהם. כיום כל משק מייבש את הפרי לפי יכולתו והבנתו, ללא בחינה מעמיקה של כלל האמצעים האפשריים (איוורור, תנורים, יבשן, עטיפה בניילונים ועוד) וללא בדיקות איכות פרי במהלך הייבוש ובסיומו.

**מטרות המחקר:** ייבוש פרי מג'הול לח לפרי עסיסי תוך שמירה על פרי איכות.

מטרות משנה:

1. ניטור את תנאי האקלים במתקני ייבוש באופן רציף לאורך תקופת הטיפול בפרי.
2. בחינת והשוואה בין אמצעי הייבוש הנפוצים באזור הערבה הדרומית.
3. בדיקת איכות הפרי לאחר ייבוש.

### **מהלך המחקר ושיטות עבודה:**

הניסוי בוצע במתקנים של בית אריזה 'ערדום'. הניטור של תנאי האקלים נעשה בעזרת חיישני טמפרטורה ולחות של חברת ELIECH. לכל משטח ניסוי הוכנסו שני חיישנים בתוך מגשי הפרי.

בחינת ייבוש מג'הול לח נעשתה במתקנים בבית האריזה האזורי 'ערדום' אליו מגיע פרי מג'הול מתשעה משקים. הייבוש נבחן בשלושה מתקנים: בחממת ייבוש (שמשמשת גם לחממת חיסוי) ומצוידת במאווררים, תנורים ויבשן ומכיל 50 משטחים בכל חממה, חדר ייבוש מכיל 24 משטחי פרי ובו תנורים וייבשן ומשטח אספלט מחוץ לחממה (שמש). נבחנו סוגי פרי שונים, פרי לח שעבר מיון ראשוני בבית אריזה ופרי גולמי בעל אופי לח לא ממוין.

בכל מחזור טיפול סומנו שני משטחים בכל מתקן ייבוש, הפירות צולמו, שלושה מגשים מכל משטח נשקלו ונלקחו דוגמאות פרי (כ-50 פירות מכמה מגשים באופן רנדומלי). בשניים ממחזורי הטיפול, כל הפרי בניסוי (סה"כ 6 משטחים למחזור טיפול) מוין לפי פרקציות מסחריות (מק"טים) בבית האריזה לאחר קירור מקדים. בסיום כל מחזור טיפול נשקלו וצולמו הפירות מששת המגשים המסומנים בכל מתקן ייבוש. דוגמאות פרי מהמגשים (כ-20-10 פירות למגש, 4-6 חזרות) נבדקו במעבדת איכות במו"פ ערבה דרומית, הבדיקות כללו, משקל, לחות פרי, פ בחינת ייבוש מג'הול לח נעשתה במתקנים בבית האריזה האזורי 'ערדום' אליו מגיע פרי מג'הול מתשעה משקים. הייבוש נבחן בשלושה מתקנים: בחממת ייבוש (שמשמשת גם

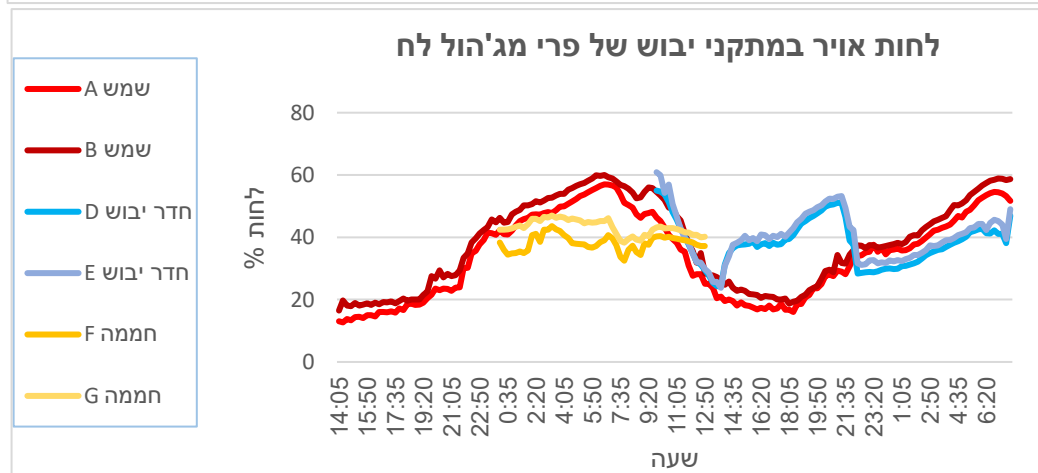
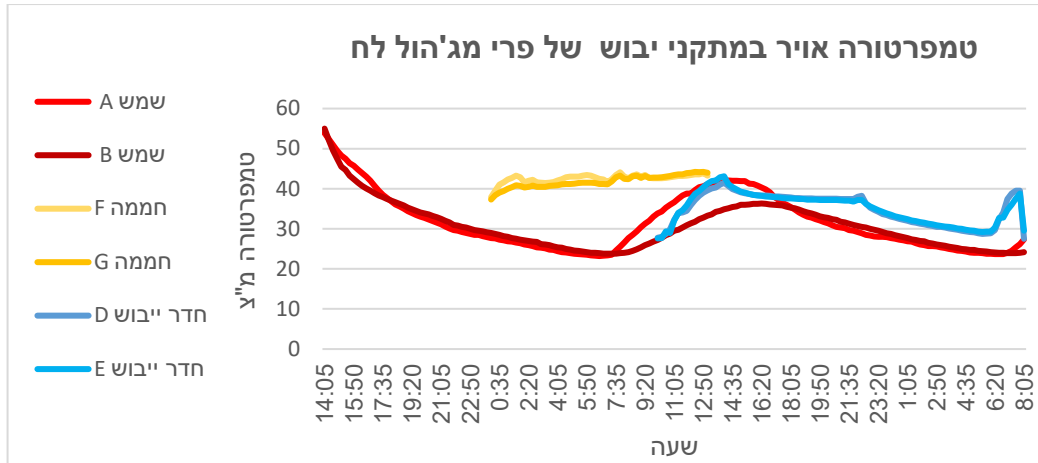


לחממת חיטוי) ומצוידת במאווררים, תנורים ויבשן ומכיל 50 משטחים בכל חממה, חדר ייבוש מכיל 24 משטחי פרי ובו תנורים ויבשן ומשטח אספלט מחוץ לחממה (שמש). נבחנו סוגי פרי שונים, פרי לח שעבר מיון ראשוני בבית אריזה ופרי גולמי בעל אופי לח לא ממוין.

**תוצאות:** במחקר הנוכחי נעשה שימוש בפרי גולמי לא ממוין בעל אופי לח או פרי ממוין לפרי "בוחל" ממשקים יטבתה, גרופית ונאות סמדר. משטחי הפרי לניסוי סומנו, 3 מגשים משני משטחים בכל טיפול סומנו ונשקלו. דוגמאות פרי נלקחו למעבדת איכות במו"פ לבדיקות לחות, משקל ופעילות מים. סה"כ נעשו 6 מחזורי טיפול (ניסוי אחד הופסק באמצע), הפירות הוכנסו לחממה, לחדר ייבוש וחלק הושארו בשמש לייבוש. בשני מחזורים מתוך השישה מיון הפרי בסיום הייבוש בבית אריזה להתפלגות פרי לאיכויות שונות (לפי מק"טים). הפרי נבדק גם בסיום כל ניסוי. התנאים במתקנים השונים הופעלו בהתאם להוראות צוות בית אריזה: חממת ייבוש עם תנורים ויבשן (40-45 מ"צ, לחות 30%), משטח אספלט בערדום (25-40 מ"צ, 20-60%) תלוי במזג האויר בחוץ, וחדר ייבוש עם יבשן ותנור (40 מ"צ, לחות 30-40%).

הגרפים הבאים מייצגים את נתוני החיישנים שהונחו במגשי פרי במשטחים, תנאי האקלים ששררו ב-5-6/9/23 בשמש בשטח בית האריזה, בחממה ובחדר ייבוש. מהגרפים עולה שהטמפרטורה בחממה הייתה הגבוהה ביותר ונעה בין 40-45 מ"צ, אחריה בחדר הייבוש כ-40 מ"צ ואילו בשמש הטמפרטורה נעה בין 40 מ"צ בצהרי היום לבין 25 מ"צ בשעות הבוקר המוקדמות. רמת הלחות הייתה יותר תנודתית בהשוואה לטמפרטורה, בייבוש בשמש היא הגיעה ל-60% בשעות הבוקר ול-25% בשעות הערב המוקדמות. בחדר הייבוש נעה לחות האויר בין 30-40% ובחממה בין 25-35%.





גרף מס' 2 : מציג נתוני חיישנים במשטחי פרי גולמי מיטבתה בזמן ייבוש בחממה, בחדר הייבוש וברחבה של בית האריזה 'ערדום' (שני חיישנים לכל אתר), בדיקת הטמפרטורה (למעלה) ולחות האויר (למטה). הבדיקה התבצעה בתאריכים 26-28/9.

משני הניסויים נראה שהתנאים במתקנים לא תמיד נשמרים. הם תלויים במזג האוויר בחוץ, באופי הפרי וביכולת הפעלת המתקנים. אם זאת ניתן לראות שהתנאים בחממה נשמרים בצורה טובה ומספקים תנאי ייבוש מיטיבים.

הטבלה הבאה מסכמת חלק מתוצאות איכות הפרי שהתקבלו מששת הניסיונות שבוצעו בבית האריזה.

מועד תחילת ניסוי	זמן ייבוש בשעות	מקור	טיפול ייבוש	משקל פרי בודד	לחות	פעילות מים
4/9/23	7	יטבתה גולמי	חממה	17.0	24.7	0.70
				2.7	3.0	0.03
	70	יטבתה גולמי	שמש	18.1	20.8	0.68
				3.5	2.9	0.01
5/9/23	35	גרופית ממוין	חממה	19.9	23.1	0.70
				3.0	1.3	0.01
	48	גרופית ממוין	חדר ייבוש	20.5	22.2	0.68
				3.7	1.7	0.02
	53	גרופית ממוין	שמש	20.7	24.0	0.71
				3.2	1.4	0.01
21/9/23	7	נאות סמדר ממוין	חממה	21.5	20.2	0.69
				3.9	1.6	0.02
	25	נאות סמדר ממוין	שמש	22.7	19.5	0.67
				4.8	0.3	0.02
22/9/23	43	יטבתה ממוין	חממה	23.6	18.6	0.64
				3.5	1.7	0.02
	72	יטבתה ממוין	שמש	23.7	18.4	0.66
				4.0	5.0	0.10
26/9/23	13	יטבתה גולמי	חממה	18.0	23.2	0.69
				5.2	3.2	0.05
	22	יטבתה גולמי	חדר ייבוש	18.8	24.6	0.73
				7.1	5.6	0.07
	120	יטבתה גולמי	שמש	17.5	16.8	0.62
				4.8	5.2	0.07

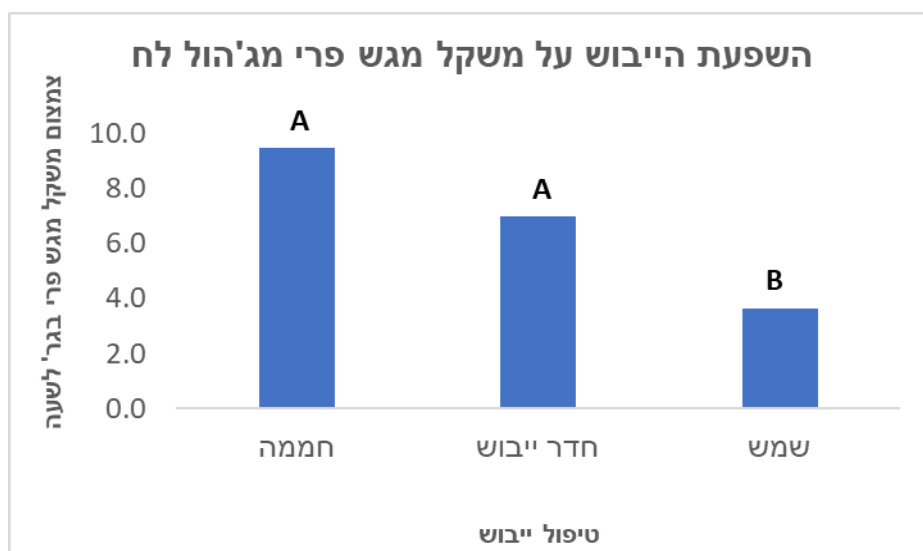
טבלה מס' 1: בדיקות איכות של פרי מג'הול לאחר ייבוש בחממה, בחדר ייבוש ובמשטח מחוץ לחממה. הבדיקות בוצעו לאחר הייבוש וכללו, משקל פרי בודד (כ-20 פירות), תכולת מים (-2 3 חזרות) ופעילות מים של הפרי (3 חזרות). המספרים המודגשים- ממוצע, מספרים לא מודגשים- סטיית תקן.

בטבלה מס' 2 מוצגות תוצאות של חישוב צמצום ממדי איכות הפרי לאחר ייבוש.

מועד ייבוש	מקור	טיפול ייבוש	צמצום משקל לשעה בגרם	% צמצום משקל לשעה	% צמצום לחות לשעה	צמצום פעילות מים לשעה
4/9/23	יטבתה גולמי	חממה	0.23	1.23	3.25	1.30
		שמש	0.01	0.04	0.50	0.17
5/9/23	גרופית ממוין	חממה	0.07	0.34	0.66	0.19
		חדר ייבוש	0.04	0.18	0.59	0.18
21/9/23	נאות סמדר ממוין	שמש	0.03	0.14	0.35	0.09
		חממה	0.20	0.89	1.26	-0.01
22/9/23	יטבתה ממוין	שמש	0.01	0.04	0.47	0.08
		חממה	0.04	0.14	0.79	0.30
26/9/23	יטבתה גולמי	שמש	0.02	0.08	0.48	0.13
		חממה	0.22	1.06	0.78	0.78
		חדר ייבוש	0.10	0.46	0.59	0.21
		שמש	0.03	0.13	0.34	0.16

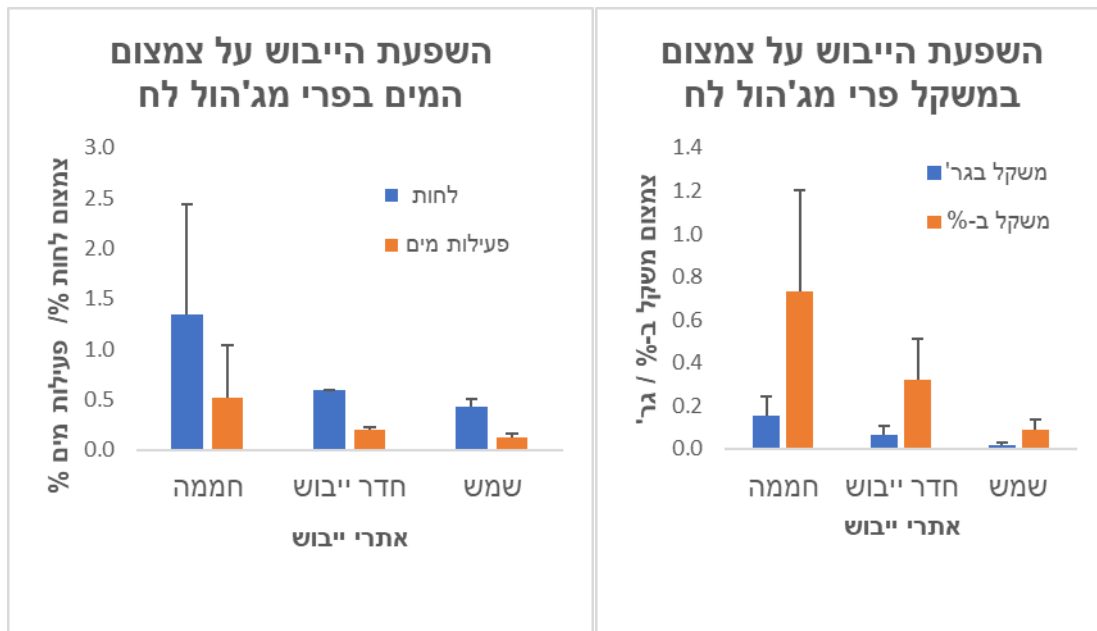
טבלה מס' 2: השפעת אופי ייבוש פרי מג'הול לח בחממה, חדר ייבוש ושמש על צמצום במשקל פרי, בלחות ובפעילות מים של הפרי. התבצעו 5 מחזורי טיפול של ייבוש פרי מג'הול בגיד 2023 ממטעים יטבתה, גרופית ונאות סמדר. לכל טיפול 3-6 חזרות.

בגרף הבא מופיעות תוצאות של השפעת הייבוש על משקל מגשי פרי בתום הייבוש, מהגרף ניתן לראות שצמצום משקל של מגש פרי בחממה היה הרב ביותר, כ- 9.5 גרם לשעה, אחריו בחדר יבוש ב-7 גרם לשעה ולבסוף בשמש ב-3.6 גרם לשעה. כשנבדק צמצום המשקל הכללי של המגש לאורך כל הייבוש לא נמצא הבדל סטטיסטי, צמצום המשקל הכללי היה 160-200 גר'.



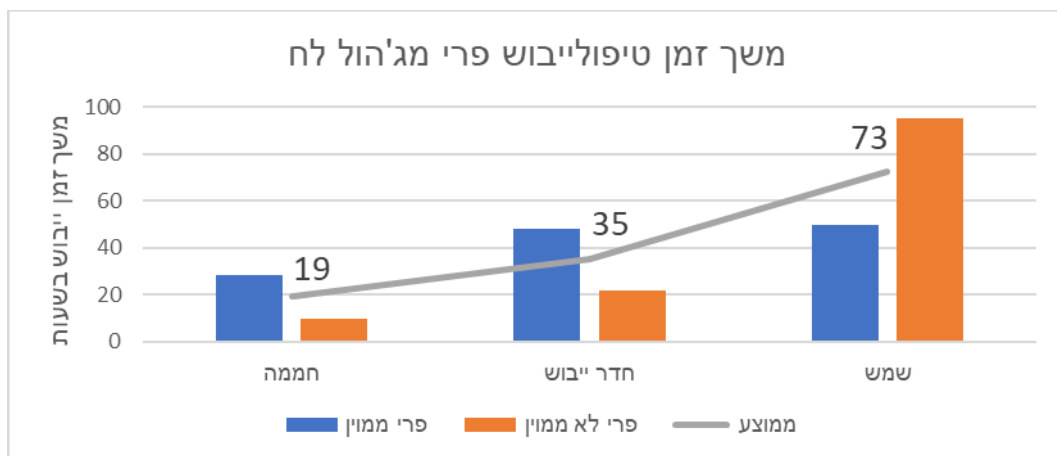
גרף מס' 3 : השפעת אופן הייבוש על צמצום משקל מגש פרי לח לאחר ייבוש בגר'. התוצאות הן ממוצע של חמישה ניסויים שהתבצעו במתקני בית אריזה 'ערדום', בחממה, בחדר ייבוש ובשמש (משטח אספלט מחוץ לחממה) במהלך גיד 2023. 6 חזרות לכל טיפול בכל אתר ייבוש.

בגרפים הבאים מתוארת השפעת הייבוש על מדדי איכות של הפרי. נמצא שהצמצום במשקל הפרי בחממה הוא הגדול ביותר מבין שלושת הטיפולים וכן צמצום בתכולת ובפעילות המים.



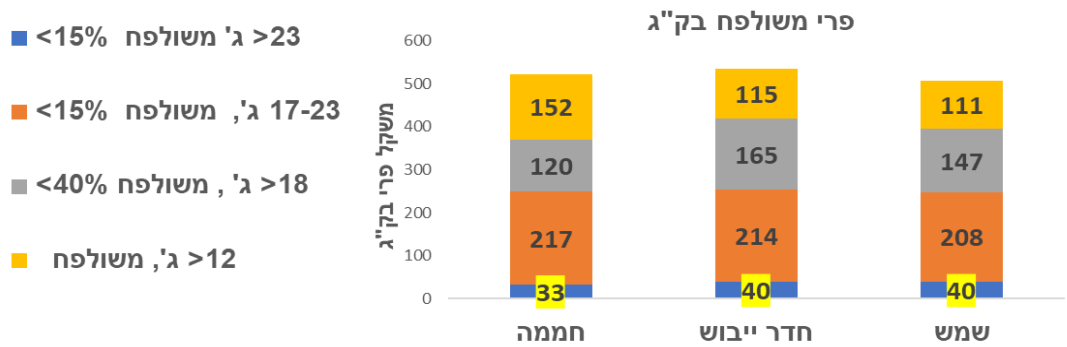
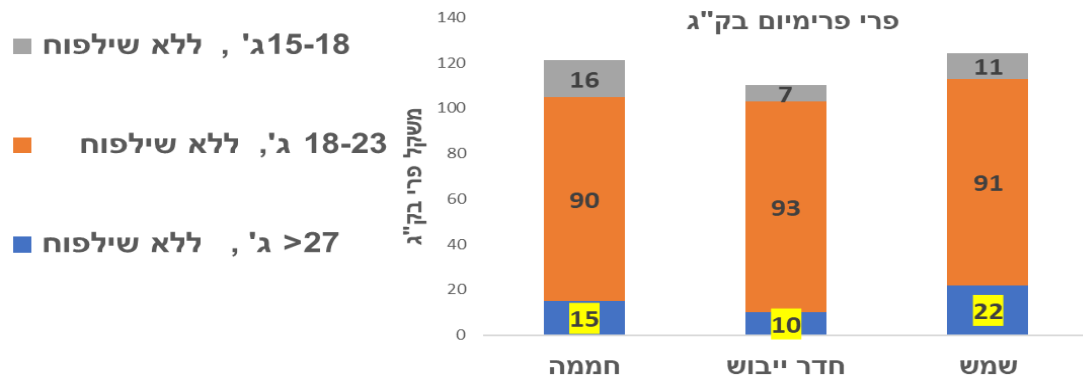
גרף מס' 4: השפעת אופן הייבוש על צמצום מדדי איכות של פרי לח חושבו ערכי צמצום לשעה של משקל פרי בגר' וב-% (מימין), וצמצום לחות הפרי ופעילות המים ב-% (משמאל). הניסוי התבצע במתקני בית אריזה 'ערדום', בחממה, בחדר ייבוש ובשמש בחמישה ניסויים במהלך גדיד 2023.

בגרף הבא מתוארים משכי זמן של ייבוש פרי מג'הול לח ממוין ופרי גולמי (לא ממוין) בשלושת המתקנים ב-5 ניסויים שבוצעו השנה בבית האריזה 'ערדום'. מתוצאות הניסויים עולה בבירור שזמן הייבוש בחממה הוא קצר באופן משמעותי, כ-19 שעות בממוצע, אחריו טיפול בחדר ייבוש כ-35 שעות ולבסוף טיפול בשמש כ-73 שעות בממוצע.

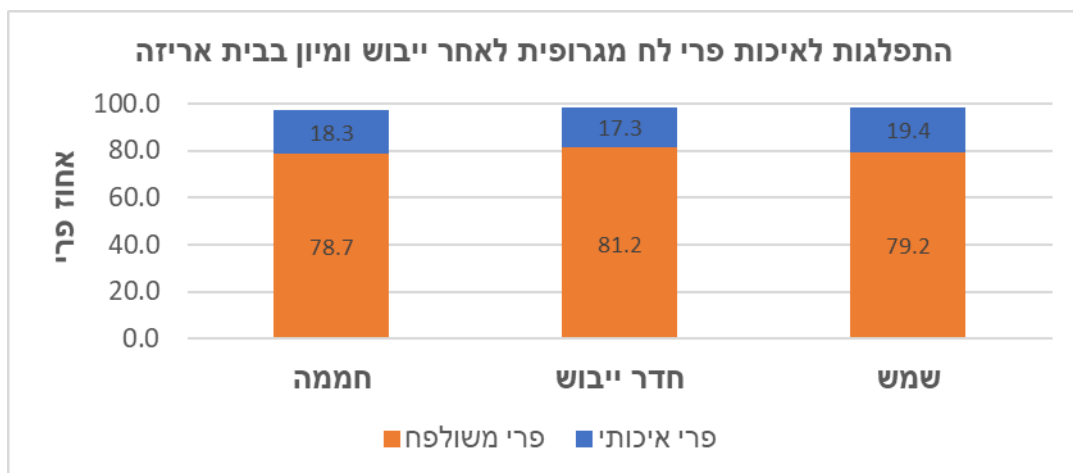


גרף מס' 5: משך ייבוש פרי (שעה) בפרי ממוין לבוחל (עבר מיון מקדים בבית האריזה) ובפרי גולמי (פרי לא ממוין) בשלושה טיפולי ייבוש - חממה, חדר ייבוש ושמש בחמישה מחזורי טיפול במהלך גדיד 2023.

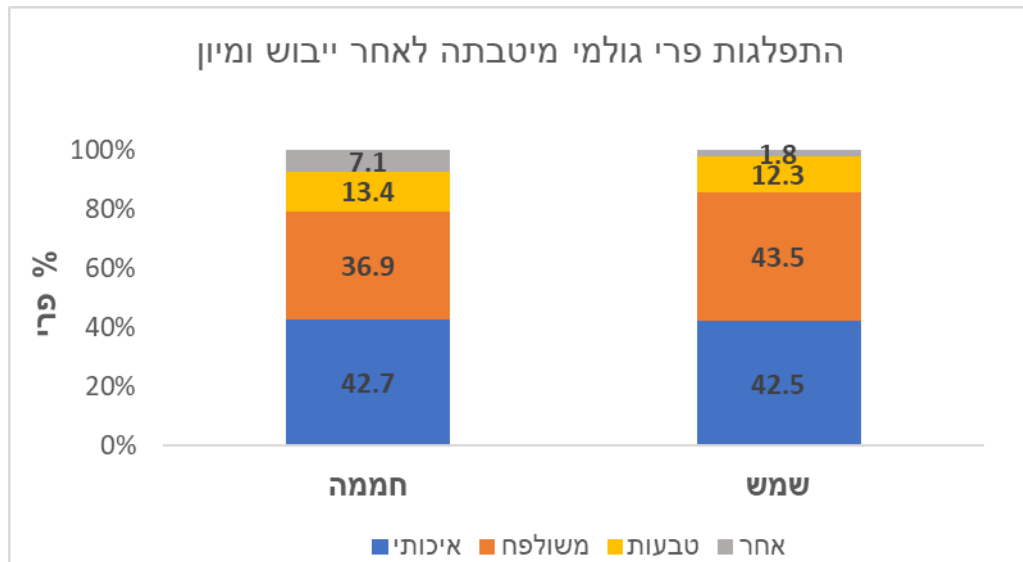
בגרפים הבאים מפורטים איכויות הפרי בניסוי בפרי לח מגרופית לאחר מיון בבית האריזה על פי קריטריונים מסחריים של גודל ושילפוח (מק"טים).



גרף מס' 6: שני גרפים המתארים את כמות בק"ג של פרי איכותי (פרימיום) (למעלה) ופרי משולפח לפי מק"טים מסחריים (חוברת גדיד 2023) לאחר ייבוש במתקני ייבוש בבית האריזה. הפרי נלקח ממטע גרופית ב-5/9/23 ומיון מיון מקדים לפרי לח לפני ייבוש. בגרף הבא מתוארת התפלגות כללית של הפרי לאחר הייבוש באחוזים.



גרף מס' 7 : אחוז התפלגות פרי ב-7% לאחר ייבוש של פרי לח מגרופית לפרי איכותי (פרימיום) ופרי משולפח. התוצאות הם סיכום של שני משטחי פרי לכל טיפול ייבוש. הניסוי התבצע ב-5/9/23. בגרף הבא מתוארת התפלגות הפרי לאיכויות לאחר ייבוש ומיון בבית האריזה של פרי גולמי מיטבתה.



גרף מס' 8 : התפלגות הפרי (%) לאיכויות בשני טיפולי ייבוש - בחממה ובשמש. התפלגות לפרי איכותי, פרי משולפח, טבעות ואחר. התוצאות הם סיכום של מיון שני משטחי פרי לכל טיפול. איכות הפרי נמדדת לפי גודל פרי, רמת שלפוח ופגמים נוספים בפרי (מק"טים). הניסוי התבצע ב-26/9/23 מפרי מג'הול גולמי ממטע יטבתה.

כאשר סוכמים את כלל הפרי לאיכותי (פרימיום) ומשולפח, בניסוי של פרי מגרופית ב-5/9/23 נמצא שאין הבדל משמעותי בין הטיפולים באחוז פרי איכותי ומשולפח. רוב הפרי כ-80% מהפרי השתלפח לאחר הייבוש, ורק 17-19% מהפרי בכל הטיפולים מוגדר פרי איכותי. בניסוי בפרי גולמי מיטבתה, הייתה תקלה בחדר ייבוש (תוצאות לא מוצגות). בהשוואה בין פרי מהחממה לפרי בשמש נמצא גם כאן שאין הבדלים משמעותיים, כ-42% פרי איכותי בשניהם, בשמש יש כ-7% יותר פרי משולפח מאשר בחממה.

בתמונות הבאות ניתן לראות את מופע הפרי לפני טיפול הייבוש ובסיומו.





תמונה מס' 1: ארגזי פרי לח ממוין מיטבתה לפני טיפול ייבוש ובסיומו, בשמש (למעלה-מימין לשמאל) ובחממה (למטה-מימין לשמאל). הניסוי התבצע ב-22/9/23.

בסיום טיפולי הייבוש הפרי מתייבש, משתלפח ומתכהה מעט.

בניטור תנאי האקלים בהבחלה וייבוש פרי בוסר ופרי בוחל חלקי כוסו שני משטחים במטע קטורה של פרי לא בשל ביריעת PVC למשך 24 ו-36 שעות בהשוואה לפרי שלא כוסה, בהמשך הכיסוי הורד והפרי עמד בשמש עד ייבושו הסופי. מהתוצאות עולה שכיסוי PVC מעלה את הטמפרטורה והלחות מתחת לכיסוי. הטמפרטורה עולה לכ-50 מ"צ בשיא היום בהשוואה לטמפרטורה בחוץ שעומדת על כ-40 מ"צ באותן שעות, הלחות מתחת לכיסוי מגיעה לכ-60% בשעות אחר הצהריים בעוד שבחוץ לחות האויר עומדת על 20-30%. הכיסוי מאריך את משך הזמן (משעה 17:00 בערב עד שעה ל-7:00 בבוקר) של טמפרטורה ורמת לחות גבוהות המאפשרות את הבחלת הפרי ללא יבושו. הייבוש נעשה לאחר הורדת הכיסוי.

**דין ומסקנות:** ייבוש פרי לח (30-27% לחות) ופרי לח מאד "בוחל" (> 30%) מתבצע במטעים ובבתי האריזה בערדום וביהל בערבה הדרומית. בשל גידול בכמויות הפרי ושיטת הגדיד המכני כמויות הפרי הלח שמצריכות ייבוש לפני שיווק עולות משנה לשנה. המחקר הנוכחי התרכז במתקני הייבוש בבית האריזה אליו מגיע רוב הפרי ממטעי התמרים בערבה הדרומית. בעבר נעשו ניסיונות לנטר ולבדוק פרי לאחר ייבוש, בעיקר בחדרי הייבוש בבית האריזה 'ערדום'

(דנינו, י. וחובריו 2016), במהלך השנים השתפרו היכולות הטכנולוגיות, נבנתה חממת ייבוש חדשה והוספו אמצעי ניטור. המחקר השנה בדק שלוש שיטות מקובלות לייבוש הפרי בערבה, ייבוש בשמש, ייבוש בחממה וייבוש בחדר ייבוש. הפרי לניסוי הגיע ממשקים שונים עם שונות גדולה בתכולת המים בפרי ובאופי הפרי (התפלגות איכויות הפרי במגש). המחקר התבצע לאורך תקופת הגידול מסוף אוגוסט עד אמצע אוקטובר בתנאי אקלים שונים המשפיעים על תוצאות ייבוש הפרי. מתוצאות השנה הראשונה עולה שפרי בחממה מתייבש מהר יותר באופן מובהק מאשר פרי שהושאר בשמש. איכות הפרי בשני מחזורי הטיפול בהם בוצע מיון בבית האריזה היה דומה בכל אתרי הייבוש. נמצא באופן ברור שהפרי בחממה סבל משלפוח במהלך הייבוש במידה שווה בכל הטיפולים. רמת השילפוח בפרי הלח מגרופית הייתה גבוהה והגיעה לכ-80% ו-20% פרי פרימיום בלבד זאת בניגוד לתוצאות מחקר בפרי לח ובוחל שייבוש בתנאי מעבדה והגיע לכ-30-40% שלפוח של פרי בוחל ולכ-20% שילפוח של פרי לח מכלל הפרי (דנינו, י. 2022). ככל הנראה פרי לח או בוחל המגיע לייבוש בבית האריזה חלקו משולפח טרם הכנסתו לחממה. לעומתו פרי גולמי מיטבתה הכיל מעל 40% פרי פרימיום. השנה התאפיין הפרי שהגיע לבית אריזה 'ערדום' בפרי משולפח וקטן מכל המטעים. עוד נמצא שפרי גולמי בעל אופי לח הכולל פרי בוסר צהוב ובוחל חלקי לא מתאים לייבוש ללא מיון מקדים. לסיכום למרות השוני הגדול בין מחזורי הטיפול מבינת מזג האוויר ואופי הפרי, ניתן לומר ששיטת הייבוש המומלצת היא ייבוש בחממה, זו שיטת הייבוש המהירה ביותר, הכנסת היבשן לחממה הורידה את רמת הלחות ב-10% (בהשוואה לשנה שעברה) וזירזה את זמן הייבוש. הייבוש בחדר ייבוש נמצא פחות יעיל, לא מנע שילפוח (אורן, ח. 2014) וכן בשל תנאים לא יציבים ומקום אחסון קטן יחסית לחממה. טיפול הייבוש בשמש הוא החסכוני ביותר אך אורך זמן רב ומצריך שטח אחסון גדול. לנוכח מתקני הייבוש הנמצאים כיום בבית האריזה מומלץ להעדיף את חממת הייבוש. במידה ואין מקום בחממה ניתן להשאיר את משטחי הפרי בשמש במקום חשוף לרוח צפונית. ניתן לשלב בין ייבוש בשמש וייבוש בחממה. יש צורך לחזור על הניסוי בשנת המחקר הבאה כדי לאמת את התוצאות.

### **ביבליוגרפיה:**

1. אורן, ח. (2014) שימוש ביבשן סופח לחות למיזעור בתהליך ייבוש תמרים מזן מג'הול
2. בורוכוב, ח., י. דנינו, ב. לוצקי, ס. יודנשטיין, א. גרינברג, א. ניצן, ד. די-קסטרו, א. ליכטר (2014, 2015) "שיפור איכות פרי מג'הול לאחר הגידול" דו"חות שנתיים למדען הראשי במסגרת מ"פ ערבה דרומית (קוד תכנית 14-0149-645).
3. דנינו, י., ח. בורוכוב, ד. די-קסטרו, י. אוהב, א. ברקר, א. ליכטר (2016). יעול ושיפור תהליכי הידרציה וייבוש של פרי מג'הול במתקני בית האריזה.
4. דנינו, י. סולוביוב, י. ברק, י. (2020-2022) אופטימיזציה של תנאי האקלים בטיפול הידרציה וייבוש בתאים בתנאי מעבדה.

5. חוברת גדיד 2023, ערדום מפעלים אזוריים אגש"ח בע"מ.



משרד החקלאות ופיתוח הכפר



שם התוכנית: לימוד אופן הבחלה מיטבי של זני מנגו בכירים בערבה הדרומית ובדיקות איכות הפרי לאחר הבחלה ובחיי מדף.

חוקר ראשי ושותפים: יערה דנינו, חוקרת איכות פרי קטוף, יורי סולוביוב, ישי אופק, ברק ירדן, טכנאים במו"פ ערבה דרומית.

סטטוס התוכנית: נמשכת

מועד התחלה וסיום התוכנית: 2023-2025

**תקציר:** ענף המנגו הוא אחד מענפי הגידול החשובים והרווחיים בישראל. בארץ יש כ-25 אלף דונם, 30% מהם מיועדים ליצוא, היקף היבולים לשנת 2023 היה 50-80 אלף טון. בערבה היבול מגיע כיום למעל 1000 דונם נטוע, בשנה שעברה שווקו מעל 1500 טון פרי מהערבה. הפרי מהערבה מגיע מוקדם לשווקים ופודה מחירים יפים, היבול גבוה והפרי באיכות גבוהה. כיום בערבה הדרומית רק משק אחד (קיבוץ אילות) מגדל מנגו באופן מסחרי. במו"פ ערבה דרומית ניטע מטע מנגו בשנת 2017. במטע נשתלו שלושה זנים: 'טלי', 'אורלי' ו'טומי'. העצים הושקו בשלוש רמות מליחות. הפרי למחקר הנוכחי נאסף מעצים שהושקו ב-1.6 דצ"ס/מ'. המחקר בוחן את משך ההבחלה האופטימלי לקבלת פרי בכיר ואיכותי לשוק המקומי. בניסוי נבדקו 4 משכי זמן של הבחלה- 0, 24, 48 ו-72 שעות. לאחר מכן הפרי אוחסן ב-12 מ"צ עד הבשלה. פרי שלא הובחל כלל (ביקורת) אוחסן ב-20 מ"צ עד הבשלה. הפירות נבדקו ביום הקטיף ולאחר הוצאה מחיי מדף. מתוצאות המחקר בשנת המחקר הראשונה נמצא שהבחלה המיטבית של שלושת הזנים הייתה למשך 48 שעות. לאחר 4 ימים נוספים בחיי מדף ב-12 מ"צ התקבל פרי איכותי מוכן לשיווק. עוד נמצא שהקטיף הראשון שבו מתקבל פרי איכותי הוא מהשבוע השני בחודש יוני (7/6) ובמשך חודש יוני. ככל שהעונה התקדמה, איכות הפרי עלתה ברוב הפרמטרים, בעיקר ברמת הסוכר (כמ"מ) ובחומר היבש. זנים 'טלי' ו'אורלי' הצטיינו באיכות הפרי לעומת זן טומי שהצטיין בכמות היבול. אם זאת נראה שזן טומי אינו בכיר דיו וטעמו לאחר הבחלה הוא בינוני. הקטיף המשיך עד תחילת חודש אוגוסט אך בשלב הזה רמת המחירים צונחת ואין לגידול מנגו בערבה יתרון יחסי על פני אזורים אחרים בארץ.

**רקע קצר ותיאור הבעיה:** גידול התמרים בערבה הדרומית חווה ירידה ברווחים בשנים האחרונות, אי לכך יש רצון מצד החקלאים למצוא גידולים נוספים שמתאימים לתנאי האקלים בערבה. בשנים האחרונות יש בחינה מחדש לגידול מנגו באזור. איכות המים אמורה להשתפר בשנים הקרובות וישנם זנים בכירים חדשים בשוק. כיום רק משק אחד, קיבוץ אילות מגדל מנגו

בהצלחה חלקית. בשלוש השנים האחרונות מתקיים מחקר במטע מנגו צעיר בן 6 במו"פ ערבה דרומית של כ- 300 עצים הבודק את השפעת ההשקיה ברמות מליחות שונות על כמות היבול, התפתחות העץ ומדדי איכות נוספים. הזנים הנטועים הם 'טלי', 'אורלי' ו'טומי', זנים בכירים המבשילים על העץ בחודש יולי-אוגוסט. הזנים 'טלי' ו'אורלי' הם זנים ישראלים חדשים יחסית שטרם גודלו בערבה הדרומית. זן 'טומי' הוא זן בכיר ותיק. המחקר הנוכחי בא לבדוק את התכנות של גידול זנים בכירים וחדשים בערבה הדרומית תוך בחינת משך הבחלה וחיי מדף אופטימליים שיאפשרו את הקדמת עונת השיווק לחודש יוני בזמן שיש מעט מתחרים בשוק המקומי והפדיון גבוה.

**מטרות המחקר:** לימוד על איכות פרי של זני מנגו בכירים בערבה הדרומית תוך דגש על הקדמת הקטיפה לחודש יוני.

מטרות משנה:

1. בחינת משך ההבחלה (ללא הבחלה, 24 ש', 48 ש' ו- 72 ש') של שלושה זני מנגו בכירים בחלקת המנגו במו"פ.
2. בחינת מועדי הקטיפה להבחלה (5 קטיפים מסוף מאי עד סוף יוני) האופטימליים של שלושה זנים בכירים בחלקת המנגו במו"פ.
3. בדיקת איכות הפרי בקטיפ ובחיי מדף על פי מדדים שנמצאו מתאימים באזורי גידול אחרים.

**מהלך המחקר ושיטות עבודה (תכנון לעומת ביצוע):**

	ביצוע	המשימה בהצעה	מספר משימה שנה א'
	<p>במטע מנגו צעיר בן 6 במו"פ ערבה דרומית בוצעו בקיץ 2023 חמישה קטיפים של פרי משלושה זנים 'טלי', 'אורלי' ו'טומי' במועדים 30/5/23, 7/6/23, 19/6/23, 26/6/23, 3/7/23 ו-10/7/23.</p>	<p>ביצוע 4 קטיפי מנגו משלושה זנים בחלקת המנגו במו"פ.</p>	1
	<p>בכל מועד בניסוי נקטפו כל הפירות שהתאימו להבחלה (בעיקר מגודל מסוים ומופע חיצוני של הפרי), כל הפרי מכל עץ נשקל לצורך הערכת יבול. כ-100 פירות נלקחו באופן רנדומלי מעצי הניסוי וחולקו ל-4 סלסלות מחוררות. הסלסלות הוכנסו למכולת הבחלה עם תנאים של 100ppm אתילן ב-20 מ"צ ובלחות של 95% למשך פרקי זמן שונים: 24ש', 48ש' ו-72ש'. סלסלה נוספת הוכנסה לאחסון ב-20 מ"צ ו-65% לחות ללא הבחלה כלל (סה"כ 4 טיפולים). לאחר ההבחלה הועבר הפרי לאחסון בקירור ב-12 מ"צ עד הגעה לבשלות (6 ימים סה"כ כולל זמן ההבחלה).</p>	<p>העמדת ניסוי להבחלת הפרי במשכי זמן שונים במתקן הבחלה במו"פ.</p>	2

	<p>10 פירות מכל זן בכל מועד הועברו מיד לאחר הקטיף למעבדה במו"פ ערבה דרומית לבדיקות איכות. הבדיקות כללו, צילום הפרי, משקל, צבע קליפה (% צבע אדום בקטיף וצבע צהוב בחיי מדף), צבע ציפה (לפי לוח: 1-פרי בוסר, 8-פרי בשל), מוצקות (ידנית: 1- קשה, 5- רך), סוכר ( כ.מ.מ) (רפרקטומטר דיגיטלי מתוצרת ATAGO), וחומר יבש (10 ג' פרי ב-105 מ"צ בתנור למשך 24 ש'). בתום חיי המדף הפרי בסלסלות הועבר גם כן למעבדה ונעשו בדיקות דומות. נעשו גם מבחני טעימה לפרי מקטיף 19/6/23 בתום חיי מדף.</p>	<p>ביצוע בדיקות איכות פרי לאחר קטיף ובסיום הבחלה לפי מדדים מקובלים.</p>	<p>3</p>

**תוצאות ביניים:** הקטיפים החלו ב-30/5 והסתיימו ב-10/7/23. בקטיף הראשון נקטפו הזנים 'טלי' ו'אורלי' בלבד ובקטיף האחרון נקטף פרי מזן 'טומי' בלבד. בטבלאות הבאות מוצגות תוצאות בדיקות האיכות בפרי לאחר קטיף (לפני ההבחלה) לפי מועד קטיף ולפי זן. מכל מועד, טיפול זן נלקחו במועדי הקטיף כ-10-20 פירות. נבדקו גם פירות ברמות מוליכות של 0.9 ו-3.2 דצ"ס/מ' (תוצאות לא מוצגות).

מועד קטיף	רמת הבשלה	צבע ציפה	משקל פרי	כמ"מ	חומר יבש
30/05/2023	B	1.00	274.70	B	13.49
07/06/2023	A	1.27	342.78	AB	
19/06/2023	B	1.00	350.56	B	13.33
26/06/2023	B	1.00	359.64	A	14.75
03/07/2023	B	1.00	311.78	AB	15.49
10/07/2023	B	1.00	397.68	AB	15.42

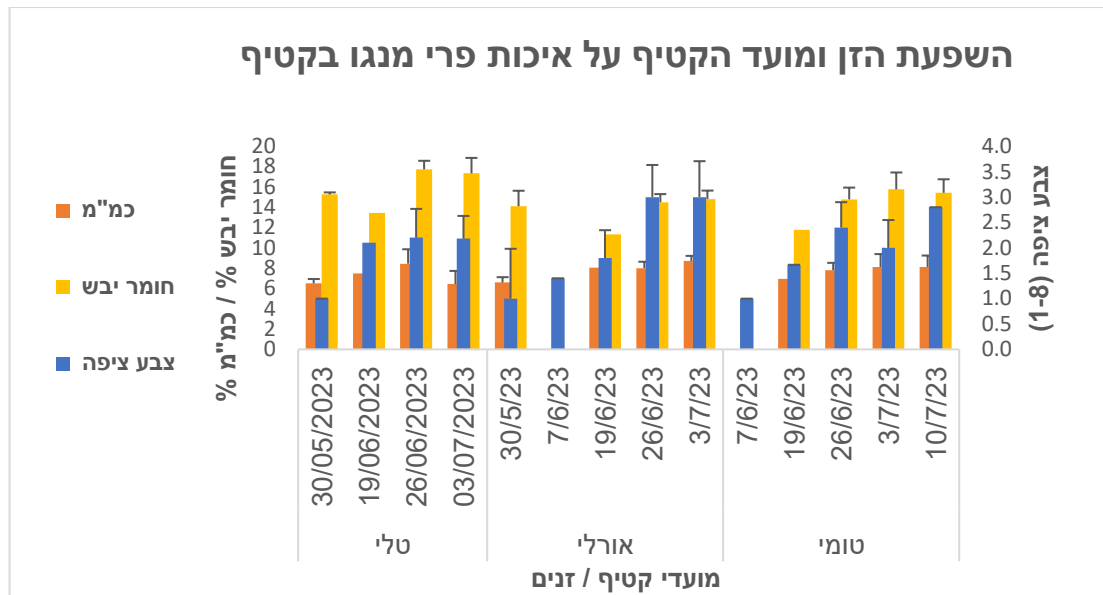
טבלה מס' 1: מדדי איכות פרי ב-6 מועדי קטיף. הבדיקות בוצעו במועד הקטיף או יום אחריו. המספרים מציינים ממוצע של כ-10 פירות, האותיות מציינות מובהקות ( $P < 0.05$ ) לפי מבחן Tukey HSD. ב-7/6 בטעות לא נעשו בדיקות כמ"מ וחומר יבש. מהתוצאות עולה שרוב הפרמטרים, צבע ציפה, משקל, כמ"מ וחומר יבש עולים ככל שעונת הקטיף נמשכת מלבד רמת ההבשלה שנשאר די קבוע. בטבלה מס' 2 מוצגים נתוני איכות של הפרי לכל זן.

זן	רמת הבשלה	צבע ציפה	משקל פרי	כמ"מ	חומר יבש
טלי	A	1.77	323.03	B	15.09
אורלי	A	2.01	330.83	AB	13.54
טומי	A	1.81	357.14	A	14.20

טבלה מס' 2: מדדי איכות לפרי מזנים טלי, אורלי וטומי שנקטף להבחלה. המספרים מציינים ממוצע של כ-10 פירות, האותיות מציינות מובהקות ( $P < 0.05$ ) לפי מבחן Tukey HSD.

מהתוצאות בטבלה עולה שההבדלים בין הזנים מופיעים במדדים של משקל הפרי, כמ"מ וחומר יבש. המשקל הגבוה ביותר הוא של זן 'טומי', אחריו פרי מזן 'אורלי' ולבסוף פרי מזן 'טלי'. כך גם ברמת הסוכר בפרי. בחומר יבש פרי מזן טלי ערכו גבוה יותר מהזנים האחרים. לא נמצאו הבדלים באיכות הפרי בין 3 רמות מליחות המים להשקיה מלבד רמת הסוכר בפרי שבה נמצא שפרי ברמת מליחות 3.2 דצ"ס/מ' גבוהה יותר מאשר פרי ברמות מליחות 0.9 ו-1.6 דצ"ס/מ' (תוצאות לא מוצגות).





גרף מס' 1: מדדי איכות (צבע ציפה, כמ"מ וחומר יבש) בשלושה זני מנגו בכירים ביום הקטיף במועדי קטיף שונים. העמודות הן ממוצעים של 10 פירות, הקווים מציינים סטיית תקן. התמונות הבאות מתארות פרי משלושה זנים לאחר קטיף ב-19/6/23.



איור מס' 1: צבע קליפה (למעלה) וציפה (למטה) בפירות מנגו בכירים משלושה זנים: 'טלי', 'אורלי' ו'טומי' ב-19/6, ביום הקטיף השלישי (לפני הבחלה).

**לאחר הבחלה** הפרי הועבר להמשך חיי מדף למשך 3-5 ימים (סה"כ 5-6 ימים מיום הקטיף). פירות שלא עברו הבחלה כלל אוחסנו בחדר בטמפ' של 20 מ"צ למשך כ-14 יום בממוצע, תלוי בזן ובמועד קטיף. הפרי הוצא מחיי מדף כאשר רוב הפרי בסלסלה היה מוכן לאכילה. הטבלה הבאה מציגה את תוצאות בדיקות האיכות של פירות מנגו משלושה זנים בחיי מדף לאחר הבחלה וחיי מדף.

חומר יבש		כמ"מ		משקל פרי		צבע ציפה		רמת הבשלה		טיפול הבחלה (שעות)	טלי
13.62	A	14.99	A	311.65	A	6.07	A	4.04	AB	0	טלי
13.49	A	14.06	AB	296.44	A	5.14	B	3.54	B	24	
13.50	A	13.58	B	303.93	A	5.78	A	3.85	AB	48	
12.95	A	12.95	B	326.83	A	5.95	A	4.19	A	72	
12.57	A	12.55	A	304.28	A	5.37	A	4.63	A	0	אורלי
12.41	A	12.04	A	319.20	A	4.36	B	2.91	C	24	
12.04	A	11.91	A	322.52	A	4.67	B	3.53	B	48	
12.63	A	11.57	A	331.28	A	4.39	B	3.61	B	72	
12.73	A	13.45	A	313.74	C	5.51	A	3.59	AB	0	טומי
13.30	A	13.29	A	335.65	BC	4.41	B	3.32	B	24	
12.99	A	13.22	A	344.86	AB	4.17	B	3.73	A	48	
13.72	A	13.12	A	361.43	A	4.35	B	3.53	AB	72	

טבלה מס' 3: מדדי איכות הפרי בשלושת זני מנגו במשכי זמן הבחלה שונים. המספרים מציינים

ממוצע של כ-10 פירות, האותיות מציינות מובהקות ( $P < 0.05$ ) לפי מבחן Tukey HSD. מהתוצאות נראה שמשך טיפול ההבחלה אינו משפיע באופן ניכר על איכות הפרי בחיי מדף, בכל הזנים משקל הפרי עולה ורמת הסוכר יורדת אך לא באופן מובהק. רמת ההבשלה בזנים טלי ואורלי עולה באופן מובהק מהבחלה של 24 ש' להבחלה של 72 ש'.

התמונות הבאות מראות פרי מזן 'טלי' לאחר הבחלה במשכי זמן שונים



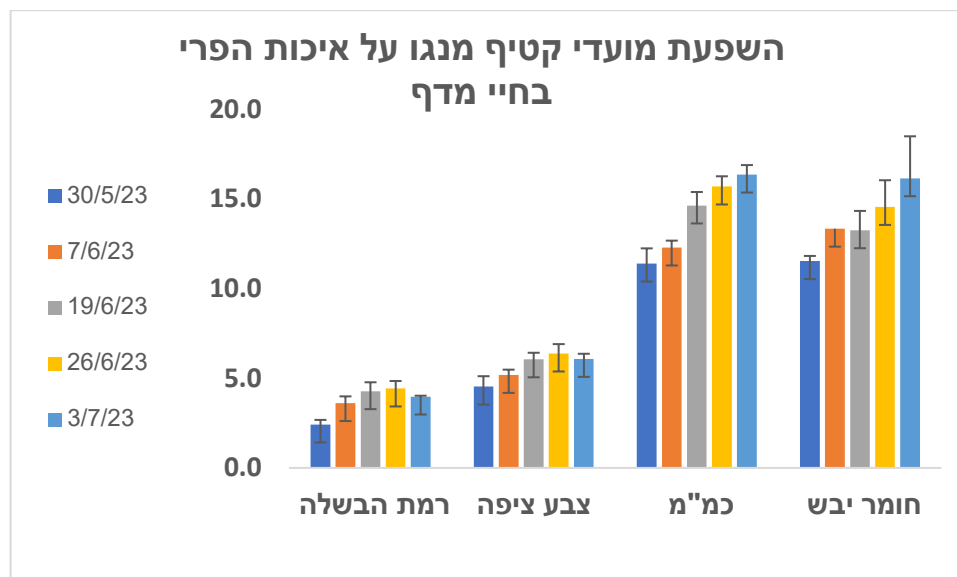
איור מס' 1: צילום של פרי שלם וציפה של פרי מזן 'טלי' במועד קטיף 7/6/23 לאחר הבחלה של 24 ש', 48 ש' ו-72 ש' (מימין לשמאל) לאחר חיי מדף.

במשך העונה התקיימו 5 קטיפים לכל זן, זן 'טומי' נקטף שבוע לאחר הזנים האחרים. בטבלה הבאה מרוכזות תוצאות איכות הפרי משלושת הזנים לאחר חיי מדף לפי מועדי קטיף.

זן	מועד קטיף		רמת הבשלה		צבע ציפה		משקל פרי		כמ"מ		חומר יבש	
	תאריך	מס' קטיף	מס' רמת	מס' צבע	מס' משקל	מס' כמ"מ	מס' חומר	מס' יבש	מס' כמ"מ	מס' חומר	מס' יבש	
טלי	30/05/2023	C	C	C	C	D	D	241.28	11.95	D	D	
	07/06/2023	B	B	B	B	D	D	299.55	11.93	D	BCD	
	19/06/2023	A	A	A	A	A	C	341.42	14.64	C	C	
	26/06/2023	A	A	A	A	A	B	331.94	15.53	B	B	
	03/07/2023	A	A	A	A	AB	A	313.03	16.33	A	A	
אורלי	30/05/2023	C	C	C	C	C	C	253.83	10.86	C	C	
	07/06/2023	B	B	B	B	B	C	320.24	10.68	C	BC	
	19/06/2023	A	A	A	B	A	B	361.51	12.87	B	BC	
	26/06/2023	A	A	A	AB	AB	A	338.42	13.70	A	AB	
	03/07/2023	B	B	A	A	B	A	323.71	14.21	A	A	
טומי	07/06/2023	B	B	C	C	D	C	315.79	10.61	D	B	
	19/06/2023	A	A	BC	BC	C	C	343.88	12.45	C	C	
	26/06/2023	A	A	A	BC	B	B	348.55	13.80	B	B	
	03/07/2023	A	A	A	A	BC	A	331.93	14.80	A	A	
	10/07/2023	A	A	A	AB	A	A	379.19	14.90	A	A	

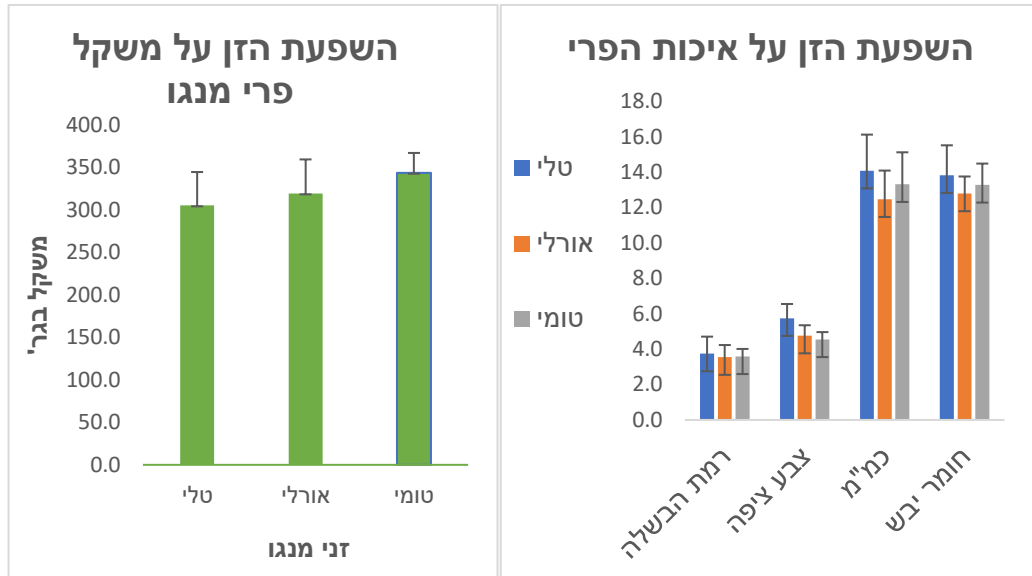
טבלה מס' 4: מדדי איכות בשלושת זני מנגו במועדי קטיף שונים לאחר חיי מדף. המספרים מציינים ממוצע של כ-10 פירות, האותיות מציינות מובהקות ( $P < 0.05$ ) לפי מבחן Tukey HSD

מהתוצאות נראה שישנה עליה באיכות הפרי בכל הפרמטרים ככל שמועד הקטיף מתאחר. קיים הבדל ניכר בין שני המועדים הראשונים לבין המועדים האחרונים. משקל הפרי בזנים 'אורלי' ו'טומי' עלה בשלושה הקטיפים הראשונים ואח"כ התייצב ואף קטן בקטיף האחרון. בזן 'טלי' אין מגמה כלשהי.



גרף מס' 3: מדדי איכות פרי מנגו : רמת הבשלה (1-5), צבע ציפה (לוח 1-8), כמ"מ (%), וחומר יבש (%) ב-5 מועדי קטיף לאורך עונת 2023 של שלושת זני המנגו בניסוי.

מבחינת הזן נמצא שבכל הפרמטרים פרט למשקל זן 'טלי' הוא הזן בעל הערכים הגבוהים ביותר באופן מובהק. בזן 'טומי' משקל הפרי הוא הגבוה ביותר ואילו לזן 'טלי' משקל הפרי הנמוך ביותר מבין השלושה שנבדקו.



גרף מס' 4: השוואה בין מדדי איכות, מימין- חומר יבש %, כמ"מ %, צבע ציפה (8-1) ורמת הבשלה (5-1), משמאל- משקל פרי (בגר') של שלושה זני מנגו בכירים במו"פ.

בבדיקת פרי שהושקה במים ברמת מליחות שונה הראו הבדלים מינורים בלבד. (תוצאות לא מוצגות).

בבחינת משקל ויבול הפרי במליחות השקיה של 1.6 דצ"ס/מ' נמצא שממוצע משקל הפרי של זנים 'טומי' ו'אורלי' גדולים באופן מובהק מזן 'טלי'. באשר למס' הפירות התוצאות דומות, מס' הפירות לעץ שנקטפו במועדי הקטיף מאמצע עד סוף יוני הוא גבוה באופן מובהק בכל הזנים לעומת מועדי הקטיף האחרים.

במבחינת טעימה שנעשו לפירות משלושת הזנים לאחר חיי מדף של פרי שנקטפו ב- 19/6/23 התקבלו התוצאות המוצגות בגרף מס' 3. 20 נבחנים טעמו את הפירות והשיבו על שאלון.



גרף מס' 3: מבחן טעימה לשלושה זני מנגו לאחר חיי מדף מקטיף במועד ה-19/6/23. השאלון כלל ציון מ-5-1(1-נמוך, 5-גבוה) על טעם כללי, מתיקות, חמיצות וטעם לוואי. הייתה הבחנה לזני הפרי בלבד.

במבחן הטעימה זן 'טלי' קיבל את התוצאות הטובות ביותר בקריטריון הטעם ובמידת המתיקות של הפרי. גם מבחינת הנראות החיצונית של הפרי וצבע הציפה המושכים ביותר הייתה העדפה לזן 'טלי'.

**דיון ומסקנות:** נושא בחינת השפעת משך ההבחלה על איכות הפרי בחיי מדף לא נבדק עד כה בצורה מעמיקה. ברוב המקרים ההבחלה נעשית למשך 24-48 שעות (זנבר. מ. 2020-2021). המחקר הנוכחי בחן את **משך ההבחלה האופטימלי ומועדי הקטיף המומלצים** של פירות מנגו ממטע צעיר בן 6 שנים במו"פ ערבה דרומית, לצורך כך נבנו השנה חדר הבחלה שסיפק תנאים מיטביים להבחלה ושני חדרי חיי מדף בתנאי אקלים של 12 מ"צ ו-20 מ"צ עם כ-60% לחות. בוצעה הבחלה של 0-72 שעות לכל זן. ואח"כ השלמה ל-6 ימים בחיי מדף ב-12 מ"צ. פרי שלא הובחל כלל שהה ב-20 מ"צ עד הבשלה, כ-14 ימים בממוצע. לאורך עונת הקטיף בוצעו 5 קטיפים, קטיף מזנים 'טלי' ו'אורלי' החל ב-31/5/23 וקטיף מזן 'טומי' החל שבוע לאחר מכן ב-7/6/23. מתוצאות **הקטיף** נראה שההבדלים במדדים של איכות הפרי ביום הקטיף במועדי הקטיף השונים אינם מובהקים ברוב המקרים אך ישנה מגמת עלייה בערכים מתחילת העונה לאמצע העונה. בשונה מקטיף מזן 'שלי' שבו לא נראית מגמת עלייה במהלך העונה ברמת סוכר (כמ"מ) וחומר יבש בפרי קטוף, תוצאות המעידות על קצב הנשימה המוגבר של פירות המנגו בחיי המדף (גולדברג. ט. 2019). מבחינת הזנים נראה שזן 'טומי' הצטיין במשקל וברמת סוכר גבוהים בהשוואה לזנים האחרים. מתוצאות הניסוי ניתן ללמוד שמדדי הפרי המינימליים לקטיף הם: רמת סוכר גבוהה מ-8% ומשקל פרי של כ-300 גר' ומעלה. בקטיף הראשון ב-31/5/23 הפרי לא עמד בקריטריונים המינימליים ואיכות הפרי הבשל לאחר הבחלה הייתה גרועה. באשר למתאם חיובי בין פרמטרים בקטיף לבין איכות הפרי בחיי מדף, לא נמצא מתאם חיובי בין בדיקת חומר יבש או רמת הסוכר בקטיף לאיכות הפרי בחיי מדף (בשונה לתוצאות מחקרים קודמים בנושא, גולדברג ט. 2019), זנבר. מ. 2021). רמות חומר יבש וסוכר הן בקטיף והן בחיי מדף היו נמוכים מערכים דומים שנבדקו במטעים במרכז ודרום הארץ. נתון נוסף מפתיע הוא שערכי חומר יבש בקטיף היו גבוהים מהערכים בחיי המדף באותם במועדים. זאת בדומה לתוצאות שהתקבלו בזן 'עומר' (גולדברג. ט. 2019).

**לאחר חיי מדף:** בבחינת **משך זמן ההבחלה** לא נראים הבדלים ניכרים מלבד רמת הבשלה שגדלה באופן מובהק מ-24 שעות ל-48 שעות, בשאר הפרמטרים לא נמצאו הבדלים משמעותיים. נמצא שלכל הזנים 48 שעות בחדר הבחלה ו-4 ימים בחיי מדף בטמפ' 12 מ"צ הספיקו לצורך הבשלה מיטבית, הארכה ל-72 שעות לא שיפרה את איכות הפרי. עוד נמצא שמשקל הפרי הצטמצם מיום הקטיף עד סיום חיי המדף (לאחר 6 ימים) בכ-4% בממוצע. באשר ל**מועדי הקטיף** נמצא בבירור שמרבית מדדי איכות הפרי בשלושת הזנים עלו עם

התקדמות העונה. בדרך כלל אין הבדל משמעותי בין שני מועדי הקטיף האחרונים ולעיתים יש ירידה בערכים במועד האחרון. במדדים של רמת סוכר וחומר יבש נראית עליה רציפה לאורך כל עונת הקטיף בכל שלושת הזנים. נמצא בבירור שאיכות הפרי בזנים 'טלי' ו'אורלי' שנקטפו במועד הראשון ב-31/5/23 לא היתה טובה. מכאן שהקטיף הראשון היה מוקדם מידי. הפרי לא נטעם טוב, היה טפל ולא מתוק דיו אך נראה יפה מבחוץ. זן 'טומי' התברר כזן לא בכיר מספיק, פרי מוכן להבחלה התקבל רק מאמצע יוני. חלק גדול מהפרי נקטף בחודשים יולי ואוגוסט שהם מחוץ למועד הרצוי. פרי מזן 'טומי' נטעם טוב יותר כאשר הבשיל בצורה טבעית ואף קיבל ציונים טובים במבחני טעם ב-2022. (גרינברג א. 2022). היבול ומשקל הפרי הממוצע בזן 'טומי' בחמישה קטיפים ראשונים עד תחילת יולי היה הגבוה ביותר, אח"כ בזן 'אורלי' ולבסוף בזן 'טלי'. באשר למבחן טעימה נמצא שפירות מזן 'טלי' היו המועדפים מכל הבחינות- צורה, צבע וטעם. פרי מזן 'טומי' קיבל את הציונים הנמוכים ביותר. לסיכום נמצא ששני הזנים, 'טלי' ו'אורלי' הם זנים בכירים טובים לקטיף מוקדם (חודש יוני) בעלי נראות וטעם טובים. בדומה לתוצאות שהתקבלו בזן 'אורלי' בערבה תיכונה (זנבר. מ. 2021).

#### **ביבליוגרפיה:**

- גולדברג ט. (2019) מדדים לקטיף מנגו תוצאות ניסויים 2018.
- גרינברג א. (2022) , בחינת ההשפעה של שלוש איכויות מים שונות על איכות ויבול של זני מנגו בכירים בערבה הדרומית, דו"ח תלת שנתי 2019-2022
- זנבר.מ. (2021) פיתוח ענף המנגו בערבה. לימוד מדדי הבשלה לקטיף מוקדם של פרי איכותי.

## דו"ח ללק"ל 2023 בנושא גורמי אילוח בתמרי מג'הול לאחר גדיד

**שם התוכנית:** השפעת אריזה מתואמת על נגיעות בפרי מג'הול לח באיחסון בטמפרטורות שונות.

**חוקרים, טכנאים ושותפים:** יערה דנינו, חוקרת איכות פרי קטוף במו"פ ערבה דרומית, יורי סולוביוב, ישי אופק, ברק ירדן, טכנאים במו"פ ערבה דרומית.

**רקע קצר ותיאור הבעיה:** כמות גדולה והולכת של פרי לח ברמת לחות של 27-30% נגדדת מידי שנה במטעי ערבה דרומית. בגדיד 2023 נגדדו כ-244,700 ק"ג פרי במטעי הערבה הדרומית כפרי לח. הפרי מגיע לבית אריזה ועובר ייבוש בחממות ייבוש לפני שיווקו. הייבוש פוגע באיכות הפרי, מוריד ממשקלו וגורם לשילפוח, דבר המוריד את ערכו בשוק. פרי לח רגיש יותר לזיהומים ולפציעות בשל מרקמו הרך. המחקר הנוכחי בוחן אפשרות של אריזה מתואמת עם חנקן או בתוספת של אתנול באריזות קטנות. אריזה כזו עשויה לצמצם את הנגיעות בפרי בחיי מדף ללא צורך בייבוש הפרי.

**מטרות המחקר:** שמירת איכות פרי מג'הול לח ע"י אריזה באווירת חנקן או תוספת אתנול לאריזה. מטרה נוספת היא בחינת חיי מדף של הפרי במשטר טמפרטורות שונות.

### **מהלך המחקר ושיטות עבודה:**

פרי מג'הול לח (27-30% לחות) ממטע סמר מוין בבית האריזה 'ערדום' לקטגוריה של פרי לח. הפרי לאחר מיון נוסף לפרי לח איכותי (ללא שילפוח, קרעים ונגיעות) נארז באווירה מתואמת של חנקן ואויר ובתוספת של 5 מ"ל אתנול במגשיות קטנות של 500 גרם במכונת אריזה חצי אוטומטית של חברת הפסטוס ישראל במו"פ ערבה דרומית. האריזות אוחסנו בארבע משטרי טמפרטורה, הקפאה (18-), מקרר 6 מ"צ, מדף מצונן 14 מ"צ וטמפרטורת חדר ב-22-24 מ"צ. הפרי נבדק לאורך חיי מדף מידי 10 ימים במשך חודש ימים. בכל מועד בדיקה נמדדו רמת הלחות, פעילות מים, זיהום מיקרוביאלי ורמת הגזים באריזה. לכל טיפול נערכו 3-5 חזרות. סה"כ 32 אריזות באווירת חנקן (מעל 95%), 20 אריזות באווירת אוויר ו-10 אריזות באווירת אוויר בתוספת 5 מ"ל אתנול ספוג בפד. סה"כ 67 אריזות פרי.

**תוצאות:** פרי מג'הול לח ממטע סמר נלקח ב-27/8/23 לאחר מיון בבית האריזה למעבדת מו"פ ערבה דרומית ונארז במגשיות של 500 גרם באווירת חנקן ואויר ובתוספת 5 מ"ל אתנול שנספג על פד שהונח בתחתית המגשית. נבדקו רמת הלחות ופעילות מים בתחילה ובסיום הניסוי לאחר 31 יום. לחות הפרי בתחילת הניסוי עמדה על 29.1% לעומת 25.2% בסיום הניסוי. מכאן שהפרי איבד כ-4% במשך הניסוי. הטבלה הבאה מתארת את רמת הגזים לאחר חודש בחיי מדף.

ארזזה באווירה	טמפ'	חמצן	פד"ח	חנקן
אוויר	טמפ' החדר- 23 מ"צ	18.0	2.1	79.9
	מדף מצונן- 15 מ"צ	19.1	1.1	79.8
	קירור- 8 מ"צ	20.2	0.5	79.3
	מקפיא- (-18) מ"צ	20.6	0.0	79.4
חנקן	טמפ' החדר- 23 מ"צ	3.6	1.7	94.7
	מדף מצונן- 15 מ"צ	3.8	0.9	95.2
	קירור 8 מ"צ	4.0	0.7	95.4
אתנול	טמפ' החדר- 23 מ"צ	17.6	2.0	80.4
	מדף מצונן- 15 מ"צ	18.6	1.4	80.0

**טבלה מס'1:** השפעת האריזה של פרי מג'הול לח באווירה מתואמת וטמפרטורת האיחסון על רמת הגזים בתוך האריזה לאחר 31 יום.

מהטבלה עולה שרמת החנקן באריזות עם אווירת חנקן היא כ-95% בכל טיפולי הטמפרטורה . עוד נמצא שככל שהאריזה מאוחסנת בטמפרטורה עולה כך רמת פחמן דו-חמצני גבוה יותר, מ-0 ל-2.1% באווירת אוויר ומ-0 ל-1.7% באווירת חנקן.

דוגמאות פרי לבדיקות מיקרוביאליות נלקחו מידי 10 ימים למשך 31 יום, הטבלה הבאה מרכזת את התוצאות של בדיקת חיידקים, פטריות ושמידים לאורך חיי המדף.

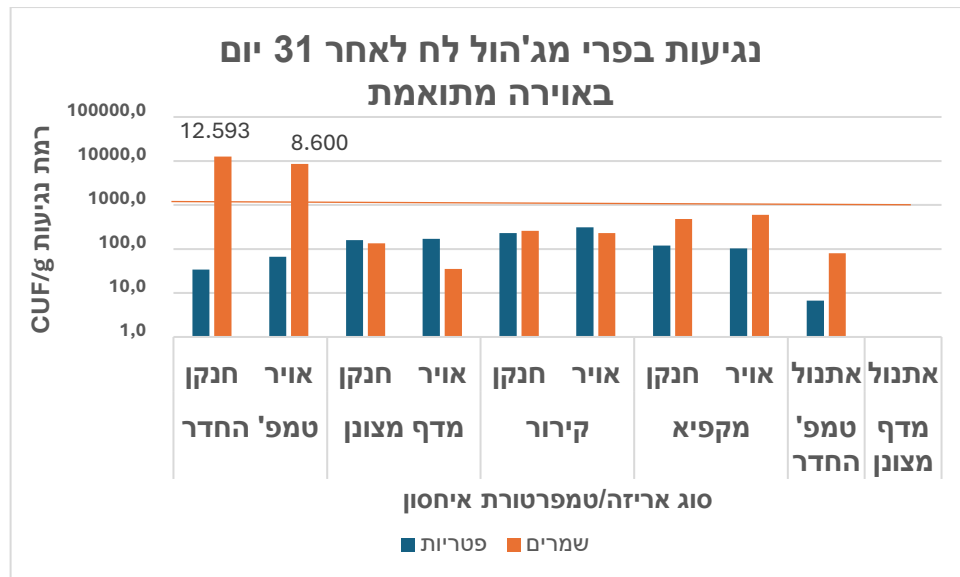
מועד בדיקה	חיי מדף (יום)	טמפרטורת איחסון	סוג אריזה	חיידקים	פטריות	שמרים
28/08/202	0			213.7	14.4	33.0
07/09/202	9	טמפ' החדר	אוויר	50	100	30
			חנקן	40	50	80
			אתנול	0	10	0
	9	מדף מצונן	חנקן	1010	130	150
			אוויר	1910	90	190
			אתנול	0	20	0
	9	קירור	חנקן	1890	140	700
			אוויר	2420	980	0
		20	טמפ' החדר	חנקן	70	45



10	45	30	אזיר			
0	5	5	אתנול			
485	195	1255	חנקן	מדף מצונן		18/09/202 3
105	230	2170	אזיר			
0	45	90	אתנול			
400	130	3480	חנקן	קירור		
795	80	5160	אזיר			
12592.				טמפ' החדר	31	02/10/202 3
5	34.0	76.0	חנקן			
8600.0	66.7	66.7	אזיר			
80.0	6.7	66.7	אתנול	מדף מצונן		
133.3	158.3	1490.0	חנקן			
35.0	170.0	570.0	אזיר			
0.0	0.0	40.0	אתנול	קירור		
258.0	228.0	3170.0	חנקן			
230.0	310.0	2800.0	אזיר			

**טבלה מס' 2:** השפעת טמפרטורת איחסון והאווירה המתואמת באריזה על נגיעות פירות לחים לאחר 9, 20 ו-31 יום. המספרים הם ממוצעים של 3-5 חזרות לכל טיפול.

מהתוצאות עולה שיש עלייה בכל סוגי המיקרואורגניזמים עם הזמן. לאחר כחודש רמות החיידקים והפטרייות הן בתקן המותר לעומת רמת השמרים בטמפרטורת חדר שחרגה מעל לתקן ( $<10^3$ ). לא נמצא הבדל ברמת הזיהום באריזות חנקן ואוויר. תוספת אתנול באריזה השפיעה לטובה בצמצום למינימום של רמת הזיהום בפטריות ובשמרים. בבחינת הטעם של פרי באריזה עם אתנול נמצא שיש טעם לוואי לפרי.



**גרף מס' 1:** השפעת אריזה באווירה מתואמת וטמפרטורת אחסון על רמת הזיהום הפטרייתי בפרי מג'הול לח לאחר 31 יום. התוצאות הן ממוצעים של 3 חזרות לפחות. הקו האדום מציין את התקן הבינלאומי לרמת הזיהום המותרת.

**דיון:** פרי מג'הול לח הוא פרי טעים מאד ורגיש לזיהום ולפציעות. מטרת המחקר הייתה לבחון האם ניתן לארוז פרי לח באווירה ללא צורך בייבוש הפרי ובפגיעה באיכותו. מחקרים קודמים הראו שאריזה באווירת חנקן ותוספת אתנול יכולה להאט את קצב התפתחות המיקרואורגניזמים, בעיקר את רמת הפטריות והשמרים בפרי (6-1). המחקר הנוכחי בדק שוב את היתכנות יעילותה של אריזה מתואמת בחנקן וכן תוספת אתנול לאריזה. התוצאות מראות שאין יתרון לאריזה באווירת חנקן על פני אריזה באווירת אוויר בכל הקשור לנגיעות בפרי. רמות החיידקים והפטריות היו תקינות לאורך חיי המדף. תוספת של 1 מ"ל על פד בתחתית האריזה צמצמו מאד את רמת הנגיעות בפטריות ובשמרים בכל משטרי הטמפרטורה. טמפרטורת האיחסון לא השפיעה כמעט על רמת הנגיעות מלבד הטיפול בטמפרטורת חדר. רק לאחר 31 יום, פרי ששהה בטמפרטורת חדר באריזה חנקן ואוויר היה מזוהם בשמרים מעל מהתקן לעומתו פרי ששהה באריזה עם אתנול בטמפרטורה זו עמד בתקן. עוד נמצא שרמת הפחמן הדו חמצני גדלה ככל שטמפרטורת האיחסון עולה. יתכן שרמה מסוימת, 1-2% של פחמן דו חמצני מונעת שגשוג של מיקרואורגניזמים ולכן רוב הפרי היה איכותי גם לאחר חודש אחסון גם בטמפרטורת חדר ובמדף מצונן.

**מסקנות והמלצות לעתיד:** איכות פרי מג'הול לח נשמרת כחודש באריזה אטומה במדף מצונן בטמפרטורה של 14 מ"צ. בטמפרטורת החדר הפרי נשמר ל-20 יום בלבד ולאחר מכן הוא מחמיץ ורמת השמרים עולה מעל התקן המותר. אין יתרון משמעותי באריזה באווירת חנקן ולכן יש צורך רק באריזה אטומה. פרי ארוז באווירת אתנול מנעה כמעט לחלוטין זיהום פטרייתי אך השאירה טעמי לוואי. רצוי להמשיך לבחון תוספת אתנול לאריזה בכמות פחותה של 1-2

מ"ל לאריזה. ניתן לבדוק יישומים נוספים להוספת אתנול. רצוי לבדוק גם פרי שהוצא לאחר תקופה ארוכה מהמקפיא ולבחון את יעילות האתנול גם לאחר ההקפאה. יש לבדוק פרמטרים נוספים באיכות הפרי כגון צבע, שילפוח, משקל ומראה כללי של הפרי לאחר חיי מדף ארוכים של כמה חודשים.

#### **ביבליוגרפיה:**

1. ד"ר בורכוב, ח., שימור איכותי של מג'הול עסיסי במיוחד ברמות הבשלה שונות.
  2. ד"ר בורכוב, ח., אבטחת איכות פרי "מג'הול עסיסי במיוחד" בשימור ממושך.
  3. ד"ר בורכוב, ח., מג'הול טרי מוצר ייצוא לתמרי מג'הול, 2007.
  4. ד"ר ליכטר, א., בחינת האפשרות לאריזות טופ-סול באווירה מתואמת. 2023 .
5. Borochoy-Neori, H., Long term storage and shelf life extension of "Fresh" 'Medjoul' date fruit.
6. JEMNI, M., Partial vacuum and active modified atmosphere packaging for keeping overall quality of dates.

## דו"ח לקקל 2023

מוטי הררי – מו"פ ערבה דרומית

עינת שדות – מנהל המחקר, וולקני, בית דגן

ריבוי וגטטיבי של פרעושית גלונית 81150

### רקע

שימוש הצמח פרעושית גלונית *Pulicaria insica* נמצא במחקר ופיתוח מספר שנים בהובלת דר ענת אלמן ממנהל המחקר החקלאי. תוצאות מחקר זה הראו כי חליטות מצמח זה נוגדות ומרפאות דלקות ואף גידול סרטני במערכת העצבים. במסגרת המחקר במו"פ ערבה דרומית בודדו טיפוסים שונים מאוכלוסית הבר בהם הוכחה יעילות גבוהה בריפוי דלקות. הפיכת צמח הבר לגידול חקלאי חייב פיתוח אגרוטכנולוגיות שונות כריבוי תוך התגברות על אחוזי נביטה נמוכים ביותר, ממשק השקיה ודישון, עיתוי הזריעה והקציר, הדברת עשבים והפעלת תנאי עקה להעלאת יעילות.

חברה מסחרית מגלה התענינות ביצור מוצר מבוסס על צמח הפרעושית. לשם הפיכת הצמח כחומר גלם למוצר תעשייתי נדרשות הפעולות הבאות: רישום הזן ע"י רשם הזנים במשרד החקלאות להבטחת בלעדיות בגידול צמח הפרעושית מהטיפוס היעיל ביותר שנבדק במעבדות מנהל המחקר החקלאי, ריבוי וגטטיבי על מנת לשמר את אחידות התכונות הגנטיות של הצמח הנבחר והכנת פרוטוקול גידול וייצור חומר הגלם בכמות ובאיכות הנדרשת.

להכנסת גידול חדש, ריווחי, המסתפק בכמות נמוכה של מים להשקיה, גידול ממוכן ללא צורך בימי עבודה רבים חשיבות רבה למשקי הערבה.

### תוצאות

מהצמח המקור שנרשם אצל רשם הזנים במשרד החקלאות נשלחו ייחורים לפרופ. עינת שדות במנהל המחקר. נעשה ריבוי וגטטיבי ושתילים מריבוי זה נשתלו בחוות יטבתה במו"פ ערבה דרומית. שתילים אלו נקלטו (ראה תמונות) וטכנולוגיה זו מאפשרת ביסוס חלקה חקלאית של צמחי פרעושית גלונית אחידים גנטית בגידול המתבסס על פרוטוקול הגידול שהוכן במו"פ ערבה דרומית.



צמח מריבוי וגטטיבי

צמח המקור

דו"ח לקק"ל

2023 82285

### תחום המחקר צמחי מדבר

צמחי מדבר לתעשיית הבריאות, תוספי מזון וקוסמטיקה .

מוטי הררי - מו"פ ערבה דרומית

סטטוס התוכנית - חדשה

מועד התחלה – 2020

### רקע

גישת אינטרודוקציה של צמחי מדבר ופיתוחם כצמחי עציץ ונוי יושמה במו"פ ערבה דרומית באפונת המדבר (*Swinsona Formosa*) כצמח מודל. עציצים של מין זה נבחרו ע"י משתלות "חישתיל" ליצור לשם יצוא. במו"פ ערבה קיים אוסף מרשים של צמחי מדבר בעלי מופע מרהיב המהווה מקור מצוין לבחירת טיפוסים בעלי פוטנציאל לפיתוח כצמחי נוי לגינון חסכוני במים, כתוספים לזרי פרחים (Fillers) (כענפים לסידורי פרחים יבשים ולצמחי עציץ נושאי פירות דקורטיביים. מינים אלו נאספו מאוכלוסיית הבר ומקור האיסוף ופרטיו רשום. חלקם נמצאים במחקר יותר מתקדם. מספר מינים נוספים נראו מתאימים במיוחד ומיועדים למחקר וישום (תוצאות מקדימות, ( הררי 2009). הפיכת צמח בר למוצר חקלאי מסחרי דורש עבודה בין תחומית הכוללת בחינת שיטות לריבוי, אגרוטכנולוגיה, ממשק הגנת הצומח, השקיה ודישון, עיתוי, עומד ועצמת המופע (הררי 2006). המצאי הקיים כיום בגינון מקורו ממוצא של ארצות ממוזגות ואשר אינם מתאימים בהכרח לתנאי היובש והטמפרטורות השולטות בישראל. במסגרת מחקר קודם בו נאספו צמחי מדבר רבים מאוכלוסיית הבר נמצאו מספר צמחים בעלי פוטנציאל להפקת חומרי טבע המתאימים לשימוש בתעשיית הבריאות, תוספי מזון ומוצרים קוסמטיים.

### מטרת המחקר

אימוץ ובחינה של צמחי מדבר כצמחי מקור לתעשייה נלווה לפיתוח מוצרים למטרות הפקת חומרי בריאות, תוספי מזון, דחיית חרקים מזיקים וחומרים קוסמטיים .

### תוצאות

א. פרעושית גלונית (*Pulicaria insina*)

מחקר זה מובל ע"י דר. ענת אלמן ממנהל המחקר ובו נמצא כי חליטות מצמח זה מרפאות דלקות ובמיוחד בדרכי השתן (3). כמו כן נמצא כי חליטות מפרעושית גלונית מרפאות גידולים סרטניים במערכות העצבים (4).

הפיכת צמח הבר לגידול חקלאי על מנת שיהיה ניתן לגדלו כגידול חקלאי המסתפק בכמויות מים נמוכות יחסית לגידולים חקלאיים מקובלים בערבה, ממשק קציר וריבוי עמדו במרכז המו"פ שנערך בערבה. הריבוי נעשה מזרעים שטופלו להעלאת אחוזי הנביטה שהיו נמוכים כ-10-5% בלבד. לאחר טיפול בזרעים עלה אחוז הנביטה לרמה של 40%. נמצא כי מועד הזריעה המתאים במחצית חודש ספטמבר.

הקציר האופטימלי עם תחילת הפריחה, במהלך חודש מרץ. התחלת טיפולי העקה בתחילת חודש ינואר. הגשמים הספורים שחלו במהלך תקופת העקה לא גרמו לנזק לתהליך כל עוד כמות המשקעים לא עלתה על 5 מ"מ לארוע. במידה וכמות הגשם לארוע עותה על 5 מ"מ הוארכה תקופת העקה.

כמו כן נאספו מצמחיית הבר מספר טפוסים שוני מופע, עצמת צימוח ויעילות. נבחר טיפוס, שנמצא בתהליך רישום כזן, לו תכונות ומידת ההתאמה להשפעה על מידת ריפוי הדלקות אשר נבדקו על עכברים במעבדות מנהל המחקר. על מנת לשמר על צמח זה נעשה ריבוי וגטיבי בהצלחה ויחליף ריבוי מזרעים שפותח במסגרת מחקר זה על מנת לבסס חלקה בגדל מסחרי חקלאי.

הגברת יעילות נעשתה באמצעות הפעלת תנאי עקה. הפעלת העקה נעשתה ע"י הפסקת ההשקיה למשך כ-60 ימים לאחר שהצמחים הגיעו לגדל מספק. הפסקת ההשקיה גרמה גם להעלאת ריכוז המלח בבית השורשים, תרומה נוספת לעצמת העקה.



ל אחר הפעלת עקה לפני קציר

פרעושית לפני העקה

## מרווה מרושתת – גידול ממוכן להפקת חומר גלם לתעשיית הקוסמטיקה



חברה ישראלית בשם **גרייס ברידינג** פיתחה זן מכלוא של מרווה מרושתת להפקת סקלראול. זן המכלוא מכיל פי 6 – 10 סקלראול בהשוואה לזנים המובילים בשוק. הסקלראול מתרכז בתפרחת העוברת יבוש מבוקר ונשלחת למיצוי. גידול ניסיוני שביצענו במו"פ **ערדום** הוכיח שבתנאי הערבה הדרומית ניתן לקבל 3 מחזורי תפרחת בשנה בהשוואה למחזור פריחה בודד אצל המתחרים בחו"ל. לפי תוצאות המבחן שבוצע בשיתוף עם **גרייס ברידינג** ניתן להגיע ליבול של כ 60 ק"ג סקלראול לדונם בהשוואה ל 4 ק"ג סקלראול ב North Carolina או 2 ק"ג במולדביה. לצורך קידום הפרויקט התקשרה **גרייס ברידינג** עם חברה רב לאומית מתחום F&F שמימנה את הפיתוח כשהחלק האגרוטכני לגידול הזן בערבה יהיה באחריות מו"פ **ערדום**. פוטנציאל הגידול כ 10,000 דונם והיעד לעלות ק"ג סקלראול עד 35 \$/או הכנסה המקבילה לכ 2,000 \$ לדונם. המוצר: תפרחת יבשה המכילה כ 70%-10% סקלראול.



שוק הסקלראול כיום עומד על כ 450 טון במחיר ממוצע של 120 \$ לק"ג. החברה ששולטת בתהליך הגידול וההפקה היא חברת Avoca שמתקני המיצוי שלה ממוקמים ב North Carolina הסקלראול משמש בעיקר להפקת אמברוקסן חומר לתעשיית הארומה. קצב הגידול השנתי של הדרישה למוצר כ 8% לשנה.

חברת Avoca שולטת בכ 65% מהשוק העולמי. לאחרונה פותח תהליך הפקה מפירמנטציה – המוצר המתקבל אינו אופייני לחומר המופק ממרווה מרושתת. בנוסף חברת גרייס ברידינג מפתחת שימושים נוספים בתחום החקלאי על בסיס המרווה המרושתת שיגדילו התצרוכת העולמית בצורה משמעותית.

חומר גלם המרוכז פי 6-10 בהשוואה לחומרי גלם הקיימים יגדיל את תפוקת המפעל בהתאם ועלויות ההפקה ירדו באופן משמעותי.

זה פרויקט שיש לו משווק המוכן להתחייב על כמויות כל עוד נעמוד בעלויות היצור הנדרשות. מפאת סודיות איננו יכולים לפרט את זהות המשווק.

**בניסוי הקדמי התקבלו 3 מחזורי פריחה בשנה בהשוואה למחזור בודד בצפון קרולינה ובמולדבה, אתרי היצור הנוכחים .**

נבחנו הטיפולים הבאים בשטח של כ 4 ד' במימון החברה המזמינה – השוואת זריעה ישירה במקום לשתילה מתוך מטרה להקטין את הוצאות הגידול, ממשק לקבלת ריכוז גבוה של סקרליאול בפרחים וקציר ממוכן.

**צמחי המרווה נזרעו בתחילת חודש ספטמבר ונערך מעקב אחרי פרמטרים של גידול נוטרו כמויות המיים והדשן והדברת העשבים באמצעים שונים .**

**תחילת הפריחה היתה בתחילת חודש דצמבר ומחזור נוסף התחיל בחודש פברואר ושלישי במאי**

**למרות היבול המספק ואיכות הפרחים מהם מופק החומר המסחרי הרצוי לא עמד הגידול בתחרות כלכלית עם הגידול במזרח אירופה הגדל בתנאי בעל ואינו נדרש להשקיה ולהשקעות בצידוד השקיה. הפקת החומר הפעיל נעשית במרכז אירופה ועלות ההובלה של נפח הפרחים מייקר מאוד את הוצאות יצור החומר . לכן לא נמשך גידול זה בערבה.**

**ב. דחיית חרקים מזיקים באמצעות מיצוי מצמחי מדבר**

**בתצפיות רבות בצמחי מדבר נארה כי קיימת קבוצת צמחים שאין עליהם חרקים. המאפיין קבוצה זו שהם צמחים ארומטיים להם ארומה חריפה. נמצאו כ 15 מינים השייכים לקבוצה**

**. זו**

נבחרו 4 מינים – אכילאה ריחנית, *Achillea fragrantissima* לענת יהודה *Artemisia Judaica* לענת המדבר *Artemisia herba alba* ופרעושית גלונית *Pulicaria insisa*. הגרוטכניקה של גידול מינים אלו בתנאי חקלאות פותחה וכוללת ממשק גידול, ריבוי, קציר, עומד והדברת עשבים רעים. פותחה שיטת יישום שבבסיסה זיקוק הצמחים, הפקת שמן ויישום עננה ארומטית מעל צמחי בוחן חקלאים בבית רשת באמצעות מאיידים המופעלים בפולסים. מחקר זה נמשך במימון של רשות החדשנות והחממה הטכנולוגית כאנגב. נערכה הוכחת התכנות ובה נמצא כי מידת דחיית החרקים כתוצאה מאיוד צמחי מדבר אלו מגיעה מעל 90% בהשוואה לביקורת.

ספרות

1. מוטי הררי (2018) פרעושית גלונית, דוח למופ ערבה דרומית
2. מוטי הררי (2009) צמחי מדבר לתעשיית הגינון חסכוני במים

### Neuroprotective Effects of *Pulicaria incisa* Infusion on Human Neuroblastoma Cells and Hippocampal Neurons

[Talya Barak](#)<sup>1</sup>, [Oshrat Miller](#)<sup>1,2</sup>, [Sarit Melamed](#)<sup>3</sup>, [Zipora Tietel](#)<sup>3</sup>, [Moti Harari](#)<sup>4</sup>, [Eduard Belausov](#)<sup>5</sup>, [Anat Elmann](#)<sup>1</sup>

#### 3 השפעות נוגדות חמצון ואסטר-הגנה של עירוי פוליקריה אינצי. 3

[רבקה אופיר](#), ענת אלמן, אלונה טלרמן, שרון מרדכי, הילה ארלנק

5. <https://cris.bgu.ac.il/en/organisations/ilse-katz-institute-for-nanoscale-science-technology> *Pulicaria incisa* (Lam.) DC.

כמקור פוטנציאלי למולקולות ביו-אקטיביות נוגדות חמצון, אנטיבקטריאליות ואנטי-אנזימות:

מרכיבים פיטוכימיים, אנליזה פרמקולוגית במבחנה ובסיליקו

[מוסא אלרשידי](#)<sup>1</sup>, [מוחמד א עבדולחקים](#)<sup>1</sup>, [ריאד בדראני](#)<sup>2,1</sup>

#### 4. *Pulicaria incisa*. עירוי 4

מחליש תגובות דלקתיות של תאי מיקרוגליה במוח <sup>א</sup>, שרון מרדכי <sup>א</sup>, רבקה אופיר <sup>ג</sup>, אלונה טלרמן <sup>א</sup>, ינאי <sup>ב</sup>

-ניאורי <sup>ה</sup>, ענת אלמן <sup>א</sup>

מו"פ ערבה דרומית – דו"ח שנתי 2023 – תוכנית נמשכת

מוקד המחקר: 81136

שנת המחקר: 1 מתוך 3 שנים

השפעת מיקרו-אצות כתוסף מזון על גדילה ויעילות העיכול בדגי בורי

Effect of microalgae as feed supplement on growth and feed digestibility in grey mullet

מוגש לקרן קיימת לישראל

ע"י

ד"ר יאיר כהן – חקלאות מים, מו"פ ערבה דרומית

ד"ר ליאור גוטמן – המרכז הלאומי לחקלאות ימית

ד"ר נעמה סגל – המרכז הלאומי לחקלאות ימית

1. מו"פ ערבה דרומית - דוח שנתי

מוקד המחקר 81136

שם התוכנית – השפעת מיקרו-אצות כתוסף מזון על גדילה ויעילות העיכול בדגי בורי

חוקר ראשי ושותפים:

ד"ר יאיר כהן – חקלאות מים, מו"פ ערבה דרומית

ד"ר ליאור גוטמן – המרכז הלאומי לחקלאות ימית

ד"ר נעמה סגל – המרכז הלאומי לחקלאות ימית

1.1.26 – 1.1.23 – מועד התחלה וסיום התוכנית

2. תקציר: דג הבורי הוא אחד משלושת מיני הדגים העיקריים הגדלים בארץ בבריכות הדגים ובעל הערך המסחרי הגדול מבין שלושתם. למרות זאת, שיטות הגידול וההזנה של דג זה לוקות בחסר ולכן פוטנציאל השיפור באספקטים שונים של הגידול גדול. מחקר זה מתמקד בשיפור ההזנה של דגי בורי ע"י הוספה של מיקרו אצות למזון המסחרי. בשנה הראשונה הקמנו במו"פ מערכת ניסוי ייעודית לביצוע המחקר. הניסויים המתוכננים יחלו ב 2024. נבחן תוספת של 3 מיני מיקרו אצות *Isochrysis* *Pheodactylum tricornutum galbana*, *Tetraselmis sp.* (כל אצה בנפרד) באחוזים שונים (15%, 10%, 5%).

3. רקע קצר ותיאור הבעיה

דג הבורי הוא אחד משלושת המינים העיקריים מדגי המאכל גדלים בישראל ונחשב לדג איכותי יחסית. כמו-כן שוק דגי הבורי בארצות שכנות (בעיקר במצרים) גדול בהרבה מזה שבישראל ופיתוחים עתידיים בדג זה עשויים לתרום לכלכלת הענף. דגים אלה גדלים כיום בבריכות מעורבות וללא דיאטה ספציפית – עובדה שמעידה על פוטנציאל לשיפור יעילות ואיכות הייצור שלהם. ברוב המקרים, דגי מאכל המשמשים כגידול בחקלאות מים מקבלים תזונה המתאימה להם אבל בגלל שיטות הגידול בארץ (וגם מחוצה לה) דגי הבורי ניזונים משריי המזון הניתנים לדגים שחולקים איתם את בריכת הגידול (אמנונים או קרפיונים). המחקר הנוכחי מציע מערך ניסויים אשר יבחנו את השפעת מיקרו אצות כתוסף מזון לשיפור הגדילה בדגי בורי וכצעד ראשון בפיתוח תזונה המתאימה ספציפית לדגים אלה.

4. מטרות המחקר כפי שהופיעו בתוכנית המקורית

מטרת המחקר הכללית היא שיפור מדדי הגדילה בדגי בורי ע"י שימוש במיקרו אצות כחלופה חלקית לקמח דגים וכתוסף מזון. דגי בורי הם מועמד מעניין במיוחד למחקר זה משלוש סיבות עיקריות: 1. דג הבורי הוא דג חשוב בשוק בישראלי ודג מרכזי בשוק המצרי ולכן הוא מייצג פוטנציאל כלכלי גדול. 2. לדג הבורי אין נכון להיום פורמולציה ייעודית למזון. 3. דגי בורי ניזונים בטבע בעיקר מחומר צמחי הכולל אצות ולכן שימוש באצות רלוונטי הרבה יותר לדגים אלה מדגי מאכל אחרים.

1. השפעת שילוב שלוש מיני של אצות *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis sp.* ו-*Pheodactylum tricornutum* (כל אצה בנפרד) באחוזים שונים (5%, 10%, 15%) בהרכב התזונה של דגיגי בורי (לאחר גמילה ממזון חי) על מדדי גדילה, קרי: קצב גדילה, משקל, ויחס התמרת המזון (FCR).
  2. השפעת שילוב האצות הנ"ל בהרכב התזונתי של דגיגי בורי על נעילות המזון
  3. השפעת שילוב האצות הנ"ל בהרכב התזונתי של דגיגי בורי על תכולה ביוכימית ופרופיל חומצות שומן בדג.
5. מהלך המחקר ושיטות העבודה תכנון לעומת ביצוע לפי פירוט המשימות
- א. הקמת מערכת הניסוי: מערכת הניסוי הוקמה ופעילה. המערכת מורכבת מ 12 זוגות מיכלים (מיכל לדגים ופילטר ביולוגי בנפח כולל של 800 ליטר לזוג. כל זוג מיכלים מכיל מים בסחרור ע"י הזרמת אויר (air lift). בכל מיכל יש אבן אויר לחמצון המים. אנו עורכים בדיקות תלת שבועיות לניטור אמוניה, ניטריט וניטרט כדי לוודא שאיכות המים מתאימה לדגים. ב 31.12.23 אוכלסה המערכת ב כ 1000 דגיגי בורי ממכון הרבייה שבקיבוץ מעגן מיכאל, במשקל ממוצע של 2.8 גרם. הדגים עברו אקלימציה למליחות נמוכה מ 28 PPT ל 4 PPT במשך מספר שעות ואז הועברו למערכת. הדגים מוזנים במזון סטרטר (ערדג) עד לרוויה כ 3 פעמים ביום. נכון ל 14.1.24 תמותת הדגים נמוכה (~4.5%) ונראה כי הדגים נקלטו היטב במערכת.
  - ב. ניסוי הזנה באצה *Isochrysis galbana*: האצה יוצרה ע"י ד"ר נעמה סגל וצוותה במלח"י כמתוכנן ועברה למו"פ (האצה היבשה מאוחסנת בהקפאה). הניסוי עדיין לא בוצע בגלל מחסור בדגי בורי לאורך השנה, כפי שצויין לעיל, ניתן היה להשיג דגים רק בסוף השנה. משקלם של דגים אלה קטן בהרבה מהמתוכנן אבל למרות זאת החלטנו להכניס אותם למערכת כדי לאפשר ניסוי ראשון בהקדם. אנחנו מתכננים 2 ניסויים לשנת 2024 (לעומת ניסוי 1 שהיה מתוכנן במקור) כדי לפצות על הזמן שאבד. תחילת ניסוי 1: פברואר 2024, תחילת ניסוי 2 יוני 2024.
  - ג. אנליזות: יבוצעו לאחר סיום הניסוי הראשון
6. תוצאות ביניים לפי המשימות שהוגדרו בתוכנית המקורית לאותה שנת דיווח או לכל השנים בדוח המסכם, כולל איורים ותיאורים גרפיים במידת הצורך.

1. מערכת המחקר (צילום 1) תוכננה ונבנתה במיוחד למחקר זה ומותאמת לגידול דגיגים. המערכת מורכבת מ 12 זוגות מיכלים כאשר כל זוג מורכב ממיכל דגים בנפח 600 ליטר ומיכל המשמש כפילטר ביולוגי (מיכל חרוזים ביולוגיים) בנפח 200 ליטר. כל זוג מיכלים מחובר ומתבצעת בו סירקולציה רציפה בשיטת airlift ע"י הזרמת אויר ממפוח. מערכת האויר מאפשרת גם חמצון המים ע"י שימוש באבני אויר בכל מיכל.



צילום 1: מערכת המחקר: המערכת מורכבת מ 12 זוגות מיכלים (מיכל דגים ופילטר ביולוגי בנפח כולל של 800 ליטר לזוג) מופרדים. מערכת האויר מאפשרת סירקולציה בין שני מיכלים ע"י airlift וחמצון המים ע"י אבני אויר.

2. אכלוס דגיגים: לאחר אקלימציה למליחות נמוכה, בוצעה שקילה מדגמית של הדגיגים והם חולקו לפי משקל לכל מיכל באופן אקראי. משקל דגיג ממוצע עם הגעתם של הדגיגים היה 2.8 גרם ובכל מיכל אוכלסו דגיגים במשקל כולל ממוצע של 183 גרם למיכל ( $\pm 10$  גרם). שרידת הדגים נכון לכתובת דוח זה היא טובה (~4.5% תמותה) והדגים ניזונים ממזון מסחרי 3 פעמים ביום לפי 10% ממשקלם או עד הפסקת אכילה (האכלה ידנית איטית) עד לתחילת הניסוי בחודש פברואר בו יוזנו הדגיגים במזון מסחרי עם או בלי תוספת המיקרו אצה ב 4 טיפולים (כולל ביקורת) לפי תכנון ניסוי 1.



צילום 2: דגיגי בורי עם הגעתם למו"פ ממעגן מיכאל. הדגים עברו אקלימציה איטית עם חמצון מים לפני איכלוס המיכלים.

7. דיון: הכולל מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר או סיומו, תוך השוואה לסקר ספרות שקיימת.

נערוך דיון בתוצאות לאחר סיום הניסוי הראשון

8 סיכום עם שאלות מנחות

א. פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדוח

ניסוי 1 לא בוצע עדיין, מתוכנן לפברואר 2024.

ב. פירוט כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדוח או חלק מהן

מערכת הדגים הוקמה כמתוכנן, האצה לניסוי 1 יוצרה במלח"י, המערכת אוכלסה בדגי בורי.

ג. בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני הדרך

כנ"ל

ד. הגדרת היעדים הכמותיים למחקר והיעדים היישומיים למחקר אשר הושגו לתקופת המחקר

כנ"ל

ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

אין מסקנות כיוון שלא בוצע ניסוי

ו. מהן הבעיות שנותרו לפתרון ואו שינויים טכנולוגיים שיווקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומה

אמורה להיות התייחסותך להמשך

חוסר הזמינות בדגיגי בורי עיכבה את תחילת המחקר. בעיה זו נובעת מייצור מוגבל ולא עקבי במכוני הרבייה. רוב דגי הבורי נתפסים מהטבע. מחקר זה יתרום בעקיפין לקידום פתרון בעיה זו ע"י שיפור התזונה וגידול במונוקולטורה. במידה ומחקר זה ומחקרים עתידיים יישומו, תוצאות מחקרים אלה יעודדו ייצור מוגבר של דגיגים. בזמן כתיבת דו"ח זה אין פתרון מידי לבעיה וייתכנו עיכובים נוספים גם בשאר הניסויים המתוכננים. עם זאת, אני רואה חשיבות גדולה בהתמקדות בדגי בורי בגלל הפוטנציאל המחקרי, הגידולי והשיווקי הגדול הטמון בשיפור שיטות הגידול של דג זה.



ז. פעילויות שנעשו במו"פ במהלך תקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכו' בוצעו מספר סיורים והסברים על המערכת לאנשי משרד החקלאות, קק"ל, חברי הנהלת המו"פ, חוקרים וסטודנטים ממכון ערבה.

ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר

לא היו פרסומים רלוונטים

ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור

כפי שכבר נכתב, יישום של שיטות הגידול הנבחנות בחלקן במחקר זה עשויות לשפר את הרווחיות בגידול דג חשוב זה ע"י שיפור תזונת הדג שכרגע אין לו דיאטה מסחרית ספציפית ועידוד גידול הדגים במונוקולטורה בניגוד לשיטה שמישמת כיום

י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון

שיתוף הפעולה נעשה עם שני חוקרי מלח"י, ד"ר נעמה סגל שאחראית על ייצור האצות וד"ר ליאור גוטמן שיבצע את האנליזות המתוכננות בתום כל ניסוי.

יא. המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר

השינוי העקרי הוא ביצוע שני ניסויים ב 2024 במקום ניסוי אחד.

יב. פטנטים שנבעו מהמחקר

אין פטנטים

מו"פ ערבה דרומית – דו"ח שנתי 2023 – תוכנית נמשכת

מוקד מחקר: 81137

שנת המחקר: 1 מתוך 3 שנים

סקירת אצות מקומיות בערבה ואיתור אצות בעלות פוטנציאל לגידול מסחרי

Screening of local algae and identification of algae species for commercial production in  
the Southern Arava

מוגש לקרן קיימת לישראל

ע"י

ד"ר יאיר כהן – חקלאות מים, מו"פ ערבה דרומית

ד"ר ציפורה טייטל - מנהל המחקר – גילת

1. מו"פ ערבה דרומית - דוח שנתי

מוקד מחקר: 81137

שם התוכנית – סקירת אצות מקומיות בערבה ואיתור אצות בעלות פוטנציאל לגידול מסחרי

חוקר ראשי ושותפים:

ד"ר יאיר כהן – חקלאות מים, מו"פ ערבה דרומית

ד"ר ציפורה טייטל - מנהל המחקר – גילת

מועד התחלה וסיום התוכנית – 1.1.23 – 1.1.26

2. תקציר: מיקרואצות משמשות בתחומים רבים בחקלאות מים, תעשיית המזון ותעשיית הפארמה. איתור של מינים חדשים הוא בעל עניין רב לתעשייה שמתמקדת כיום במספר מינים מצומצם בלבד. מיקרואצות הגדלות בתנאי קיצון מפתחות באופן טבעי מנגנוני שרידה והתגוננות שמתאפיינים פעמים רבות בייצור של חומרים בעלי ערך מסחרי. מחקר זה מתמקד באיסוף וזיהוי מינים הגדלים במקורות מים בחבל אילות במטרה לאתר מינים בעלי פוטנציאל גידול מסחרי. בשנה הראשונה, בודדנו וזיהינו אצה ירוקה (*Tetraselmis Verrucosa*) שיש לה שימושים ידועים בהזנה בחקלאות מים. בנוסף בודדנו מין חדש מסדרה חדשה של ציאנובקטריה שאינו ידוע למדע.

3. רקע ותיאור הבעיה

חקלאות מים היא ענף הגדל במהירות בשנים האחרונות (עלייה ממוצעת של כ-8% בשנה). אצות המיוצרות בחקלאות מים משמשות במזרח הרחוק בעיקר למאכל. אבל לאצות ישנן שימושים רבים אחרים, כתוספי מזון וכמקור לחומרים ותוספים בתעשיות המזון, הקוסמטיקה והפארמה. בשנים האחרונות אצות משמשות גם בתעשיות האנרגיה החלופית, הביוטכנולוגיה והביו-רפואה. באופן כללי, ישנה השקעה רבה בתחום זה בעולם המערבי וחקלאות אצות כבר אינה רק נחלתן של ארצות המזרח הרחוק כפי שהיה במשך שנים רבות. אצות יהוו מקור למזון שחשיבותו תעלה עם הזמן בגלל העלייה בדרישה למזון מחד וההגבלה ביכולת הייצור של מקורות המזון הקיימים מאידך. לכן, תחום חקלאות האצות הוא בעל פוטנציאל כלכלי עצום וביכולתו להשפיע משמעותית על אופי החקלאות בערבה הדרומית. טענה זו מתחזקת לאור החלטת הממשלה שפורסמה לאחרונה המזהה באופן ברור את חשיבותה של חקלאות המים כמנוע צמיחה כלכלי בישראל ובחבל אילות/אילת בפרט. בערבה הדרומית פועלות שתיים מהחברות הוותיקות והמצליחות ביותר בתחום גידול האצות בישראל המייצרות אצות שמכילות קרוטנואידים בעל ערך כלכלי רב (אסטקסנטין ובטא קרוטן). היקף הייצור של אצות אלה בישראל מוערך ב 80 טון ובפדיון של כ 120 מיליון ₪ המהווה כ 65% מסך הפדיון הארצי מייצור אצות. חברות אלגטק ו נ.בי.טי. מהערבה הדרומית הם היצרניות העיקריות של אצות אלה. תנאי הגידול בערבה מהווים יתרון משמעותי בגידול מבחינת כמות ימי השמש, הבידוד ממקורות מזהמים והשטחים הגדולים המאפשרים גידול נרחב.

לאור הפוטנציאל הטמון בענף וההחלטות האסטרטגיות שהתקבלו מו"פ ערבה דרומית החל לפני מספר חודשים לעסוק בתחום חקלאות המים. אחד מהשלבים החשובים הראשונים בטוויית אפיקי המחקר היישומי בתחום לשיטתנו, הוא אפיון התנאים והאורגניזמים המקומיים. זאת מתוך התפיסה כי אורגניזמים שגדלים באופן טבעי באזור הסתגלו לתנאי הקיצון ולכן סיכויי ההצלחה בגידול של אורגניזמים אלה במערכות מסחריות גדולים יחסית. בנוסף, אצות הגדלות באופן טבעי בתנאי קיצון נוטות לפתח מנגנוני וחומרי הגנה מפני תנאים אלה כגון, חום, יובש ומליחות (Varshney et al. 2015). חומרים אלה מהווים עניין לייצור מסחרי (לדוגמה: ייצור מוגבר של בטא-קרוטן באצת הדונליאלה). לסקירה שאנו מציעים יש חשיבות כפולה: (1) תרומה מדעית במיפוי ובזיהוי מינים מקומיים ובבניית מאגר ("בנק") אצות מקומי, ושימוש במאגר זה למחקרי המשך וליישומים מסחריים אפשריים. נכון להיום, מידע זה ומאגר של אצות מקומיות לא קיימים בחבל אילות. (2) תרומה חקלאית/מסחרית; כוונתנו לאתר, במסגרת המחקר המוצע, מספר מצומצם של מיני אצות (עד 3) בעלות ערך מסחרי פוטנציאלי לגידול בנפחים המאפשרים ניסויי אופטימיזציה לייצור ביומסה וחומרים בעלי עניין מסחרי, אותם ניתן יהיה לגדל ולהפיק בערבה הדרומית, לטובת חקלאי האזור. תוצאות מחקר זה יוכלו להיות מיושמות כגידול חקלאי בתוך זמן קצר יחסית (עד שנתיים מסיום הפרויקט) ולעודד עיסוק בפיתוח וגידול אצות נוספות כאלטרנטיבה לגידולים הקיימים.

#### 4. מטרות המחקר כפי שהופיעו בתוכנית המקורית

למחקר זה שתי מטרות כלליות:

1. יצירת אוסף מיקרו-אצות של מינים הגדלים באופן טבעי במקורות מים בערבה הדרומית
2. איתור של עד 3 מינים של אצות מהערבה הדרומית למטרת גידול מסחרי ביישובי חבל אילות.

מטרות ספציפיות:

1. א. איסוף מיקרו אצות ממקורות מים קבועים ועונתיים בערבה הדרומית.
  1. ב. בידוד האצות לתרביות של מין אחד.
  1. ג. זיהוי האצות המבודדות.
2. א. בחירה של עד 3 מינים פוטנציאליים לגידול מסחרי.
  2. ב. עריכה של סדרת בדיקות לבחינת הפוטנציאל המסחרי של האצות הנבחרות.
  2. ג. עריכת ניסויים לאופטימיזציה של גידול האצות הנבחרות לביומסה.

2.d. עריכת ניסויים בתנאי עקה להגברת ייצור חומרים בעלי ערך מסחרי מהאצות הנבחרות

#### 5. מהלך המחקר ושיטות העבודה תכנון לעומת ביצוע לפי פירוט המשימות

**כללי:** העבודה הסטרילית במעבדה מתבצעת במנדף למינארי. כלי המעבדה עוברים עיקור באוטוקלאב ובאתנול לפני כניסה למנדף. פנים המנדף מחוטה ע"י מנורת UV לפני תחילת העבודה. המדידות עברו עיקור באוטוקלאב לאחר הכנתן. דגימות האצות מוחזקות במדפי תאורה עם עוצמת אור 10,000-20,000 LUX.

**איסוף דגימות ממקורות המים:** נאספו דגימות משני מקורות אגם תמנע ואגם נאות סמדר במאי 2023. מכל אתר נאספו 50 מ"ל של דגימת מים. חלק מדגימות נשמר במצבן המקורי והועבר לגידול ראשוני בארלנמייר סטרילי על שייקר בתאורה נמוכה, החלק הנותר (~30 מ"ל) חולק בין 3 ארלנמיירים נוספים שהכילו 3 מדידות שונות (F/2, ACB, BG11, SIGMA).

**הפרדת דגימות וזיהוי האצות:** עם הגעתן למעבדה, הדגימות עברו סינון במשאבת וואקום ונייר פילטר (N.1) להפרדת לכלוך וזואופלנקטון. לאחר שבוע של גידול, חלק מהדגימות נשמרו בארלנמיירים לגיבוי וחלק הועברו לדילול סידרתי בצלחת באריות עד ליחס של  $10^{-6}$ :1. לאחר הדילול, הדגימות נבדקו במיקרוסקופ ונזרעו בצלחות פטרי (15% אגר + המדיה התואמת) (צילום 1). שלוש דגימות מאגם תמנע שגודלו במדידות השונות, נשלחו לד"ר רות קפלן ממרכז האצות הלאומי, המעבדה לחקר הכנרת, המכון לחקר ימים ואגמים. הדגימות נשלחו בצלחת פטרי לזיהוי מורפולוגי וגנטי. הדגימות האגם תמנע לא הראו תוצאות ראשוניות מבטיחות ולכן לא נשלחו לזיהוי. להלן תקציר שיטות העבודה כפי שדווחו ע"י ד"ר קפלן:

#### זיהוי מורפולוגי

גידול במצע נוזלי למשך שבוע ואז צפייה במיקרוסקופ, תמונות המיקרוסקופ צולמו בעזרת מצלמת Leica עם תוכנת (suite Application). האצות זוהו לרמת המין או הסוג. מדידות של גודל התאים התבצעו במיקרוסקופ הפוך. בדיקת פיגמנטים ראשונית בתאים התבצע במיקרוסקופ פלואורסנטי.

#### הפקת DNA גנומי (gDNA) וברקוד גנטי

חומר חי נאסף מצלחות הפטרי באופן סטרילי אל תוך מבחנת 1.5 מ"ל להפקת gDNA בעזרת DNeasy (Thermo Scientific). תאים של המין הרצוי נאספו למבחנת PCR בשיטת המיקרומניפולציה. ההגברה של מקטעי ה-DNA הרצויים התבצעה בריאקציית PCR תוך שימוש בפריימרים. תוצר ה-PCR נבדק

באלקטרופוריזה כאשר 10% מהריאקציה הועמסה על ג'ל של 1% אגרוז. לאחר ההגברה מקטע ה DNA שובט לתוך פלסמיד במערכת ה Vector Easy T-®pGEM( 1360A Promega) והוחדרו לתוך חיידקי JM coli .E 109 בשיטת שוק חום. מושבות חיוביות לשיבוט נבדקו בעזרת PCR תוך שימוש בפריימרים אוניברסלי, שיבוט חיובי גודל ללילה במצע גידול LB עם אנטיביוטיקה. DNA פלסמידי הופק ונשלח לריצוף למעבדות חי בשיטת Sanger

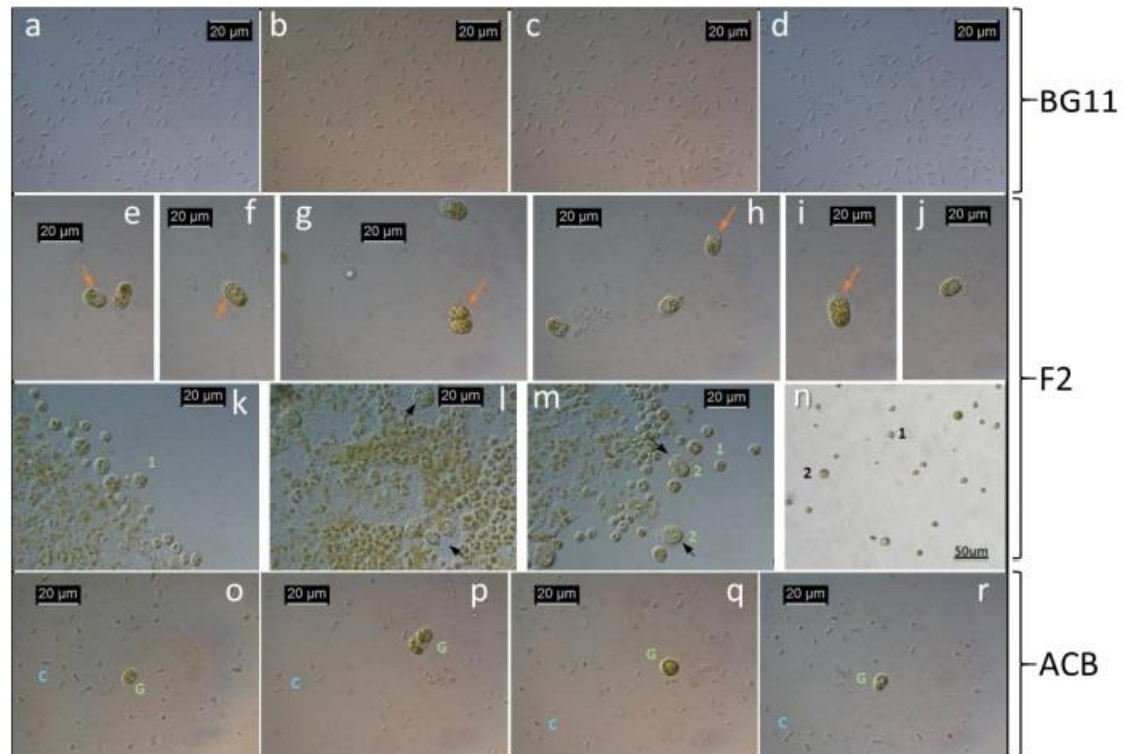
**תחזוק הדגימות והמשך דיגום:** הדגימות שהוחזקו במעבדת המו"פ נזרעו מחדש בצלחות פטרי אחת לחודש. בנוסף הדגימות גם הוחזקו בארלנמייירים על שייקר ובקבוקים סטריליים עם ביעבוע אויר. אחת לשבוע הוספנו נוזלים לדגימות אלה (כל דגימה עם המדיום שלה) כדי לשמר את הנפח שירד כתוצאה מאידוי.

6. תוצאות ביניים לפי המשימות שהוגדרו בתוכנית המקורית לאותה שנת דיווח או לכל השנים בדוח

המסכם, כולל איורים ותיאורים גרפיים במידת הצורך:

להלן תקציר תוצאות זיהוי האצות על בסיס דו"ח שנכתב ע"י ד"ר רות קפלן ושות' ממרכז האצות הלאומי:

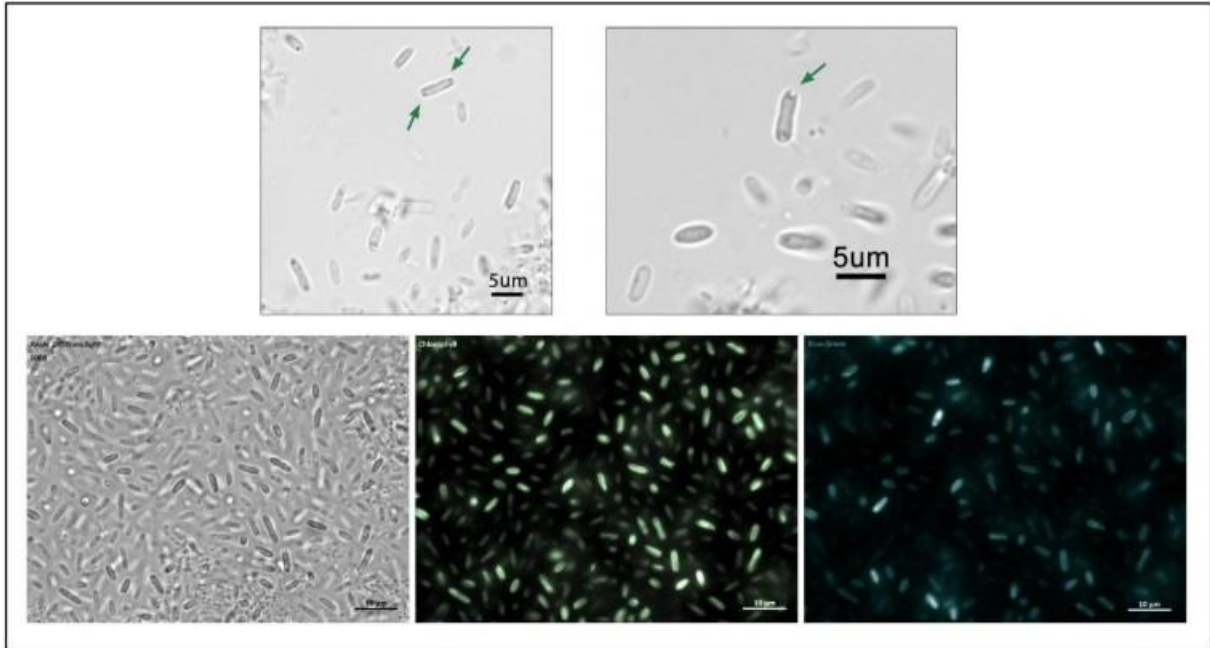
שלוש צלחות פטרי, עם תרביות הגדלות על מצעי הגידול ACB 2,F 11,BG התקבלו במעבדה לחקר הכנרת בסוף אוגוסט 2023 התרביות בודדו מאגם תמנע, אגם בעל מים מליחים, (18 ppt) כאשר על מצע BG 11 גדלה דגימה מינואר 2023, על מצע F 2 גדלה דגימה מיולי 2022. מהסתכלות ראשונית ניתן היה לראות כי על צלחת BG 11 גדל מין אחד של ציאנובקטריה (איור 1 d-a) בצלחת F2 ישנם לפחות 2 מיני ירוקיות, כאשר אחד גדול משמעותית מהשני (איור 1 n-e) ובצלחת השלישית, ACB, ישנה תרבית ובה הובחנו ציאנובקטריה וירוקית אחת (איור 1 r-o).



איור 1: צילום במיקרוסקופ של התרביות שהתקבלו מאגם תמנע: (a-d) צלחת BG 11 תרבית שבודדה בינואר 2023 עם מין 1 של ציאנובקטריה, (e-n) צלחת F 2 בודדה ביולי 2022, ירוקית, 2- ירוקית מסוג אחר, חצים מורים על מאפיינים מורפולוגיים, כגון: עינית, ממברנה חיצונית, מגרעת ממנה יוצאים השוטונים (o-r); צלחת ACB, C ציאנובקטריה G, ירוקית.

### זיהוי מינים בצלחת BG 11

הסתכלות ראשונית על הצלחת הראתה כי מדובר בתבדיד חד-אצתי, כלומר יש בה מין אחד בלבד שמבצע פוטוסינתזה בצלחת זו, ככל הנראה ציאנובקטריה. על מנת לעמת סברה זו נלקחה דוגמא למיקרוסקופ פלואורסנטי (איור 2), שם נבדקה הדגימה לנוכחות של כלורופיל ופיקובילינים, פיגמנטים המאפיינים ציאנובקטריה.



איור 2 : צילום במיקרוסקופ של תרבית 11 BG למעלה – צילום הדגימה בעדשת 63 אוזום דיגיטלי של 1.6 לקבלת הגדלה של 1008 x. החצים הירוקים מורים על גרגור המופיע בקצוות התאים. למטה – משמאל לימין אותו שדה מצולם ב: אור לבן, פלואורסנציה לערעור כלורופיל, פלואורסנציה לערעור פיקובילינים.

מאחר וישנו מין אחד בלבד של אצה בתבדיל, הוחלט להעניק לו מספר C-INCCA INCCA – Israel National 1035 Culture Collection of Algae, C - Cyanobacteria.

תיאור המין C-INCCA 1035: חד-תאי, או מקסימום 2 תאים יחד לאחר חלוקה, התא מאורך ישר או קצת מעוקל, בעל אורך הנע בין 4-1 µm ורוחב של 0.8-3.5 µm ללא מעטפת רירית בולטת. בעל גרגיר בולט בכל קצה של התא כנראה של ציאנופיצין, חומר תשמורת של ציאנובקטריה. על פי הפלואורסנציה נראה החזר אור חזק יותר בדפנות התא (איור 2 למטה), מה שיכול להעיד על ממברנות של תילקואיד לאורך ממברנת התא.

על פי המורפולוגיה מין זה שויך תחילה לסוג, *Synechococcus*, אך לאחרונה הקבוצה עברה מיון מחדש, לאחר הבנה שעל פי הגנטיקה הקבוצה הינה פוליפילטית למרות הזהות המורפולוגית.

זיהוי מולקולארי של מין הציאנובקטריה שבדוגמא התבצע על ידי הגברה וריצוף של מקטע מהגנום המשמש זה מקטע כאשר 16. SSU-ITS (S ribosomal RNA small subunit and intragenic space) גנטי כברקוד הינו באורך של כ 2000 בסיסים. התקבלו תוצרי PCR בגודל הצפוי עבור מקטע ה DNA משתי התרביות בהן צפינו בציאנובקטריה. תוצרים אלו נוקו, שובטו ונשלחו לריצוף.

מתוצאות השוואת הרצפים ניתן לראות כי הזהות ברצף הגבוהה ביותר בין C-INCCA 1035 *Synechococcus* .sp הוא כ 91% בלבד, אך הרצף בעל זהות מאוד גבוהה לרצפים ממקור שלא בודד (97% זהות ומעלה). כאשר



מסתכלים על מקור הדגימות מהן התקבלו הרצפים רואים כי ברובן הן מגיעות מאזורים בעלי גייזרים, שם המים יכולים להגיע לטמפרטורות מאוד גבוהות. השילוב שבין המורפולוגיה לגנטיקה, מציב את C-INCCA 1035 כמין חדש למדע המשתייך לסדרה שטרם הוגדרה ועל פי המורפולוגיה כנראה ממוקמת אבולוציונית קרוב לסדרת ה-Thermostichales 174 2020: Strunecky & Komárek (2020. al et Komárek). מינים מסדרה זו הם בעלי מורפולוגיה הדומה לזו של C-INCCA, 1035 ומקורם בגייזרים שבפארק ה Stone Yellow בארה"ב.

## זיהוי מינים בצלחת F 2

התרבית הגדלה על מצע F 2 נבדקה מיקרוסקופית עם הגעתה למעבדה לחקר הכנרת ובה ניתן היה להבחין בעיקר במיני ירוקיות, שאחד מהם זוהה כ *Tetraselmis sp.* (איור 1 e-n). בתרבית ניתן היה לראות את הסממנים המאפיינים סוג זה.

המאפיינים המורפולוגיים של הסוג *Tetraselmis* הם: תא בודד דחוס, בעל 4 שוטונים באורך שווה היוצאים ממגרעת בקודקוד התא, כלורופלסט גדול יחיד המכיל פירנואיד אחד ועינית בולטת, כאשר הגרעין ממוקם במקביל לפירנואיד ולבסיס השוטונים (al et Hyung). 2021). ניתן למצוא מיני *Tetraselmis* בדרך כלל בשפך נחלים, בריכות גאות, במים מליחים, ובסביבות מופרות בעקבות סופות גשם, גלים והתאיידות. המינים בסוג *Tetraselmis* שונים בצורת התא, גודלם, נוכחותם או היעדרם של פירנואידים, מורפולוגיה של כלורופלסט ועוד, אך רבים ממאפיינים אלו לא תוארו בצורה טובה והטקסונומיה של הסוג נמצאת במצב של בלבול, מכאן שההגדרה לרמת המין תצטרך להסתמך על המידע הגנטי.

חיפוש בבסיס הנתונים הבינלאומי העלה כי הרצף הראשון שייך למין *Tetraselmis Verrucosa f. rubens* עם 99% זהות. הרצף השני זהה לרצפי *Tetraselmis* רק ב, 89% מכאן שמדובר על ירוקית השייכת כנראה למחלקת ה Chlorodendrophyceae- אך לא לאותה הסדרה.

## זיהוי מינים בצלחת ACB

מצע הגידול ACB הינו ראשי תיבות ל Broth Culture Algae מהסתכלות ראשונית ניתן היה לראות כי גדלים 2 מינים על מצע גידול זה (איור r-o1) מין אחד הוא ציאנובקטריה קטנה והשני ירוקית. לפי המורפולוגיה נמצא כי הציאנובקטריה בתרבית זו זהה לזו הגדלה במצע BG11 (99% זהות). לא היה ניתן לבצע לאצה הירוקית שנמצאה בדגימה בגלל שלא היתה מספיק ביומסה להפיק חומר גנטי.

7. דיון: הכולל מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר או סיומו, תוך השוואה לסקר ספרות

שקיימת:

האצה Tetraselmis שגודלה על מדיה F2 היא אצה חשובה מאוד בשימוש בחקלאות מים. אצה זו משמשת להעשרת התזונה של מיקרואורגניזמים המשמשים להזנה של דגיגים בעיר בשלבים המוקדמים של התפתחותם (Guedes and Malcata, 2012). המין שזוהה מאגם תמנע (*T. Verrucosa*) מתועד כאצה בעלת יכולת גבוהה לעשרת רוטיפרים ומניעת עיוותים בהתפתחות של דגי זברה (Pinheiro, 2022).

חשוב לציין שמאחר ומדובר במין אצה שגדלה באזור, יתכן ויש לה תכונות תזונתיות שונות ואף טובות יותר. בשנה השניה, נבצע אנליזות ביוכימיות כדי לקבל פרופיל של חומרי התזונה והקרוטנואידים באצה. כמו-כן, נבצע ניקוי נוסף של התרבית כדי לשמר את האצה ולאפשר גידול בנפחים גדולים יותר כמתוכנן.

הציאנובקטריה שגודלה על מצע BG-11 התגלתה בבדיקה גנטית כמין חדש (מסדרה חדשה). בשנה השנייה נאסוף דגימות נוספות מאגם תמנע כדי לוודא תוצאה זו ובהמשך נבצע אנליזות ביוכימיות כדי להבין את פרופיל החומרים בעלי ערך שמאפיינים ציאנובקטריה זו.

בנוסף, נאסוף דגימות ממקורות אחרים בחבל אילות כדי לאתר מיני אצות נוספות.

8. סיכום עם שאלות מנחות

א. פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדוח

מהדגימות שנאספו מאגם תמנע בודדנו וזיהינו את האצה הירוקה *Tetraselmis Verrucosa* ומין חדש של ציאנובקטריה.

ב. פירוט כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדוח או חלק מהן

אספנו דגימות וביצענו בידוד, גידול וזיהוי של מיקרואצות כמתוכנן. נבחרו 2 מינים לאנליזות וגידול המשך.

ג. בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך

אבני דרך:

1. איסוף, בידוד וזיהוי האצות עד לרמת הסוג לפחות – בוצע

2. בחירת 3 מינים להמשך גידול וניסויים- נבחרו 2 מינים

ד. הגדרת היעדים הכמותיים למחקר והיעדים היישומיים למחקר אשר הושגו לתקופת המחקר

נבחרו 2 מינים להמשך המחקר. בתכנון היו 3.

ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

מהשנה הראשונה נראה כי בהחלט יש פוטנציאל גדול לשיטת העבודה שהצגנו ונמצאו מינים בעלי עניין מסחרי ומדעי. לפי תוצאות חיוביות אלה נמשיך באותה שיטה גם ב 2024 ונוסיף אנליזות ביוכימיות והגדלת נפחי גידול.

ו. מהן הבעיות שנתרו לפתרון ואו שינויים טכנולוגיים שיווקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומה

אמורה להיות התייחסותך להמשך

המסקנה העיקרית מתוצאות השנה הראשונה היא שיש צורך לבצע בידוד טוב יותר לדגימות כדי להבטיח דגימה שמכילה מין אצה אחת בלבד. כמו-כן ישנה בעיה של כוח אדם מוכשר לעבודת מעבדה דבר היכול לגרום לעיכובים בהמשך המחקר.

ז. פעילויות שנעשו במו"פ במהלך תקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכו'

בוצעו מספר סיורים והסברים על המעבדה והמחקר לאנשי משרד החקלאות, קק"ל, חברי הנהלת המו"פ, חוקרים וסטודנטים ממכון ערבה.

ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר

לא היו פרסומים רלוונטים

ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור

איתור של מיני אצות מקומיות שגדלות באופן טבעי בתנאי הקיצון של חבל אילות הוא בעל פוטנציאל מסחרי משמעותי במיוחד באזור זה שפועלות בו 2 מחברות ייצור האצות המצליחות ביותר בישראל. הייחודיות של מיני אצות אלה בצירוף עם הפעילות והידע הקיימים יכולים לשמש כפלטפורמה לגידולים נוספים של אצות ביישובי האזור.

י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון

שיתוף הפעולה נעשה עם ד"ר ציפורה טייטל מוולקני שתבצע אנליזות לאצות שנבחרו החל מהשנה השנייה.

י.א המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר

שיפור הבידוד של הדגימות שנאספו ע"י דילול סדרתי נוסף. שאר השיטות ימשיכו כמתוכנן

יא. פטנטים שנבעו מהמחקר

כרגע אין פטנטים. ישנו תכנון לפרסם במאמר את מציאת המין החדש של הציאנובקטריה שנאסף מאגם תמנע.

מו"פ ערבה דרומית – דו"ח שנתי 2023 – תוכנית נמשכת

מוקד המחקר: 81138

שנת המחקר: 1 מתוך 2 שנים

מיזם משותף – סקר מקורות מים לחקלאות ימית באתר עברונה ושימוש המעגלי

מוגש לקרן קיימת לישראל

ע"י

ד"ר יאיר כהן – חקלאות מים, מו"פ ערבה דרומית

בשיתוף משרד החקלאות ופיתוח הכפר

1. מו"פ ערבה דרומית - דוח שנתי

מוקד המחקר 81138

שם התוכנית - מיזם משותף – סקר מקורות מים לחקלאות ימית באתר עברונה ושימוש המעגלי

חוקר ראשי ושותפים:

ד"ר יאיר כהן – חקלאות מים, מו"פ ערבה דרומית

סטטוס התוכנית – נמשכת

2. תקציר

3. רקע קצר ותיאור הבעיה

תחום חקלאות המים סומן כמנוע צמיחה עתידי בערבה הדרומית בגלל היכולת של תחום זה לייצר מקומות עבודה ואיכותיים לקדם אבטחת מזון ושגשוג כלכלי. במסגרת החלטת הממשלה 4662 (תכנית רב-שנתית לפיתוח העיר אילת וחבל אילות) נקבעו שלושה אתרים מרכזיים לפיתוח התחום. אתר עברונה הוא הגדול והצפוני מבין אתרים אלה וממוקם בחבל אילות, בסמיכות לבריכות האידוי של חברת מלח הארץ.

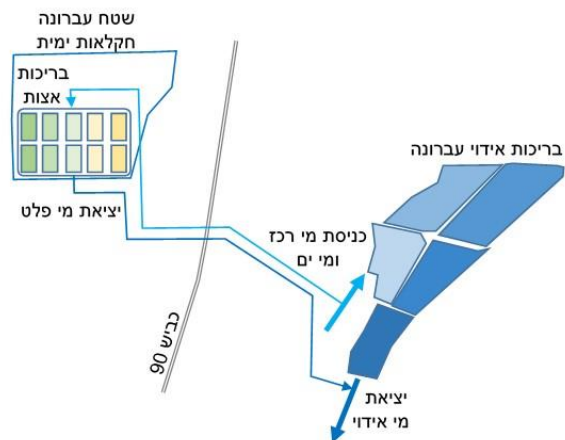
היוזמה להקמת פארק חקלאות ימית, שהוביל המשרד, תלויה במידה רבה ביכולת לספק ליזמים מים במליחיות שונות באתרי הפארק וכן ביכולת לעמוד בדרישות הסביבתיות של היתרי ההזרמה לים של מי הפלט ממערכות הגידול השונות.

באזור דרום הערבה קיימים מספר מקורות פוטנציאליים של מים, החל במי ים, מים קידוחים מליחים, מי רכז במליחיות שונות, ומים שפירים או מותפלים. עם זאת, קיימת חשיבות לבסס ולהטמיע טכנולוגיות מתקדמות שיאפשרו לעשות שימוש חוזר במים באופן שיתרום לשיפור כלכליות הגידול במערכות החקלאיות, בשאיפה לייצר כלכלה מעגלית על בסיס מים אלו.

#### 4. מטרות המחקר

**מטרת העל של המיזם המשותף** היא לקדם את פיתוח אתר עברונה לחקלאות ימית באמצעות בחינת מקורות מים שונים והדרכים לייצר שימוש מעגלי בהם.

המתווה מציע שימוש מעגלי במשאבים ע"י שילוב בין אידוי, גידול אצות והחזרת מי תמלחת להמשך ייצור מלח, על פי התרשים הסכימתי הרעיוני הבא:



א' – לבצע סקר מקורות מים פוטנציאליים לחקלאות ימית בחבל אילות, על מנת לגוון את אפשרויות השימוש, להוזיל עלות תשתיות ולקצר לוחות זמנים להספקה ופינוי מים לאתר זה.

ב' – לבחון הייתכנות ראשונית להתאמת מי רכז ומקור מים חלופי נוסף לגידולים אפשריים בחקלאות ימית התאימים לאתר עברונה על מנת למקד את תכניות הפיתוח העתידיות של אתר זה.

ג' – לבצע בדיקה ראשונית לשיקוע וייצור מלח ולאפשרות לשימוש מעגלי במי פלט של גידולים בחקלאות ימית (אצות), על מנת להשיא את התועלת הכלכלית ממים אלו.

מיזם זה יעשה מתוך כוונת המשרד לקדם הקמת פארק החקלאות הימית באילת אילות ומתוך מעורבות המועצה האזורית חבל אילות בשיקולים חקלאיים ותשתיתיים במרחב המועצה.

#### 5. מהלך המחקר ושיטות העבודה תכנון לעומת ביצוע לפי פירוט המשימות

א' – בוצע איסוף מידע על מקורות מים באזור, המידע סופק ע"י אבי רמות מאגודת המים, ערדום ומרולי הדס המשמש כיועץ במשרד החקלאות. המידע רוכז לטבלה.

ב' – בוצעו 3 ניסויים בגידול אצות: בדיקת השפעת אנטיסקלאנט על גידול האצה *Dunaliella Bardawil*, השפעת סוגי מים שונים (פירוט בהמשך) על גידול האצה, השפעת סוגי מים שונים בתוספת חנקן על גידול האצה.

#### השפעת אנטיסקלאנט על גידול אצת הדונליאלה

חברת מקורות מפעילה את מתקן סבחה סמוך לעיר אילת. מתקן זה מתפיל, בין השאר, מי ים מעורבבים עם מי קידוחים מקומיים כדי לספק מים מותפלים לתושבי העיר. תהליך ההתפלה מייצר מי רכז במליחות גבוהה (65 PPT, סבחה ג') המכילים אנטיסקלאנט מסוג Z30/9A. השימוש באנטיסקלאנט נפוץ במתקני התפלה ונועד להפחית את עומס העבודה של הממברנות. מקורות דיווחה כי ריכוז האנטיסקלאנט במי הרכז מוערך ב 7 ppm.

בתצפית קודמת שנעשתה במתקן NBT (לא במסגרת עבודת המו"פ) דווח כי אצת הדונליאלה לא שרדה במים שהכילו אנטיסקלאנט לאחר 24 שעות של גידול (נעם מוזס, תקשורת אישית). בעקבות תוצאה זו

הועלתה ההשערה כי תמותת האצות נבעה מנוכחות של אנטיסקלאנט במי הגידול. להשפעת האנטיסקלאנט על גידול האצות יש משמעות חשובה בגלל שהמיזם המשותף בוחן, בין השאר, את ההיתכנות של גידול אצות במי הרכז של סבחה ג' למטרת דו שימוש במשאב זה.

בעקבות השערה זו ערכנו ניסוי במעבדת המו"פ שבחן השפעת ריכוזים שונים של אנטיסקלאנט (שסופק ע"י חברת מקורות) על שרידת וקצב גידול האצות. הריכוזים שנבחנו הם: 3.5 ppm, 7 ppm, ו 14 ppm. בנוסף נערך טיפול ביקורת שלא כלל אנטיסקלאנט. כל הטיפולים נערכו ב 3 חזרות. המדיום ששימש לגידול היה מי צנטריפוגה מסוננים שעברו סטריליזציה באוטוקלב. מים אלה נבדקו והוכחו כמתאימים לגידול האצה בתצפיות שערכנו לפני עריכת ניסוי זה. הניסוי נערך בארלנמיירים (50 מ"ל נוזל) שהוצבו על שייקר ובעוצמת אור של  $LUX \sim 20,000$  בתאריכים 26.3.23 – 9.4.23. קצב גידול האצה נמדד 3 פעמים בשבוע ע"י ספירה של תאים בהמוציטומטר במיקרוסקופ אור.

#### השפעת מי סבחה ג' ומי בריכות האידיוי של חברת מלח הארץ על קצבי גידול של אצת הדונליאלה

בניסוי זה ביקשנו לבחון את קצבי הגידול של אצת הדונליאלה הגדלות במים שמקורם במי הרכז של מתקן סבחה ג' של חברת מקורות.

שיטת הניסוי וספירת התאים זהה לזו המתוארת לעיל בניסוי הראשון, 3 חזרות לכל טיפול. הניסוי נערך בתאריכים 13.4.23 - 14.5.23. סוגי המים שנבחנו היו:

- מי תצליל של גידול האצה כביקורת (חברת NBT) (MNBT)
- מים מבריכה 65 של חברת מלח הארץ (בתחילת תהליך האידיוי) (65)
- מים כניסה לבריכות המלח בעברונה (ber65)
- מים שמוצאם ממתקן סבחה ג' של חברת מקורות (sabha)

#### השפעת מי סבחה ג' ומי בריכות האידיוי של חברת מלח הארץ על קצבי גידול של אצת הדונליאלה

##### בתוספת חנקן

ניסוי זה הוא למעשה חזרה על ניסוי הקודם כאשר לכל הטיפולים למעט הביקורות נוספו 100 מ"ג/ליטר חנקן צרוף. ניסוי זה נערך עם 4 חזרות במקום 3 בניסוי הקודם.

ג' – בוצעו שני ניסויי שיקוע מלח לפי השיטות הבאות:

##### תצפית שיקוע המלח באתר חברת מלח הארץ



התצפית בוצעה במכלים. כל מיכל הכיל כ 10 ליטר מים בארבעה סוגים:

1. מי צנריפוגה NBT
2. מים מבריכה 65 מלח הארץ, עברונה
3. מים מבריכה 205 מלח הארץ, אילת
4. יחס 5:1 של מים 65 (5) ו NBT (1)

השיקוע בוצע עד 12.2.23 כאשר רוב המים התאדו.

המלחים נשלחו לאנליזה במעבדה ע"י חברת מלח הארץ.

הרכב המלחים הושווה להרכב מלח השולחן המיוצר ע"י חברת מלח הארץ (2 דגימות) אחרי שבוצע בו תהליך שטיפה.

ניסוי שיקוע מלחים במו"פ ערבה דרומית

בוצע ייבוש של 4 מקורות מים:

1. מי סבחה – מים שמוצאם במתקן ההתפלה של מקורות - מי רכז של התפלת מים שמקורם במי ים (80%) בתוספת מי קידוחים (20%)
2. מים מבריכה 65 בעברונה
3. מי תצליל של NBT
4. ערבוב ביחס של 5:1 מ 65 ו NBT (בהתאמה)

הניסוי נערך בתחילת יוני 2023. הניסוי כלל 24 מיכלים בשתי שורות כאשר השורה הראשונה הועמדה מעל השניה. למיכלים בשורה הראשונה חוברו ברזים המאפשרים מעבר מים למיכלים המקבילים בשורה השניה (תמונה 1). כל מיכל בשורה הראשונה הכיל כ 10 ליטר של 4 הדגימות ב 3 חזרות (סה"כ 12 מיכלים לשורה). המיכלים הוצבו פתוחים וחשופים לשמש. בכל יום נמדדה מליחות וכאשר המליחות הייתה 12%-15%, העברנו את שארית המים למיכל המקביל בשורה השנייה ע"י פתיחת הברז התואם. המלחים נאספו משתי השורות לאחר ייבוש מלא בשמש. בנוסף, כ 0.5 ק"ג מלח מהמיכלים בשורה השנייה נאסף ונשטף במי מלח נקיים (30%). כל החזרות עורבבו והמלחים נשלחו לבדיקות ICP במעבדות מילודע. כל דגימה נבדקה ב 3 פאזות: עליון – מלחים שנאספו מהשורה הראשונה, תחתון – מלחים שנאספו מהשורה השנייה ושטיפה – מלחים שנאספו מהשורה השנייה ונשטפו במי מלח. סה"כ בוצעה אנליזה ל 12 דגימות (4 סוגי המלח ב 3 פאזות).

מטרת הניסוי העיקרית הייתה לבחון את ההיפותזה שגבס עובר שיקוע בטווח מליחות של 12%-15%.



תמונה 1: מערך הניסוי, בתמונה נראים המלחים שהצטברו בפאזה 2.

#### 6. תוצאות ביניים

א' - סקר מקורות מים פוטנציאליים לחקלאות ימית בחבל אילות: להלן הנתונים שנאספו עד כה:

נתוני קידוחים פעילים:

קידוח	pH	EC	C°	NO <sup>3</sup> מ"ג/ל'
סמר 4	6.69	4.3	25.6	16
סמר 113 א'	7.2	3.8	29	0
סמר 13	7.2	3.4	31	4
שיזפון 1	7.2	3.4	47.3	0
שיזפון 11	6.9	3.5	44.3	?
שיזפון 11.1	6.6	3.7	30	?
יעלון א'	7.4	2.6	32	0
יעלון ב'	7.5	1.6	36.1	0
יעלון 3 א'	6.5	3.6	33.5	0
קטורה 4 א'	7.2	3.5	32.2	0
קטורה 5	6.5	2.8	32.2	0

0	34.5	3.4	6.9	קטורה 6
0	37.7	3.4	6.9	קטורה 7
0	32	1.7	6.9	קטורה 9
0	32	2.5	?	קטורה 14
9	29.9	3	6.9	קטורה 19
8	28	3	?	קטורה 115
38	27.8	5.1	6.88	יטבתה 10
17	26.2	3.9	7.6	יטבתה 11
3	24.9	3	7.7	יטבתה 13
8	29.1	1.8	7.3	פארן 115 א'
13	26	1.6	7.2	פארן 119
4	30	2	7.2	פארן 120
8	38	2.1	6.9	פארן 215
4	32	1.8	7.2	פארן 217

נתוני אילת והסביבה (ישראל (רולי) הדס)

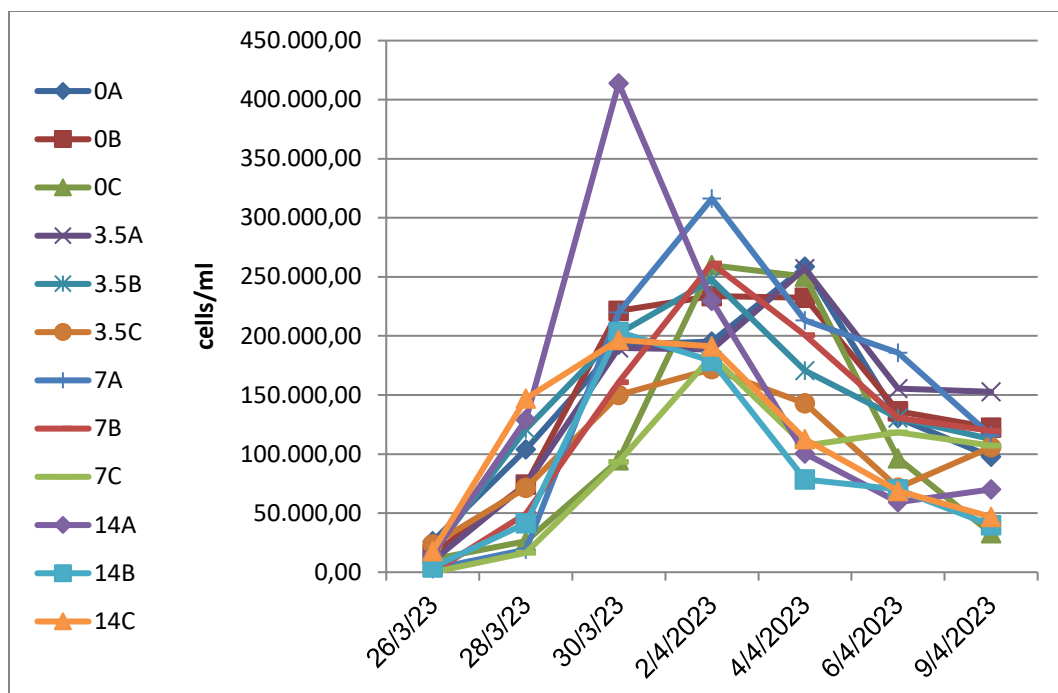
קידוח	pH	EC	C°	NO <sup>3</sup> מ"ג/ל"
115	7.2	40.1	34	0
116	6.9	25.7	32	1.13
117	6.7	8.88	27.4	7.93
מח מרידיאן ת/1	?	?	?	0
מח מרידיאן ת/2	?	?	?	0
מק אילת 112	7.13	21	31	2
מק אילת 113	7.3	7.7	28.3	7
נד פז אסא 1	7.24	4.26	31.5	54
נד פז אסא 2	7.22	4	32	43
נד פז אסא 3	7.24	4.86	31.3	33.5
נד שת"א 1	?	?	?	42.5
נד שת"א 3	?	?	?	4.1

2	28.6	13.17	7.12	מק אילת 110
5	28	6	7.37	מק אילת 111
4	28.7	9.23	7.24	מק אילת 101
11	27.9	20.7	7.14	מק סבחה 19
4	27.7	7.36	7.66	מק אילת 16 (סבחה)
13	27.3	15.3	7.1	מק אילת 102
18	27.8	7.52	7.75	מק סבחה 16 א
75	26.6	10.2	7.15	מק סבחה 20
61	26.4	9.87	7.2	מק סבחה 21
14	28.8	11.1	7.18	מק אילת 103 א

ב' - התאמת מי רכז ומקור מים חלופי נוסף לגידולים

השפעת אנטיסקלאנט על גידול אצת הדונליאלה

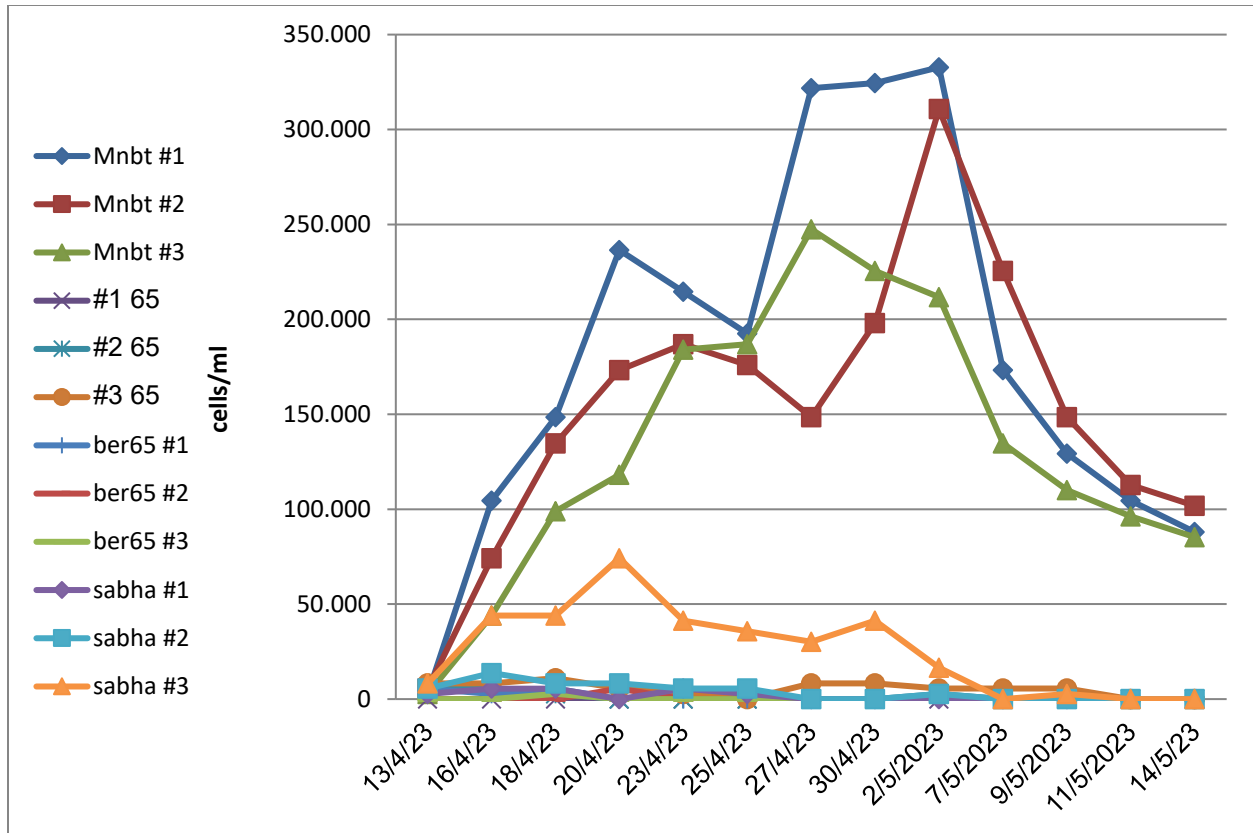
תוצאות הניסוי הראו שישנה שונות ניכרת בין ממוצעי ספירות התאים בטיפולים השונים אך ללא קשר ברור לנוכחות אנטי סקלאנט. לדוגמה: ממוצע התאים בביקורת בשיא הגידול (2.4.23) היה ~230,000 תאים למ"ל ובטיפולים של 7 ו 14 ppm אנטיסקלאנט היה 253,000 ו 200,000 תאים למ"ל בהתאמה (איור 1). במבחן סטטיסטי שנערך, לא נמצאו הבדלים משמעותיים בקצבי הגידול בין הטיפולים (repeated measures ANOVA, p=0.212).



איור 1: קצב גידול אצת הדונליאלה (מספר תאים למ"ל) בריכוזים שונים של אנטיסקלאנט

השפעת מי סבחה ג' ומי בריכות האידוי של חברת מלח הארץ על קצבי גידול של אצת הדונליאלה

תוצאות הניסוי מצביעות על גידול בשיעור נמוך מאוד בכל הטיפולים (עד למקסימום של 14,000 תאים למ"ל) למעט חזרה אחת במי סבחה ג' שהראתה גידול משמעותי יותר (עד למקסימום של 75,000 תאים למ"ל). במי הביקורת הגידול היה משמעותי בהרבה והגיע למקסימום ממוצע של 285,000 תאים למ"ל. עם זאת, לא נצפתה תמותה מיידית באף אחד מהטיפולים ומספר התאים נשאר נמוך מאוד לאורך כל ימי הניסוי. באחת מהחזרות במים מבריכה 65 לא נספרו תאים בשיטה שהשתמשנו בה אבל נצפו גם בדגימות אלה מעט תאים חיים (איור 2). במבחן סטטיסטי שערכנו, התגלו הבדלים משמעותיים בין קצבי הגידול של חלק מהטיפולים בעיקר בין הביקורת לשאר הטיפולים אך גם בין אותה חזרה של מי סבחה ג' למרבית שאר החזרות. (repeated measures ANOVA with Tukey's test,  $p = 0.05$ ).

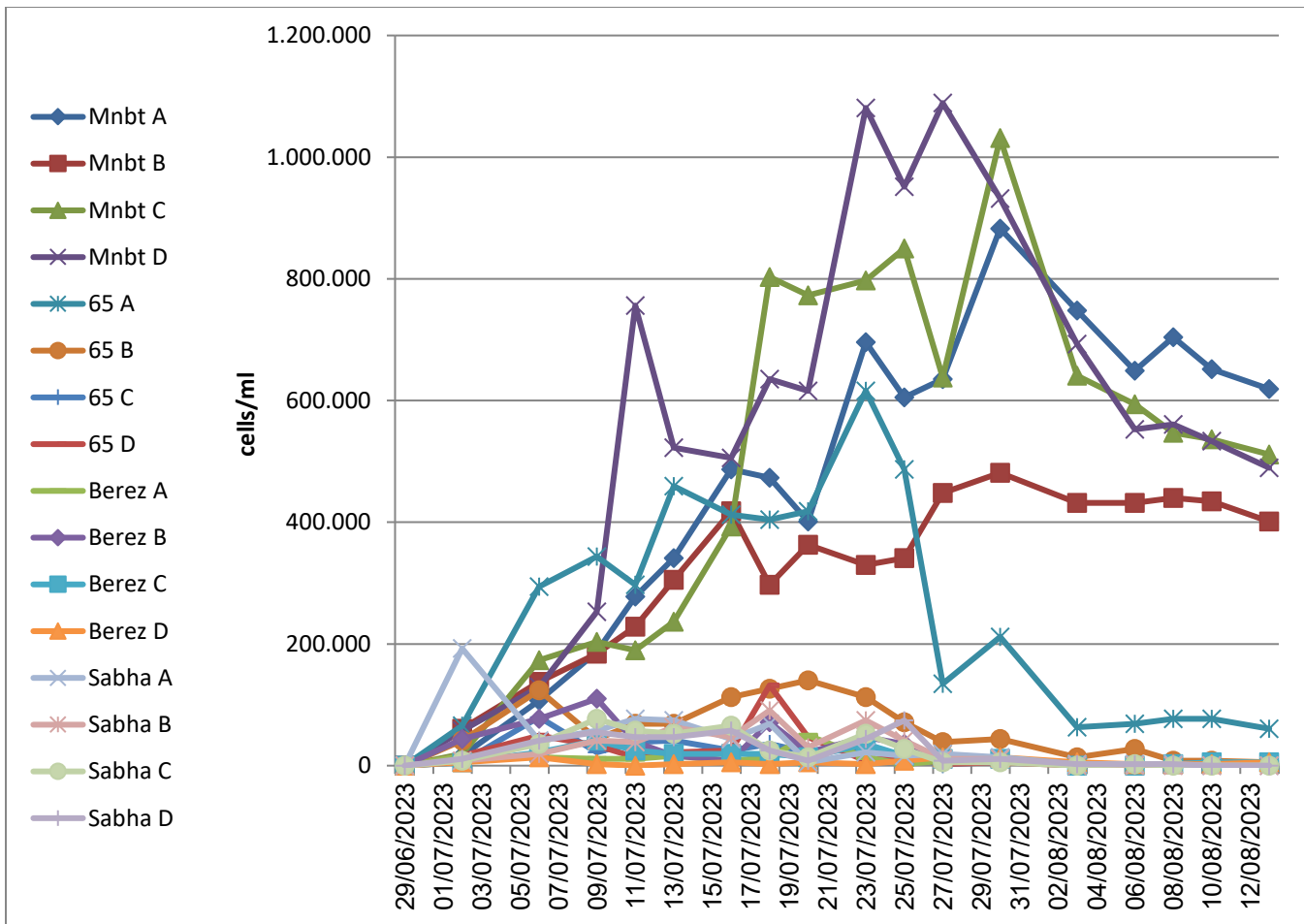


איור 2: קצבי גידול של אצת הדונליאלה בסוגי מים שונים

השפעת מי סבחה ג' ומי בריכות האידי של חברת מלח הארץ על קצבי גידול של אצת הדונליאלה

בתוספת חנקן

תוצאות הניסוי מצביעות על מגמה דומה לזו שנצפתה בניסוי הקודם כאשר במדיום הביקורת היה טוב בהרבה מבשאר הדגימות (ממוצע של 831 אלף תאים למ"ל בשיא הגידול לעומת ממוצע של 40 אלף תאים למ"ל בהתאמה) למעט דגימה אחת ( 65A שמקורה בבריכות האידי של עברונה) שהגיע למספר גבוה של תאים יחסית לשאר הדגימות (616 אלף תאים למ"ל בשיא הגידול) בדומה לגידולי הביקורת אך לזמן קצר יותר (איור 2).

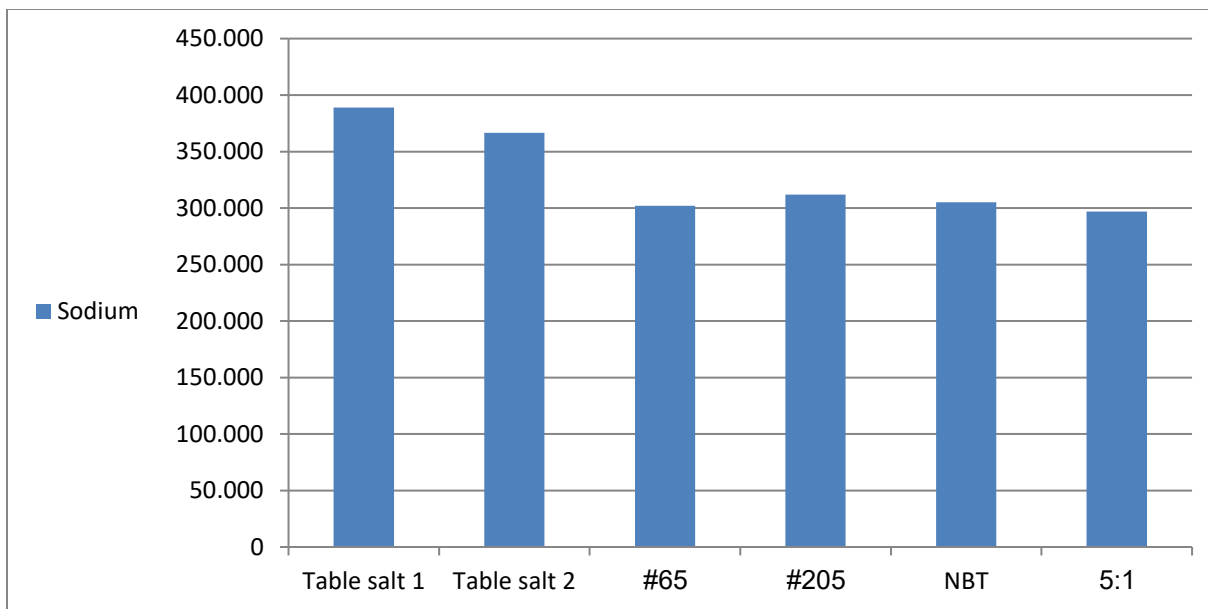


איור 2: קצבי גידול של אצת הדונליאלה בסוגי מים שונים בתוספת 100 מ"ג/ל חנקן.

ג' – שיקוע וייצור מלח

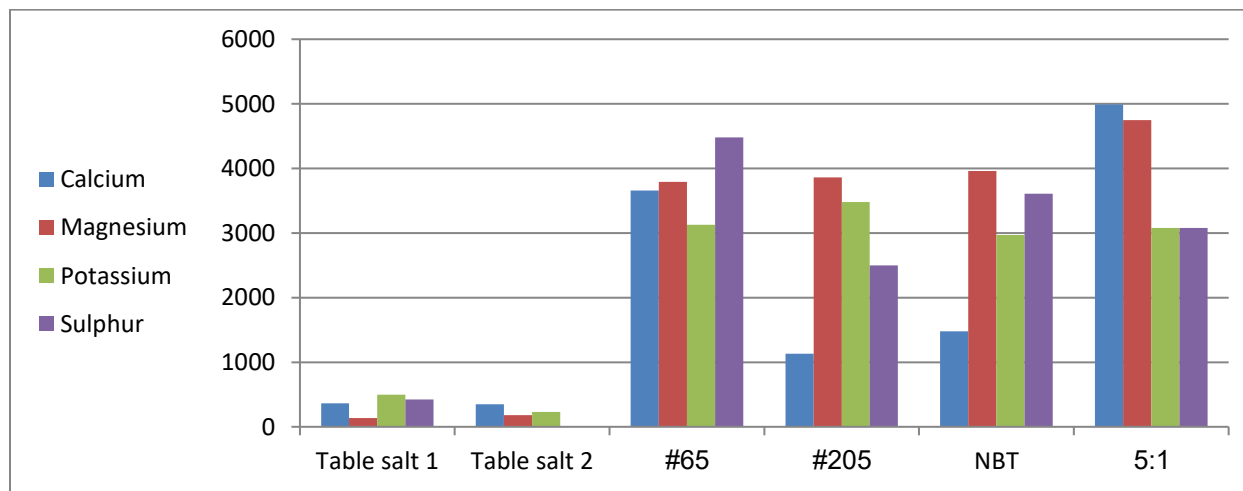
תצפית שיקוע המלח באתר חברת מלח הארץ

נתרן: כמות הנתרן הייתה הגבוהה ביותר בדגימות של מלח השולחן PPT 378 בממוצע. כמות הנתרן הייתה דומה בשאר הדגימות ונעה סביב PPT 300 (איור 1).



איור 1. ריכוזי נתרן בדגימות התצפית ובאנליזות של מלח שולחן

מאקרו אלמנטים: בכל הדגימות האלמנטים הדומיננטים היו: אשלגן, קלציום, מגנזיום וגופרית. באופן כללי ריכוזי אלמנטים אלה היו גבוהים בהרבה (בסדר גודל) בדגימות הניסוי מתוצאות האלניזה של מלח השולחן. בדגימה 65 (ובמידה מסוימת גם בדגימה 5:1) ריכוזי הקלציום (פי 3.3 בממוצע) והגופרית (ב 30% יותר) היו גבוהים יותר מבדגימות 205 ו NBT מה שעשוי להעיד על נוכחות של גבס שעובר שיקוע בתהליך ההמלחה (דורית דברת רונן, מלח הארץ). בריכה 205 מלוחה יותר מבריכה 65, (PPT 142 לעומת PPT 104 בהתאמה). (איור 2).

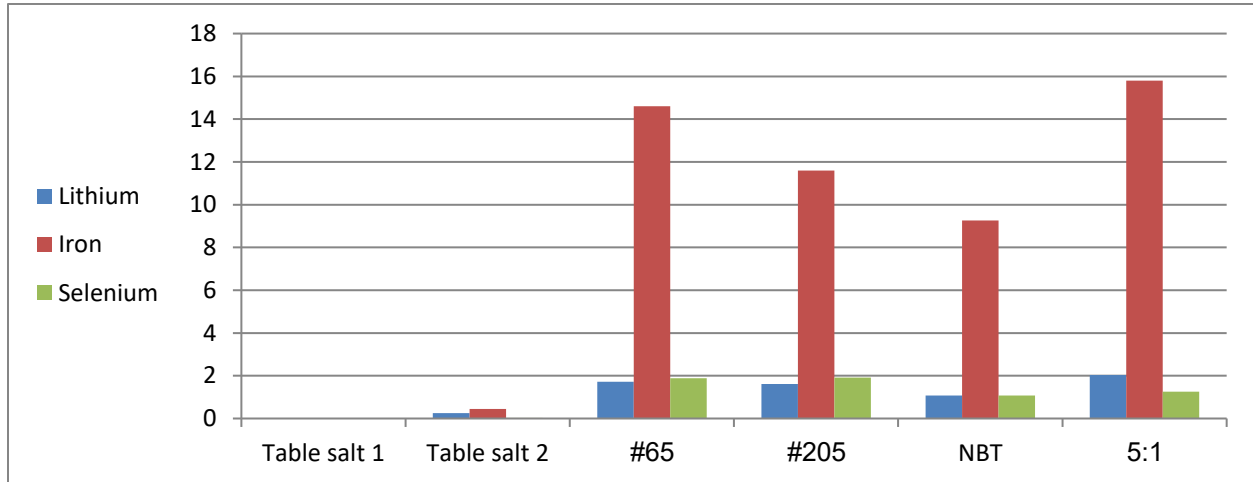




איור 2: ריכוזי מאקרו אלמנטים בדגימות התצפית ובאנליזות של מלח שולחן.

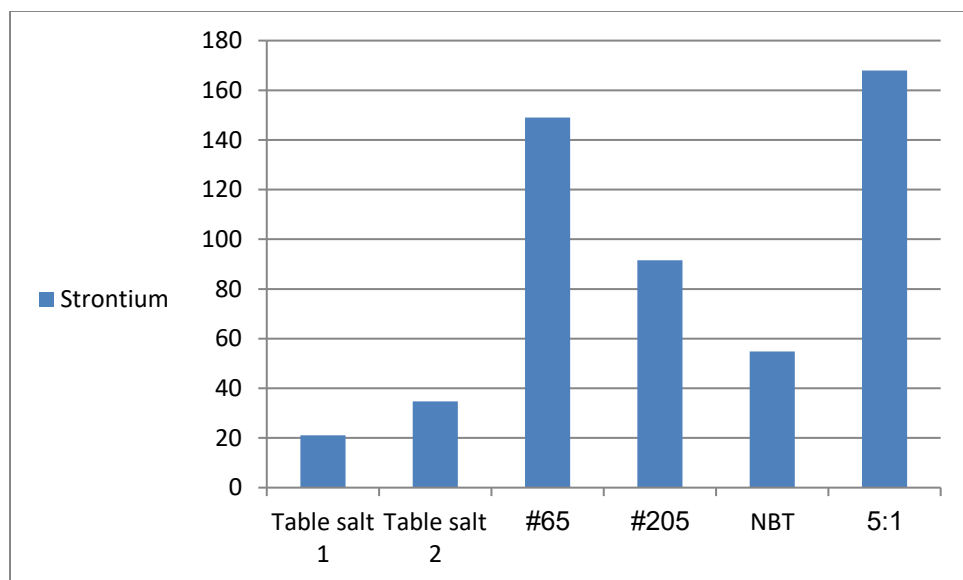
מיקרו-נוטריינטים

המיקרו-אלמנטים החשובים בדגימות היו: ליתיום, ברזל, סלניום. בדומה לתמונת המאקרו אלמנטים, גם כאן ריכוזי המיקרו אלמנטים היו גבוהים בהרבה מבאנליזות של מלח השולחן. ליתיום פי 6 בממוצע, ברזל פי 28 בממוצע, סלניום פי 48 בממוצע.



איור 3: ריכוזי מיקרו אלמנטים בדגימות התצפית ובאנליזות של מלח שולחן.

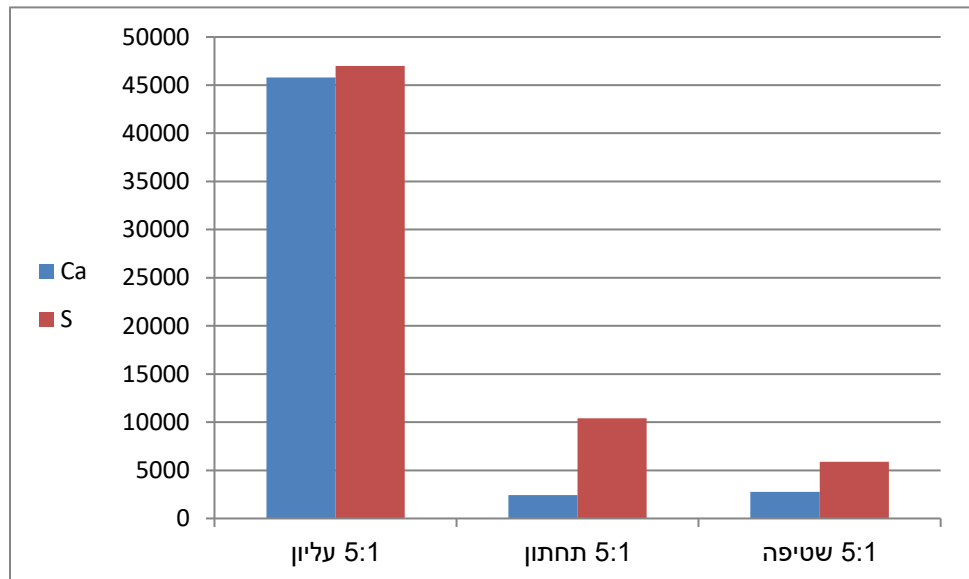
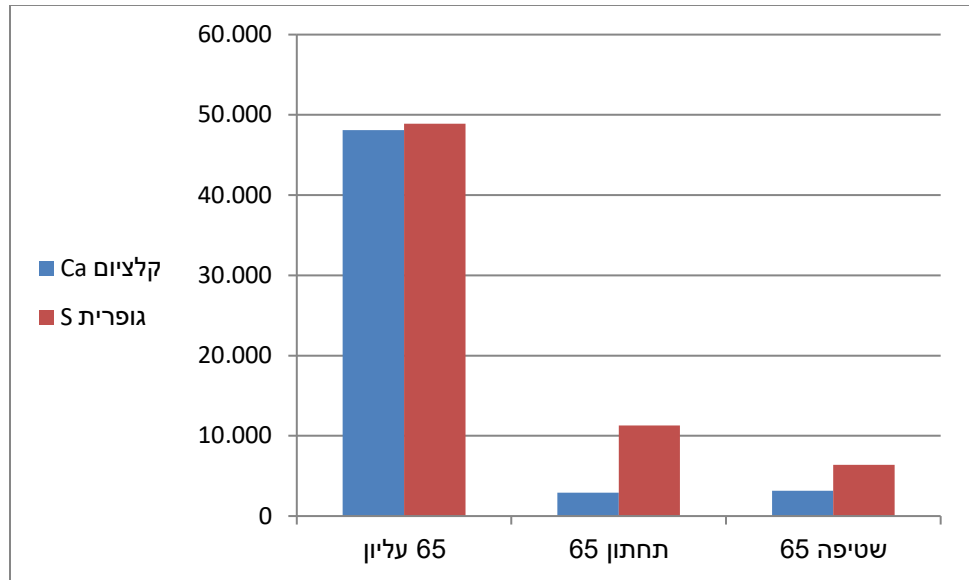
סטרונטיום נמצא בריכוזים בינוניים בכל הדגימות ופי 4 בממוצע בדגימות התצפית לעומת האנליזות של מלח השולחן (איור 4)

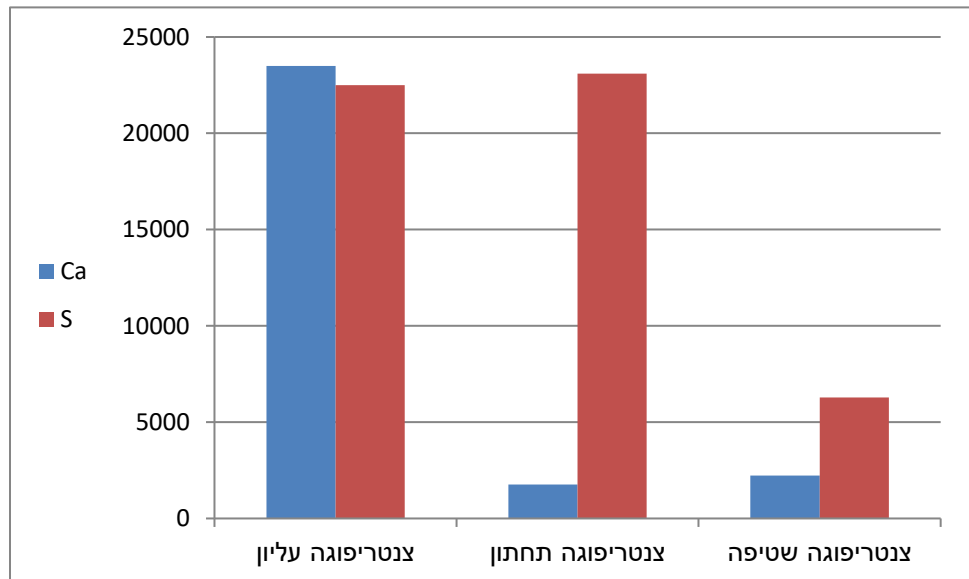
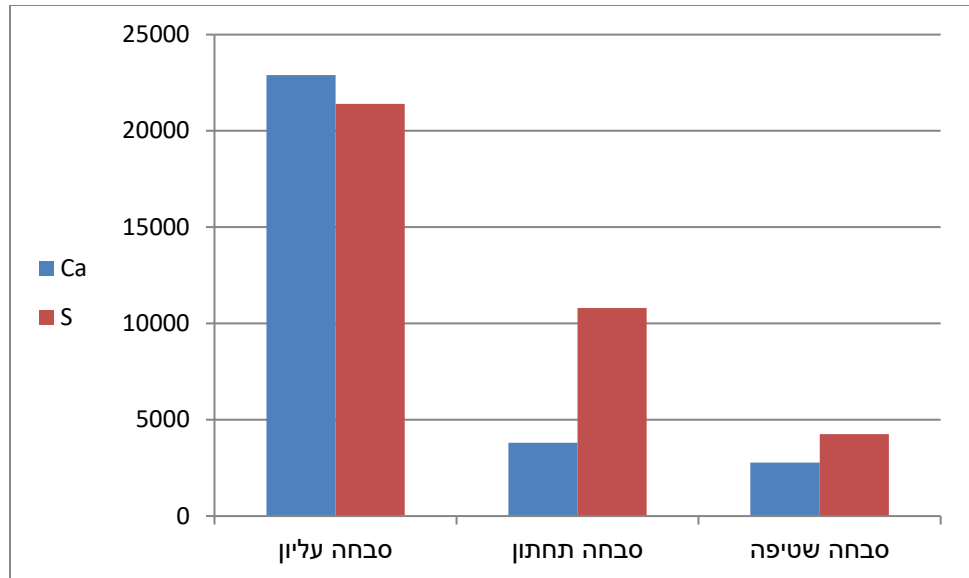


איור 4: ריכוזי סטרונטיום בדגימות התצפית ובאנליזות של מלח שולחן.

#### ניסוי שיקוע מלחים במו"פ ערבה דרומית

המליחיות בפועל של המים בשעת פתיחת הברזים (המליחות נמדדה במד מליחות אלקטרוני בדילול של פי 5) היו 12% למי התצליל ו 15% לשאר סוגי המים. התוצאה המובהקת ביותר הייתה השוני בריכוז הסיידן (Ca) בין פאזה 1 לפאזה 2 בכל סוגי המלח שנבדקו, השינוי היה גדול מאוד בכל הדגימות (מינימום 500% בדגימת הסבחה ומקסימום של 1785% בדגימה 5:1), שינוי זה מעיד על שיקוע של סידן בפאזה 1. בדגימות של 65 ו 5:1 הסיוד השני שהראה את הרמה השנייה בגובהה של שיקוע היה גופרית (שוני של 333% ו 352% בין פאזה 1 לפאזה 2 בהתאמה), גם בדגימת הסבחה התקבלה אינדיקציה משמעותית של שיקוע גופרית (הבדל של 98% בין שתי הפאזות), בדגימה של מי התצליל לא היו הבדלים משמעותיים בריכוז הגופרית במלחים של שתי הפאזות. השטיפה שבוצעה גרמה להפחתה של ריכוזי הסיידן והגופרית בכל הדגימות (איורים 1-4).





איורים 1-4: ריכוזי סידן וגופרית בשלושת הפאזות בכל דגימות המלח שנבדקו.

יסודות נוספים שהראו על שיקוע משמעותי בין שתי הפאזות בכל הדגימות היו: סטרונציום, אלומיניום וטיטניום

א'- הנתונים שנאספו הם חלקיים וחסרים המלצות לביצוע. בימים אלה אנו עומלים לאיסוף המידע החסר בכדי לספר תמונה מלאה על מקורות המים הקיימים, בעיקר חסרים נתונים על קידוחי תצפית שבוצעו אך זנחנו בגלל אי התאמתם להשקיה חקלאית. נתונים אלה חשובים בהקשר של מיזם זה כיוון שקידוחים אלו עשויים להיות מתאימים לגידולים שונים בחקלאות מים. לאחר איסוף הנתונים המלא, ייכתבו המלצות לאפשרויות הגידול השונות.

#### ב' - התאמת מי רכז ומקור מים חלופי נוסף לגידולים

##### השפעת אנטיסקלאנט על גידול אצת הדונליאלה

ניכר כי לא הייתה השפעה של נוכחות אנטיסקלאנט על קצבי גידול האצה (ובוודאי שלא על שרידות האצה) גם בטיפול שהכיל פי 2 מריכוז האנטיסקלאנט שדווח במי הרכז של סבחה ג' ע"י חברת מקורות. תוצאות אלו מעידות שניתן להשתמש במים אלה לגידול האצה דונליאלה.

##### השפעת מי סבחה ג' ומי בריכות האידוי של חברת מלח הארץ על קצבי גידול של אצת הדונליאלה

להערכתנו, קצב הגידול הנמוך שנמצא ברוב חזרות הטיפולים השונים נובע ממחסור בנוטריינטים. למרות שבאחת מהדגימות (3 sabha) היה גידול משמעותי יותר ביחס לשאר לא ניתן לקבוע בוודאות לגבי פוטנציאל הגידול כיוון שגידול זה נצפה בדגימה אחת בלבד מתוך 4.

##### השפעת מי סבחה ג' ומי בריכות האידוי של חברת מלח הארץ על קצבי גידול של אצת הדונליאלה

##### בתוספת חנקן

ניסוי זה נערך בעקבות תוצאות הניסוי הקודם שהצביעו להערכתנו על מחסור בנוטריינטים שהגביל את גידול האצות. חשוב להדגיש כי בשני הניסויים לא נראה שיש השפעה טוקסית של אף אחד מסוגי המים שנבדקו על האצות כיוון שלמרות שהתקבל גידול נמוך, נצפו תאים חיים לאורך רוב תקופת הניסוי בריכוזים נמוכים. לגבי ניסוי זה, לא נראה שתוספת חנקן לא שינתה משמעותית את יכולת הגידול של האצות במים השונים למרות שבאחת הדגימות (65A) היה גידול משמעותי בהרבה מבשאר הדגימות. ייתכן ותוספת קטנה יותר של חנקן הייתה גורמת לגידול טוב יותר, נראה כי בסה"כ ריכוז התאים היה טוב יותר לעומת הניסוי הקודם. בכל מקרה, אנו רואים צידוק בהמשך ניסויים שיבחנו תוספת נוטריינטים. הניסוי הבא יבחן תוספת זרחן לדגימות.

##### סיכום עם שאלות מנחות

א. פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדוח

בוצעו 3 ניסויים באצות: השפעת אנטיסקלאנט על גידול אצות, בחינת גידול אצות בסוגי מים שונים ממתקן סבחה ובריכות אידוי המלח בלי ואם תוספת חנקן. כמו-כן, בוצעו שני ניסויים בשיקוע מלח: תצפית שיקוע, ושיקוע מלחים בשתי פאזות לבחינת שיקוע גבס.

תוצאות הניסויים מעידות על כך שאנטיסקלאנט בריכוזים הקיימים במים שמקורם במתקן סבחה אינו פוגע בגידול האצות. כמו-כן, תוצאות ניסוי הגידול מצביעות על האפשרות הסבירה בהחלט של חוסר נוטריינטים המספיקים לגידול אצות.

ב. פירוט כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדוח או חלק מהן

א- ביצוע חלקי כפי שנכתב לעיל

ב- ביצוע חלקי בהתאם לשנה ראשונה של המחקר, הושגו מספר תוצאות שמהוות אינדיקציה חשובה להמשך המחקר

ג- ביצוע חלקי בהתאם לשנה ראשונה של המחקר, צפויים ניסויים נוספים שיתרכזו בעיקר באיכות המלח

ג. בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני הדרך כנ"ל

ד. הגדרת היעדים הכמותיים למחקר והיעדים היישומיים למחקר אשר הושגו לתקופת המחקר כנ"ל

ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו יש להמשיך בניסויים לבחון את חוסר הנוטריינטים המשוער בסוגי המים שבחנו כדי להביא לגידול משמעותי של אצות במים אלה. יש לבחון את איכות המלח שנוצר משיקוע מי הגידול. ו. מהן הבעיות שנתרו לפתרון ואו שינויים טכנולוגיים שיווקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומה

אמורה להיות התייחסותך להמשך

ז. פעילויות שנעשו במו"פ במהלך תקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכו')

ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר אין פרסומים

ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור

מחקר זה הוא מחקר אזורי בהגדרתו ונועד כדי לבחון דו שימוש במים הנפלטים בתהליך ההתפלה ממתקן סבחה באילת. לתוצאות המחקר יש השלכות כלכליות וסביבתיות מובהקות.

י. המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר  
תוצאות המחקר מצדיקות את המשכו כמתוכנן  
יא. פטנטים שנבעו מהמחקר  
לא נרשמו פטנטים

## 1. שם המו"פ: מו"פ ערבה דרומית/דו"ח שנתי לקק"ל - 2023

**שם התכנית:** התאמת זני הדריים וכנות לתנאי ערבה דרומית בממשק "מופחת כימיקלים"

**מספר מוקד פנימי:** 82456

**חוקרת ראשית:** מיכל אדלר אגמון

**חוקרים שותפים:** יחזקאל הראש, עודד פרידמן, סבטלנה דוברינין - שה"מ. יערה דנינו, ישי אופק, תמיר טיקוצ'נסקי, יובל אוסטרובסקי ואבי סדובסקי (בדימוס) - מו"פ ערבה דרומית.

**סטטוס התכנית:** נמשכת

### **תקציר:**

באוקטובר 2019 ניטע פרדס במו"פ ערבה דרומית. הניסיון בערבה מראה כי לזני הדריים צהובים (פומלו, אשכולית פליים (אדומה), פומלית ומלוגולד) הנטועים במו"פ יתרונות כגון הקדמת הבשלה, יבול גבוה ורמה נמוכה של פגעים. מטרת המחקר היא הרחבת הידע לגבי הזנים והכנות הנבדקים ובמיוחד התאמתם ועמידותם לתנאים הקיצוניים בערבה. במהלך 2023 נמשך הטיפול השוטף בחלקה ע"פ הנחיות ההדרכה. התפתחות העצים יפה ומתאימה להתפתחותם באזורים אחרים. הקטיפים נערכו בנובמבר דצמבר על פי תוצאות בדיקות ההבשלה. לכנות השפעה מוכרת על איכות הפרי. הוולקה השפיעה לטובה על היבול וגודל הפרי אבל הפרי לא טעים. לעומתה פרי המורכב על חושחש הוא קטן וטעים. מפתיעה לטובה העליזה גם ביבול וגם בטעם. למרות ה EC הגבוה של המים הנע בין 2.5 ל 3.5 לא ראינו פגיעות בעצים.

### **רקע, תאור הבעיה ומטרות המחקר**

יש חשיבות רבה להכנסת גידולים חדשים בעלי ערך מוסף גבוה לערבה, תוך ניצול התנאים הטבעיים המיוחדים לייצור תוצרת איכותית בעונות בהם לא ניתן לגדל תוצרת זו במקומות אחרים. גידולים אלה צריכים להתאים לתנאי הגידול הקשים בערבה, הכוללים: מים מליחים ( $EC > 3.0 \text{ dsm/m}$ ); טמפרטורות גבוהות (מעל 40 מ"צ); לחות נמוכה בקיץ (מתחת ל-15%); קרינה חזקה. גידולים אלה צריכים להשתלב מבחינת עונות הגידול והקטיפ עם התמר, כך שעיקר העבודה המושקעת בהם תעשה בעונות בהן לא נדרשת עבודה רבה בתמר. הניסיון בערבה מראה כי לזני הדריים צהובים (פומלו, אשכולית פליים (אדומה) פומלית ומלוגולד) הנטועים במו"פ יתרונות גם בהשוואה לאזורי גידול קלאסיים בישראל והם: הקדמת הבשלה, יבול גבוה גם בהשוואה לאזורים הקלאסיים, רמה נמוכה של פגעים המאפשרת לגדל "פרי לא מטופל" המבוקש בשווקים. **חשיבות המחקר:** הרחבת הידע לגבי הזנים והכנות הנבדקים ובמיוחד התאמתם ועמידותם לתנאים הקיצוניים בערבה: איכות מים נמוכה, ועקת חום-אור האופיינית לאזור. הדריים הם גידולי מטע המתאימים לתנאי הערבה נוסף לתמר, ויכולים להשתלב מבחינת עונות הגידול והקטיפ, כך שעיקר העבודה המושקעת בהם תעשה בעונות בהן לא נדרשת עבודה רבה בתמר.



### מטרת המחקר:

בחינת התאמת שישה זני הדורים צהובים (דם פומלו-אשכולית) על שלוש כנות ותצפית של עשרה צירופי זן X כנה נוספים בממשק "מופחת כימיקלים" לתנאי הגידול בערבה דרומית .

### מהלך המחקר ושיטות העבודה:

רוב החלקה ניטעה באוקטובר 2019 והשלמות בוצעו ב 2020 ו 2021. מרווח ניטעה 3 X 6 מטר, 56 עצים לדונם, 270 עץ, 4.9 דונם (מפת הניטעה בנספח 1) במהלך 2023 נמשך הטיפול השוטף בחלקה ע"פ הנחיות ההדרכה. בשנה האחרונה נעקרו 2 עצים שהרוכב שלהם מת. ישנם מספר עצים נגועים בעלעלת שיסומנו ביחד עם מדריך המגדלים ויעקרו בהמשך. הקטיפים נערכו בנובמבר דצמבר על פי תוצאות בדיקות ההבשלה. בתום תקופת הקטיפ נערך גיזום לעיצוב העצים שיאפשר גם גישה טובה יותר לטיפול בעשביה (קנה וחנק). הטיפול בעשביה נעשה בעיקר על ידי ניכוש ותכשירי הדברה ייעודיים. זבוב הים התיכון תקף בתחילת העונה יישום הדברה בהתאם להנחיות מיזם "זה"ב" פתר את הבעיה. בספטמבר נערך בפרדס סיור למדריכי הדורים של שה"מ. בנובמבר נערכה תצוגה של הפרי למדריכי הדורים ומגדלים מהאזור ונערכו מבחני טעימה (יפורסם ב "עת הדר" גיליון ינואר 2024) ובדצמבר נערך סיור לסטודנטים ממכון ערבה.

### תוצאות:

#### יבול:

בטבלה מס. 1 מוצג יבול 2023 ומועדי הקטיפים הסלקטיביים. קטיפ העליזה השנה היה מוקדם מדי ע"פ הערכתנו ובשנה הבאה נדחה אותו לנובמבר. השתדלנו לקבוע את מועדי הקטיפ על פי בדיקות איכות מקדימות וטעימות פרי. בפרות גולית ופליים היבול הגבוה ביותר התקבל על כנת הוולקה. ברדסון היבול על חושש ווולקה היה דומה. במלוגולד היבול על 812 היה פי 2 מהיבול שהתקבל במלוגולד על חושש.

### טבלה מס 1: מועד קטיף ויבול 2023.

מועד קטיף	פרי	כנה	מספר עצים	יבול ממוצע לעץ (ק"ג)	פרי לעץ	משקל פרי (גרם)
18.07 - 27.06	איילת	וולקה	4	14	94	148
18.07 - 27.06	בירס ליים	וולקה	4	9	77	117
09.10.23	מלוגולד	812	18	25	33	718
17.10.23	מלוגולד	חושחש	19	11	13	892
17.10.23	עליזה	חושחש	20	22	78	295
08.11.23	פומלית	חושחש	16	60	129	466
08.11.23	רדסון	חושחש	17	71	123	535
04.12 - 27.11	רדסון	וולקה	18	72	105	690
27.11	גולית	חושחש	19	52	50	1072
04.12 - 27.11	גולית	812	18	24	23	1051
04.12 - 27.11	גולית	וולקה	19	66	56	1162
04.12	פליים	חושחש	17	51	159	379
17.12	פליים	812	13	40	117	338
17.12	פליים	וולקה	20	78	205	375
17.12	מורו	חושחש	3	23	215	106
17.12	סאמרגולד	וולקה	4	10	24	374
17.12	סנגוילני	חושחש	5	25	247	102
19.11	קוקי	חושחש	2	5	17	338

#### איכות פרי:

בדיקות הבשלה בוצעו במעבדה "לטיפול בפרי לאחר הקטיף" במו"פ. הבדיקות בוצעו אחת לשבוע לקראת קטיף ובמועדי הקטיף המצוינים בטבלה מס. 2. בפרות רדסון, גולית ופליים שהורכבו על כנות שונות (812, וולקה מריאנה וחושחש) הפרי שהורכב על וולקה היה עם הכמ"מ הנמוך ביותר והפרי שהורכב על חושחש היה עם הכמ"מ הגבוה ביותר (טבלה מס. 2).

#### טבלה מס 2: איכות הפרי הנקטף.

מועד קטיף	פרי	כנה	חזרות	כמ"מ	חומצה (%)	מיץ (%)	יחס הבשלה
18.07 - 27.06	איילת	וולקה	4	8.1	6.8	24.8	1.2
18.07 - 27.06	בירס	וולקה	4	8.9	5.7	32.9	1.6
9.10	מלוגולד	812	17	10.1	0.7	54.6	13.7
17.10	מלוגולד	חושחש	19	10.2	1.0	45.9	10.6
17.10	עליזה	חושחש	11	11.2	1.7	48.5	6.7
08.11.23	פומלית	חושחש	15	11.1	0.7	34.7	15.0
08.11.23	רדסון	חושחש	16	10.7	0.7	33.1	14.7
04.12 - 27.11	רדסון	וולקה	13	8.7	0.6	33.5	14.6
27.11	גולית	חושחש	10	10.2	1.0	24.4	9.8
04.12 - 27.11	גולית	812	17	10.0	1.2	21.9	8.7
04.12 - 27.11	גולית	וולקה	18	8.8	1.1	20.7	8.3
04.12	פליים	חושחש	10	9.9	1.4	39.3	7.0
17.12	פליים	812	13	9.2	1.7	40.5	5.4
17.12	פליים	וולקה	20	8.4	1.5	41.1	5.5
17.12	מורו	חושחש	3	10.8	1.3	112.4	8.2
17.12	סאמרגולד	וולקה	4	8.7	0.7	36.9	13.3
17.12	סנגיונלי	חושחש	5	10.3	1.2	38.9	8.9
19.11	קוקי	חושחש	2	11.2	0.4	40.6	26.2

בבחינת השפעת הכנה על איכות הפרי ניתן לראות שפרות הרדסון והגולית גדולים יותר וקליפתם עבה יותר על הכנה וולקה מריאנה (תמונה מס. 1).



תמונה מס. 1: השפעת הכנה על גודל הפרי.

ב 15.11.23 נערכה תצוגה של הפרי (תמונה מס. 2) והפרדס למגדלים ומדריכים. פרט לרדסון\חושחש שנקטף לפני התערוכה שאר הפרות היו מוכנים לקטיף רק בסוף נובמבר או תחילת דצמבר.



תמונה מס 2: צרופי זן\כנה שהוצגו לטעימה.

על פי ממלאי סקר הטעימות, פרות הרדסון\חושחש היו מתוקים (70%) וטעימים (75%) בהשוואה לרדסון\וולקה. גולית\חושחש היה מתוק (78%) וטעים (64%) בהשוואה לגולית\וולקה ו-גולית\812. הפליים התאפיין בחמיצות בכל הכנות ובעיקר על חושחש (64%) והיה טעים בעיקר על 812 (60%), (טבלה מס. 3). פרות נוספים שקיבלו דרוג היו עליזה\חושחש, מלוגולד\חושחש ו- פומלית\חושחש. פרי העליזה הוגדר ברובו כמתוק (60%) וטעים (67%). פרי המלוגולד הוגדר ברובו כמתוק (60%) וטעים באופן חלקי (44%) ופרי הפומלית הוגדר כמתוק וטעים ע"י כלל המשתתפים (100%), (טבלה מס. 3).

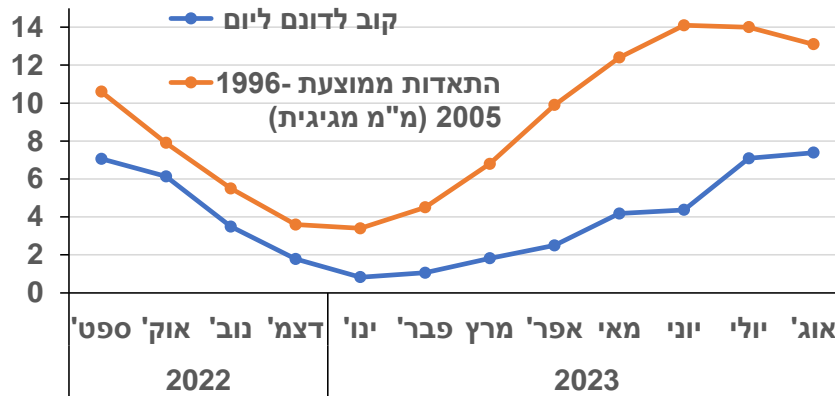
**טבלה מס. 3: השפעת הכנות (חושחש/וולקה/812) על טעם הפרי (רדסון/גולית/פליים).**  
 12 משתתפים קיבלו דפים בהם הם היו צריכים לציין האם הפרי מר/מתוק/חמוץ וחלקם ציינו שהפרי גם חמוץ וגם מתוק. בנוסף היה עליהם לציין האם הפרי טעים/חסר טעם/ לא טעים. כל מה שקיבל ניקוד גבוה (50% מהטועמים ומעלה) נצבע בצהוב.

%			%				פרי/כנה
טעים	חסר טעם	לא טעים	מתוק	חמוץ/מתוק	חמוץ מר		
75	17	8	70	20	10	0	רדסון\חושחש
55	36	9	50	17	17	17	רדסון\וולקה
46	46	8	33	25	8	33	גולית\וולקה
42	33	25	43	29	14	14	גולית\812
64	27	9	78	0	0	22	גולית\חושחש
33	42	25	27	0	9	64	פליים\חושחש
60	30	10	23	15	23	38	פליים\812
8	50	42	23	8	31	38	פליים\וולקה
100	0	0	100	0	0	0	פומלית\חושחש
44	22	33	50	20	10	20	מלוגולד\חושחש
67	22	11	60	10	10	20	עליזה\חושחש

#### השקיה ודישון:

עדכון ההשקיה נערך אחת לשבוע עד 10 ימים בהתאם לטבלאות המקדמים ונתוני ההתאדות מגיגית, הנאספים בתחנה המטאורולוגית בשטח המו"פ. ההשקיה הייתה זהה, כל העצים קיבלו את אותה מנת מים בשתי טפטפות 8 ליטר הממוקמות סמוך לגזע. ההשקיה נעה בין 1 קוב לדונם בממוצע יומי בחודשי החורף ועד 14 קוב לדונם בממוצע יומי בחודשי הקיץ (גרף מס. 1). הדישון לאורך כל השנה, דשן 5:2.5:12.5 "ערבה" בכמות של 40-50 ppm חנקן, 0.27% ממי ההשקיה.

### נתוני התאדות והשקיה בממוצע חודשי



גרף מס. 1: נתוני התאדות רב שנתיים מגיגית ביטבתה ונתוני השקיה (קוב לדונם ליום) לפי חודשים. מספטמבר 2022 עד סוף אוגוסט 2023.

#### הגנת הצומח

יישום של סלקט סופר כנגד קנה וטומהוק כנגד חנק, הביא להדברה יעילה. זבוב הפרות הים תיכוני תקף בתחילת העונה ויישום הדברה בהתאם להנחיות מיזם "זה"ב" פתר את הבעיה. חלק מהעצים נגועים בעלעלת וצריך לעקור אותם.

#### דין:

רוב העצים סיימו את עונת הגידול הרביעית. התפתחות העצים יפה ומתאימה להתפתחותם באזורים אחרים. לכנות השפעה מוכרת על איכות הפרי. הוולקה השפיעה לטובה על היבול וגודל הפרי אבל הפרי לא טעים. לעומתה פרי המורכב על חושחש הוא קטן וטעים. גם מגדלי הפומלו בערבה טוענים שפרי הגולית על חושחש איכותי וטעים יותר אך קטן יותר בהשוואה לגולית על וולקה. מפתיעה לטובה העליזה גם ביבול וגם בטעם למרות שהשנה נקטפה מוקדם מדי. למרות ה EC הגבוה של המים הנע בין 2.5 ל 3.5 לא ראינו פגיעות בעצים.

#### תוצאות והתקדמות המחקר שחלה ממועד כתיבת הדו"ח האחרון:

מופיע בסעיפים תוצאות ודין ומסקנות

#### מסקנות, בעיות שהתעוררו, והמלצות להמשך המחקר

במהלך חודש יולי גלי החום הביאו להתייבשות חלק מהעצים. תופעה שנצפתה גם בעצים אחרים ע"י מגדלי האזור ובאה לידי ביטוי גם באחוז גבוה של פרי יבש בגדיד התמרים הראשון. קיים קושי וניסיון מתמיד להשתכלל באופן הדברת החנק והקנה בפרדס. ממליצים להמשיך את המחקר כמתוכנן.

#### פעילויות:

12.09.23 סיור למדריכי ההדרים של שה"מ

15.11.23 תצוגת פרי וטעימות למגדלים ומדריכים.

04.12.23 סיור לסטודנטים ממכון ערבה.

נספח 1: מפת השטח. נטיעת אוקטובר 2019. מרווחי נטיעה 3X6. סה"כ 268 עצים. 4.9

דונם.

		מזרח															
שורה	11	12	13	14	15	16	17	18	19								
# עץ	# עץ	# עץ	# עץ	# עץ	# עץ	# עץ	# עץ	# עץ	# עץ	# עץ	# עץ						
30	פומלית חושש	60	מלגולד חושש	90	רדסון וולקה	120	רדסון וולקה	150	גולית חושש	180	גולית 812	210	סאמרגולד וולקה	240	סאמרגולד וולקה	270	בירס ליים חוש
29	פומלית חושש	59	מלגולד חושש	89	רדסון וולקה	119	רדסון וולקה	149	גולית חושש	179	גולית 812	209	סאמרגולד וולקה	239	סאמרגולד וולקה	269	בירס ליים חוש
28	פומלית חושש	58	מלגולד חושש	88	רדסון חושש	118	עליזה חושש	148	גולית חושש	178	גולית 812	208	פליים חושש	238	פליים וולקה	268	
27	פומלית חושש	57	מלגולד חושש	87	רדסון חושש	117	עליזה חושש	147	גולית חושש	177	גולית 812	207	פליים חושש	237	פליים וולקה	267	
26	מלגולד חושש	56	מלגולד 812	86	רדסון חושש	116	עליזה חושש	146	גולית וולקה	176	גולית וולקה	206	קוקי חושש	236	פליים וולקה	266	בירס ליים וולקה
25	מלגולד חושש	55	מלגולד 812	85	רדסון חושש	115	עליזה חושש	145	גולית וולקה	175	גולית וולקה	205	פליים חושש	235	פליים וולקה	265	בירס ליים וולקה
24	מלגולד חושש	54	מלגולד 812	84	עליזה חושש	114	רדסון חושש	144	גולית וולקה	174	גולית וולקה	204	פליים 812	234	פליים חושש	264	בירס ליים וולקה
23	מלגולד חושש	53	מלגולד 812	83	עליזה חושש	113	רדסון חושש	143	גולית וולקה	173	גולית וולקה	203	פליים 812	233	פליים חושש	263	בירס ליים וולקה
22	מלגולד 812	52	פומלית חושש	82	עליזה חושש	112	רדסון חושש	142	גולית 812	172	גולית חושש	202	פליים 812	232	פליים חושש	262	איילת וולקה
21	מלגולד 812	51	פומלית חושש	81	עליזה חושש	111	רדסון חושש	141	גולית 812	171	גולית חושש	201	פליים 812	231	פליים חושש	261	איילת וולקה
20	מלגולד 812	50	פומלית חושש	80	רדסון וולקה	110	עליזה חושש	140	גולית 812	170	גולית חושש	200	פליים וולקה	230	פליים וולקה	260	איילת וולקה
19	מלגולד 812	49	פומלית חושש	79	רדסון וולקה	109	עליזה חושש	139	גולית 812	169	גולית חושש	199	פליים וולקה	229	פליים 812	259	איילת וולקה
18	מלגולד חושש	48	מלגולד 812	78	רדסון וולקה	108	עליזה חושש	138	גולית וולקה	168	גולית וולקה	198	פליים וולקה	228	פליים 812	258	פינגר ליים וולקה
17	מלגולד חושש	47	מלגולד 812	77	רדסון וולקה	107	עליזה חושש	137	גולית וולקה	167	גולית וולקה	197	פליים וולקה	227	פליים 812	257	פינגר ליים וולקה
16	מלגולד חושש	46	מלגולד 812	76	רדסון חושש	106	רדסון חושש	136	גולית וולקה	166	גולית וולקה	196	פליים חושש	226	פליים וולקה	256	פינגר ליים וולקה
15	15	45	מלגולד 812	75	רדסון חושש	105	רדסון וולקה	135	גולית וולקה	165	גולית 812	195	פליים חושש	225	פליים וולקה	255	פינגר ליים וולקה
14	פומלית חושש	44	מלגולד חושש	74	רדסון חושש	104	רדסון וולקה	134	גולית חושש	164	גולית וולקה	194	פליים חושש	224	פליים וולקה	254	לימה מצרית וולקה
13	פומלית חושש	43	מלגולד חושש	73	רדסון חושש	103	רדסון וולקה	133	גולית חושש	163	גולית וולקה	193	פליים חושש	223	פליים וולקה	253	לימה מצרית וולקה
12	פומלית חושש	42	מלגולד חושש	72	רדסון וולקה	102	עליזה חושש	132	גולית חושש	162	גולית וולקה	192	פליים וולקה	222	פליים 812	252	לימה מצרית וולקה
11	פומלית חושש	41	מלגולד חושש	71	רדסון וולקה	101	עליזה חושש	131	גולית חושש	161	גולית וולקה	191	פליים וולקה	221	פליים 812	251	לימה מצרית וולקה
10	מלגולד 812	40	פומלית חושש	70	רדסון וולקה	100	עליזה חושש	130	גולית 812	160	גולית חושש	190	פליים וולקה	220	פליים 812	250	סניגולי חושש
9	מלגולד 812	39	פומלית חושש	69	רדסון וולקה	99	עליזה חושש	129	גולית 812	159	גולית חושש	189	פליים וולקה	219	פליים 812	249	סניגולי חושש
8	מלגולד 812	38	פומלית חושש	68	עליזה חושש	98	רדסון חושש	128	גולית 812	158	גולית חושש	188	פליים 812	218	פליים חושש	248	סניגולי חושש
7	מלגולד 812	37	פומלית חושש	67	עליזה חושש	97	רדסון חושש	127	גולית 812	157	גולית חושש	187	פליים חושש	217	פליים חושש	247	סניגולי חושש
6	פומלית חושש	36	מלגולד 812	66	עליזה חושש	96	רדסון חושש	126	גולית וולקה	156	גולית וולקה	186	פליים 812	216	פליים חושש	246	סניגולי חושש
5	פומלית חושש	35	מלגולד 812	65	עליזה חושש	95	רדסון חושש	125	גולית וולקה	155	גולית וולקה	185	פליים 812	215	פליים חושש	245	מורו חושש
4	פומלית חושש	34	מלגולד 812	64	רדסון חושש	94	רדסון וולקה	124	גולית וולקה	154	גולית וולקה	184	פליים חושש	214	פליים וולקה	244	מורו חושש
3	פומלית חושש	33	מלגולד 812	63	רדסון חושש	93	רדסון וולקה	123	גולית וולקה	153	גולית וולקה	183	פליים חושש	213	פליים וולקה	243	מורו חושש
2	מלגולד חושש	32	מלגולד חושש	62	רדסון חושש	92	רדסון וולקה	122	גולית חושש	152	גולית חושש	182	פליים חושש	212	פליים וולקה	242	מורו חושש
1	מלגולד חושש	31	מלגולד חושש	61	רדסון חושש	91	רדסון וולקה	121	גולית חושש	151	גולית חושש	181	פליים חושש	211	פליים וולקה	241	קוקי חושש



משרד החקלאות ופיתוח הכפר



## 1. שם המו"פ: מו"פ ערבה דרומית/דו"ח שנתי לקק"ל- 2023

**שם התכנית:** ההשפעה הרב שנתיית של מספר העלים לעץ על כמות המוטמעים בגזע, היבול ואיכות בתמר מג'הול.

**מספר מוקד פנימי:** 82171

**חוקרת ראשית:** מיכל אדלר אגמון

**חוקרים שותפים:** אברהם סדובסקי, מו"פ ערבה דרומית. אור שפרלינג, מרכז מחקר גילת.

**סטטוס התכנית:** נמשכת

**מועד התחלה וסיום התכנית:** 2023-2025

## 2. תקציר

על פי פרוטוקול הגידול בערבה הדרומית לאחר הגדיד יש לגזום את העצים ולהותיר כ-  $70 \pm 5$  עלים בני שנה ושנתיים. זאת על סמך מחקרו של כהן ה. (1987) שבו נטען כי תוספת עלים לא תורמת למאגרי הסוכרים של העץ, אינה משפרת יבולים ורק תקשה על הגישה לאשכולות. כיום חלק ממגדלי המג'הול גוזמים על פי הפרוטוקול אך ב 12 השנים האחרונות חלה מגמה של גיזום מתון בחלק מהמטעים מתוך הנחה שתוספת עלים אכן מיטיבה עם העץ והיבול. מטרת המחקר היא לבחון את השפעת הגיזום המתון (הותרת 90 עלים לאחר גיזום) על כמות המוטמעים בגזע, היבול ואיכותו. בסיכום השנה הראשונה, תוספת העלים מעלה באופן מובהק את ריכוז הסוכר המסיס והעמילן בבסיס הכתר, בעיקר בין אוקטובר לפברואר, ומקדימה את הפריחה במספר ימים. תוספת העלים אינה משפיעה על שיעור הפוטוסינטזה או על פעילות הפיוניות ואינה גורמת לעקת מים. עצים עם 90 עלים תמכו בתוספת של 8 קילו פרי בממוצע לעץ בהשוואה לעצים עם 70 עלים, ללא פגיעה באיכותו. **ההצעה תואמת את תחום ההתמחות של מו"פ ערבה דרומית:** התייעלות בענף התמרים לשיפור תמורה וחיסכון בתשומות. **ההצעה תואמת את יעד מו"פ ערבה דרומית:** שיפור ניבת המטע.

## 3. רקע קצר ותיאור הבעיה:

ענף התמר בישראל מהווה מרכיב חשוב ומרכזי בכלכלת ההתיישבות בערבה ובבקעה. אחת הדרכים להעלאת רווחיות הגידול היא העלאת גובה היבול לעץ ללא פגיעה באיכותו. על פי בית האריזה "ערדום" ומאגר הנתונים "תמריקה", היבול הממוצע לעץ בוגר בערבה הדרומית נע סביב  $117 \pm 30$  ק"ג (מידע פנימי). כיום יבול המטרה בערבה הדרומית הוא 160 קילו פרי ועל פי סדובסקי א. (2010) ניתן להגיע ליבול גבוה מזה ללא פגיעה באיכותו. במחקר הנוכחי אנו מציעים להמשיך ולבחון את השפעת הגדלת מאגר הסוכרים בגזע התמר, ע"י גיזום מתון מהמקובל, על מנת להגשים מטרה זו. אשכולות



הפרי בתמר מתפתחים מפקעים הנמצאים בחיק העלים שהתפתחו במהלך העונה הקודמת (סטולר, 1977). על פי Hilgman (1954) מספר הפקעים שיתמיינו לתפרחות מושפע מצבירת הסוכרים בין החודשים יוני לאוקטובר, אשר בתורו מושפע מהיחס פרי/עלים במועד זה. על פי Aldrich and Young (1940) נמצא מתאם בין שינוי במאגר העמילן בגזע בבסיס כתר העלים לבין צבירת הסוכרים בפרי. פרוטוקול הגידול בערבה דרומית מנחה להותיר כ-  $70 \pm 5$  עלים מפותחים בני שנה ושנתיים לאח הגיזום (נוהל תמרים 3100, נוהל גיזום עלי תמר בערבה הדרומית). נוהל זה נקבע ע"פ מחקרו של כהן ה. (1987) בו נבדקה השפעת גיזום חריף מהמקובל בעצי דקל נור (עד השארת 60 עלים בלבד) במטרה להקטין את שטח הדיות (ע"י הקטנת LAI- leaf area index) ולבחון את ההשפעה של הגיזום החריף על הצימוח והיבול, מתוך הנחה שהעלים ה"מיותרים" עלולים להקשות על הגישה לאשכולות. הפחתת מספר העלים לא הפחיתה את צריכת המים ולא השפיע על היבול (כהן 1987). בתקופה שבה נערך המחקר יבול המטרה במג'הול היה 100 קילו פרי לעץ בוגר (20-13 שנה) והעדר הדרישה למימוש הפוטנציאל המלא של העץ יכולה להסביר את חוסר השפעת הטיפולים על המדדים שנבדקו. עד כה, דווח שתוספת עלים אינה תורמת לעלייה ביבול או משפיעה על כמות המוטמעים בגזע (Nixon 1947; Nixon & wedding 1956; כהן ה. 1987), ומנגד שתוספת עלים תורמת לעלייה ביבול אם כי אינה משפיעה על איכותו (Hussein and Abdallah 1973; Hussein et al., 1977; Abdullah et al., 2012; al., 1982; Bacha et al., 1986; Al-Salman et al., 2012). במחקר הנוכחי נותר לאחר הגיזום עלים בני שנה עד שלוש שנים (90 עלים) בניגוד לפרוטוקול הגידול. במחקר זה נמשיך לבחון את השפעת מספר העלים על גודל מאגר המוטמעים בגזע וכיצד זה משפיע על גובה היבול ואיכותו.

#### **מטרת המחקר:**

בחינת המתאם בין מספר העלים, ריכוז הסוכר החופשי בגזע, היבול ואיכותו.

#### **4. מהלך המחקר ושיטות העבודה:**

התוכנית בוצעה בהתאם לתכנון כמפורט:

שנה א.	משימה#
א.	<b>גיזום עלים לשתי רמות 70 או 90 עלים.</b> הניסוי נערך בחוות מו"פ ערבה דרומית בעצי מג'הול נטיעת 2005, מרחקי נטיעה 9X9 מטר. בוצעו שני טיפולים: (1) גיזום ל 70 עלים לעץ כפי שהיה בארבעת העונות האחרונות, וגיזום ל 90 עלים לעץ בעצים שבארבעת העונות האחרונות נגזמו ל 110 עלים. 6 עצים לטיפול. הגיזום בוצע במהלך חודש נובמבר. העלים שהוסרו נספרו על מנת להעריך את תוספת העלים השנתית בכל טיפול.
ב.	<b>דיגום סוכרים בגזע, פוטנציאל מים וחילופי גזים בעלים.</b> דיגום הסוכרים בגזע נערך בחמישה מועדים לאורך השנה: (1) לאחר הגיזום והפסקת הצימוח בחודש דצמבר. (2) הצצת מתחלים, במהלך חודש פברואר (3) שלב גדילת הפרי, במהלך החודשים מאי-יוני (4) בנקודת שיא צבירת הסוכרים והתחלת שינוי הצבע בפרי, במהלך החודשים יולי-אוגוסט. (5) כשלושה

	שבועות לאחר הגדיד, במהלך חודש אוקטובר. חילוף הגזים בעלים נבדקו בעזרת מכשיר הפורומטר מדגם LI-600PF בצימוד למכשיר CIRAS-3 Portable Photosynthesis System. פוטנציאל המים, כמדד לצריכת המים של העץ, נבדק בעזרת תא לחץ.
ג.	<b>ספירת מתחלים ומעקב אחר התחלת הפריחה (פתיחת מתחל ראשון לעץ).</b> במהלך חודש מרץ נערך מעקב, אחת לשבוע, אחר יציאת המתחלים. כמו כן, בתום הגדיד נספרו מספר האשכולות שנגדדו בפועל. לא בוצע דילול אשכולות, פרט לאשכולות שנפלו באופן טבעי. (ידות מעוותות, נפילת ידות מנזקי אקלים או עש תמר גדול). בנוסף, נערך מעקב אחר מועד פתיחת המתחל הראשון לכל עץ, כמדד להתחלת עונת הפריחה.
ד.	<b>דילול האשכולות והפרי.</b> במהלך החודשים אפריל-מאי נערך דילול הפירות של האשכולות החדשים בשיטת הסטופר שמותירה כ- 70 סנטימטרים בממוצע לאשכול וקיצור הסנסן ל 15-20 ס"מ (15 עד 12 חנטים בדילול) באזור הנושא פירות.
ה.	<b>גדיד, שקילת יבול ובדיקת איכות פרי.</b> היבול של כל עץ בכל סבב גדיד נישקל נארז ונשלח למיזן בבית האריזה ערדום. 17.09.2023

## 5. תוצאות:

### גיזום עלים לשתי רמות 70 או 90 עלים

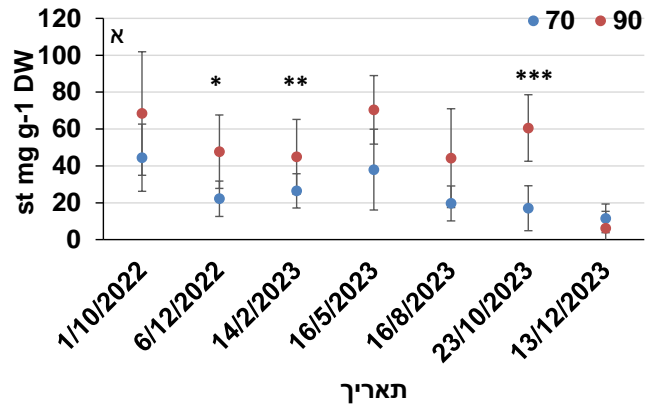
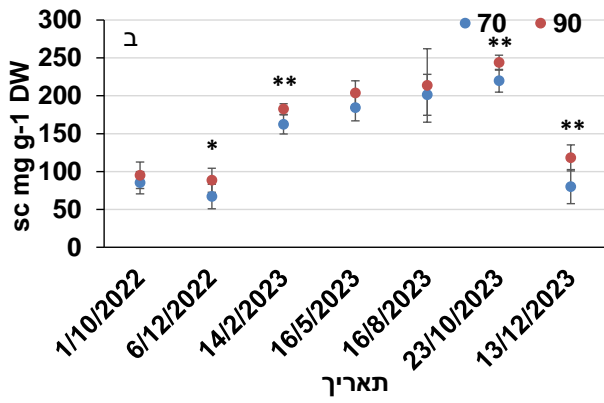
מספר העלים החדשים הממוצע היה דומה בהשוואה בין הטיפולים ונע בין 24 ל 25 עלים בממוצע (טבלה מס. 1).

טבלה מס. 1: מספר העלים החדשים, הממוצע, שצמחו במהלך השנה הפרלימינארית ובמהלך ארבעת שנות מחקר. התוצאות נותחו ב anova חד כיוונית. NS-non significant,  $P < 0.001^{***}$ .

Pvalue	90	70	תאריך גיזום/טיפול
NS	24±2	25±2	22.11.23

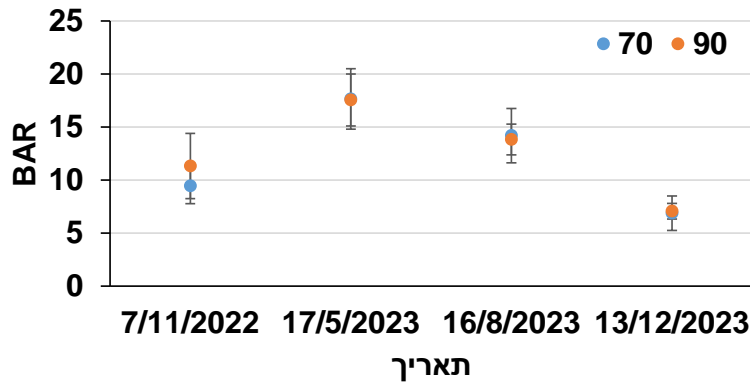
### דיגום סוכרים בגזע, פוטנציאל מים וחילופי גזים בעלים

ריכוז העמילן בגזע היה גבוה באופן מובהק בעצים עם 90 עלים בחודשים דצמבר 2022, פברואר ואוקטובר 2023 (גרף 2 א'). ריכוז הסוכר המסיס בגזע היה גבוה באופן מובהק בעצים עם 90 עלים בחודשים דצמבר 2022, פברואר, אוקטובר ודצמבר 2023 (גרף 2 ב').

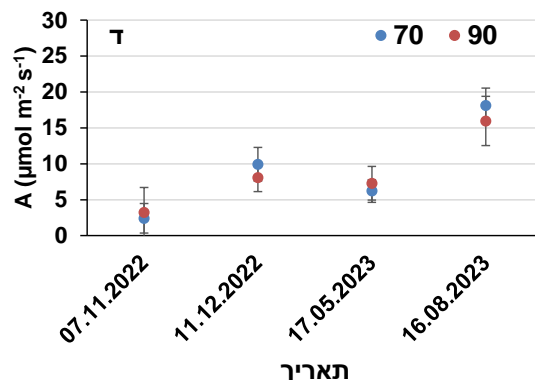
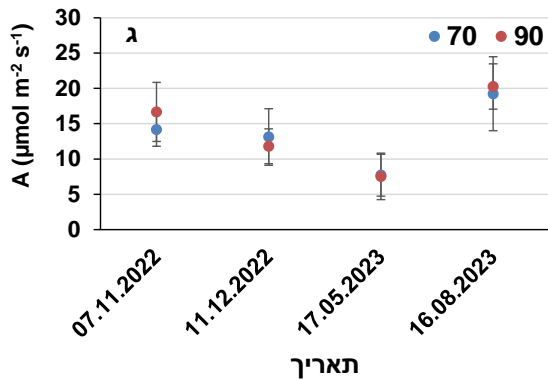
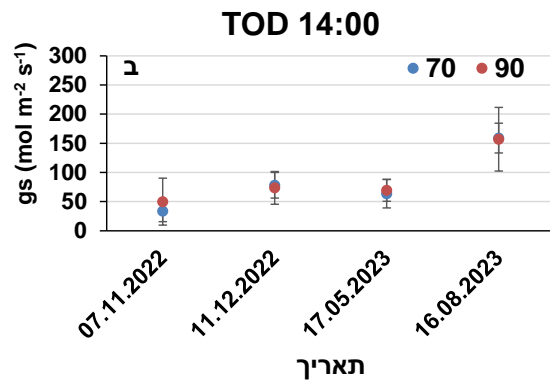
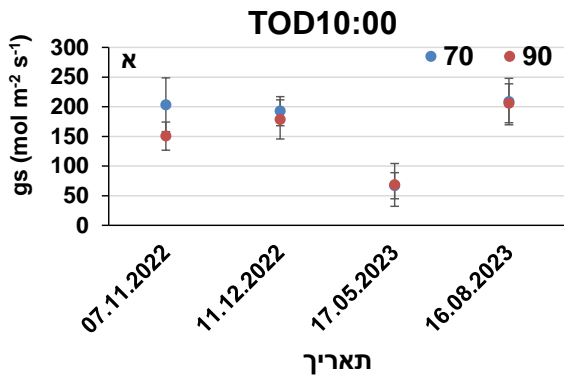


גרף מס. 2: ריכוז א) העמילן ו- ב) הסוכר המסיס בגזע. הדיגום התבצע בגזע בבסיס כתר העלים. התוצאות נותחו ב anova חד כיוונית.  $P < 0.001^{***}$ ,  $P < 0.01^{**}$ ,  $P < 0.05^*$ .

בבחינת פוטנציאל המים בעלים לא נמצא כל הבדל בין הטיפולים (גרף מס. 3). ערכי המדידה נעו בין 7bar ל-17bar, בעונות החורף (דצמבר) והאביב (מאי), בהתאמה. כמו כן, לא נמצא הבדל בערכי מוליכות הפיוניות או קיבוע הפחמן בהשוואה בין עלים מטיפולים שונים (גרף מס. 4).



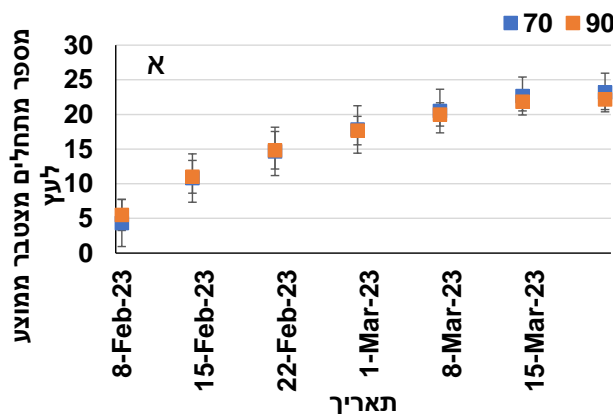
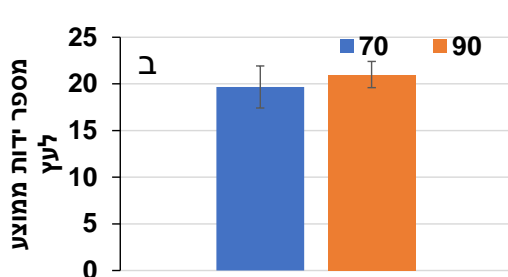
גרף מס. 3: פוטנציאל המים בעלים של עצי תמר עם 70 או 90 עלים לאחר גיזום.



גרף מס. 4: חילופי הגזים וקיבוע הפחמן בעצים עם 70 או 90 עלים לאחר גיזום. א) מוליכות הפיוניות בעלים בשעה 10:00 (ב) מוליכות הפיוניות בעלים בשעה 14:00 (ג) קיבוע הפחמן בשעה 10:00 (ד) קיבוע הפחמן בשעה 14:00.

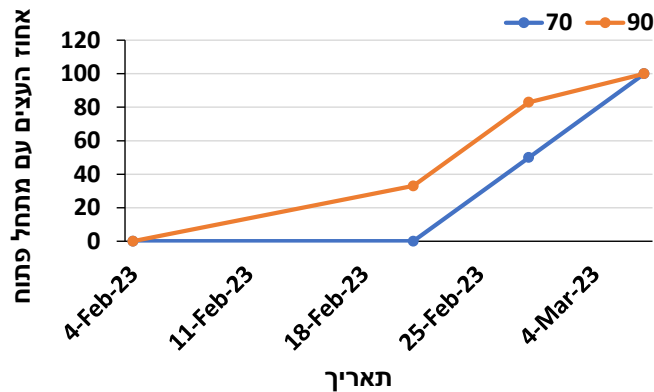
**ספירת מתחלים ומעקב אחר התחלת הפריחה (פתיחת מתחל ראשון לעץ)**

כפי שראינו בשנים קודמות (דוח מסכם לתכנית 94-012-20) גם בעונת הפריחה של 2023 לא נמצא הבדל בקצב היציאה או במספר המתחלים הסופי (22-23 מתחלים), (גרף 5 א'). כמו כן לא נמצא הבדל במספר הידות שנגדדו בפועל (גרף 5 ב'). בשלושת השנים האחרונות מספר האשכולות בכלל העצים היה 20-26 אשכולות לעץ במוצע. השנה מספר האשכולות נע בין 20 ל 21 אשכולות (גרף 5 ב').



גרף מס. 5: מספר המתחלים הממוצע ומספר הידות שנגדדו בעונת 2023 בעצים עם 70 או 90 עלים לאחר הגיזום.

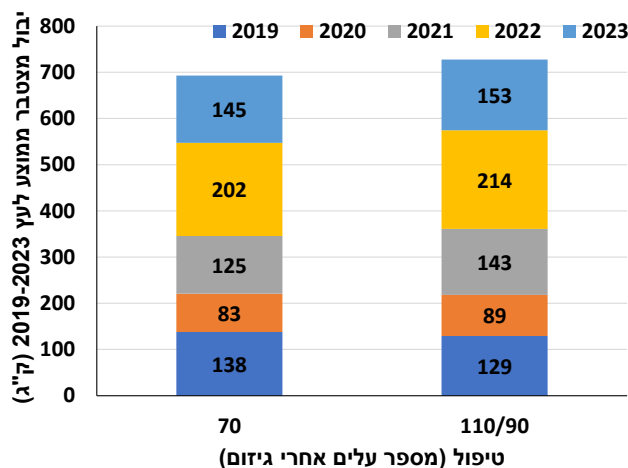
מעקב אחר פתיחת המתחלים בוצע בחודשים פברואר- מרץ (גרף מס. 6). ב 21.02.23 33% מהעצים עם 90 עלים כבר היו עם מתחל אחד פתוח לעומת 0% מהעצים עם 70 עלים. וב- 28.02.23 83% מהעצים עם 90 עלים היו עם מתחל פתוח לעומת 50% מהעצים עם 70 עלים (גרף 6). תוספת העלים שוב הביאה כפי שראינו בשלושת השנים הקודמות להקדמת הפריחה (דוח מסכם לתוכנית 94-012-20).



גרף מס. 6: קצב פתיחת המתחלים בעצים עם 70 או 90 עלים לאחר גיזום. מו"פ ערבה דרומית 2023.

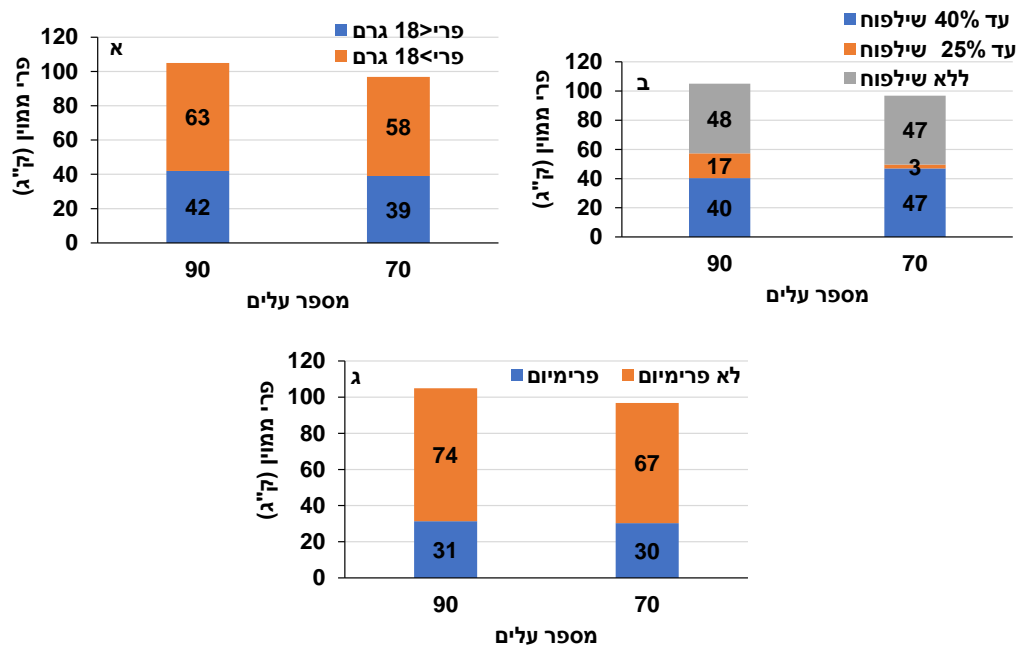
**גדיד, שקילת יבול ובדיקת איכות פרי**

בגרף מס. 7 ניתן לראות את היבול המצטבר הממוצע בעצים עם 70 או 110/90 עלים בארבע השנים האחרונות במו"פ ערבה דרומית. עד שנת 2022 העצים נגזמו ל 70 או 110 עלים והחל משנת 2023 הם נגזמים ל 70 או 90 עלים. היבול הממוצע המצטבר בעצים עם 70 עלים הוא 693 קילו לעץ לעומת 728 קילו בעצים עם 90/110 עלים. החל משנת 2020 אנחנו רואים הבדל ממוצע של 6-18 קילו לעץ בין הטיפולים לטובת עצים עם 110 או 90 עלים (גרף מס. 7)



גרף מס. 7: יבול ממוצע מצטבר לעץ (ק"ג) 2019-2023 מו"פ ערבה דרומית. התוצאות נותחו ב anova חד כוונת ולא נמצא הבדל מובהק סטטיסטי בין הטיפולים.

הגרפים המציגים את תוצאות מיון הפרי על ידי בית האריזה אינם מציגים פרי שהלך לטיפולים (הידרציה או ייבוש). אבל לרוב פרי שעובר טיפולים מתמין אחר כך באופן דומה לפרי שמוין ללא טיפולים (על פי מידע פנימי מבית האריזה). התוצאות מוצגות בממוצע לעץ. על פי תוצאות מיון הפרי בבית האריזה, תוספת הפרי בעצים עם 90 עלים באה לידי ביטוי בעליה של 5 קילו בקטגורית פרי גדול מ 18 ועליה של 3 קילו בקטגורית פרי קטן מ 18 גרם (גרף מס. 8 א'). בבחינת השלפוח (גרף מס. 8 ב') תוספת היבול התבטאה בעליה של 1 קילו פרי לא משולפח, עליה של 14 קילו פרי משולפח בינוני (עד 25% שילפוח) ופחיתה של 7 קילו בקטגורית הפרי המשולפח מאוד (עד 40% שילפוח), (גרף מס. 8 ב'). בבחינת האיכות (גרף מס. 8 ג') הייתה עליה של 1 קילו פרי פרמיום ו 7 קילו פרי שאינו פרמיום.



**גרף מס. 8: תוצאות איכות הפרי (הממוין).** א) לפי גודל פרי ב) לפי דרגות שלפוח ג) לפי איכות (פרמיום/לא פרמיום). הפרי האיכותי ביותר מוגדר כפרי מעל 18 גרם וללא שלפוח.

### דין:

**גיזום עלים לשתי רמות 70 או 90 עלים.** לא נמצא הבדל בין הטיפולים מבחינת מספר העלים החדשים הצומחים במהלך השנה. ראינו את המגמה הזאת גם בשנים קודמות בהשוואה בין עצים עם 110 עלים לעצים עם 70 עלים, פרט לשנת 2022 (תכנית מחקר 94-012-20). משמעות הדבר היא שבעומסי היבול שאנחנו הגענו אליהם השנה (עד 153 קילו לעץ), אין עידוד או עיכוב צימוח של עלים חדשים. **דיגום סוכרים בגזע, פוטנציאל מים וחילופי גזים בעלים.** תוספת העלים (הותרת 90 עלים לאחר הגיזום ולא 70 עלים כפי שמצוין בפרוטוקול הגידול) משפיעה באופן מובהק על ריכוז הסוכר המסיס והעמילן בגזע תמר המג'הול בעיקר בחודשי אוקטובר עד פברואר. ההבדל בין הטיפולים ניכר מהשלב בו הפרות מבחילים (כלומר סיימו את שלב הגדילה העיקרי) ועד מועד הצצת המתחלים. ההבדל בין הטיפולים בריכוז הסוכר החופשי בגזע לא נבע מהבדלים ברמת חילופי הגזים וקיבוע הפחמן לכן ניתן להסיק שהוא נבע מתוספת העלים.

**ספירת מתחלים ומעקב אחר התחלת הפריחה (פתיחת מתחל ראשון לעץ).** תוספת הסוכר המסיס והעמילן לא תורגמה לתוספת במספר המתחלים או התפרחות בגדיד. לפי ברנשטיין (2004) מספר התפרחות בתמר יקבע לפי עתודות המוטמעים. ריכוז הסוכר החופשי שמדדנו בגזע מספיק כדי לתמוך ב 20-21 אשכולות לעץ וההבדל בריכוז הסוכר החופשי בין הטיפולים לא הוביל לנשירה מוגברת של ידות. עצים עם תוספת עלים (90 או 110) מקדימים פריחה בכמה ימים, כפי שראינו בשנים קודמות. **גדיד, שקילת יבול ובדיקת איכות פרי.** עצים עם 90 עלים לאחר גיזום יכולים לשאת עד 150 קילו פרי ללא פגיעה באיכותו. הסוכר תורם לתוספת יבול לא מובהקת שאינה פוגעת בפרקציית הפרי האיכותי ומביאה לתוספת בעיקר בפרקציית הפרי הפחות איכותי (משולפח ו/או קטן). מסקנות ביניים: תוספת עלים מגדילה את מאגרי הסוכרים בגזע, מקדימה את הפריחה במספר ימים ותורמת לעליה קלה ביבול ללא פגיעה בפרקציית הפרי האיכותי.

## 6. ביבולוגרפיה:

אדלר אגמון מ., סדובסקי א., בבאי א., אוסטרובסקי י., טיקוצ'ינסקי ת., אוונס מ. 2020. השפעת רמת גיזום העלים על היבול ואיכותו בעצי תמר מזן מג'הול, מו"פ ערבה דרומית. ברנשטיין צ. (2004). התמר בהוצאת יוזמת הדקלאים בע"מ, ארגון מגדלי התמרים בישראל ובתמיכת מועצת הפירות.

טריפלאר א., ו- בורוכוב-נאורי ח. (2006). חקר התהליכים המעורבים בתופעת "דילוג שלב" בתמרים מזן מג'הול. מועצת הצמחים. כהן ה. (1987). יעילות פוטוסינטטית של תמרים, דו"ח מסכם מחקר מטעים. תחנת ניסיונות ערבה. עמ' 86-95.

סדובסקי א., טיקוצ'ינסקי ת. וקצמן ע. (2017). סרוגיות הנבה במג'הול. עלון הנוטע. עלון הנוטע ע"א פברואר 2017, 24 - 26.

סטולר ש. (1977). גידול התמר בארץ ישראל. הוצאת הקיבוץ המאוחד. שפירא א., שומר א., ו- שורץ א. (2012). ההרכב המינרלי וקצב איבוד המים בתמר - מה הקשר לתופעת השלפוח? עלון הנוטע. כרך 66: 22-32.

(1982) Influence of crop load and leaf/bunch .Y. and Risk S.A., Meligi M.M.Abdullah K ratios on yield and fruit properties of Hayany dates. Proc. 1st symposium on the date palm in Saudi Arabia. pp: 23-25. Publ. by: King Faisal Univ. Al-Hassa. Saudi Arabia. pp: 346.

Al-Salman H., Al-Wusaibai N., Al-Hussein M., Al-Hajji H., Al-Abdulhadi I.A. and Abdallah A.B. (2012) The effect of different leaf/bunch ratios on yield and fruit. Indian Journal of Science and Technology, 5(3), 2287–2288

(1986). The effect of Different leaf/bunch ratios on .A. and Shaheen M.A.Bacha M Yield and fruit quality of Nebut seif and Ruzeizi Date palm Cultivars. Arab Gulf J.

.Scient. Res. 4(1), 341-347

Cohen Y., Freeman S., Zveibil A., Zvi R. B., Nakache Y., Biton S., and Soroker V. (2010). Reevaluation of factors affecting bunch drop in date palm. HortScience, 45(6), 887-893.

El Omari, B. (2022). Accumulation versus storage of total non-structural carbohydrates in woody plants. Trees, 1-13.

Hilgeman R. H. (1954). The differentiation, development and anatomy of the axillary bud, inflorescence and offshoot in the date palm.

Hussein F. and Abdallah K.M. (1973) Leaf/bunch ratio in relation to yield, fruit quality and ripening of Sakkoti dates. High Polytechnical Institute. Moshtohor, Egypt, Bull. 33, .1-12

Hussein F., Mostafa S., and El-Kahtani M. (1977) Effect of leaves/bunch ratio on quality, yield and ripening of Barhi dates grown at Saudi Arabia. Proc. 1st Agric. Conf. Muslim Scient. Riyadh. Saudi Arabia. 3, 409-419.

Mialet-Serra, I., Clément-Vidal, A., Legros, S., Caliman, J. P., Siregar, F. A., Jourdan, C., & Dingkuhn, M. (2010). Non-structural carbohydrate pools in vegetative organs of two tropical palms: the coconut and the oil palms.

Mialet-Serra, I., Clément-Vidal, A., Roupsard, O., Jourdan, C., & Dingkuhn, M. (2008). Whole-plant adjustments in coconut (*Cocos nucifera*) in response to sink–source imbalance. Tree Physiology, 28(8), 1199-1209.

Nixon R.W., and Wedding R.T. (1956) Age of date leaves in relation to efficiency of photosynthesis. American Society for Horticultural Science Proceeding. 6700, 265-.269

Nixon R. W. (1947). Can a date palm carry too many leaves? Date growers institute RPT. 24, 23-27.

Sperling O., Lazarovitch N., Schwartz A., and Shapira O. (2014). Effects of high salinity irrigation on growth, gas-exchange, and photoprotection in date palms (*Phoenix dactylifera* L., cv. Medjool). Environmental and experimental botany. 99, 100-109.

Tixier, A., Guzmán-Delgado, P., Sperling, O., Roxas, A. A., Laca, E., & Zwieniecki, M. A. (2020). Comparison of phenological traits, growth patterns, and seasonal dynamics of non-structural carbohydrate in Mediterranean tree crop species. Scientific reports, 10(1), 1-11.



Zhen J., Tripler E., Pevzner S. and Lazarovitch N. (2019). Impact of fruiting on gas exchange, water fluxes and frond development in irrigated date palms. Scientia Horticulturae. 24, 234–241.

## 7. סיכום:

א. הניסויים שבוצעו על פי תוכנית העבודה תוך התאמה למטרות המחקר: ערכנו גיזום על בסיס התוכנית החדשה (ירדנו מ 110 ל 90 עלים). ביצענו מעקב אחר הצימוח, הפריחה, היבול ואיכותו ובמקביל בדקנו סוכרים בגזע, פעילות פוטוסינטטית בעלים ומוליכות פיוניות.

ב. פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדוח: בשנה א' הראנו שוב ע"י גיזום מתון (הותרת 90 במקום 70 עלים) שתוספת העלים, ולא קצב הפוטוסינטזה, היא שמשפיעה על ריכוז הסוכר החופשי בגזע. ריכוז הסוכר החופשי גבוה יותר בעצים עם 90 עלים ובא במתאם עם הקדמת הפריחה, תוספת יבול וללא פגיעה בפרקציית הפרי האיכותית.

### ג. פירוט כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדוח או חלק מהן:

מטרת המחקר הכללית הושגה באופן חלקי בשנה זו. אנחנו רואים עקביות בהשפעה החיובית של הגיזום המתון על מאגר הסוכרים בגזע אבל אנחנו עדיין לא רואים אפקט משמעותי ומובהק בתוספת היבול.

ד. בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני הדרך- כל המשימות ואבני הדרך בוצעו כמתוכנן לשנה א.

ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו- ניתן לראות לאורך כל שנות המחקר (בתוכנית הקודמת ובתוכנית ההמשך) שלתוספת עלים (90/110) יש השפעה מובהקת על ריכוז הסוכרים בגזע, מועד פתיחת המתחלים (הקדמת הפריחה במספר ימים) והשפעה לא מובהקת על גובה היבול הממוצע לעץ לטובת עצים עם יותר עלים. כבר היום ישנו מגדל שהחליט לעבור לגיזום מתון של 90 עלים מכיוון שהאפקט של תוספת העלים על כל הפרמטרים שצוינו לעיל דומה לאפקט שהתקבל בעצים עם 110 עלים. אבל ב 90 עלים יותר קל לטענתו להנחות את העובדים כיצד לגזום ועדיין לתת לעץ תנאים מיטביים מבחינת תמיכה במאגר הסוכרים שלו.

ו. מהן הבעיות שנותרו לפתרון או שינויים טכנולוגיים שיוקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומה אמורה להיות התייחסותך להמשך- אנחנו ממשיכים בניסוי במתכונתו הנוכחית במטרה להמשיך לעקוב אחרי השפעת הטיפולים על גובה היבול שלדעתנו היא בעלת אפקט מצטבר שיראו רק לאחר מחקר רב שנתי.

ז. פעילויות שנעשו במו"פ במהלך התקופה: 8.3.2023 הצגת עקרונות ויעדי המחקר. 17.01.24 הצגת תוצאות המחקר למגדלים ומדריכים במסגרת "סיכום עונת התמרים בערבה תיכונה 2023".

ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר- המחקר הוצג במסגרת "סימפוזיון אבן ארי ה 33: מתאוריה למעשה" במכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן גוריון.

- ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור- אין באפשרותי לכמת בשלב זה את השפעת תוצאות המחקר עד כה על כלכלת האזור. כמו כן אין כל אינדיקציה לתרומה למארג האגרו אקולוגי
- י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון- אין שיתוף פעולה מתוכנן בשלב זה.
- יא. המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר- אנחנו ממליצים להמשיך במחקר כמתוכנן.
- יב. פטנטים שנבעו מהמחקר- אינו רלוונטי.



משרד החקלאות ופיתוח הכפר



## 1. שם המו"פ: מו"פ ערבה דרומית/דו"ח שנתי לקק"ל- 2023

**שם התכנית:** נושא ההצעה: ריכוז הסוכר המסיס והעמילן, ברקמות עצי מג'הול צעירים, כמדד לכושר

נשיאת היבול

**מוקד פנימי:** 82309

**חוקרת ראשית:** מיכל אדלר אגמון, מו"פ ערבה דרומית. ([meir.michal@gmail.com](mailto:meir.michal@gmail.com))

**חוקרים שותפים:** אור שפרלינג, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת. אברהם סדובסקי, מו"פ ערבה

דרומית.

**סטטוס התוכנית:** נמשכת

**מועד התחלה וסיום התוכנית:** 2023-2025

## 2. תקציר:

הדעה הרווחת בקרב המגדלים בערבה הדרומית היא שהעמסת יבול גבוה על עץ צעיר אינה אפשרית או כלכלית. עצים צעירים בן 3-7 שנים מוציאים כמות נמוכה של ידות וכאשר כמות הידות גבוהה קיים החשש שיבול גבוה יוביל לדלדול מאגרי הסוכרים של העץ, יאט את הצימוח וימנע ניבה מלאה בעונה העוקבת. כיום ההחלטה כיצד לדלל עצים צעירים והאם לגדוד אותם משתנה ממשטע לממשטע ואינה מבוססת על פרמטר מדיד אלא על ניסיון המגדל בלבד. מטרת המחקר היא לבחון עד כמה ניתן להעלות את היבול בעצים צעירים? האם תוספת היבול תהפוך את הגדיד לכדאי כלכלית? והאם יבול גבוה יפגע בצימוח או בניבה של השנה העוקבת?. הנחת המחקר היא שקיים מתאם בין ריכוז העמילן בגזע, הסוכר המסיס בעלים וגובה היבול. במידה והנחת המחקר נכונה נוכל לפתח כלי שישימש את המגדלים בהחלטות הדילול של עצים צעירים. תוצאות השנה הראשונה מראות שניתן לקבל יבול גבוה בעצים צעירים (90-97 קילו פרי בעצים בני 5-6). השארת יותר ידות ודילול שמרני הובילה לתוספת יבול קטנה מאוד בפרקציית הפרי האיכותי ועיקר הפרי שהתווסף היה פרי קטן או משולפח. ריכוז העמילן בגזע לא היווה גורם מגביל לקבלת תוספת יבול ונמצא מתאם בין ריכוז הסוכר המסיס בעלה לריכוז הסוכר המסיס בגזע. בשלב זה של המחקר לא פיתחנו עדיין כלי שמאפשר לחזות את פוטנציאל העץ בגדיד ועדיין איננו יודעים כיצד תוצאות שנה א' ישפיעו על מאגרי הסוכר החופשי, הפוריות, היבול ואיכותו בעונה הבאה (2024).

**ההצעה תואמת את תחום ההתמחות של מו"פ ערבה דרומית:** התייעלות בענף התמרים לשיפור תמורה וחיסכון בתשומות. **ההצעה תואמת את יעד מו"פ ערבה דרומית:** שיפור ניבת המטע והתאמת פעולות

הדילול ליבולים גבוהים.

### 3. רקע קצר ותאור הבעיה

בסקר שנערך לאחרונה בערבה הדרומית נמצא כי לחלק ממגדלי תמר מג'הול לא משתלם לטפל בפרי של עצים עד גילאי 6 או 7, היות וההוצאות על הטיפול (גיזום עלים, קיזוף, האבקה, דילול, הדברת מזיקים, קשירה, כיסוי בשקים וגדיד) גבוהות מההכנסות המתקבלות ממכירתו (צוות שיפור רווחיות-ערדום- מידע פנימי). ישנן שלוש גישות לטיפול בעצים צעירים, על מנת להפחית את הוצאות הגידול, עד כניסה לניבה מסחרית בה הפדיון הצפוי מהפרי גבוה מהוצאות גידולו: (1) גיזום עלים מינימאלי (עלים יבשים בלבד) והסרת כל הפרי עד גיל 5-7 (2) משנה שלישית או רביעית דילול ל 4-5 אשכולות/ 30-40 סנסנים לאשכול, 7-11 פירות לסנסן ללא הסרת העלים הבוגרים (3) גיזום והותרת דור עלים אחד מתחת לעלים שבחיקם יתפתחו האשכולות של העונה העוקבת ודילול על פי המפורט בסעיף 2. התוצאה של כל אחת מהאפשרויות המפורטות לעיל היא הוצאות נוספות למניעת יבול (סעיף 1) או הוצאות לשם קבלת פרי אשר התמורה המתקבלת ממנו אינה מכסה את עלות הטיפול (סעיפים 2 ו-3). אשכולות פרי במג'הול מתחילים להתפתח בעצים צעירים בני 3-5 שנים מפקעים הנמצאים בחיק העלים שהתפתחו במהלך העונה הקודמת (סטולר 1977). עומס יבול בעצי מג'הול מוכוון על ידי שיטת הדילול (קרמר וחובריו 2016). דילול מביא להפחתה במספר הפירות הקטנים לעץ וגם מונע עומס פרי שעלול לגרום לשבירה של האשכול (סדובסקי וחובריו 2011). במחקר הנוכחי אנו מציעים לבחון את השימוש בריכוז הסוכר החופשי, בעלים ובגזע, כמדד לרמת היבול שהעץ יכול לשאת. דעה זו נתמכת בספרות לפיה מספר הפקעים המתפתחים לאשכולות נקבע לפי רמת המוטמעים בצמח (ברנשטיין 2004). על פי Hilgman (1954) מספר הפקעים שיתמיינו לתפרחות מושפע מצבירת הסוכרים בין החודשים יוני לאוקטובר, אשר מושפע מהיחס פרי/עלים במועד זה. על פי Aldrich and Young (1940) נמצא מתאם בין שינוי במאגר העמילן בגזע בבסיס כתר העלים לבין צבירת הסוכרים בפרי.

### 4. מטרת המחקר

מטרת המחקר הראשית: העלאת היבול וכדאיות הגדיד בעצים צעירים.  
מטרות משנה: (1) בחינת השפעת גובה היבול על התפתחות העץ הצעיר והניבה שלו בעונות העוקבות. (2) פיתוח מדד להערכת היבול אותו העץ יכול לשאת, ללא פגיעה באיכות הפרי, ע"פ ריכוז הסוכרים החופשיים בעלים (עמילן או סוכר מסיס) ע"פ מועד פנולוגי מתאים.

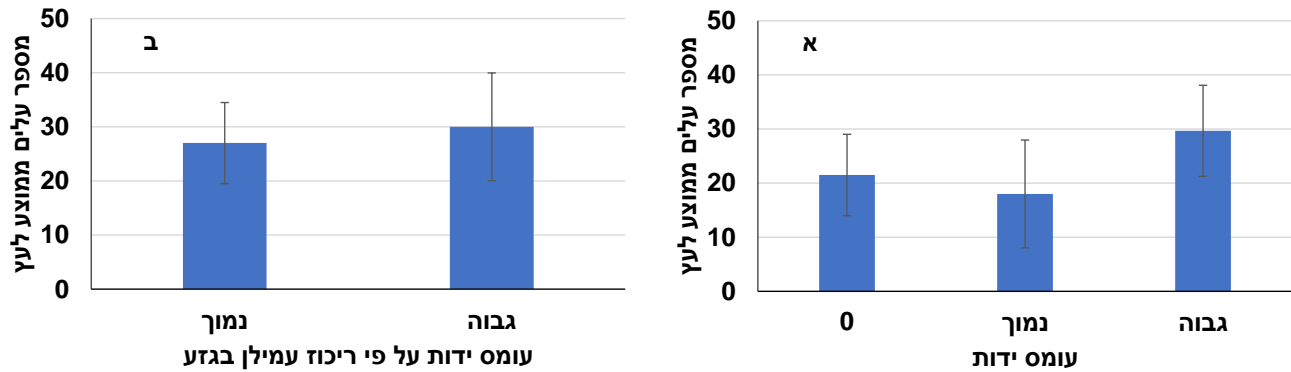
5. מהלך המחקר ושיטות העבודה

משימה#	שנה א.
א.	גיזום העצים לעד 90 עלים לעץ. ב 02.2023 נערכה ספירת עלים, המטרה הייתה להותיר על העצים עד 90 עלים. אך בשל גילם הצעיר הם נושאים פחות (43-68 עלים).
ב.	ספירת האשכולות ואפיון מידת הנשירה של הידות והפרי. ב 26.03.23 נערכה ספירת מתחלים. ב 04.04.23 סומנו 5 סנסנים לאשכול, שני אשכולות לדור, סה"כ שני דורים המייצגים שני גלים של יציאת מתחלים, ונערכה ספירת חנטים ראשונה. ב 09.08.23 נערכה ספירת הפירות השנייה על מנת לאפיין את השפעת הטיפולים על כושר נשיאת הפירות ורמת הנשירה של הסנסן. באוגוסט לאחר הגדיד נערכה ספירה של מספר האשכולות שניגדדו בפועל.
ג.	דילול האשכולות והפרי (על פי הטיפולים שנקבעו). העצים לכל טיפול נבחרו באקראי. הדילול נערך בצורה הדרגתית (בין חודש מרץ למאי 2023). בטיפולים 1-3 יש 6 עצים לטיפול ובטיפולים 4-5 יש 3 עצים לטיפול. בוצעו חמישה טיפולים: (1 הסרת כל המתחלים (19.03.2023) (2 הותרת 71-72% מהמתחלים (7-16 אשכולות) (3 הותרת 36-39% מהמתחלים (3-9 אשכולות). (4 הותרת 71-72% מהמתחלים על עצים עם ריכוז עמילן גבוה מ 35 מ"גגרם חומר יבש בגזע ו-5) הותרת 36-39% מהמתחלים על עצים עם ריכוז עמילן נמוך מ 35 מ"גגרם חומר יבש בגזע. בכל הטיפולים האשכולות דוללו ל 30-40 סנסנים ו 26-28 חנטים לסנסן. ריכוז העמילן והסוכר המסיס בגזע ובעלים שלפיו הוחלט הדילול נבדק בדצמבר 2022.
ד.	דיגום סוכרים בגזע (מתחת לכתר העלים) ובעלים. ב 22.12.22, לאחר הגיזום והפסקת הצימוח נערך דיגום הסוכרים בגזע ובעלים. הדיגום נערך בעזרת מקדח גזע ייעודי מתחת לבסיס כתר העלים ובבסיס שדרת העלה.
ה.	גדיד, שקילת יבול ובדיקת איכות פרי. היבול של כל עץ בכל סבב גדיד נישקל. היו שני סבבי גדיד: 04.09.23 וה- 02.10.23. הפרי נישלח למיון ובדיקות איכות בבית האריזה ערדום.

## 6. תוצאות שנה א':

### גיזום העצים לעד 90 עלים לעץ

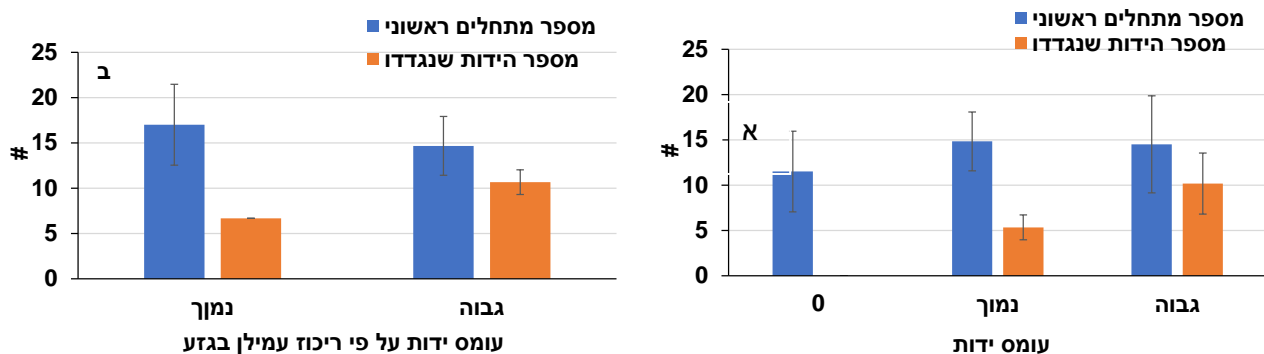
נמצא הבדל משמעותי, לא מובהק, במספר העלים החדשים שצמחו במהלך העונה (גרף מס. 1 א' ו-ב'). בעומס ידות גבוה מספר העלים הממוצע היה 30 עלים לעומת 18 עלים בממוצע לעץ בעומס ידות נמוך ו 21 עלים בעצים ללא ידות (גרף 1 א'). גובה העצים נמדד בפברואר 2022 ותוספת הגובה תיבדק בחודשים הקרובים ותוצג בדוח הבא.



גרף מס. 1: מספר העלים החדשים שצמחו מפברואר עד נובמבר 2023. (א) עצים שהוסרו מהם כל הידות (0) ועצים עם עומס ידות נמוך או גבוה. (ב) עצים עם עומס ידות נמוך בהתאם לריכוז העמילן בגזע ועם עומס ידות גבוה בהתאם לריכוז העמילן בגזע.

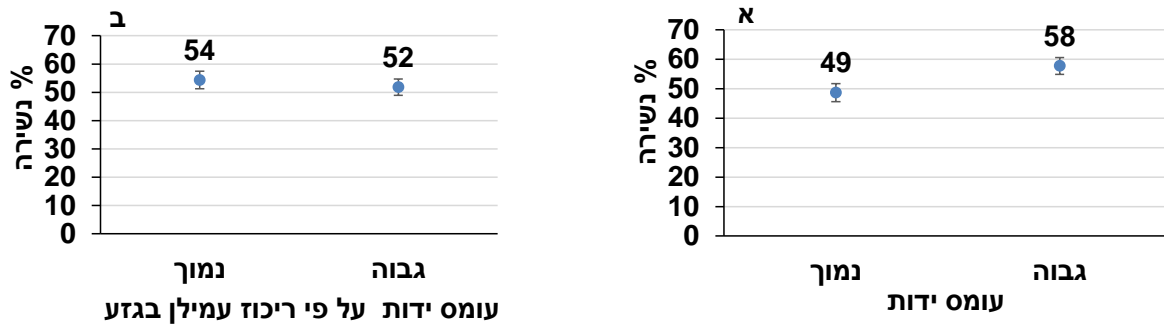
### ספירת האשכולות ואפיון מידת הנשירה של הידות והפרי

מספר המתחלים היה מאוד שונה בין עץ לעץ ונע בין 5 ל-22 מתחלים (גרף 2 א' ו-ב'). בעצים עם עומס ידות נמוך גדדנו 5 ידות בממוצע ובעצים עם עומס ידות גבוה גדדנו 10 ידות בממוצע (גרף 2 א'). בעצים שנגדדו על פי ריכוז העמילן בגזע, בעומס ידות נמוך גדדנו 7 אשכולות בממוצע ובעומס ידות גבוה 11 אשכולות בממוצע (גרף 2 ב').



גרף מס. 1: מספר המתחלים הראשוני ומספר הידות שניגדדו בפועל בטיפולים השונים. (א) עצים עם עומס ידות נמוך, גבוה או ללא ידות בכלל (6 עצים לטיפול). (ב) עצים עם עומס ידות נמוך בהתאם לריכוז העמילן בגזע ועם עומס ידות גבוה בהתאם לריכוז העמילן בגזע (3 עצים לטיפול).

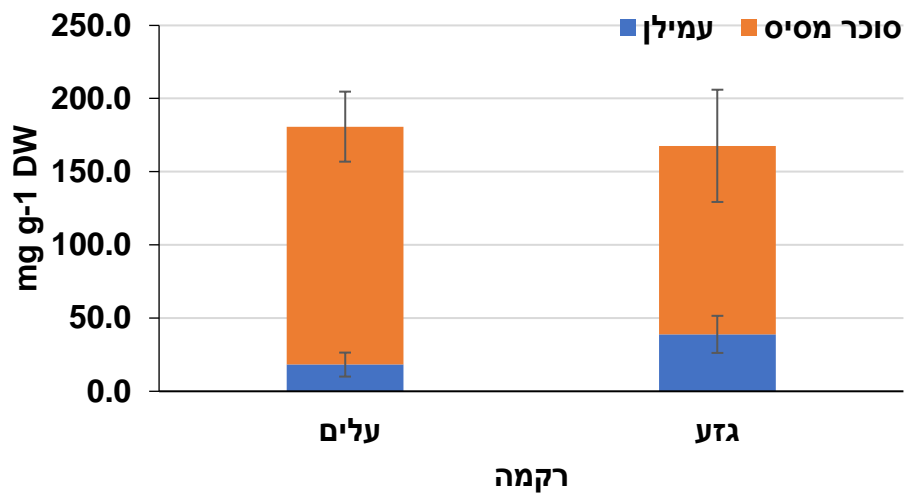
אחוז הנשירה נע בין 49% ל 58% (גרף מס. 3 א' ו- ב') ללא הבדל סטטיסטי בין הטיפולים.



**גרף מס. 3: אחוז הנשירה בטיפולים השונים.** א) עצים עם עומס ידות נמוך או גבוה. ב) עצים עם עומס ידות נמוך בהתאם לריכוז העמילן בגזע ועם עומס ידות גבוה בהתאם לריכוז העמילן בגזע. אחוז הנשירה חושב על פי ההפרש שהתקבל בין ספירת החנטים לסנמן שנערכה ב 04.04.23 והפירות שנספרו ב 09.08.23.

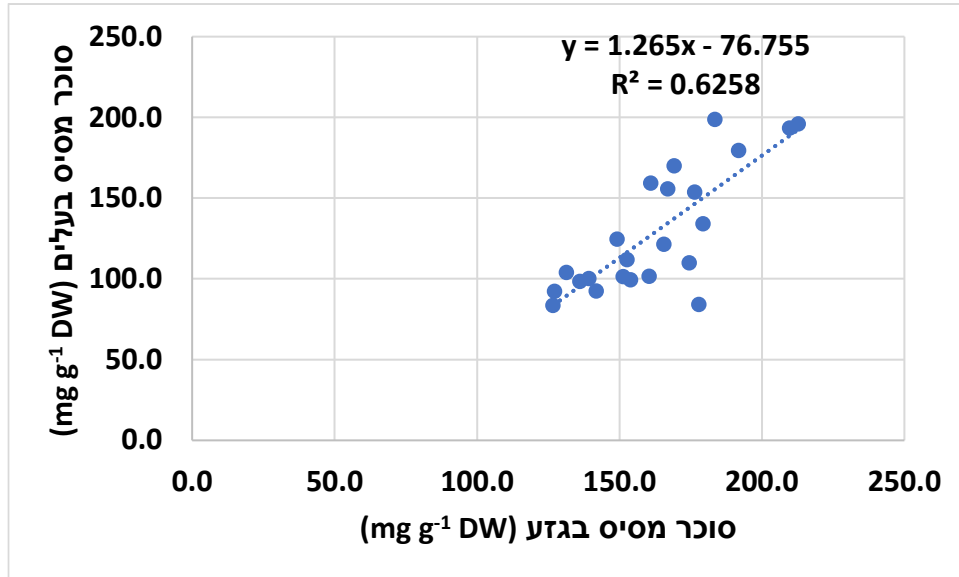
**דיגום סוכרים בגזע (מתחת לכתר העלים) ובעלים.**

ב 12.2022 נערך דיגום עלים וגזע לקביעת ריכוז הסוכר החופשי (עמילן וסוכר מסיס) ברקמות. בגרף מספר 4 ניתן לראות שריכוז העמילן גבוה יותר בגזע בהשוואה לעלים אך ריכוז הסוכר המסיס גבוה בשניהם באותה מידה.



גרף מס. 4: ריכוז העמילן והסוכר המסיס בגזע ובעלים של עצי מג'הול צעירים.

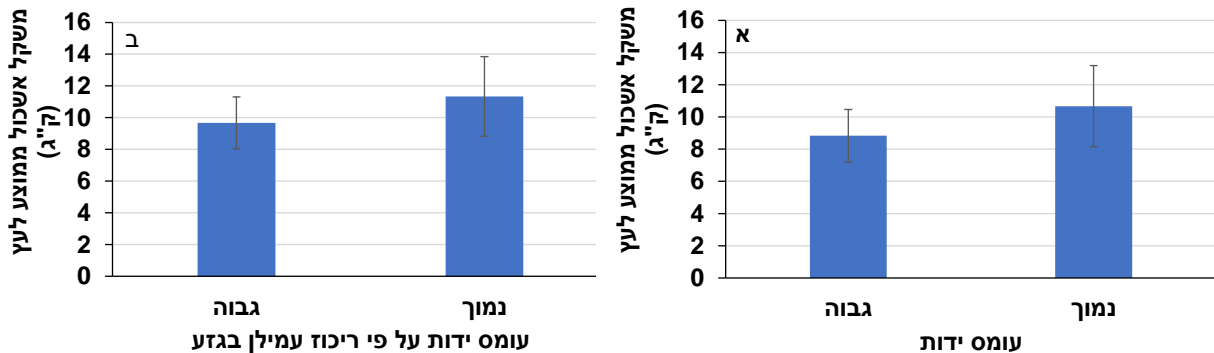
קיים מתאם חיובי בין ריכוז הסוכר המסיס בגזע וריכוז הסוכר המסיס בעלים (גרף מס. 5). לא נמצא מתאם בין ריכוז העמילן והסוכר המסיס בגזע או בעלה לבין הפוריות (מספר המתחלים לעץ, מספר החנטים, הפירות והנשירה לסנסן), או הצימוח (תוצאות המבחנים הסטטיסטיים שלא היו מובהקות אינן מוצגות בדוח זה).



גרף מס. 5: מתאם חיובי בין ריכוז הסוכר המסיס בעלים וריכוז הסוכר המסיס בגזע.

### גדיד, שקילת יבול ובדיקת איכות פרי

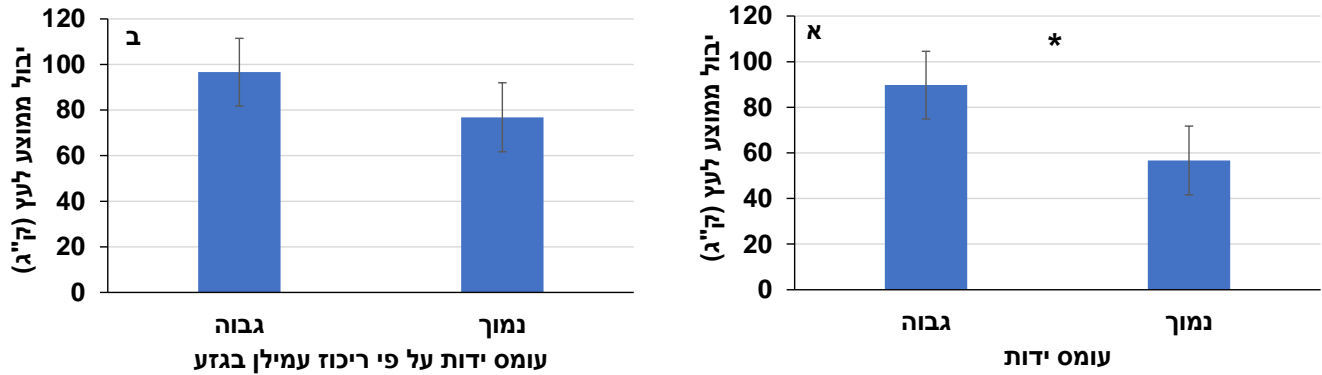
משקל האשכולות נע בין 9 ל 11 קילו במוצע. בעצים עם עומס ידות נמוך משקל האשכול היה גבוה יותר (לא מובהק), ב 2 קילוגרם (גרף מס. 6 א' ו-ב').



גרף מס 6: א) משקל אשכול ממוצע לעץ (ק"ג). א) עצים עם עומס ידות נמוך או גבוה. ב) עצים עם עומס ידות נמוך בהתאם לריכוז העמילן בגזע ועם עומס ידות גבוה בהתאם לריכוז העמילן בגזע. משקל האשכול חושב על פי היבול לעץ חלקי מספר הידות שנותרו עליו.

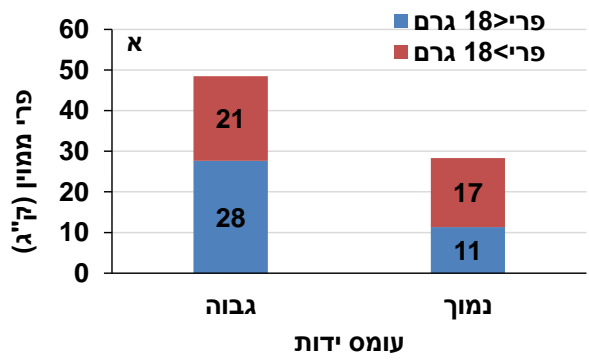
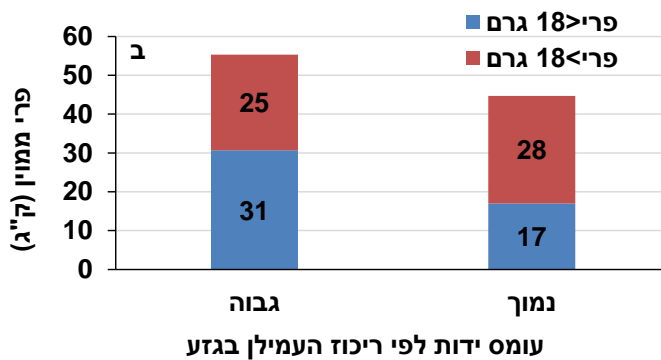


גובה היבול היה שונה באופן מובהק בהשוואה בין הטיפולים ( $p < 0.05$ ). בעצים עם עומס ידות גבוה התקבל 90 קילו פרי בממוצע ובעצים עם עומס ידות נמוך התקבל 57 קילו פרי בממוצע (גרף מס. 7 א'). בעצים שדוללו על פי ריכוז העמילן בגזע הייתה מגמה דומה אבל לא מובהקת, עם 97 קילו בממוצע בעצים עם עומס ידות גבוה ו 77 קילו בממוצע בעצים עם עומס ידות נמוך (גרף מס. 7 ב').



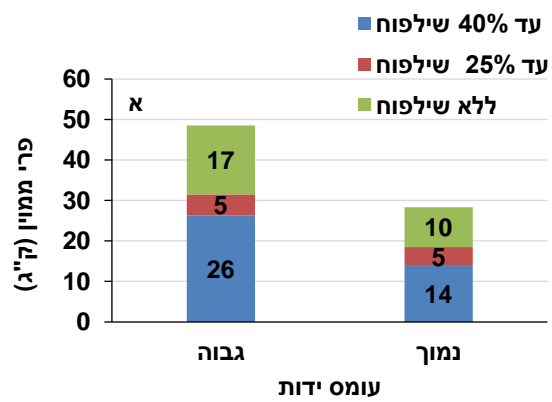
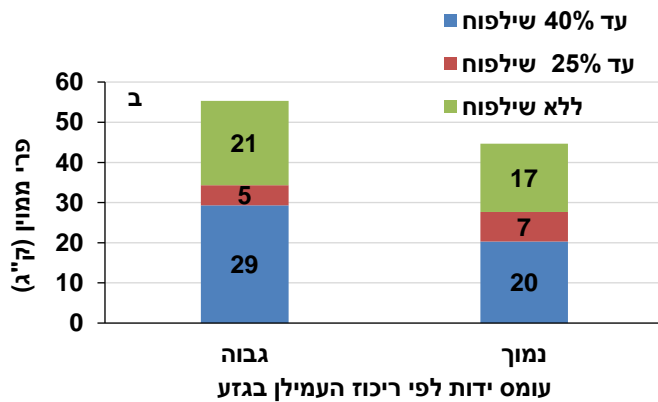
**גרף מס 7: א) יבול ממוצע לעץ (ק"ג). א) עצים עם עומס ידות נמוך או גבוה. ב) עצים עם עומס ידות נמוך בהתאם לריכוז העמילן בגזע ועם עומס ידות גבוה בהתאם לריכוז העמילן בגזע. התוצאות נותחו ב anova חד כיוונית,  $P < 0.05$ .**

הפרי מכל סבב גדיד מכל טיפול נשלח למיון בבית האריזה ערדום. בבית האריזה מיינו את הפרי על פי משקל, רמת שילפוח והשילוב ביניהם הכתיב את איכות הפרי. פרימיום- פרי באיכות גבוהה שהוא גדול מ 18 גרם וללא שילפוח. לא פרימיום- פרי קטן מ 18 גרם או משולפח (בינוני או כבד). פרי שמוגדר כפרימיום פודה מחירים גבוהים יותר. הגרפים המוצגים מתייחסים לפרי שמיון וקוטלג לפי איכותו ואינם כוללים פרי שהלך לטיפול לפני קיטלוג (הידרציה, ייבוש וכו). בעצים עם עומס ידות גבוה רואים תוספת יבול של 4 קילו ו 17 קילו, בפרי מעל 18 ומתחת ל 18 גרם, בהתאמה (גרף 8 א'). כאשר עומס הידות בוצע על פי ריכוז העמילן בגזע (גרף 8 ב') אנחנו רואים ירידה של 3 קילו ועליה של 14 קילו, בפרי מעל 18 ומתחת ל 18 גרם, בהתאמה.



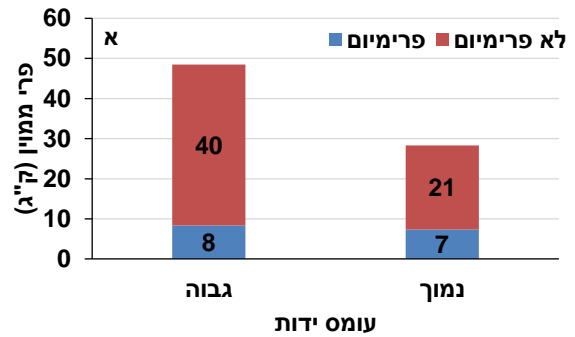
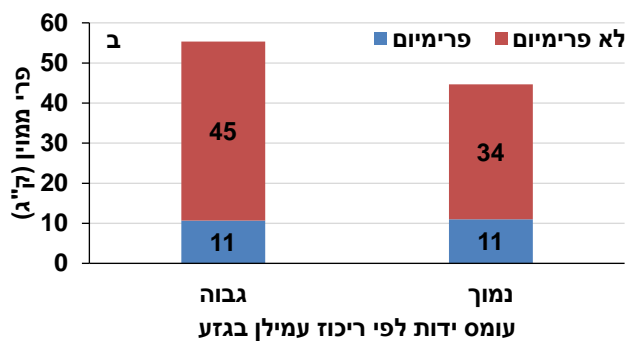
**גרף מספר 8: תוצאות מיון הפרי על פי גודל, בממוצע לעץ.** (א) עצים עם עומס ידות נמוך או גבוה (6 עצים לטיפול). (ב) עצים עם עומס ידות נמוך בהתאם לריכוז העמילן בגזע ועם עומס ידות גבוה בהתאם לריכוז העמילן בגזע (3 עצים לטיפול).

בבחינת השפעת עומס הידות על כמות הפרי המשולפח (גרף מס. 9). עומס ידות גבוה הביא לתוספת של 12 קילו פרי משולפח מאוד (עד 40% שילפוח) ו 7 קילו פרי לא משולפח. ללא השפעה על פרי משולפח מעט (עד 25% שילפוח), (גרף מס 9 א'). בבחינת השפעת עומס הידות על פי ריכוז העמילן בגזע (גרף 9 ב') ראינו תוספת של 9 קילו פרי משולפח מאוד, ירידה של 2 קילו פרי משולפח מעט ועליה של 4 קילו פרי לא משולפח (גרף 9 ב').



**גרף מספר 9: מיון הפרי לפי דרגות שילפוח.** (א) עצים עם עומס ידות נמוך או גבוה (6 עצים לטיפול). (ב) עצים עם עומס ידות נמוך בהתאם לריכוז העמילן בגזע ועם עומס ידות גבוה בהתאם לריכוז העמילן בגזע (3 עצים לטיפול).

עומס ידות גבוה הוביל לתוספת של 1 קילו פרי פרימיום אבל עיקר התוספת הייתה בפרי שאינו פרימיום (19 קילו), (גרף 10 א'). בעצים שעומס הידות נקבע בהם על פי ריכוז העמילן בגזע (גרף 10 ב'), תוספת הידות לא השפיע על כמות הפרי שמוין כפרימיום ותרמה לעליה (9 קילו) בפרי שאינו פרימיום.



**גרף מספר 10: מיון הפרי לפי איכות.** (א) עצים עם עומס ידות נמוך או גבוה (6 עצים לטיפול). (ב) עצים עם עומס ידות נמוך בהתאם לריכוז העמילן בגזע ועם עומס ידות גבוה בהתאם לריכוז העמילן בגזע (3 עצים לטיפול). פרי פרימיום הוא פרי שמשקלו 18 גרם ומעלה והוא אינו משולפח כלל. פרי לא פרימיום הוא פרי שמשקלו מתחת ל 18 גרם ו/או משולפח.

## 7. דיון:

**השפעת היבול הגבוה על הצימוח:** תוצאות שנה א' סותרות את הדעה הרווחת שעומס פרי גבוה יבוא על חשבון צימוח ווגטיבי במג'הול. בעצים צעירים מספר העלים החדשים הולך וגדל כל שנה עד שהוא מתייצב על כ 30 עלים חדשים בשנה בעץ הבוגר. בעצים עם עומס יבול גבוה קיבלנו תוספת של 27-40% יותר עלים חדשים בהשוואה לטיפולים האחרים (ללא ידות ועם עומס יבול נמוך).

**גובה היבול בעצים צעירים:** ניתן כמעט להכפיל את היבול בעצים צעירים. הדילול המקובל לעצים בגיל 4.5-5.5 הוא הותרת 7-8 אשכולות לעץ והיבול המקסימאלי המצופה יהיה כ 50 קילוגרמים (משקל האשכול כ 5-6 קילו). היבול שהתקבל בשנה א' היה גבוה ונע בין 57 ל- 77 קילו בעומסי הידות הנמוכים ובתוספת של 20 עד 33 קילו לעץ בעומסי הידות הגבוהים. מספר הפרות הגבוה לסנסן נבע מדילול שמרני (הותרת פי 3 מכמות החנטים המקובלת) וכתוצאה מאחוז נשירה שנע בין 49-58% והיה נמוך מהמצופה שהוא 60-70% (Ish shalom et al. 2023).

**איכות הפרי הנגדד:** אפשר לשפר את רווחיות הגדיד בעצים בני 5-6 שנים. תוספת הפרי לא פגעה בפרקציית הפרי האיכותי (פרי גדול מ 18 גרם/לא משולפח/פרימיום). על פי תוצאות מיון בית האריזה תוספת היבול הייתה בעיקר של פרי קטן ו/או משולפח. פרי זה עדיין נמכר אבל במחירים נמוכים ואינו מתאים לייצוא. במחקרים קודמים, בעצים בוגרים, תוספת יבול העלתה הכנסות ברוטו לעץ מכיוון שלא פגעה בכמות הפרי שהוגדר כאיכותי ותרמה לתוספת יבול בקטגוריה זו (סדובסקי וטיקוצ'ינסקי 2011). על מנת שנדע האם כמות הפרי שגדדנו והאיכות שלו הופכים את הגדיד של עצים בני 5-6 לרווחי נבקש הערכת שווי של הפרי מבית האריזה ונציג אותה בדוח הבא.

ריכוז הסוכר בגזע כמדד לדילול העץ: התוצאות שהתקבלו בעצים שבהם העמסנו ידות בהתאם לריכוז העמילן בגזע מעידות שריכוז העמילן בתווך שהתקבל בעצים אלה (עד 50 מיליגרם לגרם חומר יבש) אינו מהווה גורם מגביל לתמיכה ביבול גבוה. לא ניתן בשלב זה לדעת כיצד עומס היבול ישפיע על מאגרי הסוכרים בדצמבר 2023 (טרם נבדקו הדגימות שנאספו) ועל הניבה של העצים בעונת הפריחה והגדיד 2024. המתאם בין הסוכר המסיס בעלים לסוכר המסיס בגזע יאפשר דיגום עלה שהוא פחות הרסני אבל לא ייתן לנו אינדיקציה בנוגע למצב העמילן בגזע. בשלב זה דיגום סוכרים לא יכול לשמש כמדד לפוטנציאל העץ מכיוון שלא נמצא מתאם בין ריכוז העמילן והסוכר המסיס בגזע או בעלה לבין הפוריות (מספר המתחלים לעץ, מספר החנטים, הפירות והנשירה לסנסן), או הצימוח (תוצאות המבחנים הסטטיסטיים שלא היו מובהקות אינן מוצגות בדוח זה).

## 8. ביבליוגרפיה:

- ברנשטיין צ. (2004). התמר בהוצאת יוזמת הדקלאים בע"מ, ארגון מגדלי התמרים בישראל ובתמיכת מועצת הפירות.
- טריפלאר א., ו- בורוכוב-נאורי ח. (2006). חקר התהליכים המעורבים בתופעת "דילוג שלב" בתמרים מזן מג'הול. מועצת הצמחים.
- כהן ה. (1987). יעילות פוטוסינטטית של תמרים, דו"ח מסכם מחקר מטעים. תחנת ניסיונות ערבה. עמ' 86-95.
- מפקד מטעי תמרים (2022) משרד החקלאות ופיתוח הכפר, שירות ההדרכה והמקצוע, אגף הפירות. סדובסקי א., טיקוצ'ינסקי ת. (2011). יבול דילול וגודל פרי במג'הול, עלון הנוטע. כרך 64: 30-26.
- סדובסקי א., סטרום מ., בבאי א., גרינברג א., בכר א., דר א., לוי ס., פינקלשטיין ר., כהן א., ואיגנט ט. (2015). גדיד מכני מול גדיד ידני בתמר מג'הול עסיסי. עלון הנוטע. כרך 69: 43-38.
- סדובסקי וחובריו (2016). יבול דילול וגודל פרי. דוח תכנית מחקר 645-0153-14 משרד החקלאות.
- סדובסקי א., טיקוצ'ינסקי ת., וקצמן ע. (2017). סירוגיות הנבה במג'הול. עלון הנוטע. עלון הנוטע. כרך 71: 24 - 26.
- סטולר ש. (1977). גידול התמר בארץ ישראל. הוצאת הקיבוץ המאוחד.
- קרמר ש, סדובסקי א, רביץ י, שווקה נ. 2016. השפעת שיטות דילול פירות ועומס פרי על יבול תמר מזן מג'הול בערבה תיכונה וצריכת ימי העבודה. דו"ח מחקר למו"פ ערבה תיכונה וצפונית-תמר.
- Aldrich W. W. and Young T. R. (1940) Carbohydrate changes in the date palm during the summer. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 39:110-118.
- Alikhani-Koupaei, M. & Aghdam M. S. (2021). Defining date palm leaf pruning line in bearing status by tracking physiological markers and expression of senescence-related genes. Plant Physiology and Biochemistry, 167, 550-560.
- El Omari, B. (2022). Accumulation versus storage of total non-structural carbohydrates in woody plants. Trees, 1-13.
- Hilgeman R. H. (1954). The differentiation, development and anatomy of the axillary bud, inflorescence, and offshoot in the date palm.

Mialet-Serra, I., Clément-Vidal, A., Legros, S., Caliman, J. P., Siregar, F. A., Jourdan, C., & Dingkuhn, M. (2010). Non-structural carbohydrate pools in vegetative organs of two tropical palms: the coconut and the oil palms.

Mialet-Serra, I., Clément-Vidal, A., Rounsard, O., Jourdan, C., & Dingkuhn, M. (2008). Whole-plant adjustments in coconut (*Cocos nucifera*) in response to sink-source imbalance. *Tree Physiology*, 28(8), 1199-1209.

Zhen J., Tripler E., Pevzner S. and Lazarovitch N. (2019). Impact of fruiting on gas exchange, water fluxes and frond development in irrigated date palms. *Scientia Horticulturae*. 24, 234–

## 9. סיכום

### א. הניסויים שבוצעו על פי תוכנית העבודה תוך התאמה למטרות המחקר:

מטרת המחקר הראשית: העלאת היבול וכדאיות הגדיד בעצים צעירים.

מטרות משנה: 1) בחינת השפעת גובה היבול על התפתחות העץ הצעיר והניבה שלו בעונות העוקבות. 2) פיתוח מדד להערכת היבול אותו העץ יכול לשאת, ללא פגיעה באיכות הפרי, ע"פ ריכוז הסוכרים החופשיים בעלים (עמילן או סוכר מסיס) ע"פ מועד פנולוגי מתאים.

בשלב זה הושגה רק מטרת המחקר הראשית. נערכו בדיקות סוכרים בחודש דצמבר. נבדק המתאם בין ריכוז הסוכר החופשי בעלים לבין ריכוז בגזע. העצים אופיינו במדדי גובה, עלים, ידות וסנסנים. הידות לעץ דוללו כמתוכנן אך דילול הפרי לסנסן היה שמרני והוביל לתוספת פרי. נבדקה עוצמת נשירת הפרי כמתוכנן. נערך גדיד כמתוכנן ונערכו כל בדיקות היבול. הצלחנו לקבל יבול גבוה והגדלת ההכנסה לעץ.

ב. פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדוח: נבחרו עצים צעירים בני 5-6 וחולקו באקראי לפי הטיפולים השונים. נערכו כל הטיפולים והבדיקות כמתוכנן בטבלת המשימות. תוצאות הביניים מעידות שריכוז העמילן בגזע לא היווה גורם מגביל לתוספת יבול, ללא פגיעה בפרקציית הפרי האיכותי. קיים מתאם בין ריכוז הסוכר המסיס בעלה ובגזע.

### ג. פירוט כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדוח או חלק מהן:

המטרות הושגו באופן חלקי. ניתן להגיע לתוספת יבול על ידי תוספת ידות ללא פגיעה בפרקציית הפרי האיכותי, אבל אין בשלב זה אפשרות לדעת כיצד זה ישפיע על העונה הבאה. קיים מתאם בין ריכוז הסוכר המסיס בעלים ובגזע אבל זה לא מאפשר לדעת מה רמת העמילן בגזע. ריכוז העמילן שנמצא בעצים שנבחרו לא היווה מגבלה לקבלת תוספת יבול.

ד. בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני הדרך-כל המשימות ואבני הדרך בוצעו כמתוכנן לשנה א. העצים סומנו, אופיינו, נדגמו, דוללו ונגדדו כמתוכנן.

ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו- לא ניתן בשלב זה להגיע למסקנות חד משמעיות באשר לכדאיות העמסת יבול על עצים צעירים, או באשר לאפשרות של שימוש בריכוז הסוכר בעלים כמדד לפוטנציאל ביצועי העץ. יש להמשיך במחקר כמתוכנן.

- ו. מהן הבעיות שנתרו לפתרון או שינויים טכנולוגיים שיוקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומה אמורה להיות התייחסותך להמשך- עדיין לא קיים מדד שיכול לשמש את המגדל להערכת מצב העץ והערכת פוטנציאל הניבה שלו, ללא חשש לפגיעה בפוריות ובניבה של העונה הקיימת. יש להמשיך במחקר כמתוכנן על מנת לראות את ההשפעה של שנה א' על העונה העוקבת.
- ז. פעילויות שנעשו במו"פ במהלך התקופה: 08-03-2023 הצגת עקרונות ויעדי המחקר בפני מגדלים באזור.
- ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר- לא נערכו פרסומים.
- ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור- במידה ומסקנת המחקר תהיה שתוספת יבול לא פוגעת בפוריות העץ והניבה של העונה העוקבת, היא בהחלט תתרום לרווחיות הגדיד של עצים צעירים.
- י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון- לא מתוכנן שיתוף פעולה.
- יא. המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר- אנחנו ממליצים להמשיך במחקר כמתוכנן.
- יב. פטנטים שנבעו מהמחקר- אינו רלוונטי.



משרד החקלאות ופיתוח הכפר



קרן קימת לישראל  
K K L - J N F



מרכז המחקר והפיתוח  
SOUTHERN ARAVA R&D

## 1. שם המו"פ: ערבה דרומית/דו"ח שנתי לקק"ל- 2023

**שם התוכנית:** בחינה אגרונומית וכלכלית של גידול ליצי' הונג- לונג, ותצפית על שני זני לונגן מובחרים,

בתנאי מדבר צחיח קיצון.

**מספר מוקד פנימי:** 82466

**חוקרת ראשית:** מיכל אדלר אגמון

**חוקרים שותפים:** אהוד צאלים, קרקע ומים, מו"פ ערבה דרומית.

אמנון גרינברג, מטעים, מו"פ ערבה דרומית.

יערה דנינו, טיפול בפרי לאחר קטיף, מו"פ ערבה דרומית.

שי צעדי, מדריך סובטרופיים, שה"מ.

**סטטוס התוכנית:** נמשכת

**מועד התחלה וסיום התוכנית:** 2023-2025

## 2. תקציר

על רקע הדרישה לגוון במקורות ההכנסה החקלאית של יישובי חבל איילות והצפי לשיפור בהיצע המים לשימוש חקלאי, עם כניסתם העתידית של מים מותפלים למערכת, הוחלט לבחון את היתכנות גידול הליצי' מזן 'הונג לונג' בערבה. ענף הליצי' נמצא בצמיחה ובשנים האחרונות קיימת התעניינות בגידול זה בדרום הארץ וניתן לראות נטיות בצפון הנגב, עוטף עזה ובערבה. השנה נטעו 140 עצי ליצי' בשטח המו"פ. עד מועד כתיבת הדו"ח אחוזי הקליטה טובים (הוחלפו שלושה עצים) והעצים מתפתחים יפה. במקביל ממשיך המעקב אחר הפנולוגיה, היבול ואיכותו ב-6 עצים בוגרים (נטיעות 2019). מטרת המחקר היא לבדוק את היתכנות הגידול באזורנו, על שתי איכויות מים, ולהוות בסיס לבניית פרוטוקול גידול ותחשיב כלכלי. **ההצעה תואמת את תחום ההתמחות של מו"פ ערבה דרומית: תחום התמחות כללי. ההצעה תואמת את יעד מו"פ ערבה דרומית: הגדלת סל הגידולים בערבה למטעים שדורשים מים שפירים.**

## 3. רקע קצר ותיאור הבעיה:

החקלאות בערבה הדרומית המהווה עוגן כלכלי מרכזי (מעל 50%) עבור מרבית קהילות החבל, ומתבססת בעיקרה על גידול זן התמר מג'הול (מעל 90%), נמצאת בצורך מתמיד לגוון סל הגידולים המתאימים לאזור, הן מבחינת יכולתם להתמודד עם תנאי האקלים והן מבחינת הקדמת עונת שווק הפרי. בשנים האחרונות ניתן לראות נטיות עצי ליצי' בצפון הנגב, עוטף עזה ובערבה (נוי מ. 2020). הזן העיקרי שגודל עד כה בארץ הוא זן 'מאוריצי' אך בשנים האחרונות ישנה התבססות של זן 'הונג לונג' שהביא עימו צמיחה מחודשת של הענף (נוי מ. 2017). היתרון הכלכלי בגידול הליצי' בערבה הדרומית מתבסס על האפשרות של הבכרת הפרי ביחס למגדלים אחרים. על פי התוצאות

המקדמיות (6 עצי הונג לונג שניטעו במו"פ בשנת 2019), גידול הליצי יכול להתאים להגדרות הללו במידה ותסופק לאזור איכות מים טובה. מרבית המגדלים בערבה נוטעים בשטח פתוח המצריך התמודדות עם רוחות, קרינה ומזיקים פוטנציאליים. תחשיב הגידול של זן ה' הונג לונג' עוד בחיתוליו, לכן מחקר מקיף יכול לשרת את מגדלי האזור באשר לדרישות הגידול וכדאיותו. גידול נוסף שיבחן הוא ה'לונג', ממשפחת ה Sapindaceae שמקורו בדרום מזרח אסיה. למרות שפרי הלונג פופולארי מאוד בתרבויות המזרח אסיאתיות והדרישה אליו בעולם הולכת וגדלה (Kadman, A. et al. 1976; Jiang y. et al., 2002; Zhu et al., 2019) הוא לא התבסס עדיין בשווקים בישראל וגדל במספר משתלות, עם שתי חלקות בלבד בסדר גודל מסחרי (על פי נתוני משרד החקלאות). למחקר הנוכחי נבחרו שני זנים מובחרים 'Haew' ו-'Biew-Kiew' שהם בעלי פרי גדול (12 עד 15 גרם, בהתאמה) ומתוק, בעל גלעין קטן (גורן ושייע 2012). זנים אלה יבחנו בהשקיה במים באיכות טובה (0.9ds/m). גידול הלונג ישתלב במחקר הנוכחי כתצפית בלבד, על עצים בודדים, על מנת לבחון את הפוטנציאל הטמון בגידול זה.

#### 4. מטרות המחקר:

מטרה ראשית: העשרת מגוון הגידולים בערבה הדרומית  
מטרות משנה:

- 1) בחינת הצימוח, מועד הבשלת היבול ואיכותו של זן הליצי הונג-לונג, בתנאי גידול מסחרי בערבה הדרומית, על 2 איכויות מים (0.9 ds/m ו-1.6 ds/m).
- 2) בחינת הצימוח, היבול ואיכותו של זני הלונג Biew-Kiew ו-Haew בתנאי גידול מסחרי בערבה הדרומית, המושקים במים באיכות טובה (0.9 ds/m).

#### 5. מהלך המחקר ושיטות העבודה:

טבלת משימות שנה א', כפי שמפורט בתוכנית המחקר. עד כה בוצעו התוכניות בהתאם לתוכנית כמפורט להלן:

משימה	אופן ומועד ביצוע המשימה
<b>הקמת החלקה לליצי וללונג בשטח פתוח.</b>	הקרקע עברה עיבוד ונערכו שטיפות קרקע ובדיקות קרקע על מנת לוודא שהשטח מתאים לנטיעה. נפרסה מערכת השקיה והשתילים ניטעו ב-20.03.23 בתוספת קומפוסט לבורות הנטיעה. לכל עץ הוקם משבר רוח אישי (להגנה מרוחות וסופות חול). פרט לכך הוקם משבר רוח לכלל החלקה שמטרתו לשמור על החלקה מרוחות לאחר הסרת המשברים האישיים.
<b>בחינת קליטה והתבססות שתילי הליצי והלונג.</b>	עד כה הוחלפו רק שני עצי הונג-לונג ועץ מאוריציס אחד מתוך 150 העצים שניטעו בחלקה (ליצי ולונג). כלל העצים נראים ירוקים ומבלבלים. גובה הנוף כאינדיקציה לצימוח נמדד ב 21.11.23.



<p>נערך מעקב אחר מועדי הלבוב, פריחה, חנטה ונשיאת יבול עד קטיף. בסוף מאי נערך תשליך רשתות על העצים על מנת למנוע פגיעה בפרי כתוצאה מקרינה או פעילות ציפורים. ב. 01.10.23 הופסקה ההשקיה. הצמאה משמשת את המגדלים במטרה לסנכרן ולהעצים את הפריחה בעונה העוקבת. ההצמאה תוכננה להימשך מספר שבועות, עד קבלת פוטנציאל מים בעלה של 25 Bar. מכיוון שראינו התייבשות עלים כבר לאחר 6 ימים (תמונה מס. 4), הוחזרה ההשקיה והוחלט שיישום זה אינו מתאים לאזורנו.</p>	<p><b>מעקב אחר הפנולוגיה בעצי הליצי' הבוגרים (נטיעות 2019).</b></p>
<p>ששת העצים נקטפו ב 22.06.23. הפרי נקטף ב-6:00 בבוקר בטמפ' 24 מ"צ לארגזים עם מגבת רטובה והועבר למעבדה. כלל הפרי הוכנס לגיגית מי קרח לחצי שעה בטמפ' 10 מ"צ (טיפול חיטוי ראשוני) וחלקו הועבר לחצי דקה לתמיסת 1% ספורטק בטמפ' החדר (טיפול חיטוי שניוני). 17 פירות צולמו ונבדק משקלם, כיסוי אדום, כמ"מ, חומצה, pH ויחס הבשלה, מעט פירות נטעמו וטעמם מצוין. שאר הפרי נארז בשקיות 60 LDPE מיקרון. שתי שקיות (1,2) ללא טיפול פונגיצידי (ספורטק) ו-10 שקיות (3-12) לאחר טיפול עם פונגיצידי. הפירות הועברו למקרר ב-4 מ"צ. לאחר 14 ימים בקירור ב-5/7/23 הוצאו מקירור 8 שקיות (בכל אחת 10 פירות) ונערכו שוב בדיקות איכות המצוינות לעיל. 2 שקיות הועברו מקירור למדף מצונן ב-14 מ"צ. שקית אחת הושארה בקירור. ב-12/7/23 נבדקה שוב איכות הפירות משלושת השקיות.</p>	<p><b>בדיקת היבול (כמות ואיכות) הנקטף בעצי הליצי' הבוגרים (2019).</b></p>


## 6. תוצאות ביניים

### הקמת החלקה לליצי' וללונג בשטח פתוח

החלקה הוקמה ב 20.03.23 והנטיעות היו במרווחים של 5X3 (טבלה מס. 1). בתמונה מס. 1 אפשר לראות את החלקה לפני ואחרי הנטיעות. בשיא העונה החמה העצים הושקו 50 ליטר לעץ בממוצע יומי ובעונה הקרה ירדנו ל 17 ליטר לעץ ליום (גרף מס. 1).

**טבלה מס. 1: מפת חלקת עצי הליצי' הצעירים (נטיעות 2023).** המספרים סביב הטבלה מייצגים את המרחק בין העצים (3 מטר) ובין השורות (5 מטר). משבצות הצבועות בכחול- איכות מים 1.6EC. משבצות הצבועות בוורוד- איכות מים 0.9EC. משבצות הצבועות בירוק- עצי לונג על איכות מים 0.9EC. עצים מודגשים- עצי מדידה ותצפית. עצים הכתובים באדום- זן מאוריצי' כעץ מפרה.

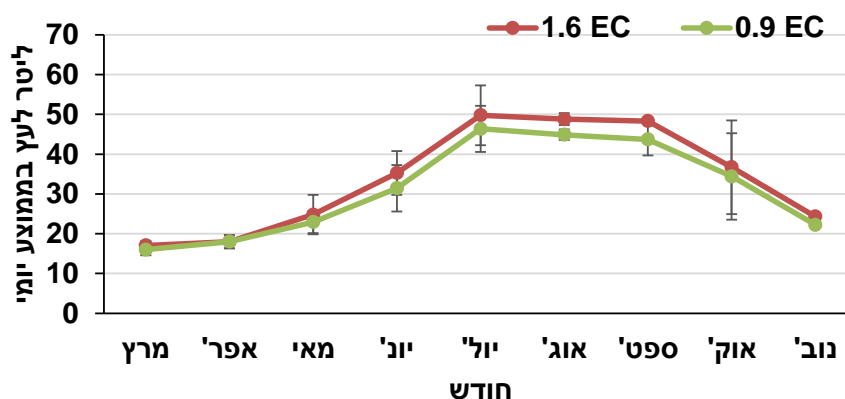
צפון



ט	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5
5	Hong long 0.9	Hong long 0.9	מאוריצי' 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	מאוריצי' 1.6	Hong long 0.9	Hong long 0.9	מאוריצי' 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	מאוריצי' 1.6	Hong long 0.9	Hong long 0.9
5	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Hong long 0.9
5	מאוריצי' 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	מאוריצי' 0.9
5	Hong long 0.9	Biew-Kiew 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Biew-Kiew 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Biew-Kiew 0.9
5	Hong long 0.9	Haew 0.9	מאוריצי' 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	מאוריצי' 0.9	Hong long 0.9	Haew 0.9	מאוריצי' 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	מאוריצי' 0.9	Hong long 0.9	Haew 0.9
5	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9
5	מאוריצי' 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6
5	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Biew-Kiew 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Biew-Kiew 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	מאוריצי' 1.6
5	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Haew 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 1.6	Hong long 0.9	Haew 0.9	Hong long 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6
5	Hong long 1.6	Hong long 1.6	מאוריצי' 1.6	Hong long 0.9	Hong long 0.9	מאוריצי' 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6	מאוריצי' 1.6	Hong long 0.9	Hong long 0.9	מאוריצי' 0.9	Hong long 1.6	Hong long 1.6



תמונה מס. 1: חלקת הליצי' א) לפני ו- ב) אחרי הנטיעה שנערכה ב 20.03.23.



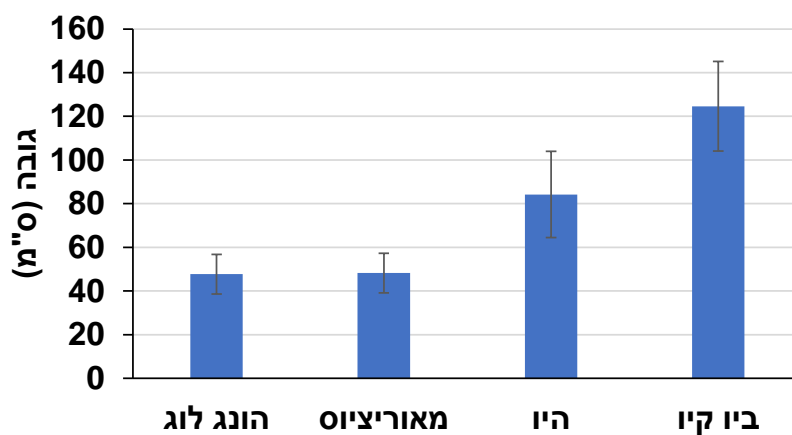
גרף מס. 1: נתוני השקיית עצי ליצי ולונגן (ליטר לעץ בממוצע יומי), 2023. הפער בנתוני ההשקיה תוקן לשנת 2024.

### בחינת קליטה והתבססות שתילי הליצי והלונגן

בתמונה 2 ב ניתן לראות התפתחות של שתיל ליצי. מאז הנטיעה הוחלפו שלושה שתילים ונכון לנואר 2023 כולם נקלטו. ניתן לראות בגרף מס. 2 שעצי המאוריציוס וההונג לונג התפתחו באופן דומה ולא צברו גובה מאז השתילה. מנגד עוצמת הצימוח של עצי הלונגן הייתה יחסית גבוהה ואת עצי הביו קיו היינו צריכים לעצב ולגזום בחודש אוקטובר על מנת שנוכל להשאיר אותם מוקפים ברשתות. עצי הביו קיו צמחו פי 1.5 מעצי ההיו (גרף מס. 2 ותמונה מס. 3)



תמונה מס. 2: שתיל ליצי צעיר. א) לאחר הנטיעה ב 26.03.23 (ב) לאחר כ 8 חודשים ב 21.11.23. כל התפרחות הוסרו מעצים צעירים על מנת לעודד צימוח וגטיבי. העצים לא גבהו אבל הצמיחו עלים.



גרף מס. 2: גובה נוף עצי הליצי' והלונגן (נטיעות 2023). גובה העצים נמדד כפי שניתן לראות בתמונה ב' על פי גובה נוף העלים. המדידה נערכה בתאריך 21.11.23



תמונה מס. 3: עצי לונגן נטיעות 2023: (א) היו (ב) ביו-קיו. בשתי התמונות הסרגל מגיע לגובה 134 ס"מ וניתן לראות את ההבדל בעוצמת הצימוח.

### מעקב אחר הפנולוגיה בעצי הליצי' הבוגרים (נטיעות 2019)

טבלה מס. 2: מחזוריות שנתית (2023) של עצי הליצי' הונג לונגן (נטיעות 2019) בערבה הדרומית.

פברואר לבלוב והתפתחות תפרחות	מרץ פריחה	אפריל חנטה	מאי גדלת הפרי	יוני הבשלה

המחזוריות השנתית של עצי הליצי' הבוגרים הייתה דומה למחזוריות המתקבלת בשאר אזורי הארץ עם קבלת פרי בשל מוקדם יחסית לעונה. הלבול היה בפברואר, הפריחה במרץ, חנטה באפריל,

גדילת הפרי במאי וקטיף לקראת סוף יוני (טבלה מס. 2). ב- 22/6/23 נקטפו פירות משישה עצי ליצי' מן הונג לונג בחלקת האקלום במו"פ. על סמך תוצאות איכות הפרי ייתכן ויכולנו להקדים בשבוע ימים. עונת הליצי' מתחילה בסוף יוני וקטיף בתחילת העונה צפוי לפדות מחירים גבוהים. גובה היבול היה נמוך מאוד, כ-0.7 קילו לעץ. על הסיבות ליבול המאוד נמוך נדון בסעיף הדיון של הדו"ח. במהלך חודש אוקטובר בוצעה הצמאה של עצי הליצי' הבוגרים. הצמאה שבאזורים צפוניים נמשכת למעלה מחודש, החלה במו"פ ב 01.10.23 אך נעצרה לאחר 6 ימים עקב סימני התייבשות (תמונה מס. 4). הוחלט שפרקטיקה זו אינה מתאימה לאזורנו. כמו כן בוצעו בדיקות קרקע במהלך חודש נובמבר כמקובל בגידול זה (טבלה מס. 3).



**תמונה מס. 4:** סימני התייבשות בעצי הליצי', נטיעות 2019 בעקבות הפסקת השקיה. ההשקיה הופסקה ב 01.10 והוחזרה ב 06.10.

**טבלה מס. 3:** תוצאות בדיקות הקרקע. ב-21.11.23 נאספה קרקע מעומק 20-2 ס"מ מתחת לטפטפת של 2 עצים ונשלחה לבדיקה. התוצאות המוצגות הן הממוצע של שתי הדגימות.

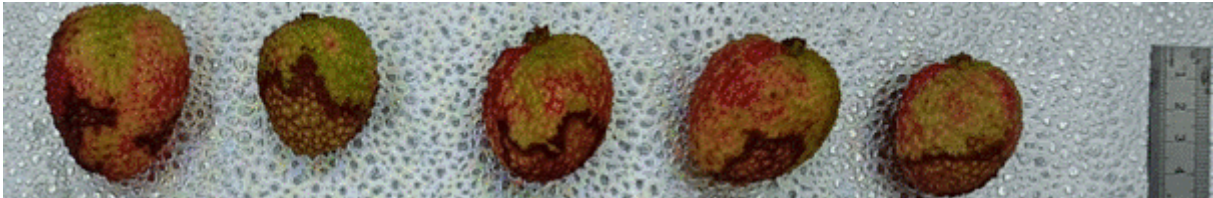
K	N	P	Na	Cl	מוליכות
מ"ג/גליטר	חנקתי מ"ג/ק"ג	מ"ג/ק"ג	מ"ג/גליטר	מ"ג/גליטר	dS/m
22.1±2.6	7.6±4.1	19.3±4.2	66.3±17.3	335±106	1.2±0.3

ריכוז הכלורידים בקרקע הוא יחסית גבוה (מעל 250 מ"ג לליטר) וניתן אולי למתן אותו ע"י שטיפות הדחה. האזור שלנו מאופיין בקרקע מליחה ולכן לא בטוח שנוכל להפחית משמעותית את ריכוז הכלור בקרקע. האשלגן גבוה (מעל 15 מ"ג לליטר) ולכן אינו נדרש בדישון. הזרחן נמוך (מתחת ל 25 מיליגרם לקילו). לאור התוצאות, ההמלצות הן לתת דשן עם חנקן (8-10 יחידות) ותחמוצת זרחן (6-7 יחידות) בתוספת מיקרואלמנטים ללא אשלגן. ההמלצות הן לעצים הבוגרים (עצים צעירים צריכים כמחצית מהיחידות המפורטות לעי"ל). הנחיות הדישון עודכנו.

**בדיקת היבול (כמות ואיכות) הנקטף בעצי הליצי' הבוגרים (2019).**

מתוך 140 פירות, 16 פירות היו עם החמה חיצונית (13%) ולא הוכנסו לשקיות. יתכן והחמת הקליפה נבעה ממכות שמש (תמונה מס. 5) למרות שבסוף חודש מאי פרשנו רשתות 10% צל. תופעה לא נפוצה במרכז וצפון הארץ. כתמי החמה חיצונית אמורים להיות חומים, אך הכתמים שהתקבלו היו אדמדמים במרכזם וחומים בהיקף.

**תמונה מס. 5: החמה חיצונית לא סטנדרטית בליצי' הונג-לונג, קטיף 2023 מ"פ ערבה דרומית.**



בטבלה מס. 4 ניתן לראות את תוצאות בדיקות האיכות וחיי המדף. משקל הפרי הממוצע ביום הקטיף (22.06.23) היה  $30 \pm 4$  גרם בממוצע (טבלה 3 א) ואדמדם (53.5% כיסוי) ללא סימני החמה חיצוניים או פנימיים (פרט לסימנים לא סטנדרטיים שהופיעו על הפירות המוצגים בתמונה 5). אחוז הסוכר (כ"מ) היה 16.9% והחומצה 0.09%. לאחר 14 יום ב 4 מ"צ (טבלה 4 ב) ניתן לראות עליה באדמומיות הקליפה (55.9%) והחמה החיצונית 1.3% ולאחר עוד 7 ימים על מדף מצונן (12 מ"צ) חלה עוד עליה באדמומיות (70.5%), בהחמה החיצונית (1.5%) וירידה באחוז החומצה (0.04%) בפרי. גודל הפרי המוצג ב 12.07.23 (טבלה 4 ג) נובע ככל הנראה מכך שבכל פעם בדקנו פירות אחרים והפרות שנבדקו במועד זה היו ככל הנראה גדולים מלכתחילה.

**טבלה מס. 4: איכות פרי וחיי מדף, ליצי' הונג לונג, ערבה דרומית 2023.** כל התמונות מציגות פרי שעבר טיפול חיסוי ב 1% ספורטק. מידת החמת הקליפה דורגה לפי סקלה (ללא 0, קל 1, בינוני 2 או קשה 3). הפרי הקטוף נבדק ביום הקטיף (א) ולאחר מכן חלקו נארז בשקיות 60 LDPE מיקרון. איכות הפירות נבדקה שוב לאחר 14 יום ב-4 מ"צ (ב) ולאחר 7 ימים נוספים על מדף מצונן ב-12 מ"צ (ג).

א		ב		ג	
	22.06.23		22.06.23		22.06.23
	12.07.23		05.07.23		22.06.23
	$34.9 \pm 6$		$31 \pm 2$		מועד בדיקה
	$70.5 \pm 22$		$55.9 \pm 8$		משקל פרי (גר')
	$1.5 \pm 0.8$		$1.3 \pm 0.1$		כיסוי אדום %
	0		0		החמה חיצונית (0-3)
	$16.4 \pm 0.7$		$15.3 \pm 0.2$		החמה פנימית
	$0.04 \pm 0.01$		$0.1 \pm 0.01$		כ"מ
	468		145		% חומצה
					יחס הבשלה

ערכי הגזים בשקיות היו תקינים (טבלה מס. 5). אחוז החנקן לא השתנה כצפוי, עם העלייה בטמפ' (בעקבות המעבר למדף מצונן) ועליה בנשימת הפרי, ניתן לראות ירידה באחוז החמצן (מ 11.3% ל- 7.1%) ועליה באחוז הפחמן הדו חמצני (מ 12.7% ל- 17.5%). לא נצפתה תסיסה או התפתחות של פטריות ולפרי לא היו טעמי לוואי וטעמו נשמר לאורך כל תקופת הבדיקה.

**טבלה מס. 5: הרכב הגזים בשקיות.** הפרי נארז (22.06.23) בשקיות LDPE 60 מיקרון. הפירות הועברו למקרר ב-4 מ"צ. לאחר 14 ימים בקירור (5/7/23) נבדק הרכב הגזים בשקיות ו-2 שקיות הועברו מקירור למדף מצונן ב-14 מ"צ. ב-12.07.23 נבדק הרכב הגזים בשקיות ששהו 12 יום על מדף מצונן.

תכולת גזים בשקית (%)			טמפ' ומשך האיחסון	מועד הבדיקה
O2	CO2	N2		
11.3±1.7	12.7±1.9	76±0.6	4 מ"צ 14 יום	05.07.23
7.1±3.2	17.5±4.5	75.4±1.3	4 מ"צ 14 יום + 12 מ"צ 7 ימים	12.07.23

#### מזיקים והדברה:

לא נצפו מזיקים על גבי העצים מנטיעות 2019 (עלים או פרי) או השתילים (נטיעות 2023). בחלקה הצעירה (נטיעות 2023) היה צורך לנקש עשביה סביב השתילים.

#### 7. דיון:

#### קליטה והתבססות שתילי הליצי' והלונגן

שתילי הליצי' והלונגן נקלטו בהצלחה. גם בשנתם השנייה הם ימשיכו להיות מוגנים מרוח וקרינה על ידי משברי רוח אישיים, בהתאם להמלצות מדריך המגדלים. שתילי הליצי' לא הוסיפו גובה כמו שראינו בשתילי הלונגן, אבל מספר העלים גדל וזו מבחינתנו אינדיקציה לקליטה מוצלחת בשלב זה.

#### המחזוריות השנתית

עונת הליצי' בישראל מתחילה בסוף חודש יוני. מועד הקטיף בערבה הדרומית (22.06.23) מעיד על האפשרות לצאת לשווקים עם תחילת העונה כאשר מחיר הפרי גבוה. ייתכן והשימוש ברשתות צל להגנה על הפרי תרם לעיכוב בהבשלה, אך מכיוון שהרשת חיונית להגנה על הפרי נמשיך לעשות בה שימוש. ההחלטה על מועד הקטיף הייתה על סמך נראות הפרי (רמת האדמומיות ומבנה הקליפה) אך לאור אחוז החומצה הנמוך ויחס ההבשלה הגבוה (181) ייתכן ויכלנו להקדים את הקטיף (פחימה וחבריו 2017).

#### היבול ואיכותו

על פי תחשיב משרד החקלאות, בשנה הרביעית לנטיעת עצי הונג לונג צפויים לקבל יבול בגובה של 0.4 טון לדונם (כ-8 קילו לעץ) בעוד שאנחנו קטפנו כ-0.7 קילו לעץ בממוצע. היבול הנמוך יכול לנבוע משתי סיבות: האחת היא גיל העצים (פחיתת יבול היא תופעה נפוצה בעצים צעירים) והשנייה היא תופעה כלל ארצית של פחיתה ביבול שדווחה על ידי מגדלים נוספים ב-2023. בעונת הפריחה הקרובה נערך מעקב אחר עוצמת הפריחה והחנטה, על מנת להבין יותר לעומק את הגורמים העיקריים

שעלולים להשפיע על גובה היבול. כמו כן תמוקם בחלקה כוורת דבורים במטרה לשפר האבקה. בבחינת איכות הפרי, משקל הפרי הממוצע היה גבוה (30-35 גרם), (גורן 2013; פחימה וחובריו 2017) אך ייתכן והוא נבע מהיבול הכללי הנמוך, לכן יש להמשיך לעקוב אחר פרמטר זה בקטיפים הבאים. בדיקות האיכות מעידות על קבלת פרי איכותי עם אחוז סוכר מיטבי (כ-16%) ואחוז חומצה נמוך (0.09%) כמצופה בעצי הונג לונג (בהשוואה לזן הדומיננטי- מאוריציס), (פחימה וחובריו 2017). מרבית הפרי הקטוף טופל בספורטק 1% למניעת ריקבון וחלק קטן (שתי שקיות) נותר ללא טיפול. לא נמצא כל הבדל בין הטיפולים מבחינת איכות הפרי, חיי המדף או הרכב הגזים בשקית (תוצאות לא מוצגות בדוח זה). שקיות האווירה שנבחרו לשימור הפרי (שקיות LDPE 60 מיקרון) היו מוצלחות בשמירה על משקל הפרי ומניעת התייבשות. אחוז החמצן היה גבוה דיו על מנת שלא תתפתח תסיסה וטעמי לוואי. בעתיד נבחן הארכה של משך תקופת שימור הפרי בקירור לשלושה שבועות על מנת לדמות את משך ההובלה של פרי לאירופה. לרוב העלייה באחוז ההחמה החיצונית מתרחשת לאחר המעבר למדף מצונן אך אצלנו היא נצפתה בשלב מוקדם יותר (לאחר הקירור בלבד). לכן בדיקות השפעת הקירור וחיי המדף על האדמומיות וההחמה החיצונית יבדקו בעתיד על אותם פרות בבדיקות לא הרסניות ולא על פרות שונים כדי לדייק את תוצאות הבדיקה.

## 8. ביבליוגרפיה:

- גורן מ. 2013. יתרונות בגידול זני ליצי' אחרים מ'מאוריציס'. עלון הנוטע. גיליון 67 : עמ: 44-42.
- גורן מ. ושייע פ. 2012. לונגן 'עיני הדרקון' הסיני, כגידול בישראל. עלון הנוטע. גיליון 66 : 22-20.
- נוי מ. ענף הליצי' תמונת מצב, 2020. עלון הנוטע. גיליון 74 : 21-20.
- נוי מ. ענף הליצי' תמונת מצב 2017. עלון הנוטע. גיליון 71 : 31-30.
- פחימה ע., לוינקרון ס., הרפז-סעד ס., ליכטר א., שטרן ר., איל י., גורן מ. 2017. התפתחות הפרי והחמת הקליפה בזני הליצי' 'הונג לונג' ו'מאוריציס'. עלון הנוטע. גיליון 71 : 36-32.
- שטרן ר., ספיר ג., גולדווי מ., בר סיני נ., גורן מ., נוי מ., מורן י., 2017. שיפור ההפריה בליצי'. השפעת מפרים שונים על פוריות הזן 'מאוריציס'. עלון הנוטע 71 : 52-48.
- Jiang, Y., Zhang, Z., Joyce, D. C., & Ketsa, S. (2002). Postharvest biology and handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour.). *Postharvest Biology and technology*, 26(3), 241-252.
- Kadman, A., Gazit, S. and Ziv, G. (1976). Selection of Mango rootstocks for adverse water and soil conditions in arid areas. *Acta Hort.* 57, 81-88 DOI: 10.17660/ActaHortic.1976.57.10
- Zhu, X. R., Wang, H., Sun, J., Yang, B., Duan, X. W., & Jiang, Y. M. (2019). Pericarp and seed of litchi and longan fruits: constituent, extraction, bioactive activity, and potential utilization. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*, 20(6), 503-512.



**א. הניסויים שבוצעו על פי תוכנית העבודה תוך התאמה למטרות המחקר:**

- בחינת הצימוח, מועד הבשלת היבול ואיכותו של זן הליצ'י הונג-לונג, בתנאי גידול מסחרי בערבה הדרומית, על 2 איכויות מים (0.9 ds/m ו- 1.6 ds/m). - החלקה הוקמה, השתילים נקלטו בהצלחה. - בחינת הצימוח, היבול ואיכותו של זני הלונגן Biew-Kiew ו-Haew בתנאי גידול מסחרי בערבה הדרומית, המושקים במים באיכות טובה (0.9 ds/m) - החלקה הוקמה, השתילים נקלטו בהצלחה. \* בעצי הליצ'י הקיימים (נטיעות 2019) הגדלים על 0.9 ds/m נוכל להמשיך לבחון את היבול בשנתם הרביעית עד השישית לנטיעה - נערך קטיף ונבדקו היבול, איכותו וחיי המדף.

**ב. פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדוח:** הוקמה חלקת אקלום כמתוכנן, הוקם גם משבר רוח אישי וכללי לחלקה ונרכשו החומרים הדרושים להקמת הגדר העתידית. נערך מעקב פנולוגי וקטיף של העצים הבוגרים ונבדקו חיי המדף לאחר קטיף.

**ג. פירוט כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדוח או חלק מהן:**

המטרות הראשונה והשנייה למחקר הושגו באופן חלקי מכיוון שיכלנו לערוך מעקב רק אחר התפתחות השתילים מבחינה ווגטיבית ולא נראה יבול עד סוף המחקר. לכן נערך שימוש בעצים הבוגרים (6 עצים, נטיעות 2019) הגדלים על מים מותפלים (0.9 ds/m) והם אפשרו לנו ללמוד את המחזוריות השנתית, מועד הקטיף, היבול, איכותו והטיפול בו לאחר קטיף. הידע שיצטבר ישמש אותנו כאשר החלקה הצעירה תכנס לניבה.

**ד. בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני הדרך-כל המשימות ואבני הדרך בוצעו כמתוכנן לשנה א.** החלקה הוקמה, השתילים נקלטו בהצלחה, נערך מעקב פנולוגי אחר העצים הבוגרים ונבדק היבול.

**ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו-** בשלב זה ניכר שהשתילים והעצים הבוגרים מתפתחים יפה באקלים ובקרקע המקומיים. לא נצפו מזיקים פוטנציאליים. היבול היה מאוד איכותי עם חיי מדף מיטביים לשוק מקומי ולא מקומי. אם היבול בשנים העוקבות יהיה גבוה (על פי תחשיב משרד החקלאות), אספקת מים מותפלים תאפשר את התפתחות הענף באזור.

**ו. מהן הבעיות שנותרו לפתרון או שינויים טכנולוגיים שיווקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומהאמורה להיות התייחסותך להמשך-** בעיות שעלו היו (1) יבול מאוד נמוך שהוביל להוספת בדיקות של עוצמת פריחה וחנטה ומיקום כוורת בחלקה על מנת להבטיח שיפור בהאבקה. (2) על חלק מהפירות נראו סימנים לא מוכרים של נזק על הקליפה. במידה ובעונה העוקבת התופעה תחזור על עצמה נערך בדיקות של נוכחות מנגן ובורון בחלקי הפרי. על פי הספרות ייתכן ויש קשר בין חומרים אלה והפגיעה הנצפית בקליפה. (3) השנה לא הצלחנו לייצר הבדל יציב במוליכות מי ההשקיה בחלקה הצעירה של עצי הליצ'י. מוליכות מי ההשקיה נעה בין 0.5 ds/m ל- 2 ds/m. אנחנו מנסים להבין מה מקור הקושי על מנת שנוכל לווסת את מוליכות המים. כמו כן בהתאם לבדיקות הקרקע שנערכו בנובמבר 2023 נפחית בכמויות הדשן על פי המלצת מדריך המגדלים.

ז. פעילויות שנעשו במו"פ במהלך התקופה: 08-03-2023 הצגת עקרונות ויעדי המחקר בפני מגדלים באזור. נערכו שני ביקורים של מדריך המגדלים ונערך מפגש עם דני גמרסני ממו"פ צפון, על מנת לדון בתוצאות בדיקות הפרי לאחר קטיף.

ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר- לא נערכו פרסומים.  
ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור- בשלב ראשוני זה אין למחקר השפעה על כלכלת החקלאות באזור. כמו כן אין כל אינדיקציה לתרומה למארג האגרו-אקולוגי

י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון- אין שיתוף פעולה מתוכנן בשלב זה למעט התייעצויות עם חוקרים ממו"פ צפון (פרופ' רפי שטרן ודני גמרסני).

יא. המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר- אנחנו ממליצים להמשיך במחקר כמתוכנן בתוספת בדיקות כפי שצוין לעיל בסעיפים הקודמים.

יב. פטנטים שנבעו מהמחקר- אינו רלוונטי.

## 1. שם המו"פ: מו"פ ערבה דרומית/דו"ח שנתי לקק"ל- 2023

שם התכנית: טיפול באבקה מטופלת

מוקד פנימי: 82452

### תקציר

כבר למעלה מ-30 שנים במספר מטעי תמרים בערבה הדרומית ובמקומות נוספים בארץ עושים שימוש בפרוטוקול הדילול ב "אבקה מטופלת". שיטה זו מיעלת את תהליך הדילול, חוסכת בכוח אדם ושעות עבודה. חברת "biofly" ביצעה עד כה את הטיפולים ליצירת אבקה מטופלת, על פי פרוטוקול שפותח בעבר ע"י ד"ר נוח דגני ומו"פ ערבה דרומית. הפרוטוקול נשמר בסודיות. חברת "biofly" הפסיקה את פעילותה והיחידה להנדסה גרעינית של אוניברסיטת בן גוריון תבצע מעטה את הטיפולים. חשיבות המחקר: האבקה בתערובת מטופלת/חיונית מאפשרת חסכון בימי עבודה בדילול מג'הול. כמו כן כמות האבקה המטופלת הקיימת (שנותרה בשנת 2023 מפעילותה של חברת "biofly") תספיק לשנה אחת בלבד ולכן חשוב להסדיר את הפעילות מול אוניברסיטת בן גוריון ולחדש את אספקת האבקה למגדלים. במקביל יבוצע מחקר על מנת לוודא שהאבקה המסופקת ע"י אוניברסיטת בן גוריון עובדת באותו אופן ובאותה יעילות ואין צורך להכניס שינויים לפרוטוקול הקיים.

### הפעילות שבוצעה בשנת 2023

אורן מנהל המו"פ, ליסה נציגת המגדלים, אמנון גרינברג חוקר ובעבר מנהל שולחן תמר ומו"פ ערבה דרומית, נפגשו עם פרופ' ארז גלעד ראש המחלקה להנדסה גרעינית באוניברסיטת בן גוריון (אבג). נערך סיור במתקני האוניברסיטה והוחלט על שיתוף פעולה. נאספה אבקה מכל מגדלי הערבה והועברה לאוניברסיטת בן גוריון במספר פעימות לשם ביצוע הטיפולים. לשם כך נרכשו קלקרים להובלת האבקה בקירור ונרכש מקרר לשם אכסון האבקה לפני ואחרי הטיפול באבג. חיוניות האבקה המטופלת החדשה נבדקה במעבדת השרות של מו"פ ערבה דרומית על מנת לספק למגדלים מידע ראשוני על חיוניות ונביטת האבקנים בטרם האבקה תיושם בשטח. זהו מידע ראשוני אך אינו מבטיח הצלחה שאותה צריך לבדוק בניסויי שדה. בימים אלה נערך משא ומתן מול אוניברסיטת בן גוריון על מנת להגדיר את שיתוף הפעולה ולבסס האם אוניברסיטת בן גוריון תשמש כנותנת שרות או האם היא תשמש כשותפה למחקר עתידי שמטרתו פיתוח פרוטוקול לקבלת אבקה מטופלת ע"י חשיפת אבקה חיונית למאיץ אלקטרוני. מאיץ אלקטרוני נחשב לשיטה פשוטה וזולה יותר ביחס למקור גמא. מיכל אדלר אגמון חוקרת המטעים של המו"פ הגישה בקשות למימון מ IKA ומשולחן תמר לשם ביצוע מחקר שהחל ב 2024 בשיתוף פעולה עם המגדלים ובו תיבחן יעילותה של האבקה המטופלת במתקן החדש ובהמשך באבקה שמקורה במאיץ אלקטרוני. השערת המחקר היא שיעילות האבקה החדשה תהיה דומה ליעילות של האבקה הישנה אך במידת הצורך נרחיב את המחקר לשם עדכון הפרוטוקול.

## **Index**

Cover page 2

Summary 3

Background 3

Implementation and Methods 4

Interim Results 5

Discussion 7

Literature 9

2. Southern Arava R&D, annual report

3. Code: not applicable

**4. Efforts to enhance the economic value of bio-pest control by migratory birds in desert agriculture**

5. 82308

6. Principal Investigator:

Dr. Jessica Schäckermann- Southern Arava R&D, agro-ecology and ecosystem functions, [mopres@rd.ardom.co.il](mailto:mopres@rd.ardom.co.il)

Cooperating Researchers:

Daniel Bloche - University of Haifa, [danielbloche@hotmail.de](mailto:danielbloche@hotmail.de)

Prof. Nir Sapir - University of Haifa, [nirs@sci.haifa.ac.il](mailto:nirs@sci.haifa.ac.il)

Noam Weiss - International Birding and Research Center Eilat, SPNI, [noamw@spni.org.il](mailto:noamw@spni.org.il)

7. Continued

8. Start date – January 2023, End date – December 2026

## **9. Summary**

Landscapes worldwide consist of patches of different habitats impacted by land use. These habitats include natural habitats, agricultural sites, human settlements, and more. Birds can be found in all of these habitats, but not all of them are equally useful for birds. The southern Arava is a major hotspot for migratory birds, that use this region for recharging with proteins after or before crossing the Sahara desert on their migration route. Birds are known to provide ecosystem services like biological pest control, which can be of high value for agricultural systems and these birds on migration are foraging for insects to fill up with protein-rich food.

In this research we are investigating the land use of birds in the southern Arava, trying to answer the question of how much time migratory birds spend in the different habitats and do they do a lot of their foraging in agriculture. We are using a MOTUS station for radio telemetry to track birds that are equipped with a small tracker while they are ringed. The results of our research will help to understand how migratory birds use the habitats of the southern Arava, and how much time they spend foraging in agricultural sites. These findings can be used to estimate the biological pest control impact they have.

## **10. Background, problem description, and objectives**

Migratory songbirds may offer substantial pest-control services to agriculture (Kross et al., 2016), for example to farmers of vegetable and fruit crops in the southern Arava region. However, as habitat quality for the migrants likely differs between farming practices and crops, we expect that the pest-control service will vary accordingly (Dänhardt et al., 2010; Blount et al., 2021). The decision of where to land and a quick selection of the stopover habitat is essential for successful refueling and recovery (Woodrey, 2000; Chernetsov, 2012). By using MOTUS radio-telemetry, we can understand which habitats attract insectivorous songbirds to refuel during stopover and gain insights into quantifying the provided ecosystem service. Radio-telemetry enables us to study movements and habitat selection of

small songbirds which will be tagged and released at the receiver station. Furthermore, we can quantify the activity of birds in agricultural and natural habitats which will bring insights on measuring their potential pest-control service.

## **11. Implementation status of the research, methods used**

In the past months, we did an intense literature review, identifying major knowledge gaps in the current state of the art regarding migratory birds and their habitat use during stopover. Based on these knowledge gaps, we developed research objectives and methods to better understand songbirds' habitat selection in relation to agriculture and answer further questions regarding their stopover ecology.

We studied the southern Arava region thoroughly to find a suitable location for the radio-telemetry receiver station. By analyzing topographic characteristics and land use in maps of the area, together with our local knowledge, we selected and compared potential sites. For each potential site, we investigated the expected coverage by the antennas due to the topographic setting of the present landscape. To study birds' stopover habitat selection and use after releasing the tagged birds at the receiver station, we will place the antennas of the receiver station towards patches of each dominant habitat type. Therefore, we compared sites that enable us to cover different habitat types, i.e., semi-natural habitats and agricultural areas like date plantations.

In cooperation and exchange with other researchers with high experience in radio tracking, we gathered a detailed list of equipment needed for a receiver station. This equipment was ordered from the different providers and arrived in Eilat. Unfortunately, due to the start of the war in October, the delivery of the necessary equipment was delayed, a technician from the University of Oldenburg (Germany) to help us install the receiver station in October was not able to arrive as his flights were canceled. Therefore, Daniel Bloche visited researchers working with the Motus radio-telemetry system on Öland (in Sweden). He learned technical and practical details, preparing us with the required expertise to set up the station on

our own during the winter. Thus, we will start the data collection fieldwork this spring 2024, tagging study species with radio-telemetry tags (Nano Tags, NTQB2, Lotek). Additionally, he learned how to maintain the receiver station during the following years.

## **12. Interim results**

We selected the northern part of the IBRCE (International Birding and Research Center) as it is the most suitable site to answer our research questions. Here, the antenna facing towards the northern direction will cover agricultural-dominated areas, the Elot Date plantations as well as several agricultural fields of various crop types. Meanwhile, the antenna facing towards the southern direction covers the restored area of the IBRCE bird sanctuary and the semi-natural surrounding area. The proximity to the IBRCE also allows us to tag birds at the ringing site and therefore take advantage of their standardized ringing efforts during spring and autumn migration seasons. Each of the directional antennas has a range of approximately five to ten km, depending on birds' behavior and vegetation density. The directional Yagi antennas have a narrow range and therefore only detect birds within the 30-degree opening. This in addition to the approximate distance from the signal strength can be used to infer the presence in certain habitat types, i.e., semi-natural or agricultural areas (Fig. 1). All radio-tracking data (tag-specific detections per GPS timestamp and receiving antenna of the entire MOTUS network) will be stored on a centralized database housed at Bird Studies Canada's national data center. This guarantees permanent accessibility of data (<https://motus.org>) in the future project account (Taylor et al., 2017). As done in other studies, i.e., by Morbey et al. (2018), we will use the strength in variation of the signal strength to differentiate periods of birds' activity from the resting periods. This approach will give insights in how to quantify the (foraging) activity of migratory songbirds.





Fig. 1: Map with the receiver station at the IBRCE and the simplified coverage of the four directional antennas and one omnidirectional antenna.

During the literature review, we compared potential study species that are both predominantly insectivorous and commonly occurring at our study site. We selected 12 different study species, of insectivorous songbirds occurring at our study site in high numbers during both spring and autumn migration. Individually coded radio transmitters (0.26 g; Nano Tags, NTQB2, Lotek, Ontario, Canada) will be glued to clipped feathers on the back of the birds (surgical glue, Perma-Type). The potential adverse effects on the natural behavior are slight if the attachment does not exceed 3-5 % of the birds' body mass (Casper, 2009; Busse & Meissner, 2015). We mostly selected migratory songbirds as study species that are well above this threshold. Only for lean Willow Warblers (*Phylloscopus trochilus*) and Eastern Bonelli's Warblers (*Phylloscopus orientalis*) this tag will be too heavy, which we consequently tag with smaller radio-transmitters (0.13 g; Nanopins, Lotek). Due to the high abundance and diversity of migrants at the study site (Shirihai et al., 1996), we can

select the following 12 study species of songbirds: Thush Nightingale (*Luscinia luscinia*), Eurasian Blackcap (*Sylvia atricapilla*), Garden Warbler (*Sylvia borin*), Willow Warbler, Tree Pipit (*Anthus trivialis*), Common Redstart (*Phoenicurus phoenicurus*), Yellow Wagtail (*Motacilla flava*), Common Nightingale (*Luscinia megarhynchos*), Eastern Orphean Warbler (*Curruca crassirostris*), Rüppell's Warbler (*Curruca ruppeli*), Eastern Bonelli's Warbler, Masked Shrike (*Lanius nubicus*). All these species, besides the Tree Pipit and Yellow Wagtail, are already commonly caught at the ringing site. To overcome the problem of species that are less frequently caught at the study site, we will increase the number of captured birds with tape-luring (Busse & Meissner, 2015) in the vicinity of the standardized ringing site.

### **13. Discussion (conclusions and implications for the continuation of the research, including literature review)**

The first project year was implemented as planned until October when the outbreak of the war prevented us from installing the field station and doing the winter monitoring. Hence this had to be postponed to 2024. We are now fully prepared and trained to install the field station and managed to secure the arrival of the needed equipment. We are currently preparing a detailed plan for the tag deployment during the fieldwork in the spring migration season of 2024 (March to May). In cooperation with the IBRCE we will deploy the 50 tags, that we ordered for this season. Noteworthy, this is only the first season of data collection within a larger research project planned for the coming 3 years covering both spring and autumn migration. Next summer, after the fieldwork, we will begin the radio-telemetry data analysis. More specifically we will study the habitat selection and use of migrants after releasing tagged individuals to understand their habitat preferences in relation to agricultural habitats. Furthermore, we will use the signal strength, as done in other studies on breeding songbirds (Morbey et al., 2018), to quantify (foraging) activity in the different habitats.

We expect that migratory songbirds select different habitat types, depending on their required stopover function. Habitat selection during migratory stopover takes place in two steps: Prior to landing birds select stopover sites aloft and fine-tune their habitat selection by “local” relocation movements on the ground (Chernetsov, 2006, 2012). We will investigate these “local” movements of radio-tracked individuals which will give insights into the fine-tuned habitat selection and use during their stopover (Schmaljohann & Eikenaar, 2017; Moore, 2018). We expect that the birds will show clear habitat selection of certain natural and agricultural areas with high foliage density and heterogeneity (Petit, 2000; Rodewald & Brittingham, 2007). Within the agricultural areas farming practices and crop types are likely affecting the habitat quality (Blount et al., 2021). Extending the array of receiver stations to cover different study sites, i.e., date plantations under conventional and organic farming practices, will allow us to gain further insights. Here, it is expected that more birds will select the organic plantations, characterized by an understory and no pesticide use. In comparison, the conventional plantations are likely of lower quality for insectivorous songbirds (Dänhardt et al., 2010; Blount et al., 2021).

Using radio-tracking data, we quantify the activity of insectivorous songbirds at different habitat types, providing estimates for their pest control service. Birds provide all four ecosystem services (i.e. supporting, providing, regulating, and cultural services) (Gaston, 2022). An important service provided by the birds is pest control in agriculture, resulting from the foraging behavior of a variety of predominantly or occasionally insectivorous bird species (Wenny et al., 2011). As found for various crop types in other studies (Tscharntke et al., 2005; Whelan et al., 2008; Wenny et al., 2011), we expect that the pest-control service by insectivorous migrants will have significant importance for the crop yield in agricultural areas in the Southern Arava. However, as habitat quality for the migrants likely differs between farming practices, crops, and habitat types, the pest-control service will vary accordingly (Dänhardt et al., 2010; Blount et al., 2021). To understand these differences and measure the provided service, it is essential to quantify the

(foraging) activity of radio-tracked individuals in different habitat types (Zhang et al., 2007; Wenny et al., 2011).

#### 14. Literature list

Blount, J. D., Horns, J. J., Kittelberger, K. D., Neate-Clegg, M. H. C., & Şekercioğlu, Ç. H. (2021). Avian Use of Agricultural Areas as Migration Stopover Sites: A Review of Crop Management Practices and Ecological Correlates. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.650641>

Busse, P., & Meissner, W. (2015). Bird ringing station manual. De Gruyter Open.

Casper, R. M. (2009). Guidelines for the instrumentation of wild birds and mammals. In *Animal Behaviour* (Vol. 78, Issue 6, pp. 1477–1483). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.09.023>

Chernetsov, N. (2006). Habitat selection by nocturnal passerine migrants en route: Mechanisms and results. In *Journal of Ornithology* (Vol. 147, Issue 2, pp. 185–191). <https://doi.org/10.1007/s10336-006-0064-6>

Chernetsov, N. (2012). Habitat Selection and Use by Passerine Migrants. In *Passerine Migration* (pp. 75–103). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-29020-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-29020-6_5)

Dänhardt, J., Green, M., Lindström, Å., Rundlöf, M., & Smith, H. G. (2010). Farmland as stopover habitat for migrating birds - effects of organic farming and landscape structure. *Oikos*, 119(7), 1114–1125. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.18106.x>

Gaston, K. J. (2022). Birds and ecosystem services. *Current Biology*, 32(20), R1163–R1166. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.07.053>

Kross, S. M., Kelsey, T. R., McColl, C. J., & Townsend, J. M. (2016). Field-scale habitat complexity enhances avian conservation and avian-mediated pest-control

services in an intensive agricultural crop. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 225, 140-149.

Moore, F. R. (2018). Biology of landbird migrants: a stopover perspective. *The Wilson Journal of Ornithology*, 130(1), 1–352.

Morbey, Y. E., & Ydenberg, R. C. (2001). Protandrous arrival timing to breeding areas: A review. *Ecology Letters*, 4(6), 663–673. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00265.x>

Petit, D. R. (2000). Habitat Use by Landbirds along Nearctic-Neotropical Migration Routes: Implications for Conservation of Stopover Habitats. *Studies in Avian Biology*, 20, 15–33.

Rodewald, P. G., & Brittingham, M. C. (2007). Stopover Habitat Use by Spring Migrant Landbirds: The Roles of Habitat Structure, Leaf Development, and Food Availability. *The Auk*, 124(3), 1063–1074. <https://academic.oup.com/auk/article/124/3/1063/5562786>

Schmaljohann, H., & Eikenaar, C. (2017). How do energy stores and changes in these affect departure decisions by migratory birds? A critical view on stopover ecology studies and some future perspectives. In *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* (Vol. 203, Issues 6–7, pp. 411–429). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00359-017-1166-8>

Taylor, P. D., Crewe, T. L., Mackenzie, S. A., Lepage, D., Aubry, Y., Crysler, Z., Finney, G., Francis, C. M., Guglielmo, C. G., Hamilton, D. J., Holberton, R. L., Loring, P. H., Mitchell, G. W., Norris, D. R., Paquet, J., Ronconi, R. A., Smetzer, J. R., Smith, P. A., Welch, L. J., & Woodworth, B. K. (2017). The motus wildlife tracking system: A collaborative research network to enhance the understanding of wildlife movement. *Avian Conservation and Ecology*, 12(1). <https://doi.org/10.5751/ACE-00953-120108>

Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - Ecosystem service management. In *Ecology Letters* (Vol. 8, Issue 8, pp. 857–874). <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>

Wenny, D. G., DeVault, T. L., Johnson, M. D., Kelly, D., Sekercioglu, C. H., Tomback, D. F., & Whelan, C. J. (2011). The Need to Quantify Ecosystem Services Provided by Birds. *The Auk*, 128(1).

Whelan, C. J., Wenny, D. G., & Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. In *Annals of the New York Academy of Sciences* (Vol. 1134, pp. 25–60). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>

Woodrey, M. S. (2000). Age-Dependent Aspects of Stopover Biology of Passerine Migrants. *Studies in Avian Biology*, 20, 43–52.

Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., & Swinton, S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64(2), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>

## Index

2-8. Cover page, 2

9. Abstract, 3

10. Background, problem description, and objectives, 3

11. Implementation status of the research, methods used (plan vs execution), 6

12. Interim results, 10

13. Discussion, 23

14. Literature list, 24

15 Summary, 25

2. Southern Arava R&D, annual report

3. Code: 94-02-0004

4. Enhanced and sustainable management approach for the control of swallow-wort in Israel's desert agriculture

5.NA

6. Principal Investigator:

Dr. Jessica Schäckermann- Southern Arava R&D, agro-ecology and ecosystem functions, [mopres@rd.ardom.co.il](mailto:mopres@rd.ardom.co.il)

Cooperating Researchers:

Dr. Maor Matzrafi- Department of Plant Pathology and Weed Research, Newe-Ya'ar Research Center, Agricultural Research Organization (ARO), control, physiology and ecology of invasive weeds [maorm@volcani.agri.gov.il](mailto:maorm@volcani.agri.gov.il)

Dr. Yael Mandelik - The Department of Entomology, The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food and Environment, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot 7610001, ISRAEL, entomologist specialized in pollinators, [yael.mandelik@mail.huji.ac.il](mailto:yael.mandelik@mail.huji.ac.il)

Dr. Avigail Morris - The Arava Institute for Environmental Studies, Kibbutz Ketura, Hevel Eilat, Israel, anthropologist, [avigailmorris55@gmail.com](mailto:avigailmorris55@gmail.com)

7. Continued

8. Start date – January 2023, End date – December 2025



## **9. Abstract**

Swallow-wort *Cynanchum acutum* L., is a perennial vine that is mainly associated with wet habitats in Israel, and in the last years, its range has expanded to the date orchards of the Arava valley. Swallow-wort climbing vines can fully cover the date palm and the fruit bunches, and hence inhibit their development, reduce yield production, and cause significant economic losses. This project's main objective is to develop enhanced control methods for swallow-wort that will be suitable for conventional and organic date orchards. Control options will include combined chemical and physical methods that are based on a deeper understanding of the weed's biology, pollination and propagation, and the interconnected human impact (social-ecological approach). New control protocols and a better understanding of the swallow-wort biology and propagation will help to achieve enhanced and sustainable control in agricultural sites.

## **10. Background, problem description, and objectives**

The economy of The Southern Arava heavily relies on date fruit production. Swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) is a perennial twining vine weed associated with wet habitats found typically in northern Israel (Fig. 1A).

Recently, its range has expanded to the Arava region, as a major pest in the date orchards. It is highly prolific via both sexual and vegetative propagation (seeds/rhizomes) and can climb more than 3 m high producing many branches and woody stems (Shu, 1995, Schackermann personal obs). The vigorous climbing vines can fully cover the palms and the fruit bunches (Fig. 1 F,G), inhibit development, and reduce yield production, causing significant economic losses (Schackermann personal communication).

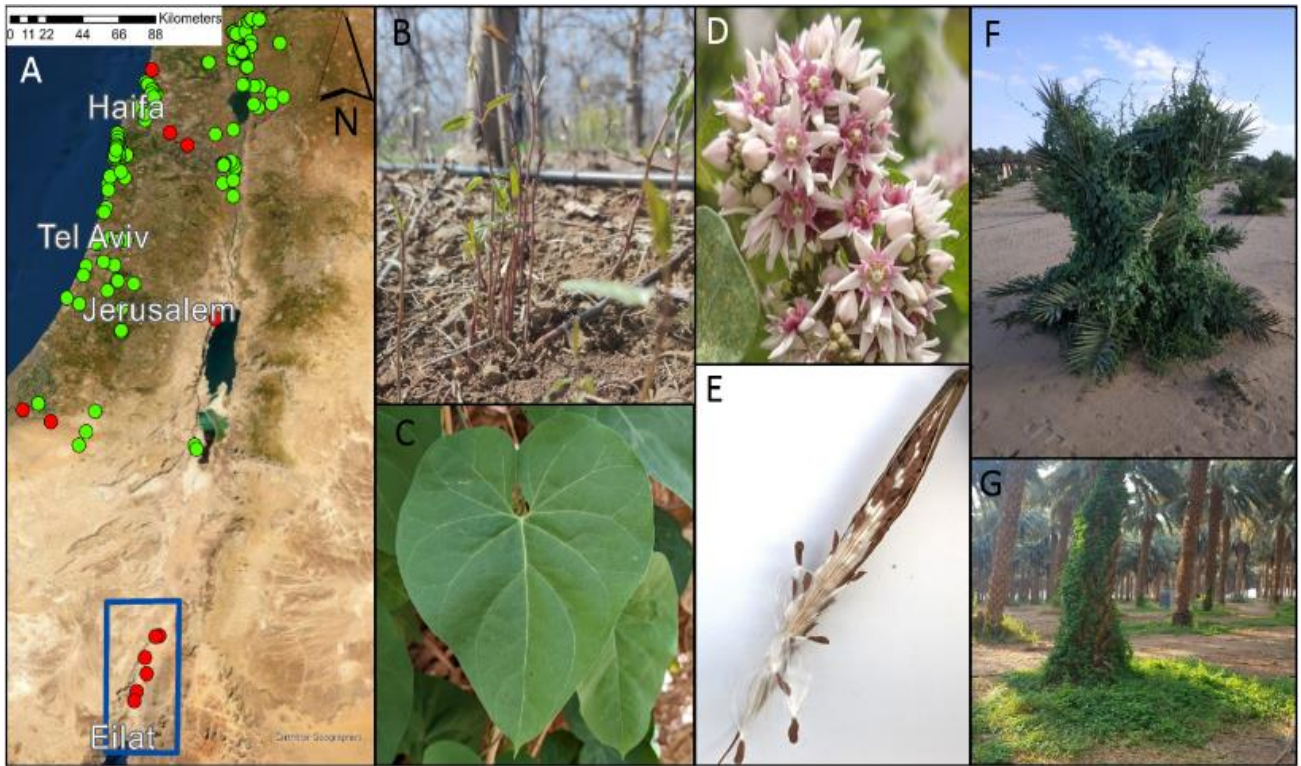


Figure 1. *C. acutum* distribution in Israel according to GBIF organization (GBIF.org (26 May 2022) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.n6rrq2>) (green points) and information collected during the current study (red points). Blue frame is the experimental region in the southern Arava (A). *C. acutum* shoots sprouting from underground rhizomes (B), leaves (C) inflorescence (D), and seedpod (E). *C. acutum* infestation in a young (F) and mature orchard (G) in the southern Arava

The common control practice in date orchards includes the application of post-emergence herbicides (e.g., glyphosate, glufosinate, or fluroxypyr) sometimes followed by hand weeding or mowing (Schackermann personal communication) and is done in seasons when the manpower is available and hence not necessarily when the weed is most vulnerable. Farmers report poor swallow-wort control using herbicides, several weeks after treatment the weed recovers, and additional treatments are required. Hand weeding may be used to control the plant; however, it is a tedious, expensive, and must be repeated throughout the

growing season (Lawlor, 2000). As this weed keeps expanding into new regional areas, costs and damages are predicted to increase.

The Objective of the project is a. to understand the underlying ecological, biological, management, economic and social factors that shape the distribution and spread of the swallow-wort in the southern Arava b. based on the outcomes of a. create holistic control protocols using integrated weed management combining chemical and physical control methods, also considering management, social and economic limitations of the farmers and c. give farmers a sustainable and highly efficient solution to controlling the swallow-wort and limiting its spread.

To reach this objective we use the following three focal goals, guided by the underlying research questions:

1. Study the distribution and spread of swallow-wort, and explore possible underlying mechanisms:
  - a. What are the spatial patterns and inter-annual rates of swallow-wort spread within and between date plantations in the southern Arava?
  - b. What are the possible factors (management approaches and social/economic factors) shaping these patterns?
2. Study the pollination of swallow-wort and its impact on warts biology:
  - a. Which insects visit the flowers of swallow-wort along its blooming period?
  - b. What is the effect of biotic pollination on swallow-wort fruit/seed set, germination rate, and rhizome development?
3. Study Swallow-wort eradication/management approaches and create new/enhanced protocols:
  - a. What are the most effective physical and chemical control methods and approaches?

- b. What are the ideal combinations of these approaches for conventional and organic plantations considering also human impacts and the biology of the weed?

**11. Table 1 Implementation status of the research, methods used (plan vs execution)**

	<b>Task</b>	<b>Implementation status and changes</b>	<b>Task detail as proposed</b>
<b>YEAR 1 (2023)</b>			
<b>1</b>	<b>Investigating the situation of swallow-wort in date plantations of the southern Arava</b>	Fully implemented  The project team designed the questions together. Based on these questions Dr. Avigail Morris met with all the date farmers of the region and investigated with them the situation of the wort in their plantations.	With the help of a questionnaire we will conduct a survey among the date growers in the region to map the extent of the problem, and the variation between plantations. This will show if there is a spatial pattern in swallow-wort distribution and if the distribution between farms changed since our study in 2020 where we did a similar outreach to farmers.  The outcome of this study will help us to determine which are the most relevant date plantations for the different parts of our research, also considering our already existing data sets.
<b>2</b>	<b>Vine distribution data collection in the 6 plantations</b>	Fully implemented  The project team did a 3-day survey in the	In order to create a long-term data set for spatial analyses of swallow-wart distribution over the course of 5 consecutive years, we will collect data about wort distribution in 6

	<p><b>from the previous study.</b></p>	<p>mentioned 6 plantations in May 2023.</p> <p>Data has been integrated in the bigger data set.</p> <p>Data analysis is in progress.</p>	<p>plantations monitored in our previous project, to add to the already existing data set of 3 years.</p> <p>Each of the six previously surveyed orchards will be visited during the same month. From Our previous research, we have identified that May is the best month for distribution surveys as swallow-wort is present at all orchards. For the young orchards, we will assess ground and tree coverage for each tree. For the mature orchards, we will assess ground coverage and the number of climbing shoots for each tree. We will generate maps (using ArcGIS) with swallow-wort locations and densities.</p>
<p><b>3</b></p>	<p><b>Data collection about pollinators of the vine in 6 plantations of the same variety, similar age, size, and with high wort infestation.</b></p>	<p>Postponed to 2024</p> <p>We recruited a Master's student during 2023. She will concentrate on the pollinator aspects of the project during her data collection for her master's thesis. The start date of the master thesis was October 2023 hence the data collection was</p>	<p>We will conduct standardized surveys of wort' flower visitors, twice along its blooming period, using: a) <b>visitation observations</b> to record the identity and visitation frequency (#visits/flower/unit time) of dominant flower visitors b) <b>netting and water traps</b> (pan-traps - colored plastic bowls filled with soapy water attracting flying insects; commonly used in pollinator surveys) to collect the visiting insects and allow their taxonomic identification. Observations and netting will be conducted twice/sampling day (morning and mid-day) to allow sampling of visitors of varied activity patterns. The specific duration of each</p>

		<p>postponed to summer 2024</p>	<p>sampling session will be determined based on preliminary work at the beginning of the study. Pan traps will be placed at the height of wort flowers in the morning and left for 8 hours. 10 traps will be located on each plantation. Weather conditions (temperature, humidity, solar radiation, wind velocity) will be recorded twice a day, before each netting session. Collected specimens will be sorted and curated in the lab, and sent to expert taxonomists with whom Mandelik has ongoing collaboration, for further species-level identification (to the extent possible). These surveys will provide information on both the diversity of insect visitors of the wort and on dominant visitors, possibly providing pollination services.</p>
4	<p><b>Field trial of chemical and physical control approaches in two young orchards</b></p>	<p>Fully implemented</p> <p>Trials were carried out in May-June 2023.</p> <p>Herbicide application took place in May, and monitoring continued for the following weeks.</p> <p>The data has been integrated into the bigger data set and</p>	<p>Experiments will be conducted in two young orchards exhibiting high swallow-wort infestation in the Arava region. Pre- and post-emergence herbicide treatments will be held using a backpack sprayer with a moving nozzle delivering 20L per dunam at 300kPa. The following herbicides will be used in the experiment: For pre-emergence, indaziflam (Alion®, Bayer) at a rate of 15 grams per dunam. For post-emergence glyphosate 2% (Roundup®, Bayer) + glufosinate 1% (Basta®, BASF). We will choose trees that have a high</p>

		<p>initial analyses have been carried out.</p> <p>For the first results see the results section.</p> <p>We were not able to conduct pre-emergence herbicide application as we didn't find any suitable orchard. Since there we were not able to conduct pre-emergence trials, we have added two more treatment to the post-emergence trial.</p>	<p>infestation of swallow-wort. Treatments will include: (1) untreated control - leaving swallow-wort ground and tree cover for the duration of the experiment (2) mechanical removal - tree and ground cover (3) pre-emergence herbicide treatment alone, (4) post-emergence herbicide treatment alone, and (5) pre + post combination. Experiments will be conducted in a full randomized design. A single tree will be considered as a replicate. Based on previous studies, treatment efficacy will be estimated 14, 43 days after herbicide application by estimating the percentage of damage of swallow-wort at each replicate, and the level of infestation for tree and ground cover on a scale of 0-100. Forty-three days after the first treatment, we will apply the second round of mechanical cutting and post-emergence herbicide application in treatments 3 and 4. Treatment efficacy will be evaluated as described above. Data will be subjected to statistical analysis to determine the efficacy of different treatments.</p>
5	<b>Collect and analyze data on human activities (especially farmers but possibly others)</b>	<p>Fully implemented</p> <p>Focus groups and interviews with farmers were set up and implemented. All</p>	<p>Focus groups will be conducted with farmers and other workers from each of the affected agricultural communities. Each group will be given a set of questions dealing with management, farming techniques, use of machinery, and other factors which aim to</p>

	<p><b>that may impact the spread and distribution of swallow-wort.</b></p>	<p>relevant farmers of the region participated.</p> <p>Data has been transcribed and mostly analyzed. Analyses will continue in the first months of 2024.</p> <p>For the first results see the results section.</p>	<p>reveal the role of these human activities on the spread and distribution of swallow-wort. After all of the data has been collected thematic analysis will be used to analyze the results.</p>
--	--	---	--

## 12. Interim results

### Task 1 and Task 5:

#### **The situation of the swallow – wort in the southern Arava dates and human activity impacts**

Three sets of questions were asked:

Note:

1. all interviews took place in Hebrew but were translated into English for analysis as part of the team are not Hebrew speakers.
2. The word stranglevine קנן was used and was a term familiar to the farmers. Therefore throughout this list of questions Stranglevine = Swallow-wort
1. Background and General questions about awareness of strangle-vine
2. Questions about the date fields from each kibbutz.
3. Questions about the machinery used in the fields
4. Two final questions



### Background and General Questions:

1. How long have you been working in the Date Orchard?
2. Have you seen stranglevine in your date orchards?
3. When did you first notice the stranglevine?
4. Do you have any explanation why stranglevine began to appear?
5. Have you noticed different types of stranglevine (different species)?
6. If so, are there different types in different sections or are both of them in all of the sections?
7. Do you feel that stranglevine is harmful? If so, why?
8. Where would you place the problem of stranglevine on a scale between 1 and 5 with 1 being the least harmful and 5 being the most harmful?
9. How do you perceive the problem of stranglevine at the moment? Is the problem under control, increasing, or decreasing?
10. How do you deal with stranglevine in your date orchards?
11. How much money do you estimate that you spend on controlling stranglevine each year?

### Questions about the Date Fields:

12. Can you describe your fields to me?
  - How many sections do you have
  - how are they divided?
13. Does the stranglevine appear every year?
14. Where does it appear the most? Are there certain areas where there is more stranglevine?
15. Have you noticed a connection between the conditions in these sections and the amount of stranglevine that appears, for example, the age, location of the field or other factors?
16. Have you noticed any stranglevine on the Kibbutz itself?
17. During what years were each section planted?

18. Where do you get your off-shoots from?
19. When you plant an offshoot do you check to see if there are seeds on it from the stranglevine?

Questions about the machinery used in the fields:

20. Can you describe the machinery that you use in the date fields?
21. Where do you keep the machinery after work hours?
22. Can you describe the day-to-day use of the machines? For example, is there a systematic pattern as to how you use the machines?
23. Have you noticed any stranglevines in any parts of the machinery?

Two final questions:

24. Can you think of any solutions to the problem of stranglevine?
25. Is this a subject that you want the MOP to pursue further?

After initial contacts and phone calls with farmers, it was clear that the best approach was individual meetings with the managers of each plantation.

Individual interviews took place with the managers of the nine date farms in the Southern Arava. Transcriptions were made of each interview which have been translated into English. Analysis of the data collected is in progress. In the meantime, please find below a brief report on the first result:

Surveys were conducted with 9 managers of 9 date orchards during 2023.

Preliminary results are as follows:

1. There seems to be an agreement amongst all of the farmers that the problem of stranglevine is growing although when asked on a scale of 1-5 how bad the situation is the answers varied a great deal.

1 – Eilot, Yahel (only for the high trees)

2 – Grofit

3 – Samar, Neot Smadar

4 – Elifaz, Yahel (only for the low trees), Ketura, Yodvata

5 – Lotan

2. Most managers consider stranglevine to be a problem not because it directly harms the fruit but because it interferes with the growing process. It makes it harder for the farmers to work, takes time away from growing the fruit, and takes water and energy away from the fruit, which may slow down the growth.

3. Most farmers also agreed that the lower, younger trees are affected more by stranglevine than the taller, older trees.

4. In terms of money spent on the problem, only Eilot said they spent very little, 4 kibbutzim could not really give an estimate, and 3 estimated that they spent about 20,000 shekels on the problem. Yodvata estimated about 5000 shekels just on stranglevine. At the same time, almost all of the Kibbutzim agreed that they combined their treatment for stranglevine with the treatment of other weeds as well, therefore it was difficult to estimate how much is spent on stranglevine alone.

5. There is more or less a consensus that the stranglevine appears more in the summer than in the winter when there is more water and sun. This is problematic since the harvest is in the summer and no one has time to deal with the stranglevine during the summer.

6. They also agree that no one has yet found a spray that can kill it completely, nevertheless it can be suppressed. Trying to dig it out is counterproductive and actually makes it worse. Different farmers use different types of spray.

7. Only two out of the nine farmers think there is more than one kind of stranglevine in their orchards.

8. Five farmers have not seen stranglevine on the kibbutz, three have found it on the kibbutz, One is not sure

9. Most of the farmers feel that the wind is the main factor in spreading the vine so quickly and not necessarily the machinery although some feel that the machinery and the unchecked offshoots are a somewhat contributing factor to its quick spread.

10. None of the farmers check the offshoots that they either produce themselves or buy from other Kibbutzim for stranglevine.

11. All of the Kibbutzim claimed that the only time they have to deal with stranglevine is between November and March, that is after the harvest and before preparations for the next harvest.

12. Three of the orchards are organic and are looking for solutions for their organic crop. Others think that the solution needs to involve:

1. Stronger sprays, organic or otherwise.
2. Jointly hiring someone for the entire area whose only job would be to deal with the stranglevine
3. Research and Introduce a certain type of butterfly that may eat the leaves.

13. All of the farmers agreed that they would like the MOP to pursue research on the vine.

Many more findings will be presented in the final report.

### **Task 2 wort distribution in 6 orchards of the region:**

The data was collected as planned from 6 orchards in May 2023. Data clean-up took place afterward. Data will be analyzed together with and correlated to 2024 data once collected.

### **Task 3 pollinator surveys:**

We successfully recruited a Master's student who started her work as part of the project in October 2023 and will continue until December 2024. Her main efforts will be related to the pollinator part of the project, but she will also finalize the distribution analyses and cross-analyze qualitative and quantitative datasets of the project. The first months of her Masters were spent with a literature review and preparing a work plan for 2024.

### **Outcomes of literature review on swallow-wort in relation to pollination**

Swallow-wort (*Cynanchum acutum*) is an invasive herbaceous perennial plant species in the Asclepiadaceae family (Averill et al., 2008; Ditommaso et al., 2005; Douglass et al., n.d.; Ollerton & Liede, 1997). Invasive plant species like swallowwort pose a great problem in agricultural areas and rangelands due to their ability to alter the natural vegetation cover and soil structures of their areas (Ar et al., 2022). Also, controlling them is a big challenge because they are strong competitors for available and scarce resources; they tend to reproduce and thus multiply faster than native plant species; they have higher tolerance levels to adverse weather conditions; and they readily adapt to their new habitats (Ar et al., 2022; Averill et al., 2008; Douglass et al., n.d.).

Like some of the invasive species, swallow-wort species spread rapidly in various habitats and quickly along roadsides, gardens, ditches, fencerows, wooded edges, fields, grassy slopes, and streambanks, causing damage to ecosystems and the economy in several ways (Ar et al., 2022; Averill et al., 2008; Douglass et al., n.d.; Tewksbury et al., n.d.). Swallow-wort species are both self-compatible and insect-pollinated by various flies, ants, bees, wasps, and beetle species (Douglass et al., n.d.; Ollerton & Liede, 1997).

Studies show that Asclepiads are exclusively pollinated by insects in six orders, and at least eight pollination systems can be identified. However, there are several records of birds visiting the asclepiad flowers. Pollination by Hymenoptera is most common, with Diptera and Lepidoptera having a secondary yet still vital role.

Swallow-wort being an angiosperm, their primary pollinators are Hymenoptera,

Lepidoptera, and Diptera. Several data points for Asclepiadecia are due to the observations accumulated over the years. Fly pollination is relatively unimportant in the whole Asclepiadeae but is characteristic of at least some groups. Pollination by bees dominates old-world Asclepiadeae and is considered the primary New World pollinator, but wasp pollination is also important. Butterflies also contribute to pollination. For instance, wasp, butterfly, and open-access fly pollinations have been recorded in Swallow wort species (Ollerton & Liede, 1997). Specifics for the Arava and swallow-wort pollination still need to be investigated.

In pale swallowwort (*Vincetoxicum rossicum*), flowering begins in mid-to-late May and peaks in early to mid-June, while in black swallowwort (*Vincetoxicum nigrum*), the peak is in mid-to-late June, usually 2-4 weeks later than in pale swallow-wort. Fruit development begins in early June and matures 4-5 weeks after flowering for pale swallowwort. The peak of the dehiscence is around the end of July. For black swallowwort, fruit development is normally 2-4 weeks slower. Their flowers remain open for 6–8 days (Douglass et al., 2009.; Tewksbury et al., n.d.). Swallow wort species produce polyembryonic seeds, and estimates suggest that 45-75% of the pale swallowwort are polyembryonic. Studies have shown that polyembryonic seeds stand higher success chances than monoembryonic seeds in uninterrupted environments and without vigorous competition (Douglass et al., 2009).

Pale swallow wort has a thick root crown with many buds and fibrous roots. It also possesses a woody rhizome, which does not facilitate greater dispersion. On the contrary, black swallow-wort roots tend to be thicker and more fibrous and have rhizomes that contribute more significantly to population expansion. For instance, adjoining black swallow-wort plant species were connected by horizontal underground stems up to a 50cm depth. Pale swallow-wort species, particularly, have higher seed output. If planted over winter, 71% of the pale swallowwort seeds germinate in the first year(Douglass et al., 2009).

Swallow wort serves as a population sink for the monarch butterfly (*Danaus plexippus*) which depends on milkweed as their native host when laying eggs by attracting and stimulating oviposition resulting in the death of the larvae due to lack

of necessary food source. This could further result in a reduced population. Other observations have also shown that both pollinators and plant-eating insects tend to avoid swallowwort which may in turn affect the population of small mammals and birds that depend on these insects as their source of food (Averill et al., 2008)

Due to its morphological and physiological traits, swallowwort control is difficult, so its rapid biological invasion continues to plague several countries(Ar et al., 2022). Both black and pale swallowwort species can quickly resprout from root crown buds, rendering mowing, tillage, and clipping less effective(Douglass et al., n.d.). However, biocontrol agents like native enemies of the species have not been tried. In large agricultural regions, mechanical and physical control methods require extensive manual labor, making them uneconomical (Ar et al., 2022).

**Table 2 Master student work plan for 2024**

<b>Month</b>	<b>Task</b>
<b>January</b>	<p><b>Get familiar with project methodology and background.</b></p> <p><b>Rhizomes collection from Arava and the North.</b></p> <p><b>Identification practice for insects.</b></p>
<b>Early February</b>	<p><b>Growing plants from the Rhizomes in Greenhouse for project experiments.</b></p> <p><b>Obtain data from farmers about control implementation of 2023</b></p>

<b>February - April</b>	<b>Greenhouse experiment - Monitoring plant growth</b>  <b>Analyses of the distribution data and creation of heat maps</b>  <b>Join 3 day fieldwork about distribution data in Arava</b>
<b>May</b>	<b>Blooming begins – intensive data collection in greenhouse</b>  <b>Chemical and physical control in young orchards</b>
<b>June - September</b>	<b>Field Study - data collection about pollinators and implementation of manipulations in the field</b>
<b>October – December</b>	<b>Data analyses, Thesis write-up, writing of publication, Final presentation</b>

#### **Task 4 Control approaches in young orchards**

Experiments were conducted in one young orchard exhibiting high swallow-wort infestation in the Arava region. Pre-emergence herbicide treatments were not performed as we haven't found a suitable location for this task. Herbicides were applied using a backpack sprayer with a nozzle delivering 20L per dunam at 2 Bars. The following post-emergence treatments were applied: glyphosate 2% (Roundup®, Bayer) (G), glyphosate + saflufenacil 35 g ha<sup>-1</sup> (Hit®, BASF) + surfactant (Shatah 90®, ADAMA-Makhteshim, 0.05%) (G+H), and Fluroxypyr 0.5% (Tomahawk®, ADAMA-Agan) (T). We have chosen trees with a high swallow-wort infestation (60-100% soil cover). Since the farmers treated the swallow-wort this year before our experiment, no trees covered with swallow-wort



were found in the orchard. Treatments included an untreated control group without herbicide application.

Experiments were conducted in a fully randomized design with a single tree as a replicate. Based on previous studies, treatment efficacy was estimated weekly, up to 5 weeks after herbicide application. We have estimated the percentage of damage of swallow-wort for both soil and tree cover at each replicate, furthermore, we have estimated the percentage of coverage for tree and ground cover. Data was subjected to statistical analysis to determine the efficacy of different treatments.

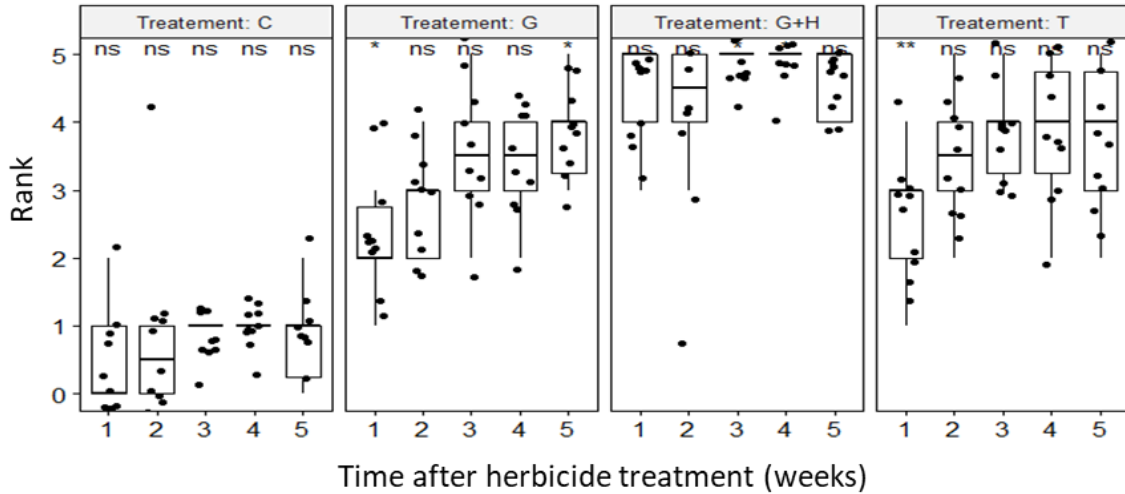
Comparing all treatments across time, significant statistical differences were found in the response of swallow-wort plants to all herbicides in comparison to the untreated control (Table 3). In general, treatments with glyphosate + saflufenacil + surfactant and T fluroxypyr, showed the highest efficacy in damaging the plants and reducing soil and tree cover. At the end of the experiment, five weeks from herbicide application, treatment with fluroxypyr excelled showing highest tree damage and west tree and soil cover.

**Table 3.** Efficacy of different herbicide treatments on swallow-wort control, G (glyphosate alone) G+H (glyphosate + saflufenacil + surfactant) and T (fluroxypyr) compared to the control group (C). Parameters that were estimated are: Ds - damage on soil cover, DT - damage on tree, SC - soil cover, TC - tree cover.

Time (week)	Treatment	DS (1-5)	DT (1-5)	SC (%)	TC (%)
1	C	0.5±0.7a	0.1±0.3a	54.5±14a	4.5±4a
1	G	2.3±1.1b	1.2±1.7b	39.5±1.01b	3.2±2.9b
1	G+H	4.5±0.7c	3±2.2c	33±7.5b	1.9±2.9b
1	T	2.6±0.8b	1.7±0.9b	47±13.4a	2.6±1.3b

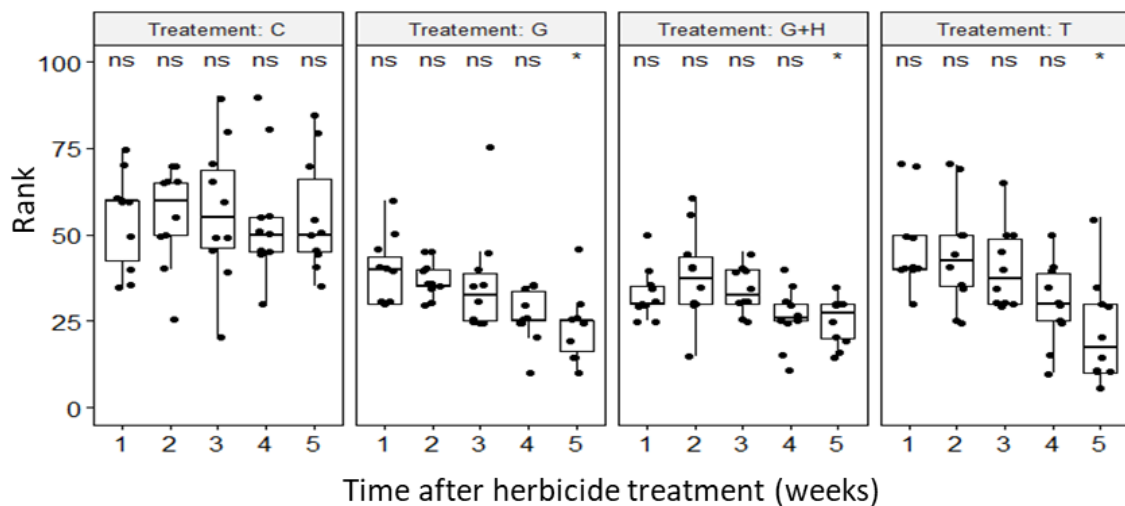
2	C	0.8±1.2a	0.2±0.6a	55.5±14.6a	8.9±6.4a
2	G	2.8±0.8b	1.4±1.1b	37±5.4b	6.9±5.2a
2	G+H	4.1±1.3c	2.6±1.6c	38±13.5b	4.6±4.3b
2	T	3.5±0.8b	2.4±0.8c	44.5±16.1a	4.6±2.6b
b					
3	C	0.8±0.4a	0.1±0.3a	57±20.4a	10.6±7a
3	G	3.6±1b	1.5±0.8b	36±15.4b	5.4±4.3b
3	G+H	4.9±0.3b	1.9±1.2b	34±0.7b	3±2.7b
3	T	3.9±0.7b	2.5±1.1c	40.5±11.9b	3.5±2c
4	C	0.9±0.3a	0.02a	54.5±17.7a	13.3±8a
4	G	3.4±0.7b	1.5±1b	26.5±7.8b	4.5±2.7b
4	G+H	4.9±0.3b	0.9±1a	26.2±8.8b	6±9b
4	T	3.9±1b	2.1±1.4b	30±12b	3.6±1a
5	C	0.8±0.6a	0.3±0.5a	55.5±17.1a	18.3±12.1a
5	G	3.9±0.7b	1.7±1.2b	23.5±9.7b	7.1±6.4b
5	G+H	4.6±0.5b	1.3±0.9b	25±7.1b	6±7.3b
5	T	3.8±1b	2.5±1.6c	22±15.5b	3.2±1c

Testing for differences in all parameters (DS, DT, SC and TC) for each treatment across time, a clear trend was observed (Figures 2-5). For the damage ranking of soil-covering plants, an increase in swallow-wort vitality was observed over time for glyphosate and fluroxypyr treated plants (Figure 2). However, for the glyphosate + saflufenacil + surfactant treatment, severe damage was observed even one week after herbicide application.



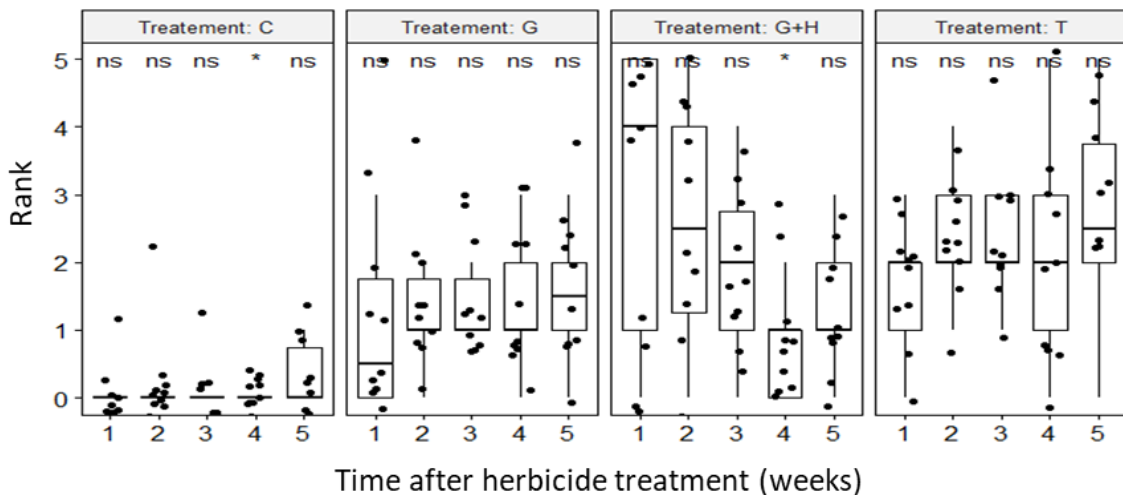
**Figure 2.** Ranking the damage of herbicide treatments on soil covering swallow-wort plants (ranking was 1-5). The following post-emergence treatments were applied: glyphosate 2% (Roundup®, Bayer) (G), glyphosate + saflufenacil 35 g ha<sup>-1</sup> (Hit®, BASF) + surfactant (Shatah 90®, ADAMA-Makhteshim, 0.05%) (G+H), and Fluroxypyr 0.5% (Tomahawk®, ADAMA-Agan) (T), control group (C).

Exploring soil cover by swallow-wort plants, a complementary image was detected as soil coverage reduced over time for all three treatments (Figure 3). The lowest soil cover was recorded for the fluroxypyr treatment, five weeks after herbicide application.



**Figure 3.** Soil cover percentage of swallow-wort plants (0-100%). The following post-emergence treatments were applied: glyphosate 2% (Roundup®, Bayer) (G), glyphosate + saflufenacil 35 g ha<sup>-1</sup> (Hit®, BASF) + surfactant (Shatah 90®, ADAMA-Makhteshim, 0.05%) (G+H), and Fluroxypyr 0.5% (Tomahawk®, ADAMA-Agan) (T), control group (C).

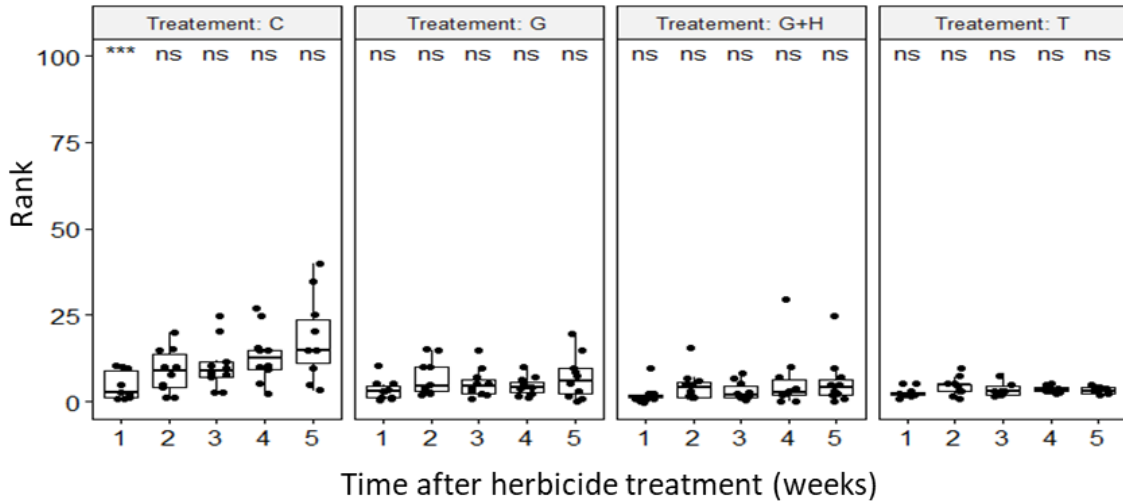
The ranking for tree damage varied among treatments, when only the fluroxypyr treatments showed a clear trend of reduction throughout the experiment (Figure 4).



**Figure 4.** Ranking the direct damage of herbicide treatments on swallow-wort plants (ranking was 1-5, minor visible damage to severe damage on swallow wort foliage). All the plants were growing on palm trees. The following post-emergence treatments were applied: glyphosate 2% (Roundup®, Bayer) (G), glyphosate + saflufenacil 35 g ha<sup>-1</sup> (Hit®, BASF) + surfactant (Shatah 90®, ADAMA-Makhteshim, 0.05%) (G+H), and Fluroxypyr 0.5% (Tomahawk®, ADAMA-Agan) (T), control group (C).

For the tree coverage, it seems that swallow-wort plants were suppressed at all treatments and coverage did not increase during the experiment (Figure 5). This

was not the case for the untreated control plants, as the coverage in the first week after herbicide application was significantly lower than that measured for all consecutive weeks.



**Figure 5.** Palm tree coverage in percentage by swallow-wort plants (0-100%) after application of herbicides. The following post-emergence treatments were applied: glyphosate 2% (Roundup®, Bayer) (G), glyphosate + saflufenacil 35 g ha<sup>-1</sup> (Hit®, BASF) + surfactant (Shatah 90®, ADAMA-Makhteshim, 0.05%) (G+H), and Fluroxypyr 0.5% (Tomahawk®, ADAMA-Agan) (T), control group (C).

### 13. Discussion (conclusions and implications for the continuation of the research, including literature review)

First results show that the farmers agree that the swallow-wort is a nuisance that needs to be addressed, but the ways to address it aren't clear and possibilities differ between the organic and conventional plantations. Our results show that there is a knowledge gap about the best approaches to control the wort based on its phenology and what is applied in the field. Future analysis of the collected data will show if the management strategies of different farms impact the spread and control of the wart differently and best management strategies can be developed based on our qualitative and quantitative project results.

Post-emergence application of herbicides such as glyphosate and auxin inhibitors (fluroxypyr and aminopyralid) were reported as highly effective for the control of *Cynanchum* species in several studies (DiTommaso et al. 2013; Meighani et al. 2021). In our study, combinations of herbicides have shown to be highly effective in preventing the regeneration of *C. acutum* plants. Treatments including the herbicide fluroxypyr, as well as the treatment of glyphosate + saflufenacil + surfactant were the most effective in controlling swallow-wort plants. For the glyphosate + saflufenacil + surfactant and fluroxypyr treatments, higher efficacy was emphasized as less regenerative abilities were achieved, even five weeks after herbicide application, low tree coverage was observed. Herbicide translocation is governed by source-to-sink pattern, especially for phloem-mobile herbicides such as glyphosate and fluroxypyr (Shaner 2009). It may be suggested that differences in source-to-sink patterns may be the reason for the observed differences in herbicide efficacy, however, further research is needed to clarify these issues.

#### 14. Literature list

Ar, B., Tuttu, G., Gülçin, D., Özcan, A. U., Kara, E., Sürmen, M., Çiçek, K., & Velázquez, J. (2022). Response of an Invasive Plant Species (*Cynanchum acutum* L.) to Changing Climate Conditions and Its Impact on Agricultural Landscapes. *Land*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/land11091438>

Averill, K. M., DiTommaso, A., & Morris, S. H. (2008). Response of Pale Swallow-wort (*Vincetoxicum rossicum*) to Triclopyr Application and Clipping. *Invasive Plant Science and Management*, 1(2), 196–206. <https://doi.org/10.1614/ipsm-07-036.1>

DiTommaso, A., Lawlor, F. M., & Darbyshire, S. J. (2005). The Biology of Invasive Can. In *J. Plant Sci.* Downloaded from *cdnsiencepub*.

DiTommaso, A., Milbrath, L.R., Bittner, T. & Wesley, F.R. (2013) Pale swallowwort (*Vincetoxicum rossicum*) response to cutting and herbicides. *Invasive Plant Science and Management*, 6, 381–390.

Douglass, C. H., Weston, L. A., & DiTommaso, A. (2009). Black and pale swallow-wort (*Vincetoxicum nigrum* and *V. rossicum*): the biology and ecology of two perennial, exotic and invasive vines. *Management of invasive weeds*, 261-277.

Meighani, F., Karaminejad, M.R. & Farrokhi, Z. (2021) Invasive weed swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) response to chemical and mechanical practices. *Weed Biology and Management*, 21, 124–132.

Ollerton, J., & Liede, S. (1997). Pollination systems in the Asclepiadaceae: a survey and preliminary analysis. In *Biological Journal of the Linnean Society* (Vol. 62). <https://academic.oup.com/biolinnean/article-abstract/62/4/593/2661065>

Shaner, D.L. (2009) Role of translocation as a mechanism of resistance to glyphosate. *Weed Science*, 57, 118–123.

Tewksbury, L., Casagrande, R., & Gassmann, A. (n.d.). 6 SWALLOW-WORTS PEST STATUS OF WEED.

## 15 Summary concerning the following points

- Research progress: the research is progressing as planned (see table) besides the mentioned pollinator surveys which were postponed to 2024, but will be fully implemented in 2024. We don't expect any other delays.
- Activities done in the R&D during the time of the research: The research is implemented together with the farmers from the region in their plantations and not in the research farm of the R&D. Outreach to

farmers and meetings are usually done in their Kibbutzim or in the date plantations.

- Publications: Publications will be prepared in the last project year. A publication about the results of the related project 2020-2022 is to be submitted in the coming weeks.
- Recommendations for the future of the research and changes in the research. No changes will be made to the plan, we expect full implementation of the plans for 2024.



# Birds and bats as bio-pest control agents in the Southern Arava's agriculture.

## Understanding needs and enhancing habitats.

Year report 2023

By Jessica Schackermann (MOP)

Involved students:

Nicolas Neuman Master studies (University of natural resources and life sciences, Vienna), A new agricultural asset: Studying the role of migratory birds as pest controllers in Date plantations and fields in the Southern Arava

Hanelie Sidhu Bachelor studies (TUMunich), Birds as biological pest controllers in onion fields in the Southern Arava, Israel

Margaret Wanjiku Research intern (Arava institute), Monitoring and managing bat houses for habitat enhancement - mitigate overheating using ibutton sensors. (with contributions from Ria Slater, Grace Arents and Lily Webber, Northeastern University)

The following report is divided into sub sections related to the integrated bachelor and master thesis and the internship reports by the involved students.

# **A new agricultural asset: Studying the role of migratory birds as pest controllers in Date plantations and fields in the Southern Arava**

## **1. Introduction**

Insect pests cause serious damage to agricultural crops worldwide, resulting in decreased crop productivity and economic losses. In date palm cultivation and production, arthropod pests can be responsible for up to 30% of yield losses (El-Shafie, 2017). Of the over 100 insect species associated with date palms worldwide, 16 are considered to be major pests to date palm production in Israel (Blumberg, 2008). However, conventional pest control oftentimes is not practical in date orchards because the availability of pesticides for date palm pests is limited and application is only possible during specific times of the year (when pest abundance is high and not for the last few months before harvest). To overcome these limitations, natural enemies of date palm pests can be utilised for biological pest control in the context of Integrated Pest Management (IPM) programmes. Although birds are often overlooked as viable providers of pest control services (Garcia et al., 2020), studies from a variety of agroecosystems (Barbaro et al., 2017; Chain-Guadarrama et al., 2019; García et al., 2018) consistently support the notion that birds can and do act as important suppressers of agricultural pests. A recent review of 179 case studies by Díaz-Sieffer et al. (2022) found that wild birds in agricultural settings provide a significant reduction in pest abundance and crop damage, resulting in increased crop yield.

The Arava valley is an ideal setting for investigating pest control services provided by birds in desert agriculture, as it is home to several large date plantations and a key route for bird migration through the Middle East in both spring and autumn (BirdLife International, 2022; Yosef et al., 2006). Migratory birds use this area as a stopover site on their journey between Africa and Europe to recuperate either before or after crossing the Sahara Desert (Shirihai, 1996). Therefore, large numbers of migratory birds in search of food in the form of insects could potentially provide significant pest control services to date farmers in the Arava region. We aim to better our understanding of which bird species in the region could be helpful in controlling pest insects in date orchards and how the pest control services they provide can be enhanced.

## **2. Research Questions**

Based on the above, the following questions guided this research project:

- (1) Which migratory bird species commonly feed in date plantations and can be identified as natural enemies of key date palm pests?
- (2) Can birds be attracted to date plantations with habitat manipulations (water) and tape luring to increase their foraging activity and thereby enhance the pest control services they provide?
- (3) How can birds be lured more efficient to the date plantations
- (4) Can changes in the number of pests in the moth traps be connected to the luring efforts

Because research shows that auditory playback can have a negative impact on territorial breeding birds (Harris & Haskell, 2013), for our audio lure study we chose to focus exclusively on non-breeding migratory bird species.

### 3. Research Objectives

The primary objective of this study is to define and enhance the pest control services migratory bird species provide to southern Israel's date farmers. This research lays the foundation for incorporating bird-mediated pest control into local IPM programmes already involving bats. More extensive IPM schemes would provide farmers with additional 'tools' for insect pest control and provide alternatives to chemical pest management. This would extend the period in which date palm pests can be controlled (since chemicals cannot be applied shortly before harvest (personal communication)) and at the same time contribute to a more sustainable, environmentally friendly agriculture in the Arava region.

As an additional part of the project, we aimed to identify key avian enemies of major agricultural date palm pests by collecting faecal samples from bird species commonly occurring in date orchards and making inferences on their diet composition. Our main goal was to investigate methods of attracting birds to date orchards to enhance the pest control services they provide to farmers. Specifically, we studied the impact that permanent water sources (in the form of small water pools) and audio playback of common migratory species' songs have on bird abundance in date plantations.

### 4. Methods

#### *Study sites*

Study sites were located in the Southern Arava region in the Samar and Elifaz date plantations. Samar is an organic plantation where only pesticides approved for organic farming are applied and each date palm is surrounded by undergrowth in the form of bushes and tall grasses (Figure 1). In this plantation, undergrowth is not treated with herbicides and only partially cut back a few times a year, without ever being completely removed. Elifaz is a conventional plantation where pesticides are used several times throughout the season and most vegetation around the palms is cleared using herbicides and physical means (Figure 1).

Surveys investigating the effect of audio lures on bird abundance were conducted in both Samar and Elifaz, while mist netting for faeces collection and surveys investigating the impact of water pools on bird abundance took mainly place in Samar and on one occasion in Elifaz. This is because bird abundance was expected to be higher in Samar, based on previous studies, which would provide us with a more robust data set. Bird abundance was estimated using point counts, a method with which all individuals seen or heard within a given radius for a set amount of time are recorded.

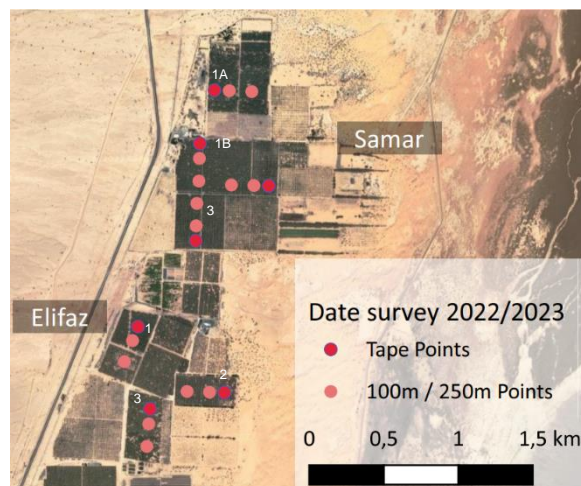


**Figure 1:** Date plantations in Samar (top) and Elifaz (bottom).

### Audio lures

Three locations within each plantation were chosen for audio lure placement each year, with lures being placed at least 500 metres apart (Figure 2, for coordinates see Table 2). One counting point in Samar (1A) had to be displaced (1B) as the original spot has been cut. The audio lures were an alternating medley of migratory bird songs. Song species varied throughout the study period and were selected based on real time migration data from the International Birding and Research Centre in Eilat (Table 1). Lures were played through Miracase MBTS800 speakers in 2022 (Figure 3) and in 2023 three bigger speakers (one “RichTech RT-12V” and two “DOME DM-3015”) were used (Figure 4). Volume was set always on maximum. The speakers were set up and taken down at the beginning and end of each survey day and were placed directly on the date palms (~2 metres above the ground). They were turned on approximately thirty minutes before sunrise in 2022 and in 2023 the lures were all played latest one hour before sunrise. The speakers played until the end of the days’ surveys.

Point counts were conducted at three different distances from the speakers (<25 meters, 100 meters, and 250 metres) to investigate the impact distance had on the effectiveness of audio playbacks. Speakers were turned off for the duration of the counts. Each count lasted for exactly five minutes, and all individuals seen or heard within the given radius were recorded. Only birds assumed to be feeding in or directly above the date palms were considered, while birds feeding in the area surrounding the date orchards or just passed by were not counted. The feeding location (canopy, trunk, ground, attached vegetation, detached vegetation) of each individual bird was also recorded. Point counts began at sunrise and continued until each point had been surveyed two times. Surveys were conducted once a week in every full week from the 1<sup>st</sup> of march until the 15<sup>th</sup> of may which makes ten weeks and cycles of counting in total. Control surveys in the absence of audio lures were conducted on the first survey day of each week only one time per day in 2022 and two times in 2023. Counts and all associated data were made with binoculars and recorded using the ArcGIS Survey123 application. Additionally, to the maximum number of birds of each species that could be detected a collection of several abiotic factors has been compiled. This included the temperature, the number of minutes that passed since sunrise, the wind speed, the amount of available water and the amount of vegetation around the trees. The temperature was read out of the heat indicator of the car and was later put in six



**Figure 2:** Tape lure placement in Samar and Elifaz.



**Figure 3:** Speaker setup for tape lure surveys in 2022.



**Figure 4:** Speaker setup for tape lure surveys in 2023.

temperature range groups (6-10 °C, 11-15 °C, 16-20 °C, 21-25 °C, 26-30 °C and 31-35 °C). To take account of the bird activity peak in the morning accompanied by a better detectability of those the minutes after sunrise that have passed when the five minutes counting starts are recorded for each counting. The wind speed was estimated in the field and was put into five groups (0-5 km/h, 6-10 km/h, 11-15 km/h, 16-20 km/h and >20 km/h). The amount of available water was put into three different classes. If there were paddles or wet soil areas from recent rainfalls water availability was considered as “intensive”. If the water comes just from the date plantation irrigation system or the irrigation system was active while the counting the water availability was considered as “temporary”. If there was no available water the water availability was classified as “non”. At last, the vegetation was monitored and was put into three classes as well. The vegetation in the plantation was considered as “intensive” when it was dense enough to provide a proper hide for birds and was higher than approximately 1,5 m. It was considered as “sparse” if only a scarce reed belt or a few bushes were around the trunks that provide only small bird hide possibility. If no hide existed at all the vegetation class was assessed as “non”.

Week	Song species
1-2	Common Chiffchaff, Lesser Whitethroat, Bluethroat
3	Common Chiffchaff, Lesser Whitethroat, Eastern Bonelli’s Warbler
4	Common Chiffchaff, Lesser Whitethroat, Eastern Bonelli’s Warbler, Tree Pipit
5-7	Lesser Whitethroat, Eastern Bonelli’s Warbler, Tree Pipit, Blackcap
8	Lesser Whitethroat, Tree Pipit, Blackcap, Willow Warbler
9-10	Blackcap, Garden Warbler, Eastern Olivaceous Warbler

**Table 1:** Song species included in the audio lures, and the date range each particular medley was used. Song species included: Common Chiffchaff (*Phylloscopus collybita*), Lesser Whitethroat (*Sylvia curruca*), Bluethroat (*Luscinia svecica*), Eastern Bonelli’s Warbler (*Phylloscopus orientalis*), Tree Pipit (*Anthus trivialis*), Blackcap (*Sylvia atricapilla*), Willow Warbler (*Phylloscopus trochilus*), Garden Warbler (*Sylvia borin*) and Eastern Olivaceous Warbler (*Iduna palida*).

	Samar		Elifaz	
	x	y	x	y
Tape 1A/1				
25 m	35.03485	29.81894	35.02950	29.80469
100 m	35.03590	29.81892	35.02912	29.80385
250 m	35.03745	29.81890	35.02852	29.80260
Tape 1B				
25 m	35.03380	29.81572		
100 m	35.03376	29.81480		
250 m	35.03373	29.81344		
Tape 2				
25 m	35.03861	29.81315	35.03549	29.80073
100 m	35.03757	29.81315	35.03445	29.80074
250 m	35.03601	29.81316	35.03289	29.80075
Tape 3				

25 m	35.03351	29.80986	35.03035	29.79974
100 m	35.03352	29.81075	35.03027	29.79884
250 m	35.03355	29.81210	35.03013	29.79750

**Table 2:** Coordinates of points at tape lures in Samar and Elifaz. 1A is the old spot in Samar and 1B the displaced.

### Water pools

Water pools were installed only in 2022 at three different points in Samar (Figure 5, for coordinates see Table 3). To reduce disturbance to plantation operations, each pool was located directly in the line of date palms in place of missing date trees. The pools were connected to existing irrigation lines and were replenished with new water each time the date palms were irrigated. In addition to being filled with water, each pool was partially filled with soil and rocks to provide suitable drinking perches for birds and to reduce drowning risk for birds and mammals.



**Figure 5:** Water pool placement in Samar.

### Point counts

at water pools were conducted following the same procedure described above, with counts being made at two different distances from the pool: <25 meters and 250 meters. To ensure that the installed pools did not interfere with the tape lure surveys and vice versa, pools were placed over 250 m away from tape lures.

	x	y
Pool 1		
25 m	35.03836	29.82132
250 m	35.03578	29.82158
Pool 2		
25 m	35.03382	29.81400
250 m	35.03641	29.81395
Pool 3		
25 m	35.03671	29.80972
250 m	35.03677	29.81196

**Table 3:** Coordinates of survey points at water pools in Samar.

### Faeces collection

Mist netting was conducted to trap birds and collect their faeces once a week by a licensed bird ringer in Samar and on one occasion in Elifaz. For that purpose, three 18-meter mist nets were set up prior to sunrise in a U-shape. To allow birds time to feed in the plantation before trapping, nets remained closed until two hours after sunrise. Nets were opened for approximately three hours, and birds were collected from the nets every 15 minutes, ensuring that birds did not remain in the nets for a longer time and that the faecal sample

could be collected in time. Each bird extracted from the nets was placed into a sterile cloth bag and transported to a ringing site. All birds were ringed by a licensed ringer, and relevant ringing data was recorded. Faeces were collected from the cloth bags or directly from the birds and placed into a labelled Eppendorf vial containing 100% alcohol. If a bird had yet to defecate upon completion of the ringing process, it was placed back into the cloth bag and held for a maximum of one hour. The ringer constantly monitored each individual bird to ensure that faeces could be collected, and birds could be released as expeditiously as possible. All tools used to extract the faeces were sterilised with 70% alcohol between each use. Samples were stored in a -20-degree freezer until the end of the collection period. Cloth bags were disinfected between uses by soaking the bags in 2.5% bleach solution for 15 minutes, sun-drying them to activate the bleach and washing them at 90 °C afterwards.

At the end of the two collection periods the faecal samples were transferred to a lab at the "Dead Sea & Arava Science Center" in Masada and analysed using DNA metabarcoding. Over the two collection periods a total sample size of 141 samples of 20 species was collected (Table 4) The collected faecal samples were first cleaned of the ethanol in which they were stored in. This is necessary for extracting the DNA out of the cells. To clean the samples from the Ethanol they were first centrifuged three minutes on 5000 x g and the ethanol that was floating on

the top was removed by pipetting. After this step one ml of PBS (phosphate buffer saline) was added and the sample was centrifuged one more time before the top liquid layer was removed again. This step was repeated one more time before the

samples were ready for the DNA-extraction. For the DNA extraction the DNeasy® PowerSoil® Pro Kit was used and the procedure was following the manufacturer's protocol. As we work with a liquid solution we took 100 µl instead of 250 mg soil for the extraction. After finishing the DNA extraction we continued with the PCR following the Illumina library preparation protocol. This includes two cycles of PCR with one "washing" step each. Each PCR-reaction contained 2 µl of the template DNA, 9 µl of molecular biology grade water,

Species	Sample size
Blackcap ( <i>Sylvia atricapilla</i> )	56
Lesser Whitethroat ( <i>Sylvia curruca</i> )	25
Common Chiffchaff ( <i>Phylloscopus collybita</i> )	13
Spectacled bulbul ( <i>Pycnonotus xanthopygos</i> )	8
Easter Olivaceous Warbler ( <i>Iduna pallida</i> )	7
Eurasian Reed Warbler ( <i>Acrocephalus scirpaceus</i> )	5
Sedge Warbler ( <i>Acrocephalus schoenobaenus</i> )	4
Balkan Warbler ( <i>Phylloscopus orientalis</i> )	4
Tree Pipit ( <i>Anthus trivialis</i> )	3
Graceful Prinia ( <i>Prinia gracilis</i> )	3
Black Scrub Robin ( <i>Cercotrichas podobel</i> )	2
Common Nightingale ( <i>Luscinia megarhynchos</i> )	2
Common Redstart ( <i>Phoenicurus phoenicurus</i> )	2
Great Reed Warbler ( <i>Acrocephalus arundinaceus</i> )	1
Rufous Bush Chat ( <i>Cercotrichas galactotes</i> )	1
European Robin ( <i>Erithacus rubecula</i> )	1
Thrush Nightingale ( <i>Luscinia luscinia</i> )	1
Bluethroat ( <i>Luscinia svecica</i> )	1
House Sparrow ( <i>Passer domesticus</i> )	1
Sardinian Warbler ( <i>Sylvia melanocephala</i> )	1

**Table 4:** Listing of all collected species in both years together with the sample size of collected faeces sorted by the highest sample size at the top to the smallest at the bottom

12.5 µl KAPA HIFI HotStart Readymix and 0.75 µl of each primer. As primer for the PCR we used ZBJArtF1c and ZBJArtR2c. The machine settings (SimpliAmp Thermal Cycler) for the first and the second PCR reaction (PCR1 and PCR2) were set as recommended by the laboratory (Table 5).

PCR	Stages	Step	Temperature	Time	Cycles
PCR1	1	Initial denaturation	98 °C	2 min	1
	2	Denaturation	98 °C	10 sec	35
		Annealing	61 °C	15 sec	
		Extension	72 °C	35 sec	
	3	Final extension	72 °C	5 min	1
Holding		4 °C	-		
PCR2	1	Initial denaturation	95 °C	3 min	1
	2	Denaturation	98 °C	20 sec	8
		Annealing	55 °C	15 sec	
		Extension	72 °C	15 sec	
	3	Final extension	72 °C	1 min	1
Holding		4 °C	-		

**Table 5:** Settings for the thermal cycler for both PCR reactions.

#### *Moth trapping*

Moths were trapped in Samar and Elifaz with pheromone traps by the farmers. Further details about the methods will be described as soon as the whole dataset is delivered by the farmers.

#### *Data analysis*

Preliminary data analysis to gain insight into trends in the data was conducted using Microsoft Excel As well as R-Studio. To survey the influence of the different predictor variables on the number of attracted birds a Generalized Linear Mixed Model (GLMM) will be applied. For this model the number of counted bird is the depended variable and “location” will be used as random effect.



## 6. Preliminary Results

Although in-depth analysis of the results is still ongoing as part of a master thesis (to be submitted in Summer 2024), many interesting trends have been observed from preliminary analysis. Overall, water pools in the Samar plantation appear to not have a significant impact on observed bird abundance (Figure 6). However, when irrigation drippers were not in use, slightly more birds were observed at the pool survey points, suggesting that bird abundance may be influenced by water pools if no other water source is present.

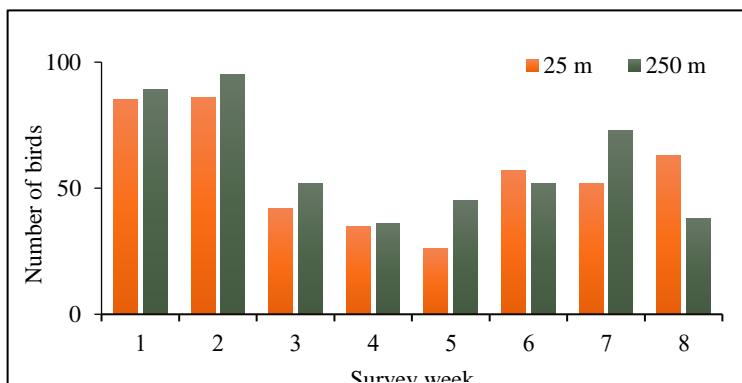
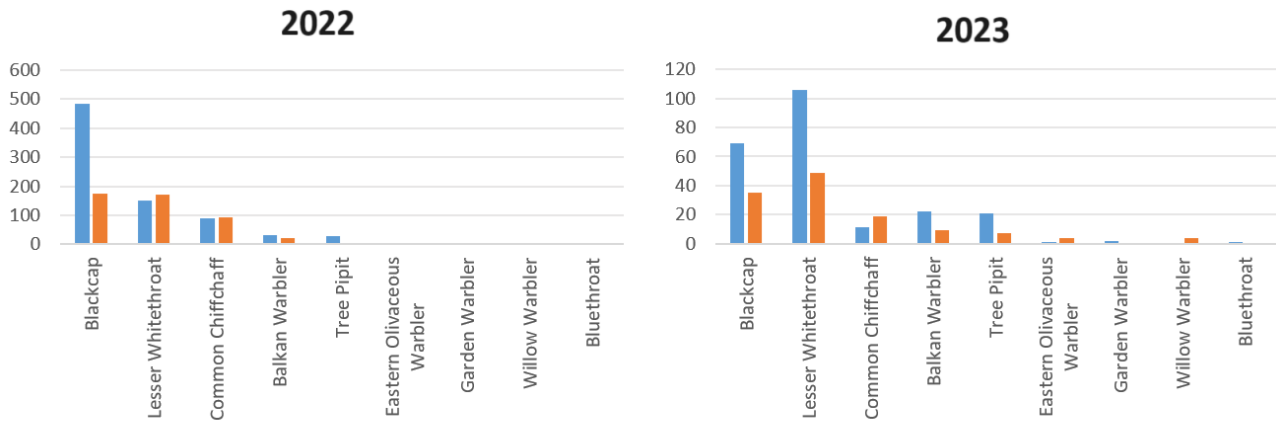


Figure 6: Weekly observations at pools vs away.

Results from the audio lure surveys provide an assortment of initial takeaways. In total in the first year a number of 8550 bird individuals of 55 species was counted. In the second year a total number of 6299 of 39 species was counted. The difference between the years is big especially if the amount of counted species is divided further into migratory and sedentary bird species. In 2022 a total of 3411 migratory bird individuals was counted whereby in 2023 only 724 migratory bird individuals could have been detected. The number of sedentary birds showed only a minor increase from 5139 in 2022 to 5575 in 2023. This huge fluctuation of migratory birds must be noted for the interpretation of the results. In most survey weeks, more birds were observed in Samar than in Elifaz. However, in the final three survey weeks of 2022, more birds, particularly Blackcaps, were observed in Elifaz. These results correlate with the development of small bushes in Elifaz starting around survey week 6, and with overall results showing higher observed bird abundance in areas with some vegetative ground cover. In tandem, these results appear to provide strong support for the impact of vegetation presence on bird abundance. In 2023 a significant increase in the development of the bushes in Elifaz could not be observed.

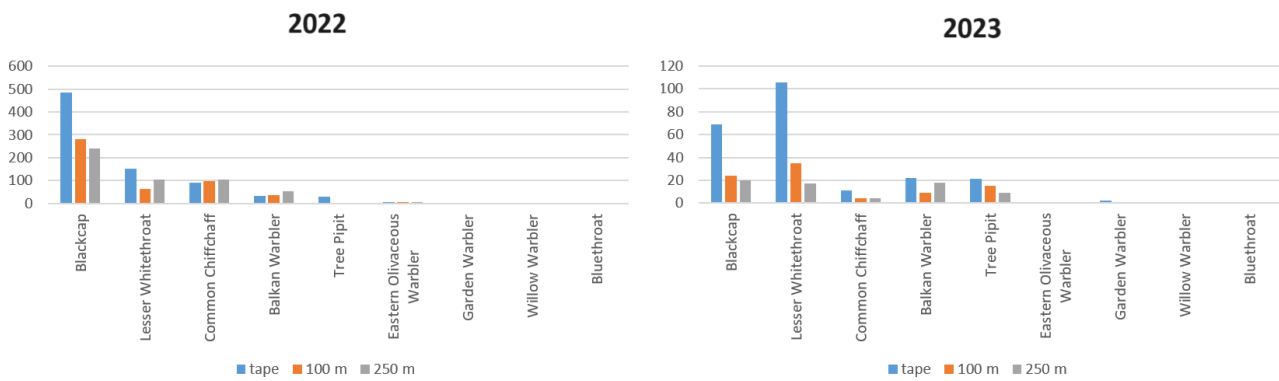
Additional results from the audio lure surveys provide mixed support for the efficacy of audio lures in attracting target species. Of the nine song species used, only four (Blackcap, Lesser Whitethroat, Balkan Warbler and Tree Pipit) were more abundant in the presence of a tape compared to the control survey with no tape (Figure 7). The lesser Whitethroat showed only in 2023 a significant increase at the tape counts compared to the control counts. When comparing tape surveys at the three different distances (25, 100, & 250 m), three species (Blackcap, Lesser Whitethroat, and Tree Pipit) were observed more frequently in both years at the 25 m survey point than at the other two points (Figure 8). These separate results appear to provide strong support for the efficacy of audio lures in attracting Blackcaps, and potential support for attracting Tree Pipits and Lesser Whitethroats. The abundance of all other song species appears to not have been strongly influenced by the presence of tapes when compared to the control surveys and at different distances from the tape.

## Bird counts at the tape compared to the control count



**Figure 7:** Observations of song species at tape vs control in both years.

## Bird counts at the three different distances



**Figure 8:** Observation of the song species at tape vs 100 m vs 250 m distance

Although the audio lures were intended to exclusively attract migratory birds, there were pre-survey concerns that breeding birds could also be impacted by the tapes. Our results do not appear to show the tapes having a substantial impact on sedentary birds within the plantations. The most common breeding birds were observed at approximately the same frequency during both tape and control surveys. When comparing observations between the three different tape survey distances (25, 100 & 250 m), only two species (White-spectacled Bulbul and Eurasian Collared-dove) appear to have a slight trend of higher abundance at the 25 m point, however further analysis needs to be done to determine the significance of this trend.

## 7. Future directions

In the future, more in-depth statistical analysis of the collected dataset will be conducted to make inferences about the significance of the observed trends. In this analysis more data about the moth traps and about the faecal analysis will be included. In cooperation with the project supervisors, a draft for a publication will be prepared upon the completion of data analysis.

## References

- Barbaro, L., Rusch, A., Muiruri, E. W., Gravellier, B., Thiery, D., & Castagneyrol, B. (2017). Avian pest control in vineyards is driven by interactions between bird functional diversity and landscape heterogeneity. *Journal of Applied Ecology*, *54*(2), 500–508. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12740>
- BirdLife International. (2022). *Important Bird Areas factsheet: Southern Arava valley and Elat mountains*. [http://www.birdlife.org\\*\(accessed 07.04.2022\)](http://www.birdlife.org*(accessed 07.04.2022)).
- Blumberg, D. (2008). Review: Date palm arthropod pests and their management in Israel. *Phytoparasitica*, *36*(5), 411–448. <https://doi.org/10.1007/BF03020290>
- Chain-Guadarrama, A., Martínez-Salinas, A., Aristizábal, N., & Ricketts, T. H. (2019). Ecosystem services by birds and bees to coffee in a changing climate: A review of coffee berry borer control and pollination. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *280*, 53–67. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.011>
- Díaz-Sieffer, P., Olmos-Moya, N., Fontúrbel, F. E., Lavandero, B., Pozo, R. A., & Celis-Diez, J. L. (2022). Bird-mediated effects of pest control services on crop productivity: a global synthesis. *Journal of Pest Science*, *95*(2), 567–576. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01438-4>
- El-Shafie, H. A. F. (2017). Arthropod pests of date palm and their management. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, *12*(049). <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201712049>
- Garcia, K., Olimpi, E. M., Karp, D. S., & Gonthier, D. J. (2020). The Good, the Bad, and the Risky: Can Birds Be Incorporated as Biological Control Agents into Integrated Pest Management Programs? *Journal of Integrated Pest Management*, *11*(1), Article 11. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmaa009>
- García, D., Miñarro, M., & Martínez-Sastre, R. (2018). Birds as suppliers of pest control in cider apple orchards: Avian biodiversity drivers and insectivory effect. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *254*, 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.034>
- Harris, J. B. C., & Haskell, D. G. (2013). Simulated birdwatchers' playback affects the behavior of two tropical birds. *PloS One*, *8*(10), e77902. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077902>
- Shirihai, H. (Ed.). (1996). *The Birds of Israel: A complete avifauna and bird atlas of Israel*. Academic Press.
- Yosef, R., Markovets, M., Mitchell, L., & Tryjanowski, P. (2006). Body condition as a determinant for stopover in bee-eaters (*Merops apiaster*) on spring migration in the Arava Valley, southern Israel. *Journal of Arid Environments*, *64*(3), 401–411. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.06.012>

## Birds as biological pest controllers in onion fields in the Southern Arava, Israel

### 1 Introduction

Human population growth has led to a global extension of agriculture. From 1700 to the 1980s, the acreage of land used for crops increased by 466% (Cowell, 1995). In the last decades, growth slowed down, as new suitable land for cultivation has become increasingly rare (Crowder and Jabbour, 2014). However, the stagnating agricultural expansion has led to an intensification of agricultural systems. Among other things, this means an increased use of pesticides and fertilisers (Roubos et al., 2014) with its own set of economic and environmental challenges. For this reason, a stronger focus must be placed on methods to strengthen the sustainability of agroecosystems. “Biological control is a key ecosystem service that is necessary for sustainable crop production” (Crowder and Jabbour, 2014).

“Biological control [...] is the exploitation of living agents to combat pestilential organisms (including pathogens, pests and weeds) for diverse purposes to provide human benefits.” (Stenberg et al., 2021)

Biological pest control provides an enormous value that exceeds \$4.5 billion annually in the United States according to conservative estimates (Losey and Vaughan, 2006).

Various species act as natural enemies of pests, such as insects and weedy plants. These are mostly insects, birds, bats, fungi, nematodes and rodents (Jabbour et al., 2011; Kirk et al., 1996; Miller and Surlykke, 2001; Navntoft et al., 2009; Opit et al., 2009; Ramirez and Snyder, 2009).

Many studies have been conducted about avian-mediated pest control, however, there are essential knowledge gaps in how landscape structure affects interactions with pest control by birds (Boesing et al., 2017). Furthermore, the role of temporal dynamics in biological control, which includes the role of the phenology of pest-controlling bird species, are just poorly understood (Welch and Harwood, 2014).

These are two of the main research questions addressed by this case study in the Southern Arava in Israel. Due to the important agricultural role of the region for the country and because the Southern Arava is located on one of the world’s busiest bird migration routes, a study of the role of birds as pest controllers is significant.

#### Pest control in onion fields of the Southern Arava

The Southern Arava Valley of Israel’s Negev desert is a particular case to study the potential of biological pest control through birds in agricultural production. It is located on one of the most important migration routes and is one of the most important stop-over sites for migratory birds in the world (IBRCE, n.d.). Several species of migratory birds are coming to the fields to search for food. Previous data collection in 2019 proved that 74% of the birds arriving in the fields were insectivorous. Of these, almost all migratory birds were insectivorous. The most common genera in onion fields were *Anthus* and *Motacilla* species. These are passerines that belong to the family of *Motacillidae*. Species of this family are migratory and feed insectivore (Svensson et al., 2010, p. 262). Therefore,

migratory birds, stopping in these fields, have the potential to provide the ecosystem service of biological pest control. In 2019, the data showed evidence for one species, that it is correlated to the number of thrips in the fields. This was the Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*).

Like in most agricultural ecosystems, one of the main challenges for farming in this hyper-arid area is pest damage to the crops. The farmers of the southern Arava report that insect pests cause severe damage and that conventional control methods are often not sufficiently efficient (Schäckermann et al., personal communication.).

The main pest for onion crops in the region is the onion thrips *Thrips Tabaci* Lindeman. It is an about 2mm long insect, that causes silvery scars by its feeding on the foliage of the green onion leaves, which reduces their marketability. There are pesticides to eradicate thrips (Lebedev et al., 2013). Repeated use of insecticides often leads to the development of resistant thrips populations. This has also been reported for onion thrips (Lebedev et al., 2013).

## 2 Research goal and questions

The goal of this research is to study the potential pest control service migratory birds can provide to the onion fields in the Southern Arava in relation to their migration phenology and habitat structures. Hence this study includes data collection about the traits and phenology of the relevant bird species, to indicate when their services can be provided and research about which structures and elements enhance the fields for the birds.

Similar surveys in onion fields of the same region were carried out in the autumn season of 2019. A second data set from a different year to support the findings of 2019 has not been collected thus far. Therefore, a second season of data aims to provide input about the interannual correlations between 2019 and 2023 as the results of the data analyses of the two years will be compared.

The two research questions guiding this study are:

1. Which bird species are the most relevant for pest control in onion fields in the Southern Arava?
  - a) Is the number of thrips correlated to the number of birds, and which are the main bird species feeding in the onion fields?
  - b) When are these birds available to give their services regarding their migration phenology?
2. Which structures and elements attract birds to fields and hence are enhancing fields as stop-over sites (water availability, shelter...) and how can the farmers use this knowledge to their advantage?

The following hypotheses have been formulated:

H1: Insectivorous bird species are the most relevant for pest control in the onion fields of the Southern Arava.

H1a) The number of thrips is correlated to the number of insectivorous migratory birds.

H1b) The pest-controlling bird species are available during autumn migration time as they use the fields as a stopover site before continuing their journey to the wintering grounds.  
 H2) Drinking spots, shelter, and perches in the field or very close to it will attract the birds to the onion fields.

### 3 Materials and Methods

#### Project area

The Southern Arava is a hyper arid desert area in the south of Israel.



Figure 1: The southern Arava in Israel

The annual precipitation ranges from 20mm to usually less than 50mm. Nevertheless, due to modern technology, irrigation systems, and proper planning, the Arava Valley plays an important role in the agricultural production of the country (Girma and Jemal, 2015; Goldreich and Karni, 2001). The main crops of the region are date palms, onions, and cucurbits. More than 40% of the country's field crops are grown here and it is the leading export region for agricultural products in Israel (Fedler, 2009).

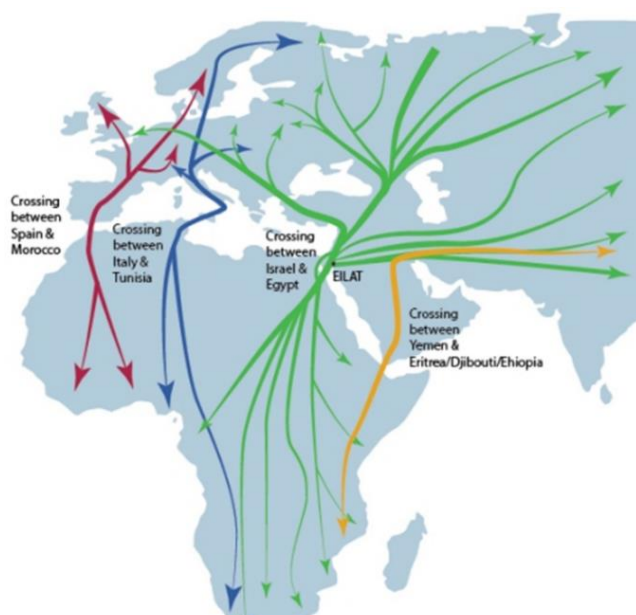


Figure 2: Migration routes between Europe, Asia and Afrika (Wysininfo Docuwebs, n.d.)

The Southern Arava is located on one of the busiest bird migration routes in the world (Shirihai, 1996). Bird species that are breeding in Europe and Asia and wintering in Africa must cross the Sahara Desert twice a year. As bird migration alternates between transit and stopover, habitats bordering ecological barriers are indispensable for providing food sources for these birds to fuel for the rest of their migration (Zduniak et al., 2013). The Eilat area is such a stopover site.

Important species that were analysed:

Based on the results of previous studies (2019), data collection concentrated on following species: Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*), White Wagtail (*Motacilla alba*), and Water Pipit (*Anthus spinoletta*). They all belong to the family Motacillidae which includes Pipits (*Anthus*) and Wagtails (*Motacilla*).



Figure 4: Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*)(Pavlou, 2022)



Figure 3: Water Pipit (*Anthus spinoletta*) (Pavlou, 2021a)



Figure 5: White Wagtail (*Motacilla alba*) (Pavlou, 2021b)

### Data collection

Data was collected over ten weeks in four onion fields during the growing season of the onions in autumn using fixed radius point counts for the birds and counting the abundance of thrips on the leaves of onion plants on the point count stand according to the protocol of the MoA. The research takes place in agricultural sites with farmers working in the fields with machinery.

This study, as well as a previous, similar study by Verners (1988), showed that counting periods longer than six minutes provide little advantage in the accumulation of new individuals, while shorter counting periods allow the observer to visit 15 to 35% more stations during the fieldwork (Petit et al., 1995).

Four onion fields were examined every week in the onion growing season, between the first week of October and the first week of December.

The fields were chosen according to availability. If possible, fields that were further apart were selected. In each field 2 to 3, fixed radius point counts (Petit et al., 1995), were conducted, depending on the size of the field, to collect data about bird species richness, abundance, and behaviour. All data was entered on the phone application “Survey 1,2,3” by the Geographic information system company Esri (Esri, 2023).

The count points were 100 metres apart. The observer was positioned in the centre of the point count location and collected data for approximately 5 minutes. All birds in a radius of 0 to 30 meters and a radius of 30 to 250 meters were recorded. In addition, the thrips in the leaves of 10 onion plants at the point count stand were counted. The observer also entered weather data: temperature and wind – none, light, medium or strong.



Onion field in Eilat

Data about habitat structure was recorded: (1) water availability: none, temporary or intensive, (2) perches (high trees, power lines) – none, 1 to 5 or many, and (3) shelter (bushes, hedgerows, windbreaks...) - yes or no as well as height of crop cover.

### Data analyses

For the data analyses, the birds observed were sorted according to various characteristics. These are: Migratory/ sedentary, Insectivore/ Onnivore/ Granivore/ Predator, Genus, Species

The data was analysed statistically using Microsoft Exel (Microsoft Corporation, 2024) and DATAtab online statistics calculator (DATAtab Team, 2024).

### Statistical tests

Correlational analyses between different categories of birds and the number of thrips were carried out using DATAtab online statistics calculator (DATAtab Team, 2024).

Correlation analysis is a statistical method to identify the correlation between two variables. The correlation coefficient  $r$  indicates strengths and direction of the correlation. It can vary between -1 and 1. The strength of the correlation was evaluated according to the following table:

### Phenology analyses

Phenology curves of birds, that were correlated to the frequency of thrips were created, using Microsoft Exel (Microsoft Corporation, 2024). Therefore, line graphs were used. The frequency of birds was summarised in weekly sections.



## 4 Results

### Frequency analyses on the abundance of birds and thrips

Mostly migratory birds have been observed within 0-30 meters from the observer: 93% of migratory birds and 7% of sedentary birds have been observed (figure 6). In 30-250 meters

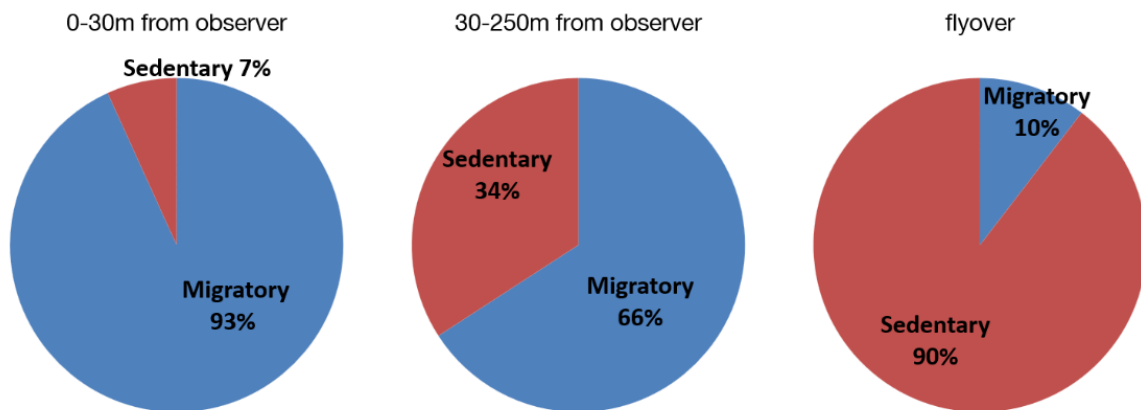


Figure 6: Migratory and sedentary birds in various distances

from the observer, 66% of migratory and 34% of sedentary birds have been observed whereas in the flyover birds, just 10% were migratory and 90% sedentary.

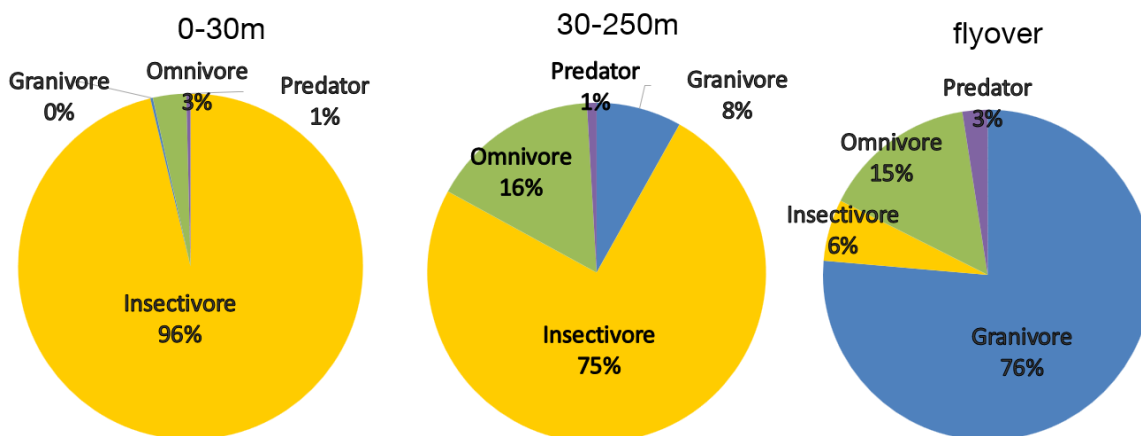


Figure 7: Birds of different feeding types in various distances

The analyses of the appearance of the four different feeding types of birds (insectivore, omnivore, granivore and predator) shows that the great majority of birds in the fields were insectivores (figure 7). At 0-30 meters from the observer, 96% of birds observed were insectivores, just 3% were omnivores and 1% were predators. No granivore birds have been observed in 0-30m.

At 30-250 meters from the observer, 75% of the birds observed were feeding insectivores, 16% omnivores, 8% granivores and 1% predators.

Of the flyover birds, 6% feed on insects, 15% are omnivores, 76% are granivores and 3% predators.

At a distance of 0-30 meters from the observer, the most common observed genus was *Anthus* 67% of the observations, 22% of the observations were of the genus *Motacilla*, 6% *Hirundo* and 1% *Luscinia* (figure 8).

In a distance of 30-250 meters from the observer, 30% of the observed birds belonged to genus *Motacilla*, 29% belonged to genus *Anthus* and 8% to genus *Hirundo*. Birds of these genera are insectivore. Omnivore genera were *Passer* which were observed at a rate of 5% and *Pychonotus* at a rate of 4%.

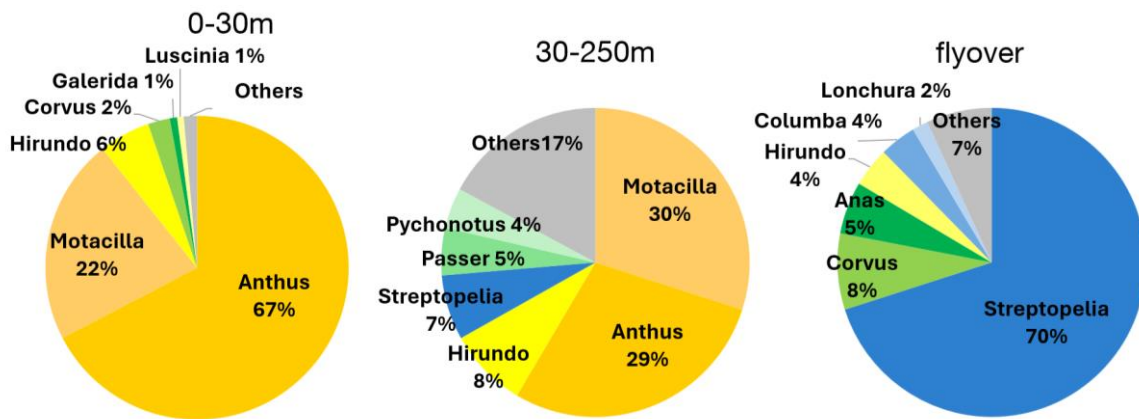


Figure 8: Top seven genera in various distances

The seven most common bird species in the onion fields were as follows: In 0-30 meters from the observer, 51% of the observed birds were Red-throated Pipits (*Anthus cervinus*), White Wagtail (*Motacilla alba*), 18% and the third most commonly observed species was the Water Pipit (*Anthus spinoletta*), 15% of the observed birds.

In 30-250 meters, the most frequently observed bird species was the White Wagtail (*Motacilla alba*), Red-throated Pipits (*Anthus cervinus*) 23% of the observed bird species.

Flyover birds were mainly pigeons and doves (figure 9).

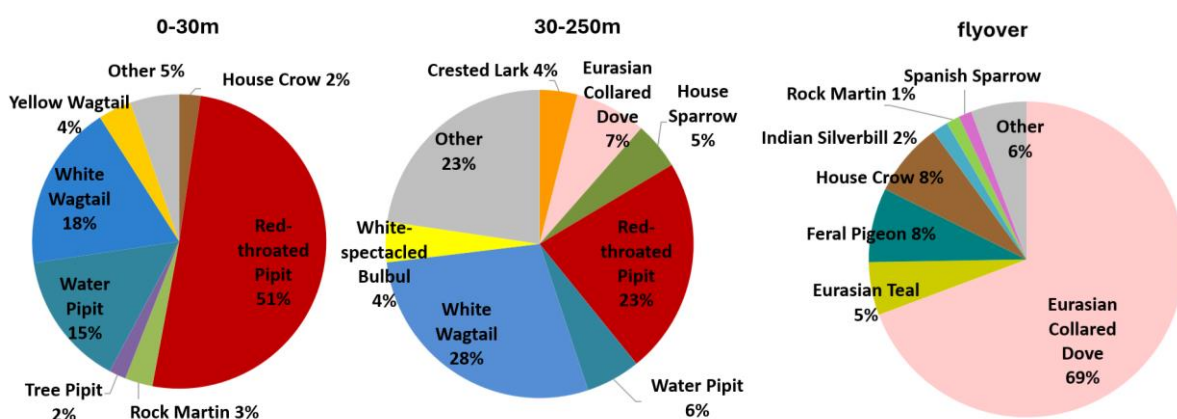


Figure 9: Top seven species in various distances

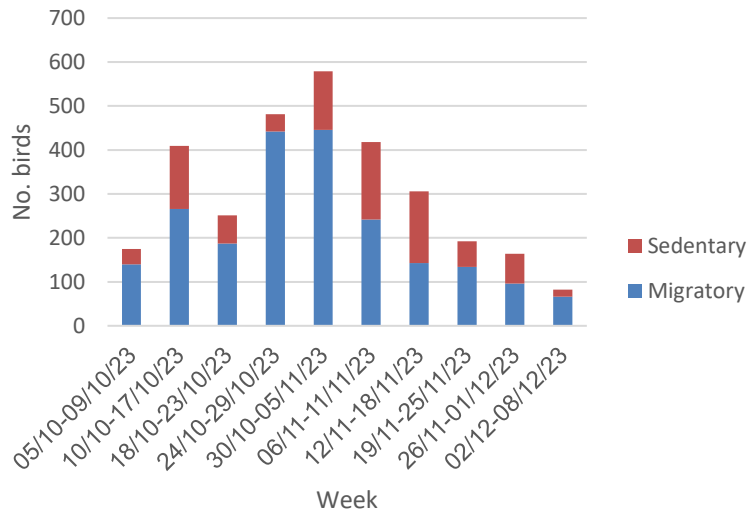


Figure 10: Migratory and sedentary birds observed in all distances by time

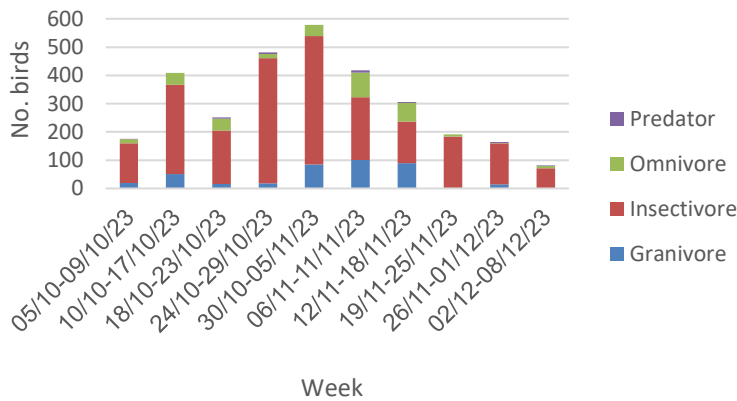


Figure 11: Types of birds according to their feeding types observed by time for observations in all distances

The frequency of migratory and sedentary birds observed in all distances: Figure 10 displays that the great majority of birds observed was migratory birds.

Types of birds according to their feeding types have been observed by time for observations in all distances. The graph (Figure 11) shows that mainly insectivore birds have been observed in all distances over all weeks of observation.

The frequency of the seven most common bird species at 0-30 meters from the observer has been analysed by time (Figure 12). It is noticeable, that the number of Red-throated Pipits (*Anthus cervinus*) is by far higher than the number of the other six most frequently observed bird species. Moreover, the frequency of Red-throated Pipits (*Anthus cervinus*) is the highest in the two weeks from 4.-29.10 and 30.10.-05.11.2023.

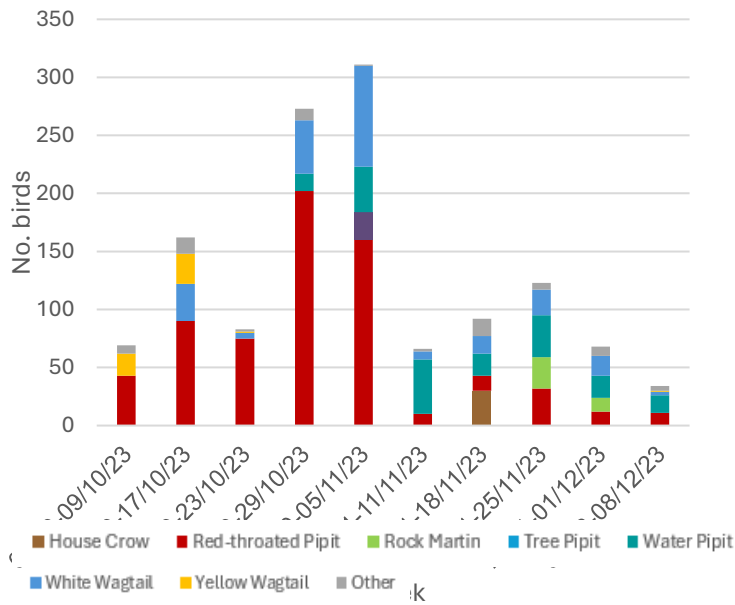


Figure 12: Frequency of top 7 bird species (0-30m) observed by time

In the week beginning on 6 November 2023, there is a clear drop in the number of Red-throated Pipits (*Anthus cervinus*) and in the following weeks the numbers of the weeks before 6 November 2023 are no longer reached.

The second most common species is the White Wagtail (*Motacilla alba*). The biggest numbers of White Wagtails (*Motacilla alba*) have also been observed in the two weeks between the 24<sup>th</sup> of October and the 5<sup>th</sup> November. From the end of October on, Water Pipits (*Anthus spinoletta*) can be observed regularly, which is the third most

common species in frequency at 30-250 meters.

In 0-250m combined, the observations of the 7 most common species included: Red-throated Pipit

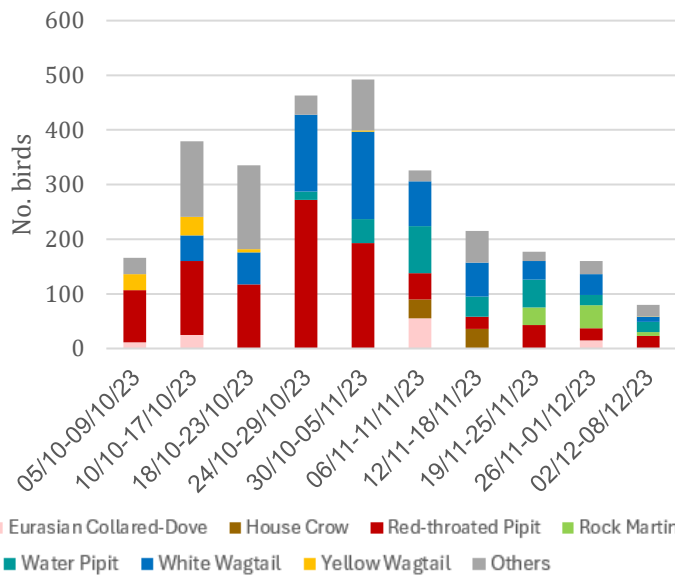


Figure 13: Frequency of top 7 bird species (0-250m) observed by time.

(*Anthus cervinus*) and White Wagtail (*Motacilla alba*) continue to be by far the most frequently observed species, followed at some distance by the third most common species, the Water Pipit (*Anthus spinoletta*). After that, Eurasian Collared Dove (*Streptopelia decaocto*), Rock Martin (*Ptyonoprogne fuligula*), Yellow Wagtail (*Motacilla flava*) and House Crow (*Corvus splendens*) are among the seven most common species (Fig. 13).

The frequency of thrips over the whole period of observations has been visualized in Figure 14. Comparing the number of thrips by time with the number of birds in a distance of 0-250 meters (Figure 13), it stands out that especially for the weeks from the 24<sup>th</sup> of October until the end of the

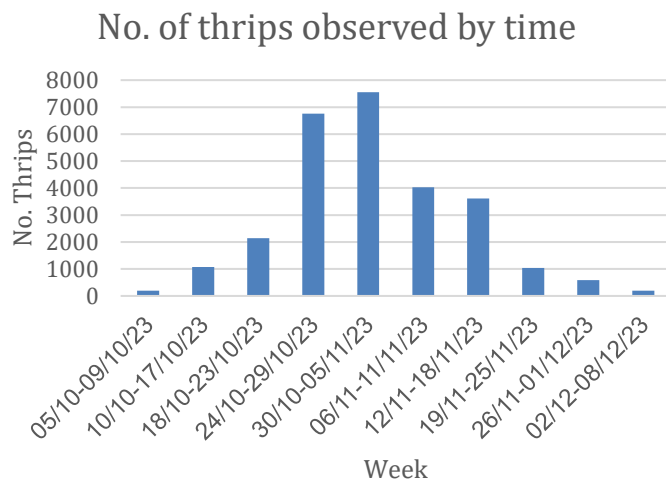


Figure 14: No. of thrips observed by time.

observations at the beginning of December, there is a correlation in abundance of thrips and abundance of birds. This correlation is not so strong in the first three weeks of the observations.

### Correlation analyses between birds and thrips

We the correlation between the number of birds and the number of thrips. The statistical tests showed evidence that there are correlations to the abundancy of thrips for all birds

as well as migratory birds in 0-250 meters from the observer and 0-30 meters from the observer (table 1).

Table 1 summary of the results of the correlation analyses between Thrip and bird abundance in 0-30m and 0-250m for different bird groups and species.

BIRD (type, genus, species...)	Normally distributed?	Spearman correlation 0-250m <i>r, p</i>	Spearman correlation 0-30m <i>r, p</i>
All birds	no	$r(100) = 0.47, p < 0,001$	$r(100) = 0.39, p < 0.001$
Migratory birds	no	$r(100) = 0,53, p < 0,001$	$r(100) = 0.4, p < 0.001$
Insectivore birds	no	$r(100) = 0.48, p < 0.001$	$r(100) = 0.13, p = 0.19$
<i>Anthus</i>	no	$r(100) = 0.31, p = 0.001$	$r(100) = 0.15, p = 0.129$
<i>Motacilla</i>	no	$r(100) = 0.25, p = 0.01$	$r(100) = -0.03, p = 0.798$
<i>Hirundo</i>	no	$r(100) = -0.11, p = 0.254$	$r(100) = -0.09, p = 0.384$
Red-throated Pipit ( <i>Anthus cervinus</i> )	no	$r(100) = 0.25, p = 0.018$	$r(100) = 0.14, p = 0.175$
White Wagtail ( <i>Motacilla alba</i> )	no	$r(93) = 0.4, p < 0.001$	$r(93) = 0.15, p = 0.136$
Water-Pipit ( <i>Anthus spinoletta</i> )	no	$r(63) = 0.33, p = 0.007$	$r(63) = 0.11, p = 0.393$

## Migration phenology analyses

In the first week of observations in the fields from the 5<sup>th</sup> to the 9<sup>th</sup> of October, there were already over 150 birds counted. Abundances are fluctuating but peaking at about 490 birds in week five from 30<sup>th</sup> October to 5<sup>th</sup> November. To the last week of observations, numbers are falling a little steeper to around 80 individuals (Fig.15)

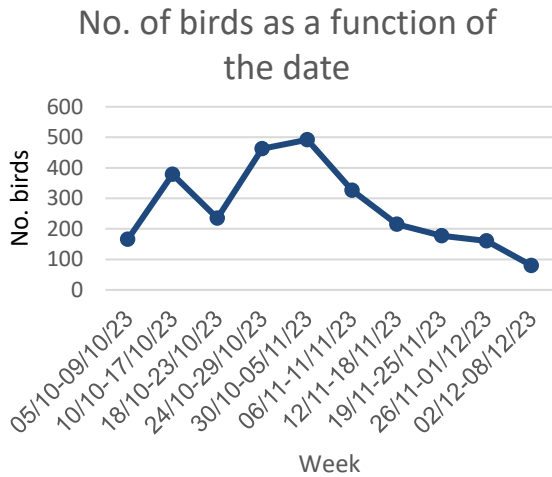


Figure 15: No. birds as a function of date

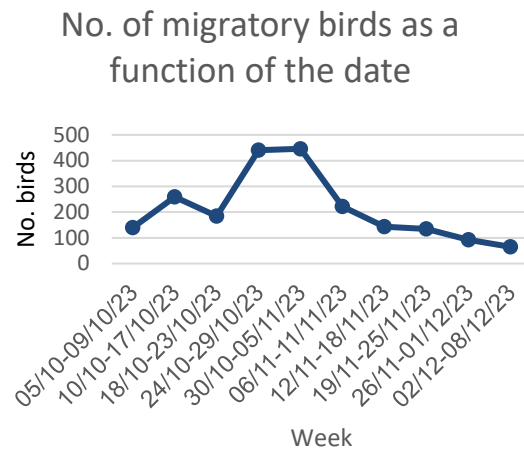


Figure 16: No. migratory birds as a function of date

Figure 16 displays the number of migratory birds observed over the same period of time in the same time intervals with similar patterns peaking with 440 migratory birds at the end of October-beginning of November.

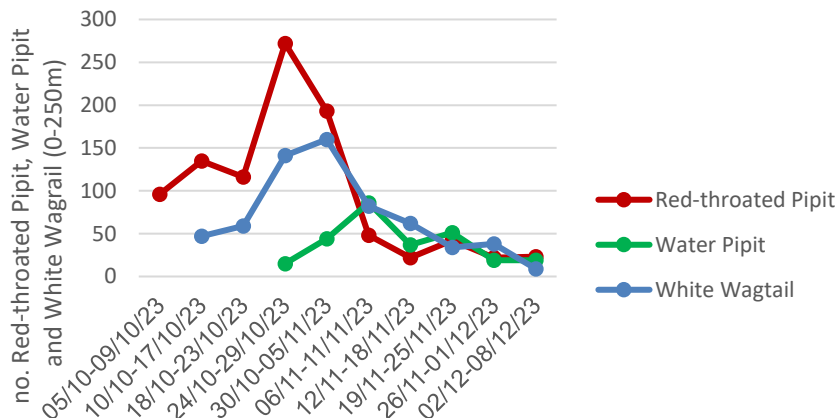


Figure 17: No. Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*), Water Pipit (*Anthus spinoletta*) and White Wagtail (*Motacilla alba*) as a function of the date.

Figure 17 displays the frequency of the three species, which are relevant for pest control. The Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*) has been observed from the first week of observations on. The White Wagtail (*Motacilla alba*) has been observed from the

second week of observations on, while the Water-Pipit (*Anthus spinoletta*) has first been observed

from the fourth week of observations on, which was end of October. The graph shows, that the peak of observations is different for the three species.

## **Environmental influences on the appearance of migratory birds in onion fields**

### **Habitat structures**

#### **Water**

The appearance of water was documented on in the categories none – temporary – intensive. Intensive has never been reported. As the data was not normally distributed, a Mann-Whitney U-test was conducted. It was hypothesized that there would be more birds in the fields if there was water available.

The hypothesis, that there would be more birds if water was available than if no water was available needed to be rejected towards the null hypothesis for this sample. There was not a difference in the frequency of birds coming to the fields if water was available or not.

#### **Perches**

Perches were documented in the categories none – 1 to 5 - many. Here, too, it was investigated whether the presence of perches makes the fields more attractive for migratory birds. It was hypothesized that there is a difference in the frequency of birds for various numbers of perches.

No evidence could be found that birds prefer coming to the fields if there are perches available. For the Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*), the Kruskal-Wallis test and the following post-hoc test, the Dunn-Bonferroni test showed evidence, that Red-throated Pipits (*Anthus cervinus*) prefer coming to the fields, if there are no perches available than if a few perches are available. However, there were just three counts with 0-5 perches, so it is doubtful, if the test is statistically evaluable. For the Water Pipit, there were no counts with 0-5 perches and just one count with many perches, therefore, no test could be conducted. The hypothesis, that there would be a difference in the number of birds coming to the fields if perches are available needed to be rejected in favour to the null hypothesis, there is no difference in the number of birds coming to the fields, if perches available or not.

## **5 Discussion**

We found that mostly migratory birds feed on insects, while stopping in onion fields on their migration route. This is an important indication that they are important for pest control, which was also documented in several studies in India (Rajashekara and Venkatesha, 2014; Singh et al., 2019; Upadhyay et al., 2019).

Mainly insectivorous migratory birds have been observed in the fields which suggests that the birds come to the fields because of the insects present here, mainly Thrips tabaci. Which is also supported by the finding that habitat structures like perches, water and shelter had no significant impact on bird abundance in fields. The two most common genera observed in the onion fields were *Anthus* and *Motacilla*. Both genera belong to the family of *Motacillidae* which contains migratory insectivore

bird species (Svensson et al., 2010, p. 262). The impacts of *Motacillidae* in avian-mediated pest control has already been reported in several studies in India, (Kumar et al., n.d.; Mandan et al., 2014; Rajashekara and Venkatesha, 2014) where generally more Pipit and Wagtail species are present than in the Middle East (Sullivan et al., 2009).

The three most common species within a radius of 250 meters are the Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*), the White Wagtail (*Motacilla alba*) and the Water Pipit (*Anthus spinoletta*).

Especially these for pest control relevant species have mostly been observed in or at the edges of the fields. Other species as for example the omnivore White-spectacled Bulbul (*Pycnonotus xanthopygos*) or birds of the genus *Passer* or the insectivore but resident Graceful Prinia (*Prinia gracilis*) were often calling from bushes in the surrounding of the fields.

The analyses of the distribution of migratory and sedentary birds as well as the distribution of birds of different feeding types in all distances showed, that over the whole time of observations, it was mostly insectivore migratory bird species, that were observed in the fields which brings a high potential for biological pest control services.

Our results about the varying bird abundances of different species throughout the season indicates the important role migration phenology plays in avian-mediated pest control. The analyses of the abundance of thrips over time shows similar patterns, indicating that birds can work as biological pest controllers for thrips tabaci as their phenology of appearance in the region is similar.

Birds of the genera *Anthus* and *Motacilla*, were correlated to the number of thrips in the onion. The three species that were correlated to the number of thrips in the fields were the Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*), the White Wagtail (*Motacilla alba*) and the Water Pipit (*Anthus spinoletta*), indicating that these birds might stay in higher number inside the fields if they can find insect prey. They are therefore potentially the most relevant species for pest control in the onion fields in the Southern Arava.

The White Wagtail (*Motacilla alba*) has been reported as pest control agent in several studies (Chougale, n.d.; Rajashekara and Venkatesha, 2014; Singh et al., 2019) and also the Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*) is known as pest control agent (Rajashekara and Venkatesha, 2014).

We hypothesized, that the pest controlling bird species are available during autumn migration time as they use the fields as a stopover site before continuing their journey to the wintering grounds.

Which can now be even more specified based on the migration phenology analyses.

The comparison of the three species that were correlated to the number of thrips showed that during the whole growing season of the onions, at least one of these species was present in the fields, mostly it was all three of them. A difference in phenology was especially visible between the Water Pipit (*Anthus spinoletta*) and the other two species. It has first been observed four weeks later than Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*) and three weeks later than the White Wagtail (*Motacilla alba*) in the Eilat onion fields. Accordingly, its peak in the number of birds is also later than the peak of the other bird species: It is two weeks later than the Red-throated Pipit's (*Anthus cervinus*) and one week later than the White Wagtail's (*Motacilla alba*). Thus, the later peak of Water Pipits (*Anthus spinoletta*) somewhat buffers the falling numbers of the other two species. This indicates the importance of phenological differences between pest-control agents.

No evidence could be found that the abundance of birds is higher if there is water or perches available. Nevertheless, especially White Wagtails (*Motacilla alba*) could regularly be observed drinking out of water puddles, hinting that water availability is important but was never a limiting



factor throughout the data collection season. Data about shelter was not included in the analyses as it is the onion leaves themselves that provide shelter and their height is correlated to the time of the season.

Reflected results are initial results. The final outcome of the study including a comparison of data and results for data sets from 2 years (2019 and 2023) are part of a Bachelor thesis which will be submitted in May 2024. Data analyses is ongoing and final results will be ready in summer 2024. For further research, it is suggested to talk with farmers if it is possible to establish a permanent water supply for birds and perches for birds in the field itself. Now water puddles were just permanently created by sprinklers. Perches, if available, were mostly at the edges and not in the field itself. Also permanent shelter at the edges of the fields could be critical for birds in the early stages of the onion growing season.

## References

- Alcamo, Joseph., Bennett, E.M., Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2003. Ecosystems and human well-being : a framework for assessment. Island Press.
- Ausher, R., 1997. Implementation of Integrated Pest Management in Israel, *Phytoparasitica*.
- Bairlein, F., 2022. Das große Buch vom Vogelzug: eine umfassende Gesamtdarstellung. AULA-Verlag.
- Bairlein, F., 2011. Schwerpunktthema "Klima und Vogelwelt" • Plenarvorträge Spuren des Klimawandels in der Vogelwelt-Wohin führen sie?, Vogelwarte.
- Boesing, A.L., Nichols, E., Metzger, J.P., 2017. Effects of landscape structure on avian-mediated insect pest control services: a review. *Landsc Ecol* 32, 931–944. <https://doi.org/10.1007/s10980-017-0503-1>
- Chemnitz, C. 1976-, Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, 2022. Pestizidatlas Daten und Fakten zu Giften in der Landwirtschaft.
- Cheng, K., 2014. *Anthus spinoletta* [WWW Document]. *Animal Diversity Web*.
- Chougale, T.M., n.d. BIRDS AS PEST BIOCONTROL AGENTS FROM WESTERN MAHARASHTRA, INDIA. *Advances in Animal Science Volume I* 130.
- Countryaah.com, n.d. Where is Israel located [WWW Document]. URL Countryaah.com (accessed 3.5.24).
- Cowell, S.J., 1995. Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective: edited by William B Meyer and B L Turner II Cambridge University Press, Cambridge, 1994, 537 pp. *Global Environmental Change* 5, 161–162. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0959-3780\(95\)90051-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0959-3780(95)90051-9)
- Crowder, D.W., Jabbour, R., 2014. Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: Current status and future challenges. *Biological Control* 75, 8–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.10.010>
- Damien, M., Tougeron, K., 2019. Prey–predator phenological mismatch under climate change. *Curr Opin Insect Sci* 35, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.07.002>
- DATAtab Team, 2024. DATAtab: Online Statistics Calculator [WWW Document]. DATAtab e.U. Graz, Austria. URL <https://datatab.net>.
- Eric Neuling, n.d. Früher, weiter und...hungriger. Was der Klimawandel mit Zugvögeln macht. [WWW Document].

- Esri, 2023. Survey123.
- Evenden, M.D., 1995. The Laborers of Nature: Economic Ornithology and the Role of Birds as Agents of Biological Pest Control in North American Agriculture, ca. 1880–1930. *Forest and Conservation History* 39, 172–183. <https://doi.org/10.2307/3983958>
- Fedler, J., 2009. Israel's Agriculture in the 21st century.
- Fontana, C.S., Chiarani, E., da Silva Menezes, L., Andretti, C.B., Overbeck, G.E., 2018. Bird surveys in grasslands: do different count methods present distinct results? *Rev Bras Ornitol* 26, 116–122. <https://doi.org/10.1007/BF03544422>
- García, D., Miñarro, M., Martínez-Sastre, R., 2018. Birds as suppliers of pest control in cider apple orchards: Avian biodiversity drivers and insectivory effect. *Agric Ecosyst Environ* 254, 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.034>
- Garcia, K., 2022. NET EFFECTS OF WILD AND MANAGED BIRDS IN NET EFFECTS OF WILD AND MANAGED BIRDS IN AGROECOSYSTEMS AGROECOSYSTEMS. <https://doi.org/10.13023/etd.2022.230>
- Gayk, Z., 2008. *Anthus cervinus* (On-line). Animal Diversity Web.
- Geofabrik GmbH, OpenStreetMap Contributors, 2018. Geofabrik's download server [WWW Document]. URL <https://download.geofabrik.de/asia/israel-and-palestine.html> (accessed 3.5.24).
- Girma, M., Jemal, A., 2015. Irrigation system in Israel: A review. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering* 7, 29–37. <https://doi.org/10.5897/IJWREE2014.0556>
- Golan, Y., 2024. Communication with Yotam Golan, field manager of the Eilat fields.
- Goldreich, Y., Karni, O., 2001. Climate and Precipitation Regime in the Arava Valley, Israel. *Israel Journal of Earth Sciences* 50, 53–60. <https://doi.org/10.1092/1V61-FPGF-Y5VK-ADAG>
- Hertzog, M.A., 2008. Considerations in determining sample size for pilot studies. *Res Nurs Health* 31, 180–191. <https://doi.org/10.1002/nur.20247>
- inaturalist.org, n.d. Bachstelze (*Motacilla alba*) [WWW Document].
- Itai Opatowsky et al., 2016. להדברת כולל ממשק בחינת הטבק תריפס בגידול בצל הבשור באזור הפגיעה וצמצום קש מהלבנת.
- ITROLAB Ltd, 2012. Permissible Plant Protection Agents for Use on Spring Onion for Export.
- Jabbour, R., Crowder, D.W., Aultman, E.A., Snyder, W.E., 2011. Entomopathogen biodiversity increases host mortality. *Biological Control* 59, 277–283. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.07.016>
- Jesussek, M., Volk-Jesussek, H., 2023. Statistik leichtgemacht. Eine verständliche Einführung, 3rd ed. DATAtab E.U., Graz.
- Karp, D.S., Mendenhall, C.D., Sandí, R.F., Chaumont, N., Ehrlich, P.R., Hadly, E.A., Daily, G.C., 2013. Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield. *Ecol Lett* 16, 1339–1347. <https://doi.org/10.1111/ele.12173>
- Kirk, D.A., Evenden, M.D., Mineau, P., 1996. Past and Current Attempts to Evaluate the Role of Birds as Predators of Insect Pests in Temperate Agriculture, in: Nolan, V., Ketterson, E.D. (Eds.), *Current Ornithology*. Springer US, Boston, MA, pp. 175–269. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5881-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5881-1_5)
- Kislev, L., n.d. Birds of Israel [WWW Document]. Tatzpit, Birding Tours and Birdwatching in Israel with Lior Kislev. URL <http://www.tatzpit.com/site/en/pages/inPage.asp?catID=9> (accessed 3.6.24).
- Kuckartz, U., Rädiker, S., Ebert, T., Schehl, J., 2013. Statistik. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19890-3>
- Kumar, A., Kler, K., Palot, M.J., n.d. AVES (BIRDS): In Faunal Diversity of Agroecosystem in India AVES (BIRDS).

- Lebedev, G., Abo-Moch, F., Gafni, G., Ben-Yakir, D., Ghanim, M., 2013. High-level of resistance to spinosad, emamectin benzoate and carbosulfan in populations of *Thrips tabaci* collected in Israel. *Pest Manag Sci* 69, 274–277. <https://doi.org/10.1002/ps.3385>
- Lindell, C., Eaton, R.A., Howard, P.H., Roels, S.M., Shave, M.E., 2018. Enhancing agricultural landscapes to increase crop pest reduction by vertebrates. *Agric Ecosyst Environ* 257, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.01.028>
- Maas, B., Clough, Y., Tschardtke, T., 2013. Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes. *Ecol Lett* 16, 1480–1487. <https://doi.org/10.1111/ele.12194>
- Mandan, J.K., Vinayak, P., Sanjay, B., 2014. Birds associated with paddy fields in Ratanagiri, Maharashtra. *Indian Forester* 140, 993–997.
- Microsoft Corporation, 2024. Microsoft Exel.
- Miller, L.A., Surlykke, A., 2001. How Some Insects Detect and Avoid Being Eaten by Bats: Tactics and Countertactics of Prey and Predator: Evolutionarily speaking, insects have responded to selective pressure from bats with new evasive mechanisms, and these very responses in turn put pressure on bats to “improve” their tactics. *Bioscience* 51, 570–581. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0570:HSIDAA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0570:HSIDAA]2.0.CO;2)
- Møller, A.P., 2019. Parallel declines in abundance of insects and insectivorous birds in Denmark over 22 years. *Ecol Evol* 9, 6581–6587. <https://doi.org/10.1002/ece3.5236>
- Navntoft, S., Wratten, S.D., Kristensen, K., Esbjerg, P., 2009. Weed seed predation in organic and conventional fields. *Biological Control* 49, 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.12.003>
- Opit, G.P., Perret, J., Holt, K., Nechols, J.R., Margolies, D.C., Williams, K.A., 2009. Comparing Chemical and Biological Control Strategies for Twospotted Spider Mites (Acari: Tetranychidae) in Commercial Greenhouse Production of Bedding Plants. *J Econ Entomol* 102, 336–346. <https://doi.org/10.1603/029.102.0144>
- Pavlou, V., 2022. Red-throated Pipit (*Anthus cervinus*). inatura list.
- Pavlou, V., 2021a. Water pipit (*Anthus spinoletta*). inatura list.
- Pavlou, V., 2021b. White Wagtail (*Motacilla alba*). inatura list.
- Peisley, R.K., Saunders, M.E., Luck, G.W., 2015. A Systematic Review of the Benefits and Costs of Bird and Insect Activity in Agroecosystems. *Springer Sci Rev* 3, 113–125. <https://doi.org/10.1007/s40362-015-0035-5>
- Petit, D.R., Petit, L.J., Saab, V.A., Martin, T.E., 1995. Fixed-Radius Point Counts in Forests: Factors Influencing Effectiveness and Efficiency 1.
- QGIS Association, 2023. QGIS Geographic Information System.
- Rajashekara, S., Venkatesha, M.G., 2014. Insectivorous bird communities of diverse agroecosystems in the Bengaluru region, India, ~ 142 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies*.
- Ramirez, R.A., Snyder, W.E., 2009. Scared sick? Predator–pathogen facilitation enhances exploitation of a shared resource. *Ecology* 90, 2832–2839. <https://doi.org/10.1890/08-1941.1>
- Robbins, C.S., 1981. BIRD ACTIVITY LEVELS RELATED TO WEATHER, *Studies in Avian Biology*.
- Roubos, C.R., Rodriguez-Saona, C., Isaacs, R., 2014. Mitigating the effects of insecticides on arthropod biological control at field and landscape scales. *Biological Control* 75, 28–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.01.006>
- Schäckermann, J., Weiss, N., Morris, N., Shnayder, E., 2020. Birds observed in and above fields in the Southern Arava (unpublished data).
- Schäckermann, J., Weiss, N., Morris, N., Shnayder, E., n.d. Communication with farmers (unpublished data).
- Shirihai, H., 1996. The Birds of Israel, *Brit. Birds*.

- Singh, V., Bisht, S.S., Rajwar, N., Miglani, R., 2019. Avian diversity and its ecological impact on agro-ecosystems as biological pest control agents near Sharda River bank, Uttarakhand, India. *Journal of Entomological Research* 43, 547. <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2019.00096.3>
- Stenberg, J.A., Sundh, I., Becher, P.G., Björkman, C., Dubey, M., Egan, P.A., Friberg, H., Gil, J.F., Jensen, D.F., Jonsson, M., Karlsson, M., Khalil, S., Ninkovic, V., Rehermann, G., Vetukuri, R.R., Viketoft, M., 2021. When is it biological control? A framework of definitions, mechanisms, and classifications. *J Pest Sci* (2004) 94, 665–676. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01354-7>
- Sullivan, B.L., Wood, C.L., Iliff, M.J., Bonney, R.E., Fink, D., Kelling, S., 2009. eBird: a citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation* [WWW Document].
- Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D., 2010. Collins bird guide 2nd edition. *British Birds* 103, 248–252.
- Upadhyay, M., Vyas, R., Sharma, V., 2019. Avifauna of Sophia Girl's College Campus, Ajmer, Rajasthan. *Shrinkhla Ek Shodhparak Vaicharik Patrika* 6, 74–80.
- Visual Crossing Corporation, 2024. Weather Data Services | Visual Crossing [WWW Document]. URL <https://www.visualcrossing.com/weather/weather-data-services/Eilat/metric/2023-10-01/2024-02-16> (accessed 2.17.24).
- Welch, K.D., Harwood, J.D., 2014. Temporal dynamics of natural enemy–pest interactions in a changing environment. *Biological Control* 75, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.01.004>
- Wenny, D.G., DeVault, T.L., Johnson, M.D., Kelly, D., H. Sekercioglu, C., Tomback, D.F., Whelan, C.J., 2011. The Need to Quantify Ecosystem Services Provided by Birds. *Auk* 128, 1–14. <https://doi.org/10.1525/auk.2011.10248>
- Whelan, C.J., Şekercioğlu, Ç.H., Wenny, D.G., 2015. Why birds matter: from economic ornithology to ecosystem services. *J Ornithol* 156, 227–238. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1229-y>
- Wysinfo Docuwebs, n.d. Birding in Eilat [WWW Document]. URL <https://wysinfo.com/birding-in-eilat-long/> (accessed 3.5.24).
- Zduniak, P., Yosef, R., Meyrom, K., 2013. A comparison of passerine migration in southern and northern Israel. *J Arid Environ* 90, 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.09.016>

### **Monitoring and managing bat houses for habitat enhancement**

- **mitigate overheating using ibutton sensors.**

## **1 Introduction**

Bats are essential in ecosystems, pollinating plants and controlling insect populations. Climate change, habitat loss, and other factors are declining worldwide. The first artificial bat shelters in European forests were established in France in 1918 (Margaret & Lisa, 2000). Few studies have been published on the effects of climate change on the bat box microclimate, and little is known about the effects of different materials on the internal temperature. European publications report that bats prefer wooden concrete or wooden boxes (Garazi et al., 2018) and that the occupancy of wooden boxes was 20% higher than wooden boxes. The specific effects of color, pattern, microenvironment, and orientation on the indoor temperature in arid and semi-arid areas, where summer temperatures often reach 40 °C, have been poorly studied. Studies have shown that temperate females prefer warm enclosures after birth (Tomas & Zdenek, 2007).

Bats are fundamental in ecosystems as natural pest control agents and help maintain biodiversity (Jones et al., 2009). In the Arava region, bats can serve as valuable pest control tools, particularly for crops such as dates and other agricultural products. However, the suitability of bat roosts, especially overheating roosts, has yet to be thoroughly investigated. This research project aimed to fill this gap and support local farmers in choosing suitable bat roosts. Bats perform essential ecological services such as insect control due to their insectivorous diet, seed dispersal, and pollination. They are crucial in maintaining ecosystems' balance and contributing to biodiversity. They eat many insects, including agricultural pests, reducing dependence on chemical pesticides. Harnessing their natural predatory abilities can provide sustainable pest control solutions. Bat houses are artificial roosts designed to attract and house bats. They can be strategically placed in agricultural areas to increase bat abundance and encourage roosting, optimizing your pest control services. The Arava region experiences extreme heat, which challenges bat houses. These structures can become heat traps, leading to overheating and threatening the well-being and success of bats. This research will address this issue and identify suitable bat houses for Arava's local bat species and climate. The southern Arava is home to 16 insectivorous bat species. Thirteen species have been foraging in agricultural sites like date plantations and melon or pumpkin fields.

## **2 What is known from literature.**

Lourenço and Palmeirim report that females in maternal colonies avoid temperatures above 40°C (Sofia & Jorge, 2004). Recently, high mortality during overheating of bat roosts has been recorded along the east coast of the Iberian Peninsula. Indeed, the growing risk of overheating due to high summer temperatures in arid regions can turn traditional bat boxes—often intended for use in more temperate countries—into ecological traps (Carles, Ignacio, & Ramon, The value of bat boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies, 2006). Young pups are born in summer, and the

temperatures in the box can be pretty high. Outside the box, they would suffer even more from dehydration as they would no longer have a shelter to protect themselves from the sun's rays. In such situations, bats could not escape these boxes, reducing their chances of survival. Bats living in extremely arid areas are particularly vulnerable to the effects of climate change, as their large body surface area can cause them to suffer from dehydration, which can cause them to lose enormous amounts of water when overheating. Therefore, there is a need to improve the construction and use of bat roosts in these regions to avoid new episodes of bat mass extinctions (Carles et al., 2014).

### **Aims and Objectives**

The main objective of this project is to create bat houses suitable for southern Arava's climate and for the local bat species to provide bat house-building guidelines for farmers for desert agriculture to enhance bio-pest control by bats.

The main project aims are:

1. Monitor the temperature in bat boxes created as part of another project with ibutton sensors to determine overheating and suitable roosts.
2. Analyse obtained data from 2 years to identify temperature patterns or trends related to environmental or other factors.
3. Develop recommendations for bat roost management to reduce the risk of overheating and promote healthy bat populations and enhanced biological pest control.

The project aims to provide valuable information on the temperature in bat roosts and their impact on bat populations. The results will be used to develop strategies to reduce the risk of overheating and promote healthy bat populations. The project will also help protect bat populations in the region and raise awareness of the importance of bat conservation.

### **3 Methodology and Materials**

The research is conducted on the Southern Arava Research Center farm. The methodology for this research project involves a comprehensive literature review in gathering knowledge on roosting bat preferences and thermal requirements, as well as previous studies on bat boxes in similar climates. Fifty artificial bat roosts were installed across three different sites in the MOP Research Farm in Yotvata, Israel, in spring 2022. The sites included the Marula plantation with six experimental roosts, the Date Palm plantation with 14 experimental boxes, and the Mixed Palm Trees plantation with seven experimental roosts. These sites were chosen to represent different plantation settings within the Arava region. The bat houses encompass six designs, including Kent bat houses with chambers, pipes (hollows), small boxes, big boxes, and ventilated funnels made from boards and concrete houses. The

construction of the bat houses was carried out based on established plans and guidelines. To monitor the temperature in the artificial roosts, we used compact (16 mm diameter, 6 mm thick, 2.9g) temperature loggers (iButton1 DS1921G-F5 and DS1922L) that record and store the temperature data (range; 40-85 °C) (Sutti & Allan, 2014), with data collected at half-hour intervals throughout the research period from April to June. Ibutton sensors are small, inexpensive devices that can record temperature data every 30 minutes for several months. They are easy to install, use and maintain, making them ideal for monitoring temperature in bat boxes. The sensors will be placed in the bat boxes and secured against slipping or falling over by taping them on bamboo sticks. Ibutton technology has made significant discoveries and provided new data on changes in microclimate and body temperature that would otherwise be very difficult to obtain. This comprehensive methodology will systematically evaluate the thermal conditions in the bat roosts, considering various designs, color, and their effectiveness in the different plantation settings within the Yotvata Research Model Farm.

The collected temperature data is being managed and analyzed using the Maxim Integrated One-Wire Viewer software and Microsoft Excel or Google Sheets. The data analysis will be performed using a statistical analysis of the temperature data to determine if the temperature in bat boxes is outside the optimal range for bat survival and reproduction. Regression analysis identifies patterns or trends in data related to environmental or other factors such as house design, color, location, or ventilation. The data will be presented using graphs and tables to show the difference and significant changes that will be observed.

#### **4 Result**

We checked which bat houses surpassed the temperature limit of (40°C) to determine which were overheating and which remained below the limit. This analysis did not provide noteworthy results, as each bat house either overheated or there was an error in the data collection. The graphs show overheating in every plantation, however there is a slightly lower temperature in the Marula plantation (fig1 and 2). This is most likely due to the shadier nature of the trees.

We then compared the sum of overheating events in every house, organized by location and coded by color. Again, our data suggests that the Marula bat houses overheat less often, likely due to the shade. We further condensed our analysis by comparing color and house type so we could determine which house would perform best under the Arava Desert conditions and might be suitable for future investigation.

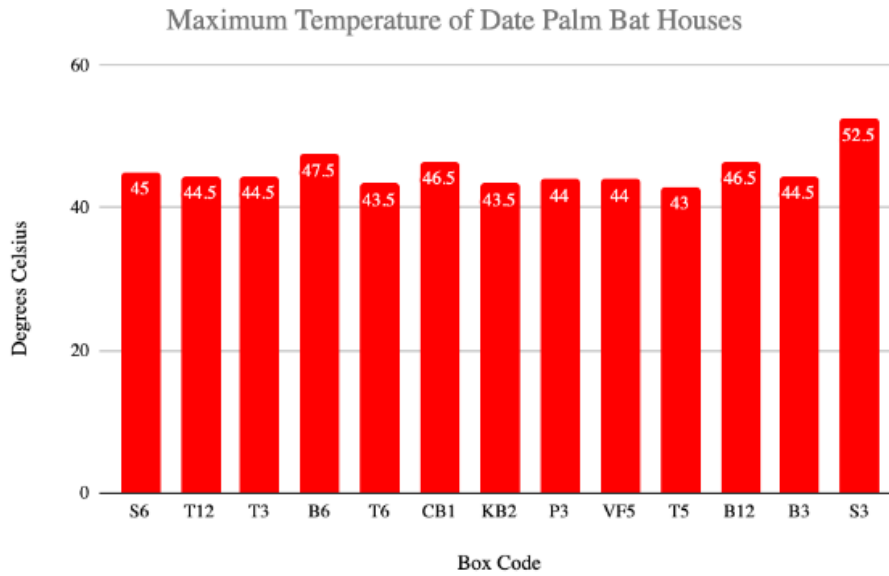


Figure 1. temperature in the different bat houses in date plantation. Every bat house overheated during the time of the experiment.

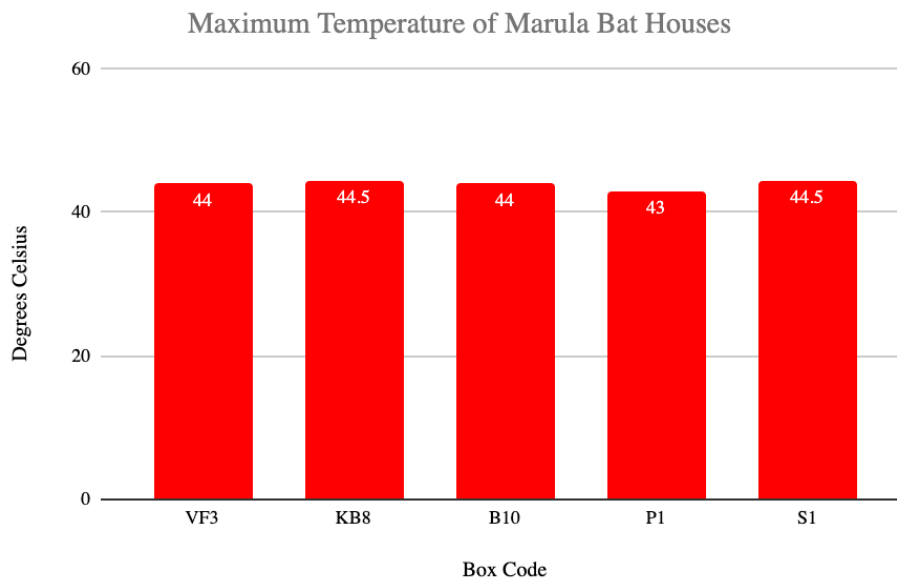


Figure 2. temperature in the different bat houses in Marula plantation. Every bat house overheated during the time of the experiment. Temperatures are slightly lower than in the date plantations

When analyzing the effect of colors on temperature, we did not include the concrete block as it overheated 117 times during the study, far higher than the average overheating events of any other color. In comparing the other colors - white, brown, gray, and blue - we found that blue and gray performed the worst with an average of around 85 overheating events since September. Brown was slightly better, with an average of 62.5 overheating events, and white performed best with an average of 46.28 overheating events during the study.



When breaking down the analysis by house type, we found that S-Type, board type, and ventilated funnel models overheated the most, with averages of over 80 overheating events. T-Type had an average of 52.667 events. The best house types for cooling were the pipe houses and the Kent bat houses. The pipe houses had an average of 48.5 overheating events throughout the course of the study and the Kent houses had an average of 40.6.

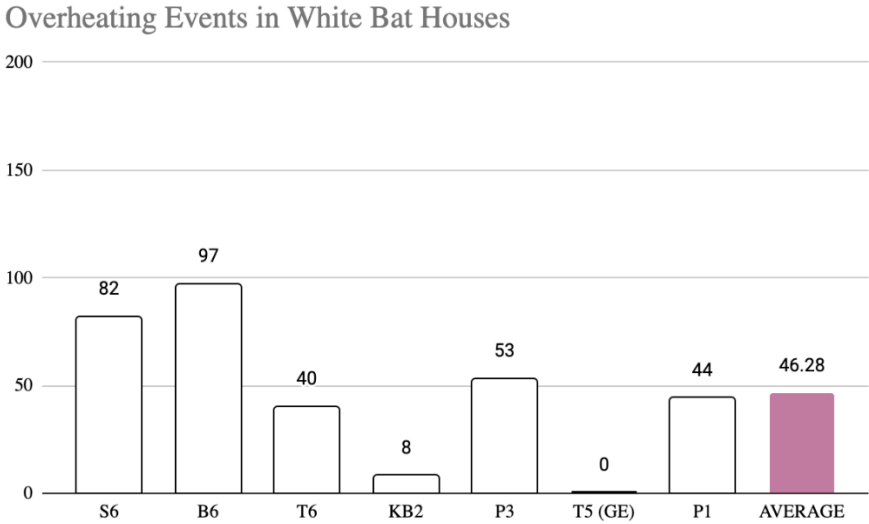


Figure 3 White bat houses and their overheating events.

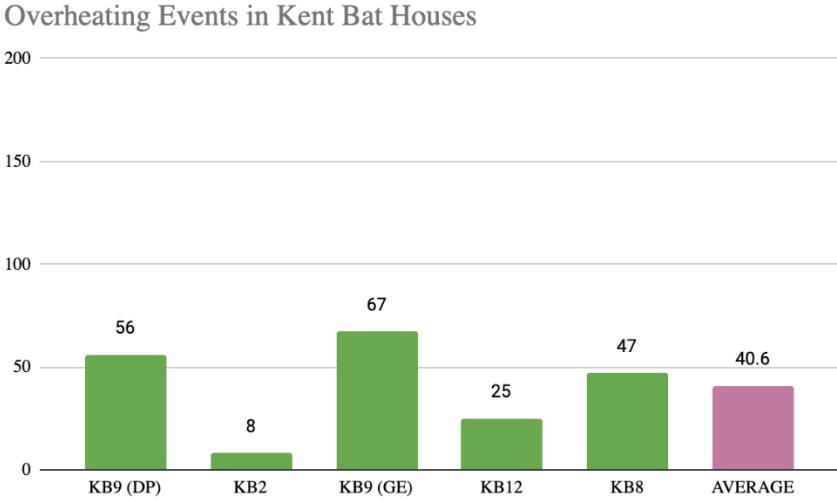


Figure 4 Overheating events in Kent bat houses. The bat house with the least overheating events.

**5 Discussion**

For ideal roosting climate temperatures should not be higher than 35C and should not be higher than 38C to ensure safe climates for bats.

Our total findings suggest that all bat houses overheat when placed in the Arava Desert climate. This means that the current bat house styles in use, as well as the different colors, may not be suitable for bats in this region. The design that overheats the least is the Kent Bat style, however to prevent the possibility of any overheating, experimentation on possible improvements to the initial style should be done. The concrete design overheated the most, which suggests that it should be disregarded as an option for a suitable living space. Additionally, the findings suggest that the white bat houses had the least overheating, while the brown houses overheated the most. We conclude that the most viable house option would be a white, Kent Bat house as that color and style maintain the lowest cases of overheating. However, since we surveyed fewer pipe style bat houses, it's possible they are both viable options.

Future research may need to include the possibility of passive and active cooling of the bat houses. For now, we do not recommend to install bat houses in hot desert climates since they may act as heat traps rather than improve the habitat for bats.

#### Literature list

- Carles , F., Ignacio, T., & Ramon, R. J. (2006, March 2). *The value of bat-boxes in conserving Pipistrellus pygmaeus in wetland rice paddies*. Retrieved from ScienceDirect: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.030>
- Carles, F., Xavier, P., Adrià, L. B., Ignasi, T., Lídia, F., Maria, M., . . . Antoni, A. (2014, March 31). *Could overheating turn bat boxes into death traps?* Retrieved from Secemu: <http://dx.doi.org/10.14709/BarbJ.7.1.2014.08>
- Garazi , M. B., Adria, L. B., Xavier, P. M., Maria , M., Xavier, P., & Carles, F. (2018, September 24). *Bat boxes and climate change: testing the risk*. Retrieved from Sci-hub: <https://doi.org/10.1007/s1053>
- Margaret, C. B., & Lisa, M. W. (2000). Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/4617303>
- Sofia, I. L., & Jorge, M. P. (2004, September 2). *Influence of temperature in roost selection by Pipistrellus pygmaeus (Chiroptera): relevance for the design of bat boxes*. Retrieved from ScienceDirect: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.11.006>
- Sutti, F., & Allan, M. S. (2014, August 24). *Research gate*. Retrieved from Wildlife society bulletin: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1002/wsb.473>
- Tomas, B., & Zdenek, R. (2007, December 1). *Influence of the microclimate of bat boxes on their occupation by the soprano pipistrelle Pipistrellus pygmaeus: a possible cause of roost switching*. Retrieved from BioOne: [https://doi.org/10.3161/1733-5329\(2007\)9\[517:IOTMOB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3161/1733-5329(2007)9[517:IOTMOB]2.0.CO;2)

# Wildflower Strips to Support Biodiversity in Desert Agriculture and Enhance Biological Pest Control and Pollination

PI: Dr. Jessica Schäckermann, MOP  
Students Josh Epstein and Laura Brohm

## Abstract

Israel's Arava desert, a hyper-arid ecosystem, is characterized by intensive agriculture, causing reduced biodiversity and loss of related ecosystem services in agroecosystems. Wildflower strips adjacent to agriculture are a known method to enhance biodiversity but a new concept to arid environments.

The goal of the presented study is to enhance ecosystem services of pollination and biological pest control by introducing wildflowers to desert agriculture. We planted flower strips of native desert plants alongside date plantations would work well in an agricultural setting and to test which plants would be most attractive to pollinators and parasitoid wasps. We studied the flower strips through insect-flower observation, suction samples, and camera traps. Data from fall and spring 2023 are compared.

Our results show that some native desert plants such as *Aaronsohnia factorovsky* have a high potential to enhance biodiversity in agroecosystems. There is a higher abundance of parasitoid wasps in spring, yet there still is parasitoid wasp presence in fall. Our findings will contribute to sustainable desert agriculture and give farmers an easy-to-use versatile tool to use ecosystem services efficiently.

## 1. Introduction

Agricultural intensification is a driver of global biodiversity decline, leading to a loss of ecosystem functions such as pollination and biological pest control (Balzan et al., 2016). This decline is primarily attributed to the increased use of monocultures and chemical inputs like fertilizers, pesticides, and herbicides. These practices simplify agricultural systems, resulting in a significant reduction in the diversity and abundance of natural enemies and pollinators in agroecosystems (Rusch et al., 2016). Consequently, the natural landscape degrades to the extent that it can no longer sustain healthy pollinator populations, reducing the pollination services essential for flowering crops (Gill et al., 2016).

The current global agricultural system, despite yielding increased production, causes widespread habitat loss and degradation (Rundlöf et al., 2022). There is, therefore, a crucial need to restore biodiversity and ecosystem services within agriculture. This restoration can be achieved through farming practices that specifically enhance biological pest control and pollination. In order to reverse the simplification of the agricultural system and decrease farmers'

on external inputs, it is important to understand how to restore these ecosystem services. According to Zehnder et al. (2007), two strategies are of particular interest: (i) provide habitats supporting pest enemies that have the ability to perform predation and parasitism, and (ii) complicate the search of host plants by pests. This research focuses on both of these approaches.

This research project explores the commonly proposed strategy of planting wildflower strips adjacent to farmland to provide habitat for biological control agents and pollinators. The research occurred in the Arava Valley hyper-arid desert.

### *The Arava valley*

The Arava Valley is located on the Israeli-Jordanian border, between the Dead Sea in the north and the Gulf of Aqaba in the south (Ginat et al., 2011). The valley is long and narrow and divides the Edom Mountain Range in the east from the Negev and Eilat Mountains in the west (Ostreicher, n.d.). It has a hyper-arid climate and it is characterized by a continuous lack of water, stemming from the very few permanent sources of water and a low level of precipitation. Additionally, the climate is immoderate and experiences high air temperatures (averagely >23 degree; summer average 31 degree) and strong radiation (Ginat et al., 2011).

Despite the extreme conditions, there are several productive agricultural communities, which produce crops such as peppers and melons. Date palm plantations dominate the region and are a prime source of income and livelihood of the kibbutzim communities.

The intensification of agricultural practice by means of irrigation and the construction of road 90, next to the establishment of kibbutzim, have led to a significant change in the hydrology (Ridder & Gallée, 1998). The Arava is naturally characterized by flash floods in the winter, with which flower seeds would flow into the flood channels and then grow. Due to the change in landscape and removal of vegetation, the original flooding areas are altered to an extent that floods carry water, soil and seeds directly to drainage canals. This results in little water being taken up by the land and a loss of wild flowering areas and biodiversity (Yom-tov, 2013).

The establishment of wildflowering strips in Arava plantations can recover some of the lost biodiversity and increase pollination and natural pest control in agriculture. While flowering strips are known to be successful in more moderate climates, there is no knowledge about the applicability and efficiency of the wildflower strips approach in arid systems. Therefore, this research internship focuses on the Arava valley and consists of multiple experiments with planting a variety of wild flowering plants adjacent to crops such as the date tree.

### *Wildflower strips*

According to research, wildflower strips can promote different aspects of farmland insect biodiversity and provide a habitat for natural pest enemies (Haaland et al., 2011; Korpela et al., 2013). They provide food such as nectar and pollen to pollinators and natural pest enemies, and they offer shelter for parasitoid hosts and insect diversity. (Korpela et al., 2013). Wildflowering strips also help promote conservation of native desert plants. Certain flower species are sources of herbal medicines and food and can be valuable additional harvests.

### *Pollination*

One of the most important ecosystem services performed by insects is crop pollination. Insects together with all other pollinating animals are responsible for 75% of the world's crops (Klein et al., 2007). The dominant species for crop pollination services are bees, followed by bats, birds, moths, flies and other insects. It is increasingly being supported by research that the conservation of habitats for wild pollinators alongside agriculture enhances both the stability and the level of pollination within the planted area. This results in an increase in yield and therefore income (Klein et al., 2003). Pollination depends on the management and the surrounding landscape (Tilman, 1999). Insect activity is also highly seasonal and impacted by both temperature and rainfall (Argueta-Guzmán et al., 2022).

### *Biological pest control*

Date palm plantations in the Arava are managed as large monocultures, with hardly any vegetation growing underneath the trees. One of the main pests in this system is the lesser date moth *Batrachedra amydraula* (Lepidoptera: Batrachedridae) which borrows into the date fruits early in the season and causes significant yield loss (Blumberg, 2008). More than ten parasitoid species are known to attack this species and therefore shown to be an important biological control agent of this pest in date plantations in Oman (Polaszek et al. 2019). Biological control services by this and other parasitoids may be enhanced by supplementing the plantation with nectar-producing plants.

Parasitoids are insects (mainly wasps) that lay their eggs in or on the body of another arthropod. Their offspring develop while feeding on the body of the host, eventually killing it, and emerging as adults (Godfray 1994). Parasitoids have high importance as regulators of insect populations in natural systems (Kidd & Jervis 2007), as well as in agricultural habitats where they often attack agricultural pests (Hajek et al. 2004). However, parasitoids are not always efficient in controlling pest populations. Part of the reason may be that they lack important resources such as food, shelter, and alternative hosts, inside agricultural fields (Rusch et al. 2016). For example, adult parasitoids often feed on sugar sources such as flower-nectar to extend their lifespan (Kishinevsky et al. 2018, Segoli & Rosenheim 2013). Hence, the preservation and supplementation of non-crop vegetation, and in particular of flowering plants, has been suggested as a means to enhance parasitoid populations and thereby promote the biological control services that they provide (Barbosa 1998, Landis et al. 2000). Parasitoid wasp communities exhibit seasonal changes in abundance, species composition, and functional diversity due to shifts in temperature, pest host activity, and crop planting (Osorio-Canadas et al. 2018).

The southern Arava is located on one of the world's busiest bird migration routes with hundreds of thousands of birds stopping over every autumn and spring. Many of the migratory birds need to refuel in the Arava before or after crossing the Sahara Desert (Shirihai et al. 1996). Before the massive impact of human development in the region, migratory birds used natural habitats such as salt marshes and flowering dry riverbeds as their main stopover sites. Birds provide biological pest control services (Kross et al., 2016) in various field crops (Karp et al., 2013) and

have significant economic value (Kellermann et al., 2008). Placing flowering strips next to fields might increase the pest control service birds provide to agriculture.

Rewilding and introducing flowering strips will potentially help all these species that rely on wild flowering as habitat. Insects, bats and insectivorous birds would find shelter and feed on nectar, pollen and refuel on insects (Schmidt, 2022; Vickery et al., 2002).

### *Research Goals and Objectives*

Most studies about flowering strips are conducted in agricultural landscapes of Europe, but little is known about arid areas, even though flowering habitats may as well be one of the main resources for biodiversity in these areas. Our study therefore addresses this lack of knowledge and studied several flower combinations and insect groups that are potential service givers to agriculture. Our overarching objective was to enhance agricultural areas for pollinators, biological pest control agents such as parasitoids, with the use of wildflower strips.

The study gives an indication whether wildflower plants native to the southern Arava have the potential to create ES-supporting wildflower strips for agricultural areas, in this hyper-arid desert environment. The research may also help to understand how the strips change over the year and how to manage the strips.

The following objectives guide the research:

- How (successfully) do native flower species grow, in both pots with potted soil, and in the soil adjacent to farming fields, connected to the given irrigation system.
- Understanding the attractiveness of wildflowers for the ecosystem service providers: such as pest biological control agents and pollinators
- Understanding the seasonal changes of flowering strips and the insects that use them

With the following main research questions:

- Which combination of local wild flowering plant species is suitable for agricultural flowering strips?
- Which service providers use wildflower strips (pollinators, parasitoids, birds, bats)
- Are flower strips effective in specific seasons or year-round?

## 2. Methods

The research so far is conducted at the Southern Arava R&D farm (Red Dot), which is in between Kibbutz Yotvata and the Jordan border and borders agriculture land and sand dunes. The experimental farm largely consists of date plantations, and it also contains citrus orchards and smaller scale projects.

Data collection consisted of four different parts: insect-flower observations, parasitoid suction samples, camera traps, and seed germination. Image 1 presents a picture of the farm.

### Plant germination, development and flowering

#### Experiment 1

A collection of fourteen different plant species (appendix I) were used for this experiment and were seeded in pots in a nethouse (figure 2), at the Arava R&D farm (MOP). And received irrigation for half an hour every morning.

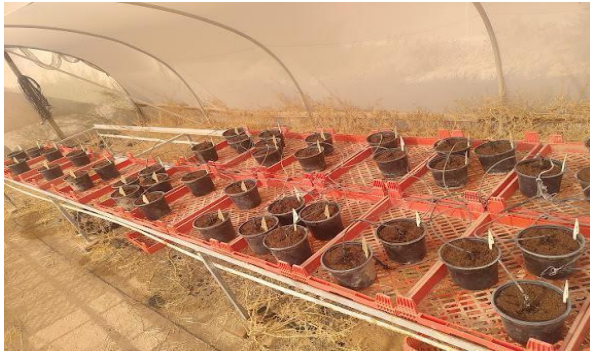


Figure 2: pots in nethouse

The plants that started flowering, were placed outside when they were peak blooming. Which was for some plants after 1-2 months, and for some after 4 months. Every time a plant would flower, it would be placed outside, continuing throughout the entire season. Once outside, data collection about the pollinators and biological pest control agents started.

#### Experiment 2

For the second experiment, we obtained seeds from the Israeli Gene Bank. The seed selection was based on previous research, about all the naturally growing flowers in the region. This selection of seeds also was potted in a net house with irrigation, divided in four pots for every species, with 10 seeds per pot (figure 3).



Figure 1: location of study site

By the time they were flowering, they were placed outside, to start the data collection of the insect abundance (figure 4).



Figure 3: flowering plants in nethouse



Figure 4: flowering plants in plantation

### Experiment 3

In the third experiment we were sowing the seeds from the flowers that were successful in experiment one, directly in the ground (figure 5). After four/five months, a fully grown flower strip was established. Surprisingly, some of the seeds that grew well in the pots, did not germinate within these five months. The seeds that were sown in the ground:

1. Rumex Cyprius,
2. Echium judaeum,
3. Lavandula pubescens Decne.,
4. Lavendula Stoechas L.,
5. Aaronsohnia factorovskyi,
6. Centaurea crocodylium L.,
7. Baileya Multiradiata,
8. Lotus Lanuginosus,
9. Silene Vulgaris.

Of these flowers, only 5 species (underlined) germinated and flowered in the soil. Of the three strips in the soil, the two in the full sun were more successful. The strip in shade was more impacted by weeds and had a lower diversity (figure 6)



Figure 5: Flower strip directly sown into the soil of the plantation.



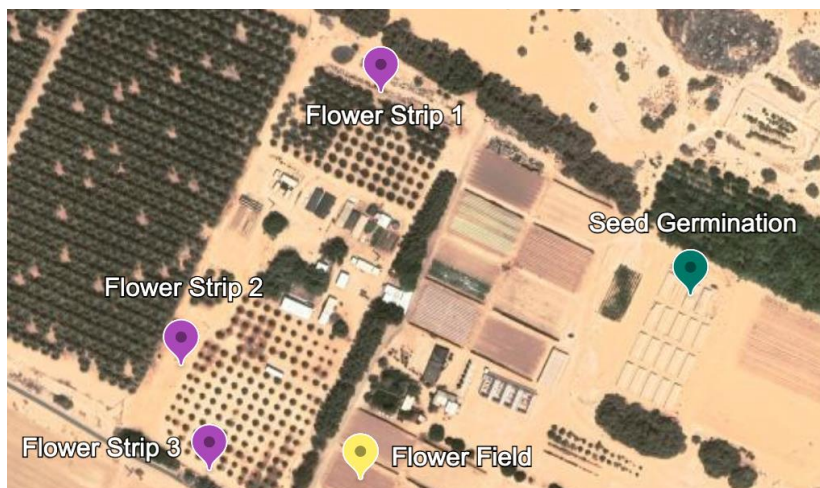


Figure 6: locations of flower strips of which 1 and 2 received more sun while 3 was more shaded. Net house location is indicated by Seed Germination. Flower field was used for data collection in fall.

### Data collection Spring 2023

#### Plant germination, growth and flowering

The first part focuses on germination success, growth rates, and flowering periods of the different plant species. The second part focuses on monitoring the abundance of (beneficial) insects, such as pollinators and biological pest control agents.

Collecting data on the growth process allowed us to understand which of the seeds germinate, and flower, and within what time frame. This information is useful to create a flowering strip that is not only ecologically beneficial, but also economic. Therefore, an additional aspect of focus was to obtain the seeds are, by contacting (local) seed banks in the region.

The flower growth data collection was performed once a week according to the following table (table 1):

Table 1: data collected about flowers in nethouse growth experiment

Date	Treatment nr.	Flower name	Growth in cm	Percentage of pot that is covered with plant	Number of shoots	Date start flowering	Number of flowers

#### Insect data

The data collection started with a substantial amount of plants flowering. The pots were all placed outside adjacent to the date plantation.

We collected data about of pollinating insects, and the amount of pest-controlling insect abundance and species richness monitored on, and around the flowers. The monitoring was done in two ways, using a different technique for the pollinators than for the pest natural enemies. For the pollinators, observations were done with the eye, according to the following protocol:

- Three times ten minutes in the morning, and three times ten minutes in the afternoon, once per week. For this the following table is used and filled in (table 2):

*Table 2 pollinator data collection*

Date	Time	Temperature in degrees °C	Wind speed (low, medium, high)	Family of insect	Size of insect	Flower that insect was seen on	Comments

As for the pest natural enemies, mainly referring to parasitoids, we used suction sampling to assess parasitoid abundance, and richness. For this we used the Vortis Insect Suction Sampler.

The insects that were collected with the vortex are not released but kept for identification, since they can be very small and need to be send to the lab to be identified.

The frequency of sampling was once a week, for 10-20 seconds, making sure every flower is visited with the Vortis Insect Suction Sampler. The collection tube is partly filled with ethanol so that the captured insects are preserved after which the tubes are saved in a freezer until identification.

### **Data collection Fall 2023**

#### *Insect-Flower Observations*

We conducted insect-flower observations at the flower strips during October and November and observations during November and December at the flower field, which is a part of a separate project in which tens of flower species were planted in individual rows during September 2023 (figure 6). The species that were native to Israel's Arava or to a Middle Eastern desert climate and were in bloom were monitored.

1. Aaronsohnia factorovskyi,
2. Baileya Multiradiata– Desert Marigold
3. Anastatica hierochuntica– Rose of Jericho,
4. Asphodelus fistulosus– Onionweed
5. Echium judaeum– Judean Viper`s-Bugloss,
6. Scabiosa palaestina–
7. Silene aegyptiaca– Egyptian Champion,

The flower strips were monitored for 10 minutes each and the flower field rows were monitored for 5 minutes each. A smaller observation time was selected due to the uniformity of the rows.

Table 3: This table was used to collect data on both sets of flowers.

Date	Time	Temperature °C	Wind (low, med, high)	Insect Order	Size of insect (tiny: <3mm, small: 3-10mm, medium: 10-20mm, large: >20mm)	Flower visited

### *Parasitoid Suction Samples*

We utilized the ‘Vortis’ insect suction sampler to collect natural pest predator specimens and collected samples a few times a week between October and December from the flowering strips only. We noted the temperature and morning/afternoon at time of collection. To obtain a sample, we would pass the vacuum over all of the flowers in the strip for 30 seconds. The storing of samples was according to the spring protocol

We sorted the samples with a stereo microscope, identifying insects to their order and recording abundance. Parasitic wasps, in the hymenoptera order, were saved for further investigation.

### *Camera Traps*

We set up one motion detection camera in October next to each flowering strip to record potential bird and mammal activity and interaction. In placing the cameras, we ensured that the whole strip as well as some of the surrounding area were within view. After one month, we collected and replaced the memory cards. A scan of the collected footage revealed that the movement of the tall grasses in the wind was caused near constant photography. To minimize clouding the data, we trimmed the grass weeds. Cameras were then in place for another two months.

### *Seed Germination*

Seven species that did not germinate or grow successfully during the first testing round in spring, were selected for a second attempt. The species include:

1. *Asteriscus graveolens*
2. *Volutaria lippii*
3. *Pulicaria incisa*
4. *Reseda stenostachya*
5. *Tetraena simplex*
6. *Trichodesma africana*
7. *Zilla spinosa*



Figure 7: Camera trap facing a flower strip

We planted 8 seeds of each species, each in their own pot, in a mixture of 50% sand and 50% soil. The pots were kept in the nethouse and were irrigated three times a day for 20 minutes at 7:00, 15:00, and 23:00. We then monitored the plant growth once a week.

### Data analysis

The data is collected and analysed in excel, making use of (pivot) tables, charts, and graphs. The pivot tables, charts and graphs are used to draw connections and relationships among the different variables. We looked at the growth processes of the flowers, what insects are attracted to what flowers, and how wind and temperature influence this. When it comes to the flower growth process, we focus on germination success, the time frame between seeding, germination, and flowering, and how long the flowering lasts. Ultimately, conclusions can be drawn about which flowers are the most suitable to be used in a flowering strip and should be further researched.

## 3. Results

### Spring 2023

#### Flower growth processes

The majority of the seeds (11 out of 14) that we obtained locally, germinated. Graph 1 shows the growth process, portraying the growth of the stems of the plant in centimetres. On the right there is a list of all the flower species that germinated.

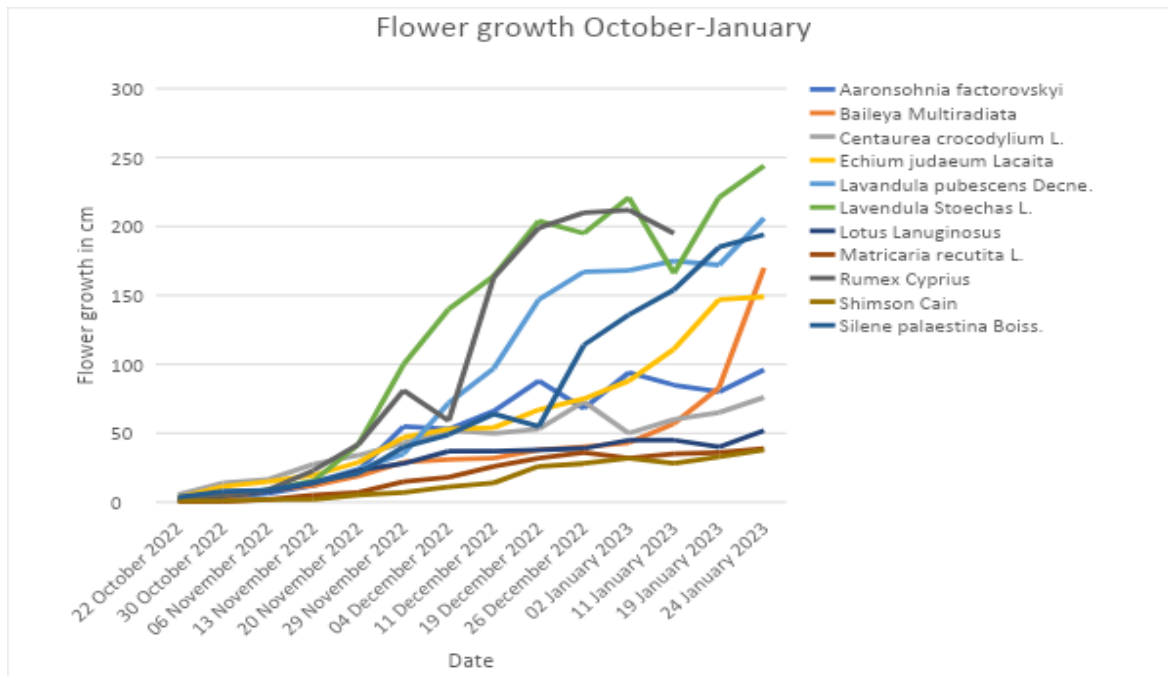


Figure 8: Plant growth of different species over several months

After about a month, the first plants started flowering, which were both from the same family: the daisy family. Both plants produce yellow flowers, of which one has white petals and the other has no petals (Figure 9).



The annuals *Aaronsohnia factorovskyi* and *Matricaria recutita* L. germinated the soonest after seeding. Yet in experiment three, in the soil, these two did not germinate yet after five months. These two, including the perennials *Lavandula pubescens* Decne. and *Lavendula Stoechas* L. were very successful in the pots. They attracted many insects (see below) and grew fast, with a long period of flowering. Yet, these four, including the annual *Rumex Cyprius*, did not germinate in the strip outside in the soil. The *Silene vulgaris*, *Echium judaeum* Lacaite, *Baileya Multiradiata* and *Lotus Lanuginosus*, on the other hand, did germinate and flower withing 3-5 months outside in the soil.

Table 4: Tested plant species and their germination, growing and flowering times

Flower species	Date Germination	Weeks from germination to flowering	Date start flowering	Time flowering	Date end flowering
<i>Aaronsohnia factorovskyi</i>	22/10/2022	5 weeks	29/11/2022	15 weeks	13/03/2023
<i>Matricaria recutita</i> L.	22/10/2022	5 weeks	29/11/2022	15 weeks	13/03/2023
<i>Lavandula pubescens</i> Decne.	22/10/2022	8 weeks	19/12/2022	14 weeks	End March
<i>Lavendula Stoechas</i> L.	22/10/2022	8 weeks	19/12/2022	14 weeks	End March
<i>Rumex Cyprius</i>	22/10/2022	8 weeks	19/12/2022	12 weeks	13/03/2023
<i>Silene vulgaris</i>	22/10/2022	9 weeks	26/12/22	13 weeks	End March
<i>Echium judaeum</i> Lacaite	22/10/2022	10 weeks	02/01/2023	10 weeks	13/03/2023
<i>Baileya Multiradiata</i>	22/10/2022	12 weeks	19/01/2023	13 weeks	End April
<i>Lotus Lanuginosus</i>	22/10/2022	14 weeks	10/03/2023	7 weeks	End April
		Average: 8.7 weeks		Average : 12.5 weeks	

The total amount of flowers increases for most species after 2-3 months, and starts stabilizing after 3-4 months. Interestingly, the *Lotus lanuginosus* (Lotlan), did not flower within these four months, but only started flowering after. While in experiment three in the soil, this was one of the few that germinated and started flowering within four months.

Flower growth (January – May 2023)

We seeded 15 species of local flowering plants. The seeds were obtained from the Israeli gene bank.

In this experiment, we had a specific number of seeds per plant species. On average 3.7 seeds per 10 seeded seeds germinated.

Table5: number of successfully germinated seeds per species per 10 seeds

Row Labels	Average of Amount of shoots
<i>Avena sterilis</i> L.	1.931034483
<i>Diploaxis acris</i> (Forssk.) Boiss.	1.814814815
<i>Erucaria microcarpa</i> Boiss.	3.657142857
<i>Fagonia mollis</i> Delile	1
<i>Launaea nudicaulis</i> (L.) Hook. f.	5.25
<i>Ochradenus baccatus</i> Delile	6.297297297
<i>Phalaris minor</i> Retz	1
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	1.628571429
<i>Solanum nigrum</i> L.	7.964285714
<i>Trichodesma africana</i> (L.) Lehm	1
<i>Volutaria lippii</i> (L.) Cass. ex Maire	1
<i>Zilla spinosa</i> (L.) Prantl	1
<i>Zygophyllum simplex</i> L.	1.555555556
<b>Grand Average</b>	<b>3.662745098</b>

Germination dates largely differed, even among the same flower but different pot. Yet, the average amount of time from germination to flowering, comes down to almost the same as in our pre-study in fall 2022.

Thirteen of the fifteen species germinated (Figure 10), yet only eight flowered in this experiment.

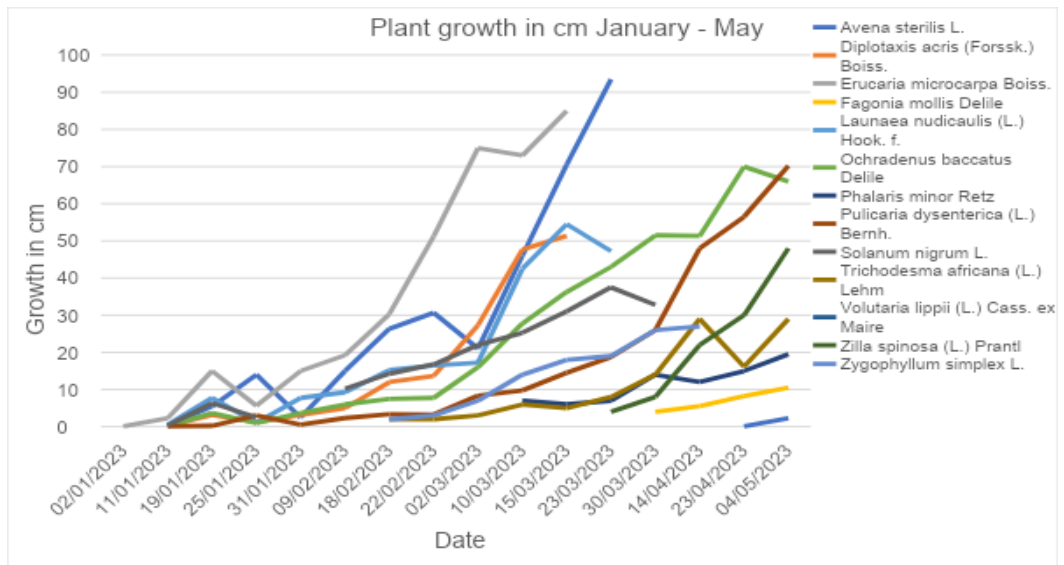


Figure 10: Growth of plants that germinated in the potted experiment

### Insect attractiveness

Figure 11 reflects the insect abundance, including the pre-experiment and the following experiment until May 2023.

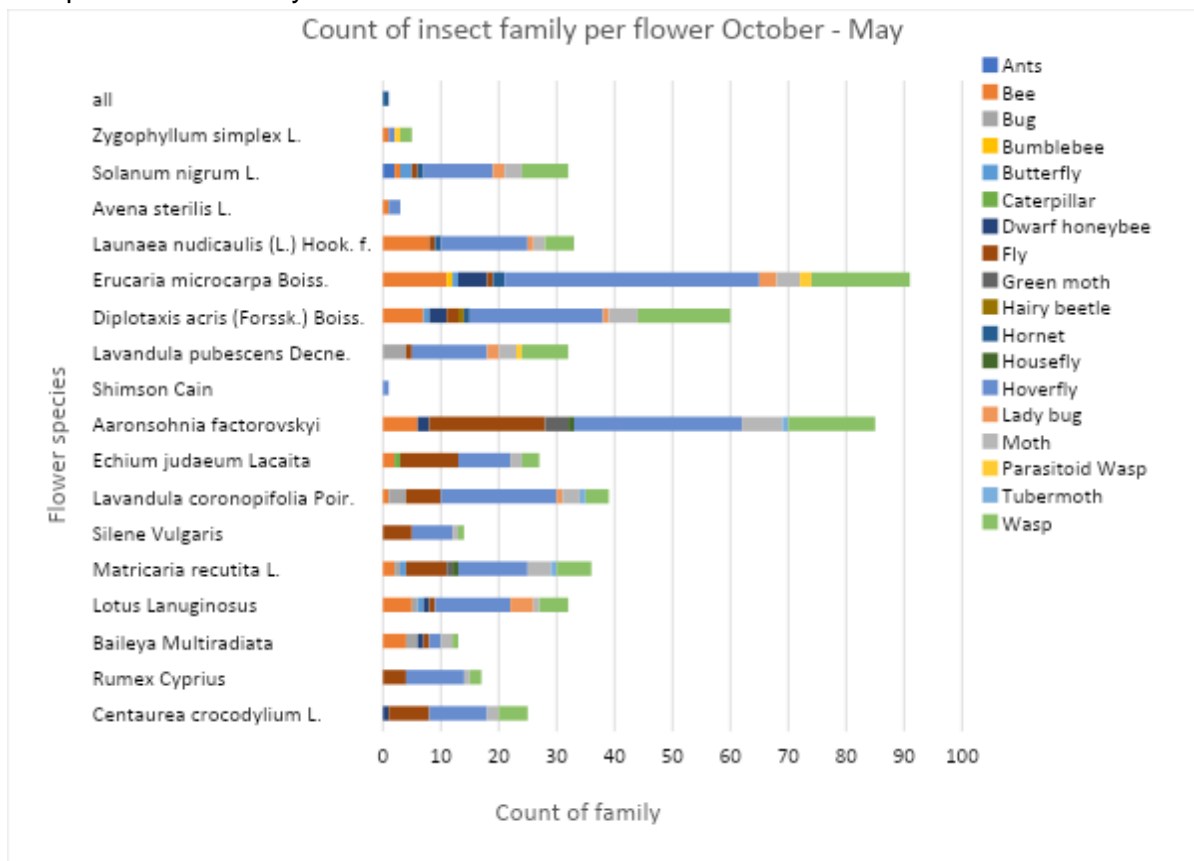


Figure 11 insect abundance on different flower species

According to our findings:

- ❖ Yellow and white flowers (*Erucaria microcarpa* Boiss. & *Aaronsohnia factorovskyi*,) seem the most attractive for insects.
- ❖ The Hoverflies are the most abundant insect group, followed by wasps, the bees and the flies.

Parasitoid wasp have been spotted a few times on among others the *Erucaria microcarpa* Boiss., and on the *Zygophyllum simplex* L. (figure X).



Figure 12: Insect on flower

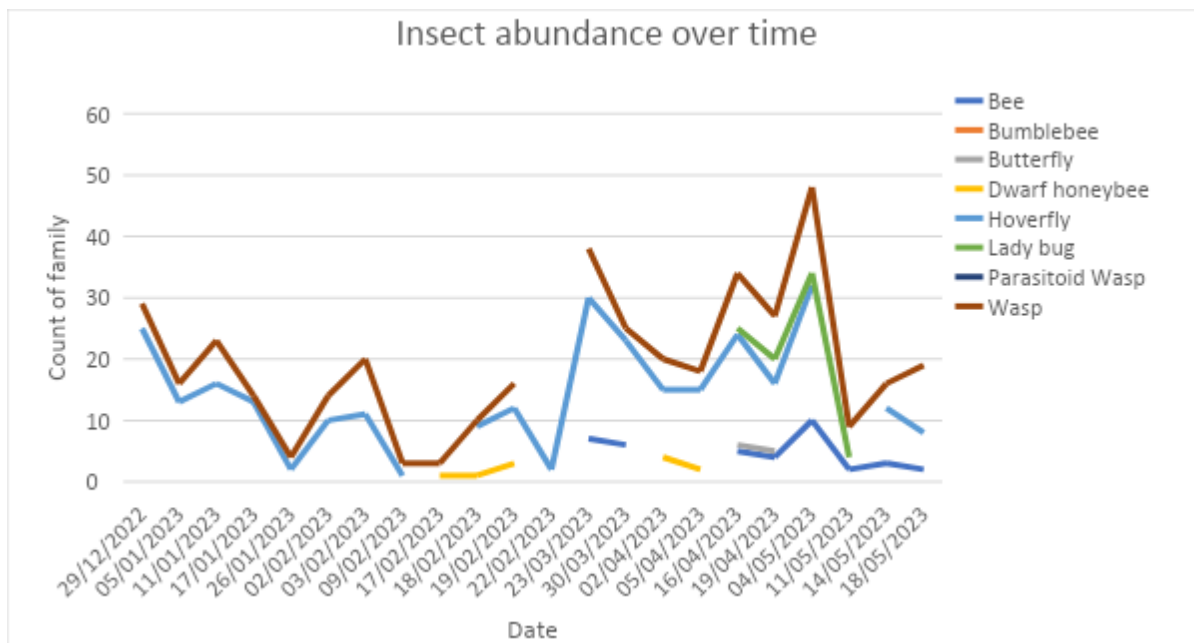


Figure 13: Abundance of different insect groups along the time line

The insect abundance increased during spring and started to go down when summer started (figure 13). Wind at the day of data collection, influenced the count and the distribution of the insects abundance. During times with 'low' wind the total amount of insects is much higher, in comparison to 'high' wind levels. Additionally, the diversity of insects is higher during times with low and medium wind levels.

### Fall 2023

#### Flower Strips

2 out of the 3 flower strips seeded at the start of 2023 remained viable by September 2023. In full shade Strip 3, soil was over saturated with water, reed weeds grew dominant, and the native desert plants did not establish. In full sun Strip 2, *Lotus lanuginosus* was the only remaining wildflower, blooming for the full period of observation and completely covering 50% of the strip.



Weeds covered the remaining half of the strip. Starts of *Echium judaeum* and *Silene vulgaris* were transplanted into Strip 2. The plants established, yet growth was stunted and flowers did not bloom during the observation period. Partial sun Strip 1 supported *Lotus lanuginosus* and *Baileya multiradiata* flowers and the plants of *Echium judaeum* and *Silene vulgaris* without flowers. *Lotus lanuginosus* had drastically reduced flowering by the end of the observation period.

### Insect-Flower Observations

#### Flower Strips

We recorded a total of 402 insect-plant interactions in the flower strips. 196 interactions were observed in Strip 1 and 206 interactions were observed in Strip 2. *Lotus lanuginosus* had the highest number of insect visits. Butterflies were the most common insect, responsible for 25% of plant interactions. Figure 14 presents the combined Strip 1 and Strip 2 insect-plant interactions.

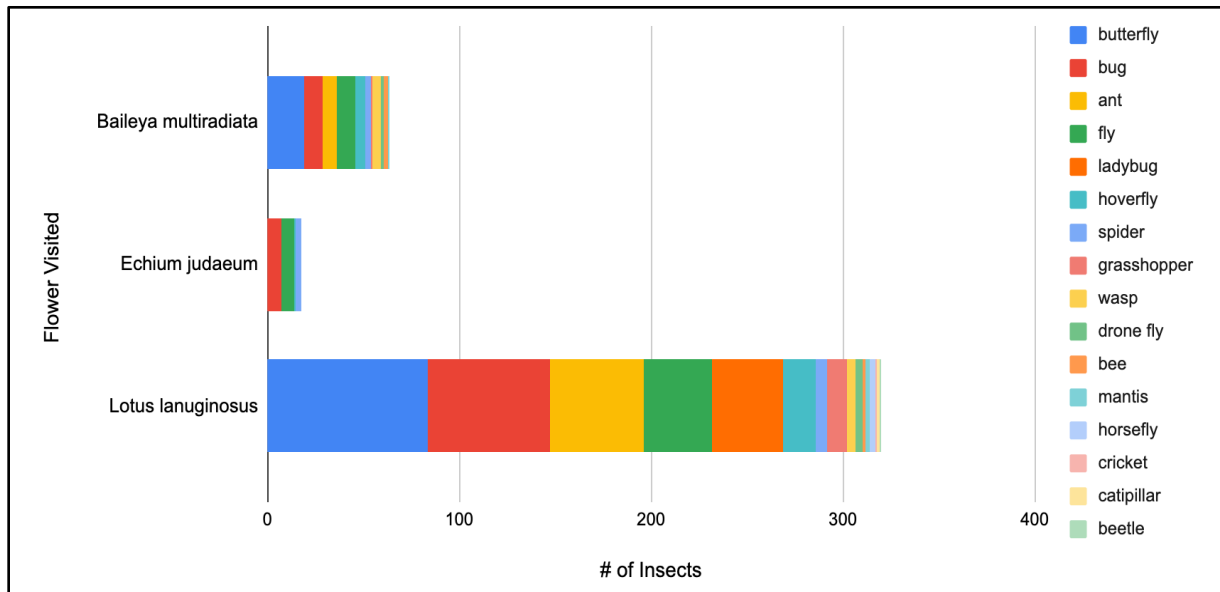


Figure 14: Fall plant-insect interactions, total abundance of observed insects on plants.

Figure 15 and Figure 16 depict the abundances of the different insect groups visiting the flower strips throughout the observation period.

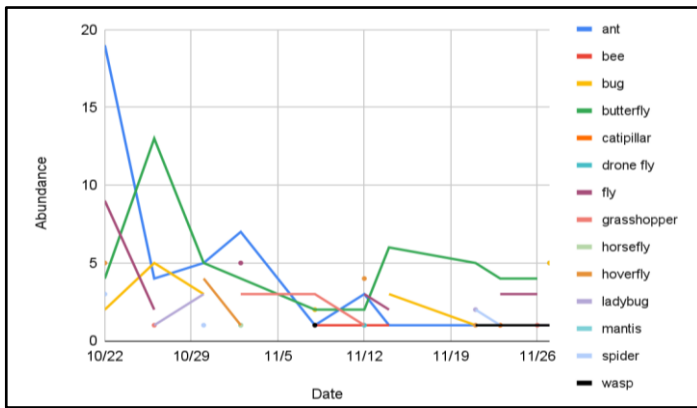


Figure 15: Flower strip 1 insect abundance over time

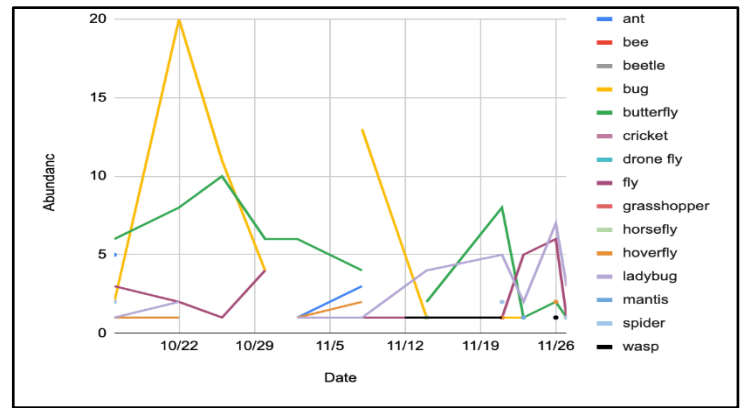


Figure 16: Flower strip 2 insect abundance over time

### Flower Field

We recorded a total of 494 insect-plant interactions in the flower field. *Aaronsohnia factorovskyi* and *Anastatica hierochuntica* were the most visited plant species, and *Echium judaeum* was the least frequented. Flies were the most abundant insect, responsible for 32% of all visits. The two next most common insects were bugs and then wasps.

Figure 17 presents the total insect-plant interactions according to the different flower species and insect orders.

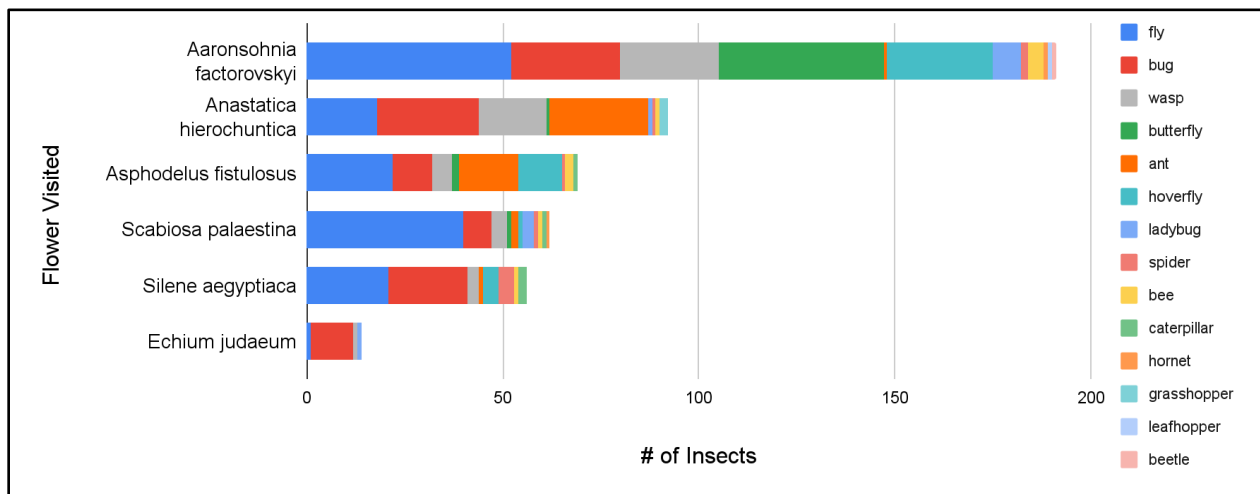


Figure 17: Fall insect-plant interactions, flower field abundance.

Figures 18 and 19 present abundance timelines of flower visitation and insect activity respectively.

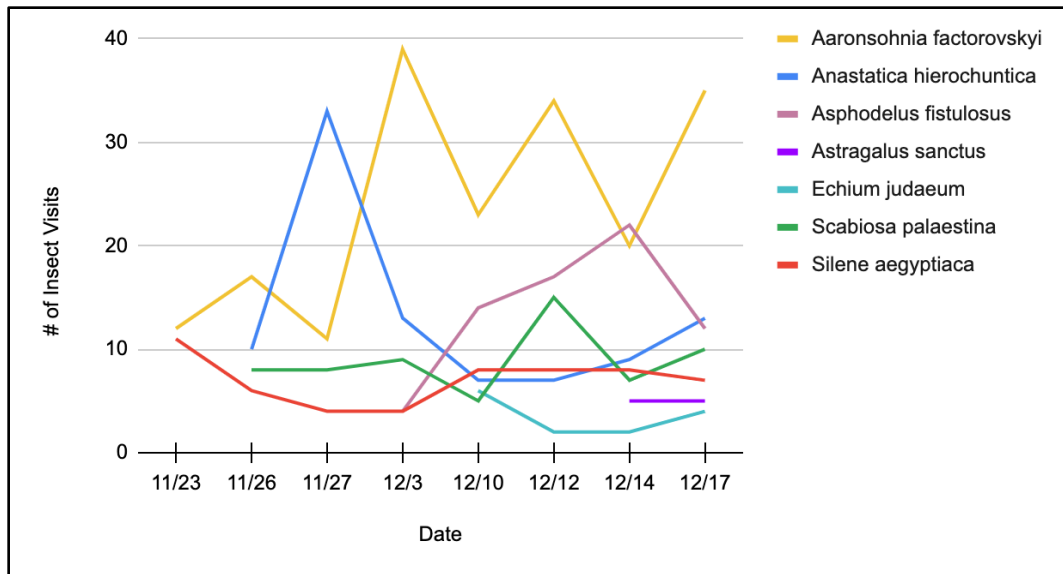


Figure 18: Fall insect-flower interactions, flower field over time

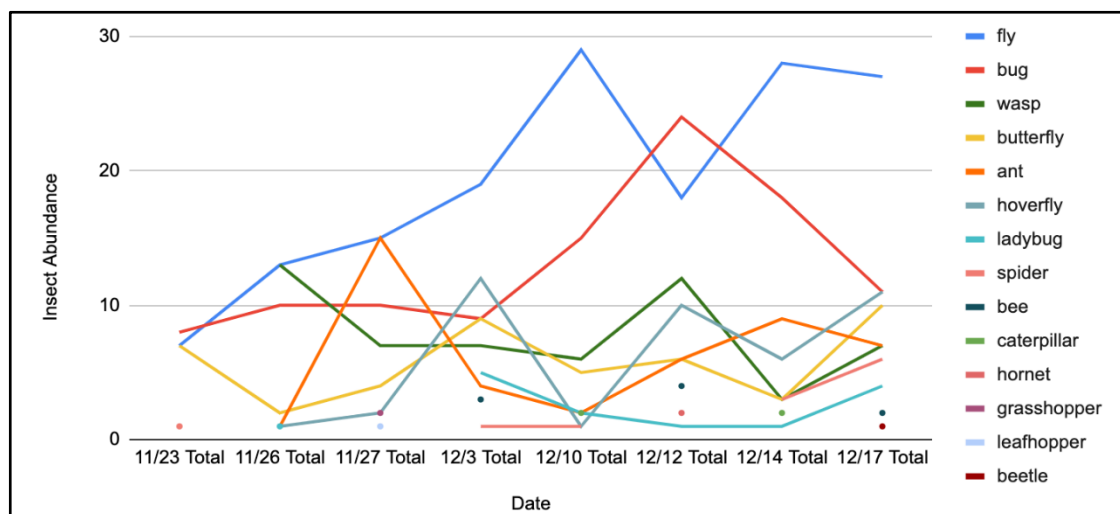


Figure 19: Flower field insect abundance over time fall 2023

Parasitoid Suction Sample

26 samples were collected from the flowering strips, 13 from each strip. To date, 11 samples have been sorted. A total of 898 insects were identified. Diptera was the most abundant insect species, 25% of the total sample. 25 parasitoid wasps, 2.8% of the sample, were identified. Figure 20 presents the relative abundance of insect groups from the suction sample.

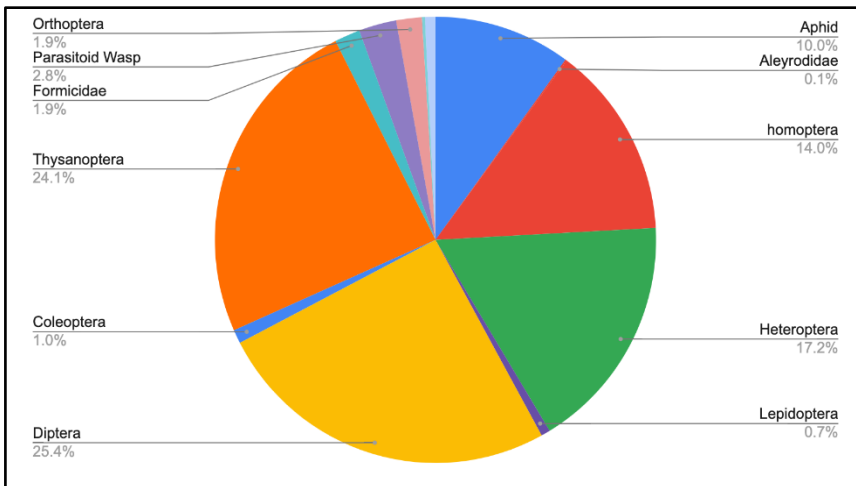


Figure 20: Fall 2023 suction samples insect abundance and richness for flower strips

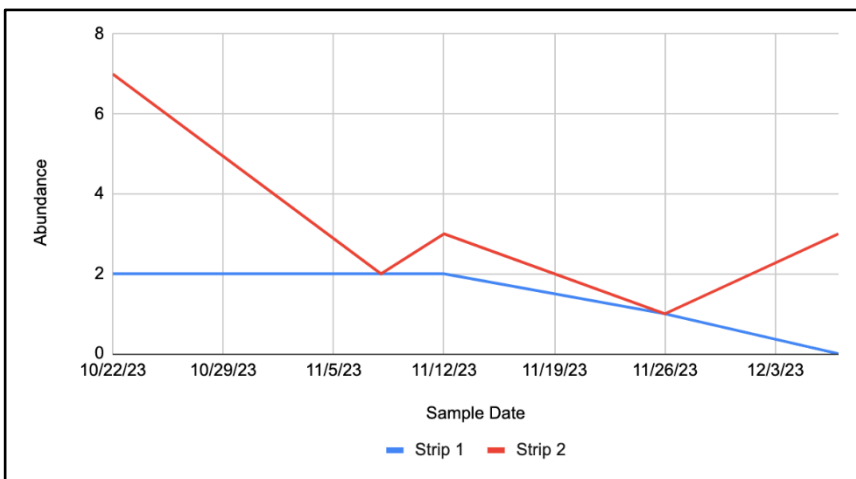


Figure 21: Fall 2023 parasitoid wasp abundance in suction samples of flower strips.

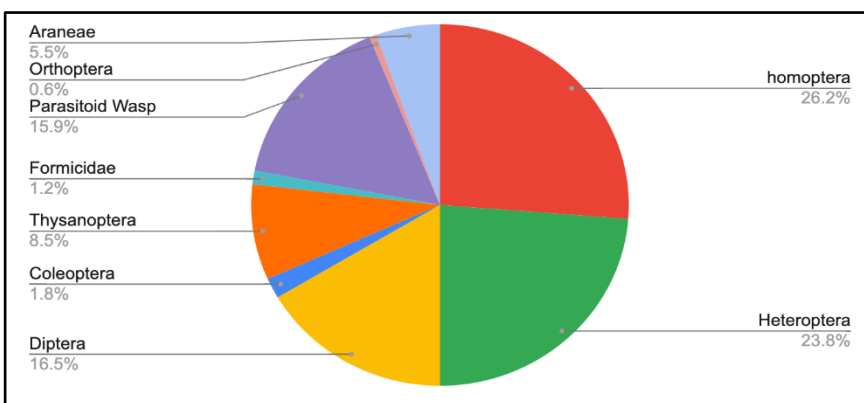


Figure 22: Spring 2024 relative insect abundance in suction samples of flower strips.

Figure 21 presents the parasitoid wasp abundances throughout the sampling period. Strip 2, maintained a higher wasp abundance.

Additionally, 4 samples collected from the Spring 2023 flower strips were sorted. 164 insects were identified.

Homoptera was the most abundance group, 26% of the total sample. 27 parasitoid wasps, 16.4% of the sample, were identified. Figure 22 presents the relative abundance of all insects sorted.

### Camera Traps

The camera traps recorded many forms of animal activity beyond insects at the flower strips. Strip 1 featured multiple instances of fox and jackal presence (image 2). Strip 2 featured moderate bird activity including perching and feeding. Image 3 depicts a bee-eater chasing a butterfly.

Image 2



Image 3



#### 4. Discussion

##### Flowering plants and flower strips

Some plants that did not do well in the potted soil in the nethouse experiment did well in the flower strips sown directly into the plantation outdoors. This may indicate that these plants are very well tailored to the outdoor condition which are hard to imitate in pots in nethouses. We since decided not to continue nethouse experiments for growth but just use the nethouse to create a seedbank.

On average we found that 3.7 seeds per 10 seeded seeds germinated, meaning that in the flower strip it is important to seed more seeds than the amount of flowers needed.

The flower strips with partial to full sun exposure remained viable 8 months after planting, while the strip in the shade did not. Water pooled in the shaded strip, causing plant rot and reed weed dominance. Weed maintenance of about 1 hour per plot was still necessary at the start of the fall season. A possible solution would be to turn off the irrigation during the summer months to

kill off the weeds and preserve the native plant seeds and roots. If direct seeding to begin a strip or natural reseeding for a season are unsuccessful, transplanting is possible yet its impact on flowering is unknown. Three topics for future investigation are 1) Impacts of year-round irrigation on flowering time, 2) how flower strips grow over years and influences of perennial and annuals (Blaauw & Isaacs, 2015; Pellissier & Jabbour, 2018), 3) impacts of strip size on insect abundance (Pfiffner, et al., 2003).

### *Insect-Flower Observations*

In spring several plant species grow and flowered, and the most attractive ones for insects had white or yellow flowers. In the flower strips that thrived throughout the year and were still available in fall, *Lotus lanuginosus* was the most abundant wildflower. While it grew in both Strip 1 and 2, it had a much fuller flowering in the strip with full sun exposure. In spring 2023, hoverfly, wasp, and bee were the most common insect visitors, but in Fall 2023, wasp and bee were among the rarest insect visitors. The flowers were particularly attractive to butterflies; however, the red color of the flowers are not as attractive to bee pollinators, something to be considered for crops that rely on bee pollination (León-Osper & Narbona, 2022). Also, its dense and bushy growth might outcompete other plants. Future research should explore how *Lotus lanuginosus* grows together in a strip with other flowers.

*Baileya multiradiata* attracted a diverse range of insect groups. While bees were the most common insect visitor in spring 2023, they were among the least common pollinators in fall 2023. Additionally, *Baileya multiradiata*'s status as a non-native species warrants caution and we are looking into a local alternative. A study in Israel's Northern Arava on the impacts of non-native gardens on desert bees and pollinator networks found that non-native flowers increase abundance but decrease species diversity (Gotlieb et al., 2011). The influence of *Baileya multiradiata* on pollinator community species composition should be researched before it is incorporated into flower strips.

*Aaronsohnia factorovskyi* was by far the most attractive flower in the flower fields in fall, confirming the findings from Spring 2023 research. In both fall and spring, the same insect groups visited the flower in similar proportions— fly, hoverfly, butterfly, and wasp were the most abundant in fall, and hoverfly, butterfly, and wasp were the most abundant in spring.

*Aaronsohnia factorovskyi* is a known source of nectar and pollen for honeybees and has a strong association with parasitoid wasps (Taha, 2015; Nascimento et al., 2014). It also has high ethnobotanical significance in Jordan as one of the most used medical plants (Al-Quran, 2009).

*Anastatica hierochuntica* and *Asphodelus fistulosus* both show potential in being attractive species in flower strips and should be further monitored.

Wasps were not observed visiting the flower strips until middle-late November, yet they were one of the most abundant insect groups in spring 2023. Parasitoids are known to have strong seasonal dynamics adapted to their host species lifecycle (Ortolani et al., 2008; Osorio-Canadas et al., 2018). The lesser date moth *Batrachedra amydraula*, parasitoid wasp's host,

finishes its season at the end of summer (Kakar, 2010). This may explain the decreased wasp activity at the beginning of the fall.

Bees were rarely observed frequenting neither the flower strips nor the flower field during the fall, while they were the among the most common pollinators in the spring. Seasonality has a strong impact on desert bee populations (Argueta-Guzmán et al., 2022). Bees have higher abundance and species richness during the rainy season when flowers are in bloom. The fall in the Arava desert is very dry post-summer and has minimal rainfall, which likely contributed to the lack of bee visitation.

#### *Parasitoid Suction Sample*

The flower strips supported a drastically greater number of parasitoid wasps in the spring than in the fall. However, the strips did still maintain a presence of parasitoid wasps. We will identify the wasp samples to determine if and how species composition changed. Further research will determine whether the variation in wasp abundance is due to the change in season, the change in flower diversity, or both. Parasitoid wasps are particularly attracted to certain flower species based on their color, smells, and nectar availability (Bianchi & Wäckers, 2008). The red coloring of *Lotus lanuginosus* is known not to be especially attractive to wasps (León-Osper & Narbona, 2022). However, it is notable that Strip 2, which had low plant diversity but high *Lotus* flowering, had higher wasp abundance than Strip 1. Future research should explore the relationship between parasitoid wasps and *Lotus lanuginosus*.

#### *Camera Traps*

Camera traps were used to monitor animal activity at the flower strips. The consequence of medium sized mammals visiting the strips is not known. It may indicate the presence of small mammals or rodents hiding in the brush. The most important finding is of birds feeding on butterflies at the strips. Flower strips have been shown to attract insectivorous birds who then provide pest control services to the neighboring agriculture fields (Kross et al., 2016, Vickery et al., 2002). If the strips attract lepidoptera feeding birds, it may be helpful in controlling the lesser date moth population. In addition to insect observations, birds should be monitored as well to discover the extent of the interaction.

#### *Seed Germination*

10% of all planted seeds germinated. While *Reseda stenostachya* did not germinate in past trials, 1/8 seeds germinated in this experiment. *Volutaria lippii* and *Trichodesma africana* germinated in both the prior and current experiment. They should therefore be attempted in the ground as well. The failed germination of the remaining four species, *Asteriscus graveolens*, *Pulicaria incisa*, *Tetraena simplex*, and *Zilla spinosa*, suggests that they may not be effective species to include in the flowering strips.

## 5. Conclusion

Flower strips are an effective way to conserve plant and insect biodiversity and simultaneously aid farmers in pollination and natural pest control. This study examined insect-plant interactions between pollinators and native desert wildflowers to determine potential flowers to incorporate into flowering strips for the Southern Arava. Key findings include: Strips should be placed in partial to full sun; *Aaronsohnia factorovsky* is extremely attractive to pollinators and parasitoid wasps; *Lotus lanuginosus* flourishes yet requires further study; there is a decrease in wasp and bee activity in the fall, yet some parasitoid wasps remain. Future research will continue to explore the long-term viability of flower strips in desert agriculture and will determine the best flowers to attract pollinators and pest predators.

## 6. References

- Agrio. (2022) "What do you need to know about the use of parasitic wasps in agriculture" Available at: <https://agrio.app/How-to-maximize-the-value-of-parasitic-wasps-in-agriculture/> (Accessed: January 26, 2023).
- Al-Quran, S. (2009). Ethnopharmacological survey of wild medicinal plants in Showbak, Jordan. *Journal of Ethnopharmacology*, 123(1), 45-50.
- Albrecht, M., Kleijn, D., Williams, N. M., Tschumi, M., Blaauw, B. R., Bommarco, R., & Sutter, L. (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology letters*, 23(10), 1488-1498.
- Argueta-Guzmán, M., Golubov, J., Cano-Santana, Z., & Ayala, R. (2022). The role of seasonality and disturbance in bee–plant interactions in semi-arid communities of the southern Chihuahuan desert. *Insect Conservation and Diversity*, 15(5), 543-554.
- Balzan, M.V., Bocci, G. and Moonen, A.-C. (2016) "Utilization of plant functional diversity in wildflower strips for the delivery of multiple agroecosystem services," *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 158(3), pp. 304–319. Available at: <https://doi.org/10.1111/eea.12403>. *behaviour*, 56(4), 909-917.
- Bianchi, F. J., & Wäckers, F. L. (2008). Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. *Biological control*, 46(3), 400-408.
- Blaauw, B. R., & Isaacs, R. (2014). Larger patches of diverse floral resources increase insect pollinator density, diversity, and their pollination of native wildflowers. *Basic and Applied Ecology*, 15(8), 701-711.
- Blumberg, D. 2008. Date palm arthropod pests and their management in Israel. *Phytoparasitica*, 36(5), 411-448.
- Boughey, K. L., Lake, I. R., Haysom, K. A., & Dolman, P. M. (2011). Improving the biodiversity benefits of hedgerows: how physical characteristics and the proximity of foraging habitat affect the use of linear features by bats. *Biological Conservation*, 144(6), 1790-1798.



- Boyles, J. G., Cryan, P. M., McCracken, G. F., & Kunz, T. H. (2011). Economic importance of bats in agriculture. *Science*, 332(6025), 41-42.
- Burel, F. (1996). Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical reviews in plant sciences*, 15(2), 169-190.
- Chowdhury, J., Rana, S., Bhattacharya, S., & Roy, P. K. (2017). Role of Bio-Pest Control on Theta Logistic Populations: A Case Study on *Jatropha Curcus* Cultivation System. *Industrial Mathematics and Complex Systems: Emerging Mathematical Models, Methods and Algorithms*, 319-336.
- Daily, G. C. (1997). Introduction: what are ecosystem services? *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*, 1(1).
- Dangles, O., & Casas, J. (2019). Ecosystem services provided by insects for achieving sustainable development goals. *Ecosystem services*, 35, 109-115.
- De Ridder, K. and Gallée, H. (1998) "Land surface-induced regional climate change in southern Israel,"
- Fenton, M. B., Davison, M., Kunz, T. H., McCracken, G. F., Racey, P. A., & Tuttle, M. D. (2006). Linking bats to emerging diseases. *Science*, 311(5764), 1098-1099.
- Fischer, C., Schlinkert, H., Ludwig, M., Holzschuh, A., Gallé, R., Tscharrntke, T., & Batáry, P. (2013). The impact of hedge-forest connectivity and microhabitat conditions on spider and carabid beetle assemblages in agricultural landscapes. *Journal of Insect Conservation*, 17, 1027-1038.
- Flora and fauna in the Arava (no date) Home Page. Available at: <https://en.goarava.co.il/flora-and-faunain-the-arava/> (Accessed: March 21, 2023).
- Gill, R.J. et al. (2016) "Protecting an ecosystem service," *Ecosystem Services: From Biodiversity to Society*, Part 2, pp. 135–206. Available at: <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2015.10.007>.
- Ginat, H., Shlomi, Y., Batarseh, S., & Vogel, J. (2011). Reduction in precipitation levels in the Arava Valley (southern Israel and Jordan), 1949–2009. *J Dead-Sea Arava Res*, 1, 1-7.
- Gotlieb, A., Hollender, Y., & Mandelik, Y. (2011). Gardening in the desert changes bee communities and pollination network characteristics. *Basic and Applied Ecology*, 12(4), 310-320.
- Hajek, A.E.; Eilenberg, J. 2004. *Natural Enemies: An Introduction to Biological Control*; Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Hatt, S., Francis, F., Xu, Q., Wang, S., & Osawa, N. (2020). Perennial flowering strips for conservation biological control of insect pests: From picking and mixing flowers to tailored functional diversity. *Integrative Biological Control: Ecostacking for Enhanced Ecosystem Services*, 57-71.
- Heim, O., Lorenz, L., Kramer-Schadt, S., Jung, K., Voigt, C. C., & Eccard, J. A. (2017). Landscape and scale-dependent spatial niches of bats foraging above intensively used arable fields. *Ecological Processes*, 6(1), 1-15.

[https://www.pollinator.org/pollinator.org/assets/generalFiles/Intermt.SemiDsrt.Desert.rx2\\_171017\\_08\\_5023.pdf](https://www.pollinator.org/pollinator.org/assets/generalFiles/Intermt.SemiDsrt.Desert.rx2_171017_08_5023.pdf)

Jenkins, E. V., Laine, T., Morgan, S. E., Cole, K. R., & Speakman, J. R. (1998). Roost selection in the pipistrelle bat, *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae), in northeast Scotland. *Animal. Journal of Applied Meteorology*, 37(11), pp. 1470–1485. Available at: [https://doi.org/10.1175/15200450\(1998\)037<1470:lsircc>2.0.co;2](https://doi.org/10.1175/15200450(1998)037<1470:lsircc>2.0.co;2).

Kakar, M. K., Nizamani, S. M., Rustamani, M. A., & Khuhro, R. D. (2010). Periodical lesser date moth infestation on intact and dropped fruits. *Sarhad Journal of Agriculture*, 26(3), 393-396.

Karp, D. S., et al. "Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield." *Ecology letters* 16.11 (2013): 1339-1347.

Kellermann, J. L., Johnson, M. D., Stercho, A. M., & Hackett, S. C. (2008). Ecological and economic services provided by birds on Jamaican Blue Mountain coffee farms. *Conservation biology*, 22(5), 1177-1185.

Kidd, N.A.C.; Jervis, M.A. 2007. Population dynamics. In *Insects as Natural Enemies: A Practical Perspective*; Jervis, M.A., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands.

Kishinevsky, M., Cohen, N.; Chiel, E., Wajnberg, E., Keasar, 2018. T. Sugar feeding of parasitoids in an agroecosystem: Effects of community composition, habitat and vegetation. *Insect Conserv. Diver.* 2018, 11, 50–57.

Klein, A., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T., 2003. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B* 270, 955–961.

Klein, A., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London. B, Biological Sciences* 274 (1608), 303–313.

Korpela, E.-L. et al. (2013) "Can pollination services, species diversity and conservation be simultaneously promoted by sown wildflower strips on farmland?," *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 179, pp. 18–24. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.07.001>.

Kross, S. M., Kelsey, T. R., McColl, C. J., & Townsend, J. M. (2016). Field-scale habitat complexity enhances avian conservation and avian-mediated pest-control services in an intensive agricultural crop. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 225, 140-149.

Landis, D.A.; Wratten, S.D.; Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45, 175–201.

León-Osper, M., & Narbona, E. (2022). Unraveling the mystery of red flowers in the Mediterranean Basin: How to be conspicuous in a place dominated by hymenopteran pollinators. *Functional Ecology*, 36(11), 2774-2790.

Ley, E., Buchmann, S., Stritch, L., Soltz, G. (n.d.) "A regional guide for farmers, land managers, and gardeners. In the ecological region of the intermountain semidesert and desert province."

Marmalade Hoverfly: *Episyrphus Balteatus* (no date) The RSPB. The Royal Society for the Protection of Birds. Available at: <https://www.rspb.org.uk/birds-and-wildlife/wildlife-guides/other-gardenwildlife/insects-and-other-invertebrates/flies/marmalade-hoverfly/> (Accessed: November 7, 2022).

Mason, L. and Seshadri, A. (2022). A Beginner's Field Guide to Identifying Bees. CSU Extension programs. <https://extension.colostate.edu/wp->

Möller, G., Keasar, T., Shapira, I., Möller, D., Ferrante, M. & Segoli, M. (2021). Effect of Weed Management on the Parasitoid Community in Mediterranean Vineyards. *Biology*. [Online]. 10 (1). p.p. 7. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/biology10010007>.

Nascimento, A. R., Almeida-Neto, M., Almeida, A. M. D., Fonseca, C. R., Lewinsohn, T. M., & Penteado-Dias, A. M. (2014). Parasitoid wasps in flower heads of Asteraceae in the Brazilian Cerrado: taxonomical composition and determinants of diversity. *Neotropical Entomology*, 43, 298-306.

Norfolk, O., & Gilbert, F. (2014). Insect visitation rates to wild flowers increase in the presence of arid agriculture in South Sinai, Egypt. *Journal of arid environments*, 109, 83-87.

Ortolani, I., Turillazzi, S., & Cervo, R. (2008). Spring usurpation restlessness: a wasp social parasite adapts its seasonal activity to the host cycle. *Ethology*, 114(8), 782-788.

Osorio-Canadas, S., Arnán, X., Emili Bassols, Vicens, N., & Bosch, J. (2018). Seasonal dynamics in a cavity-nesting bee-wasp community: Shifts in composition, functional diversity and host-parasitoid network structure. *PLOS ONE*, 13(10), e0205854–e0205854. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205854>

Pellissier, M. E., & Jabbour, R. (2018). Herbivore and parasitoid insects respond differently to annual and perennial floral strips in an alfalfa ecosystem. *Biological control*, 123, 28-35.

Pérez-Harguindeguy, N., S. Díaz, E. Garnier, S. Lavorel, H. Poorter, P. Jaureguiberry, M.S. Bret-Harte, et al. 2016. "Corrigendum to: New Handbook for Standardized Measurement of Plant Functional Traits Worldwide." *Australian Journal of Botany* 64(8): 715–6.

Pfiffner, L., Merkelbach, L., & Luka, H. (2003). Do sown wildflower strips enhance the parasitism of lepidopteran pests in cabbage crops?. *International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants/West Palaearctic Regional Section Bulletin*, 26(4), 111-116.

Polaszek A, Almandhari T, Fusu L, Al- Khatri SAH, Al Naabi S, Al Shidi RH, et al. 2019. *Goniozus omanensis* (Hymenoptera: Bethyilidae) an important parasitoid of the lesser date moth *Batrachedra amydraula* Meyrick (Lepidoptera: Batrachedridae) in Oman. *PLoS ONE* 14(12): Pollinator Partnership. 2023. Selecting Plants for Pollinators. A regional guide for farmers, land managers, and gardeners in the intermountain semidesert and desert province. Published by Pollinator Partnership,

Rundlöf, M. et al. (2022) "Flower plantings support wild bee reproduction and may also mitigate pesticide exposure effects," *Journal of Applied Ecology*, 59(8), pp. 2117–2127. Available at: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14223>.

Rusch, A., Chaplin-Kramer, R., Gardiner, M.M.; Hawro, V., Holland, J.; Landis, D., Thies, C., Tschamtko, T., Weisser, W.W., Winqvist, C. (2016) "Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis," *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 221, pp. 198– 204. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.039>.

Schmidt, A., Fartmann, T., Kiehl, K., Kirmer, A., & Tischew, S. (2022). Effects of perennial wildflower strips and landscape structure on birds in intensively farmed agricultural landscapes. *Basic and Applied Ecology*, 58, 15-25.

Segoli, M. and J. A. Rosenheim. 2013. Spatial and temporal variation in sugar availability for insect parasitoids in agricultural fields and consequences for reproductive success. *Biological Control*. 67:163-169.

Segoli, M., Kishinevsky, M., Rozenberg, T., & Hoffmann, I. (2020). Parasitoid abundance and community composition in desert vineyards and their adjacent natural habitats. *Insects*, 11(9), 580.

Shirihai H, Dovrat E, Christie DA, and Harris A. 1996. *The Birds of Israel*. Academic Press.

Taha, E. K. A. (2015). A study on nectar and pollen sources for honeybee, *Apis mellifera* L. in Al-Ahsa Saudi Arabia. *J. Entomol. Zool. Stud.*, 3(3), 272-277.

Tilman, D. (1999). Global environmental impacts of agricultural expansion: the need for sustainable and efficient practices. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(11), 5995-6000.

Vickery, Juliet, Nick Carter, and Robert J. Fuller. "The potential value of managed cereal field margins as foraging habitats for farmland birds in the UK." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 89.1-2 (2002): 41-52.

von Königslöw, V., Fornoff, F., & Klein, A. M. (2022). Pollinator enhancement in agriculture: Comparing sown flower strips, hedges and sown hedge herb layers in apple orchards. *Biodiversity and Conservation*, 31(2), 433-451.

von Königslöw, V., Fornoff, F., & Klein, A. M. (2022). Wild bee communities benefit from temporal complementarity of hedges and flower strips in apple orchards. *Journal of Applied Ecology*, 59(11), 2814-2824.

Weiner, C. N., Werner, M., Linsenmair, K. E., & Blüthgen, N. (2014). Land-use impacts on plant– pollinator networks: interaction strength and specialization predict pollinator declines. *Ecology*, 95(2), 466-474.

Wood, S.A. et al. (2015) "Functional traits in agriculture: Agrobiodiversity and Ecosystem Services,"

Yom-Tov, Y. (no date) "Human impact on wildlife in Israel since the nineteenth century," *Between Ruin and Restoration*, pp. 53–81. Available at: <https://doi.org/10.2307/j.ctt6wrd0b.7>.

Zehnder, G., Gurr, G.M., Kühne, S., Wade, M.R., Wratten, S.D., Wyss, E., (2007). Arthropod pest management in organic crops. *Annual Review of Entomology* 52, 57–80, <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091337>

Zhang, W. et al. (2007) "Ecosystem Services and dis-Services to Agriculture," *Ecological Economics*, 64(2), pp. 253–260. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>.

שם התכנית: שינוי אקלים

מספר מוקד פנימי: 80061

חוקר ראשי: ד"ר נח מוריס

חוקר נוסף: ד"ר יעל הופמן

סטטוס התכנית: סוף שנה ראשונה

מועד התחלה וסיום התכנית: 01/2023 עד 12/2025

### רקע, תיאור הבעיה, ורשימת נושאים הנחקרים:

מטרת המחקר לנתח איך נתונים מטאורולוגים משתנים ממקום למקום ואיך זה משפיע על תהליך גידול מג'הול. ניתחנו הבדלים בתוך מטעים (מיקרו אקלים) וגם הבדלים בין אזורים (מצמח בצפון עד אילת בדרום).

בעיקר ניתחנו נתונים לגבי טמפרטורה, לחות, התאדות (מגיגית) ואוופוטראנספירציה (evapotranspiration).

כוונת המחקר להשפיע על החלטות המגדלים כגון:

- תוכנית השקיה מבוססת על מדידת אוופוטראנספירציה ברמה יומית וברמה חודשית
- הבנה לגבי הבדלים בתוך מטעים - למה יש חלקות שונות יותר פרי וחלקות שונות פחות?
- הבדלים בין אזורים ולכן המלצות שונות לגבי תוכנית השקיה לאזורים שונים.

מוטיבצית המחקר נובעת מהעובדה שמגדלים שונים משתמשים בנתוני מזג אוויר בצורות שונות כאשר מחליטים כמה להשקות. חלק מסתכלים על המלצות יומיות של משרד החקלאות מבוסס על חישוב פנמן מונטייף. חלק מהמגדלים משתמשים בנתוני התאדות (גיגית) וחלק לא משתמשים בנתוני מזג אוויר בכלל. המלצות חודשיות של משרד החקלאות (צפלבץ 2022) מאד כלליות (המלצה אחידה עבור כל הערבה מחצבה עד אילות).

### מהלך המחקר ושיטות העבודה:

#### (א) מיקרו אקלים בתוך מטע:

ביצענו את המחקר בשני מטעים גדולים, אחד בערבה הדרומית (קטורה) ואחד בצפון ים המלח (אלמוג). בכל מטע מיקמנו מכשירי מדידה (רואה תמונה) במטרה לבדוק את הטמפרטורה והלחות כל חצי שעה. בחרנו חמישה עצים בכל מטע (בצפון, בדרום, במזרח, במערב, ובמרכז). בכל עץ שמנו ששה מכשירי מדידה במקומות שונים בעץ. ארבעה למעלה, ושניים למטה. סה"כ 30 מכשירים בכל מטע. בכל מטע ביצענו שתי חזרות של יותר משבועיים בתקופת הגידול.



כתוצאה מהמדידות היתה אפשרות לנתח הבדלים של טמפרטורה ולחות במקומות שונים במטע ובמקומות שונים של העצים.

לצערינו בעקבות שריפה במטע אלמוג קבלנו נתונים חלקים בסבב השני.

**(ב) מיקרו אקלים – מדידות בתוך המטע לעומת תחנות מטאורולוגיות מחוץ למטע:**  
במטע אלמוג יש תחנה מטאורולוגית מחוץ למטע. שמנו מכשיר נוסף על התחנה. כתוצאה מכך היה אפשר להשוות את המדידות בתוך המטע לעומת המדידות של התחנה עצמה ושל המכשיר שלנו על התחנה.

**(ג) מיקרו אקלים – שקים לבנים לעומת שקים שחורים:**  
כתוצאה מפילוט שביצענו לפני גדיד 2022 רצינו לבדוק אם יש הבדלים (טמפרטורה ולחות) בין שקים לבנים ושקים שחורים. כמה ימים לפני הגדיד שמנו מכשירי מדידה בתוך אשכולות בשקים לבנים ובתוך שקים שחורים (בזוגות אחד על יד השני).  
ב 2022 מצאנו שהטמפרטורה בשקים הלבנים היתה יותר גבוהה והלחות בשקים השחורים היתה יותר גבוהה אבל היה מדובר במדגם קטן מאד. ב 2023 בדקנו מדגם יותר גדול.

**(ד) ניתוח אוופוטנספירציה (evapotranspiration) מצפון לדרום**  
לקחנו נתונים מטאורולוגיים היסטוריים מכמה מקורות במטרה לקבל אמדן רב שנתי של אוופוטנספירציה באזורים שונים מצמח בצפון עד לאילת בדרום. לקחנו נתונים מתחנות של IMS בצמח, חוות עדן, בית הערבה, סדום, חצבה, פארן, יטבתה, ואילת. בנוסף השתמשנו בנתונים של API (<https://open-meteo.com/en/docs/historical-weather-api>).  
בשלב הזה המטרה הינה לתת תמונה כוללת של אומדנים של אוופוטנספירציה ולבדוק את החישובים השונים.

**(ה) מדידות אוופוטנספירציה גידול (crop evapotranspiration) במטע תמרים והשוואה מול תוצאות בתחנות מטאורולוגיות ומדידות בגיגית**  
לקראת סוף השנה רכשנו מכשיר למדוד אוופוצרנספיציה (Evapotranspiration sensor LI-710, Li-Cor) ומיקמנו אותו מעל המטע בקבוץ קטורה (ראה תמונות). המטרה הינה למדוד Eto (crop evapotranspiration) עבור תמרים, להשוות את התוצאות לעומת Eto (Standard evapotranspiration) בתחנות מטאורולוגיות קרובות וגם להשוות את התוצאות לעומות התאדות בגיגית בתחנה יטבתה.  
התוצאות אמורות לספק המלצה לגבי כמות השקיה ברמה יומית.



**ממצאים:**

### **(א) מיקרו אקלים בתוך מטע:**

גם באלמוג וגם בקטורה אפשר לזהות הבדלים קטנים בין התוצאות באזורים שונים בתוך המטע: אין הבדלים מהותיים בטמפרטורה אבל הלחות יותר נמוכה בפניה הצפון מזרחית ויותר גבוהה בדרום. התוצאה לא קיצונית אבל חוזרת על עצמה בשני המטעים ובתקופות שונות. בשני המטעים הרוח מגיעה מהצפון ולכן כנראה מוסיפה לחות כאשר האוויר עובר את המטע. המדגם היה קטן ובעיקבות השריפה באלמוג התוצאות היו חלקיות ולכן דרוש ניסוי נוסף במטרה לבדוק את הממצאים. למרות שניסינו למקם את המכשירים בצל זה לא היה לגמרי מוצלח. צריכים למצוא דרך לשים את המכשירים בצל 100% מהזמן.

### **(ב) מיקרו אקלים – מדידות בתוך המטע לעומת תחנות מטאורולוגיות מחוץ למטע:**

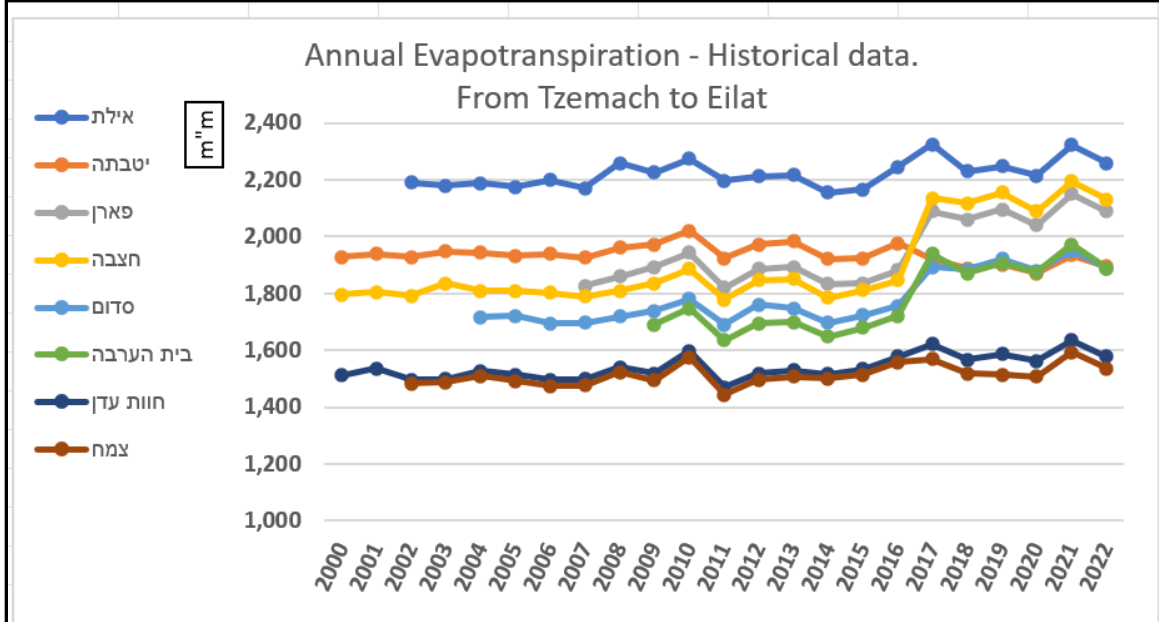
באלמוג יש תחנה מטאורולוגית בשטח פתוח לא רחוק מהמטע. בדקנו את המדידות בתחנה לעומת המדידות בתוך המטע. זיהינו הבדלים גדולים ומובהקים: הטמפרטורה הממוצעת בתחנה הייתה 1.5 מעלות מתחת הטמפרטורה הממוצעת במטע. הלחות בתחנה גם חיתה יותר נמוכה מהלחות במטע (הבדל של אחוז אחד). ציפנו שהלחות תהיה יותר גבוהה בתוך המטע אבל לא ציפנו שהטמפרטורה תהיה יותר גבוהה. יש לחפש הסבר. בצענו בדיקות רק בחורף ובאביב. יש לבדוק את התוצאות במשך יתר השנה.

### **(ג) מיקרו אקלים – שקים לבנים לעומת שקים שחורים:**

בשבועות לפני הגדיד מדדנו לחות וטמפרטורה באשכולות בתוך שקים לבנים, בתוך שקים שחורים וגם במקום פתוח על יד האשכולות. בניגוד לתוצאות לפני שנה לא מצאנו הבדלים גדולים בין השקים הלבנים והשקים השחורים. כנראה שיש לשלול את ההשערה שיש הבדל מהותי. לעומת זאת ראינו שבאופן עיקבי הלחות הממוצעת בתוך השקים היתה ב-2% יותר גבוהה והטמפרטורה הממוצעת בתוך השקים היתה יותר נמוך (הבדל של 0.7 מעלות סלסיוס). בהמשך מתכוונים לבדוק מה ההשפעה של האשכול ומה ההשפעה של השק?

### **(ד) ניתוח אוופוטנספירציה (evapotranspiration) מצפון לדרום**

אספנו נתונים היסטוריים של ETo באזורים שונים בהם מגדלים מג'הול (מצמח בצפון לאילת בדרום). רואים שכל האזורים מתנהגים בצורה דומה – למשל ETo גבוה בשנות 2010, 2017 ו2021 ונמוך ב2011. גם אפשר לראות שהאוופוטנספירציה גבוה במיוחד באילת ונמוך יחסית באזור בית שאן (חוות עדן) ובאזור הכנרת (צמח). יש שינוי חד בנתונים בין 2016 ו2017 בתחנות פארן, חצבה, סדום ובית הערבה. בינתיים לא מצאנו הסבר לזה – יתכן שינוי בצורת המדידה בתחנות?



**ה) מדידות אופוטנספירציה (crop evapotranspiration) במטע תמרים והשוואה מול תוצאות בתחנות מטאורולוגיות ומדידות בגיגית**

קבלנו רק נתונים ראשוניים (מ 21/12/23) אבל כבר אפשר לזהות קורלציה בין הנתונים של הסנסור ואופוטנספירציה (Eto) בתחנות מטאורולוגיות באזור. לפי התוצאות אופוטנספירציה במטע הינה 40% עד 45% מהאופוטנספירציה הכללי (Eto). שה מתאים לתוצאות שמצאו בקליפורניה (Montazar 2020).  
 בינתיים לא מצאנו קורלציה עם הנתונים של התאדות מהגיגית. יש הבדלים יחסית גדולים בין הנתונים בימים שונים. במיוחד - אם יש קרינה נמוכה מודדים פחות אופוטנספירציה.

**המשך המחקר**

אני ויעל בקשר עם אנשים באוניברסיטה דייביס בקלפורניה - יש להם הרבה נסיון לגבי מדידות אופוטנספירציה. אנחנו מצפים לעבוד ביחד איתם לבנות נוסחה לגבי השקייה דרושה בתנאים שונים בערבה.

**הפניות**

אפרים צפליביץ, שי דניאל, עודד פרידמן (2022). המלצות השקיה ודישון בתמרים. משרד החקלאות ופיתוח הכפר שירות ההדרכה והמקצוע אגף פירות ואגף שירות שדה.

Lopez-Urrea R. et al (2006). Testing Evapotranspiration Equations Using Lysimeter Observations in a Semiarid Climate. Agricultural Water Management, 85, 15-26.



Montazar A. et al (2020). *Determination of Actual Evapotranspiration and Crop Coefficients of California Date Palms Using the Residual of Energy Balance Approach*. *Water*, 12, 2252.



## 1. מו"פ ערבה דרומית – דוח שנתי

מספר המחקר: 81100

נושא ההצעה: חקירת היחסים בין מליחות מי ההשקיה ודישון בחנקן

### Investigation of interactions between irrigation water salinity and nitrogen fertilization

שם החוקרת הראשית: יעל רייך הופמן, מו"פ ערבה דרומית  
שותפים למחקר: אלון בן-גל, מנהל המחקר החקלאי-מכון וולקני, מרכז מחקר גילת; עודד פרידמן, שה"ם, חגי יסעור, מנהל המחקר החקלאי-מכון וולקני, מרכז מחקר גילת, דרול ג'ילט, חוקר בתחום ירקות מו"פ ערבה דרומית.  
סטטוס התוכנית: נמשכת

מועד התחלה 1/1/2023 – מועד סיום 31/12/2025

## 2. תקציר

מסחור במים שפירים להשקיה מוביל את חקלאות הערבה למצב בו מליחות מי ההשקיה יכולה להשתנות בין עונות או אפילו בזמן העונה כתוצאה מהספקה ממקורות שונים. קליטת המינרלים בכלל, וחנקן בפרט משתנה עם מליחות מי ההשקיה. בנוסף, כאשר משקים עם מים עם מליחות גבוהה קיים פרדוקס בסיסי בין הצורך לשטוף מלחים על מנת לתחזק ולהתמיד גידול ובריאות הגידולים ובין הרצון למזער או להימנע לגמרי מהסעת חנקן בצורת חנקות מתחת לבית השורשים (Libutti and Monteleone, 2017a; Minhas et al., 2020). המחקר המוצע מתעסק ביחסים בין מליחות מי ההשקיה לקליטת חנקן על ידי הצמח ושטיפה של חנקה לעומק הקרקע. במחקר זה נבחנות האינטראקציות הנ"ל על ידי ניסויי ליזימטרים מבוקרים בחממה וניסויי שדה המשלבים ליזימטרים. בשנה הראשונה נבנתה מערכת הליזימטרים בחממה והותחל ניסוי ראשון עם בצל.

## 3. רקע ותיאור הבעיה

מחסור במים מתמיד בישראל מביא לשימוש במים לא שגרתיים להשקיית גידולים. מים אלו מגיעים ממקורות שנים כגון מי תהום מאקוויפרים שונים, מי קולחין ממקורות שונות, מים מותפלים בשיטות שונות ולכן בעלי מליחות בהרכב ורמות משתנות. לכן, קיים מצב בו מליחות מי ההשקיה יכולה להשתנות בין עונות או אפילו בזמן העונה כתוצאה מהספקה ממקורות שונים. קליטת המינרלים בכלל, וחנקן בפרט משתנה עם מליחות מי ההשקיה. בנוסף, כאשר משקים עם מים המליחות גבוהה קיים פרדוקס בסיסי בין הצורך לשטוף מלחים על מנת לתחזק ולהתמיד גידול ובריאות הגידולים ובין הרצון למזער או להימנע לגמרי מהסעת חנקן בצורת חנקות מתחת לבית השורשים (Libutti and Monteleone, 2017a; Minhas et al., 2020). אחת ההשפעות השליליות של חקלאות מושקת, במיוחד תחת תנאים של אזורים צחיחים וצחיחים למחצה ובמיוחד כאשר משתמשים במים לא שגרתיים שעלולים להיות לא איכותיים, הוא הסיכון של זיהום קרקעות עמוקות ומי תהום בחנקן (חנקות) שמקורו בדשן. בספרות קיימות תוצאות סותרות לגבי ההשפעה המשולבת של מים, מליחות וחנקן אבל הרוב מסכימים שהגדלת מליחות מי הנקבובים מובילה לפחות קליטה של חנקן ויותר דליפה של מלחים וחנקות (Chojnacka et al., 2020; Pedrero et al., 2020; Shenker et al., 2020). סיבות אפשריות לכך יכולות להיות בשל גידול מופחת של השורשים הסובלים ממליחות יתר וירידה ביכולתם לקלוט חנקן (Hopmans et al., 2021), ירידה בקליטת מים והגדלת הנקז, ותזמון של הדישון לזמנים בהם הצמח לא דורש חנקן (מועדים בהם ההשקיה נדרשת על מנת לשטוף מלחים) בין היתר.

הבנה ואופטימיזציה של ניהול מערכות, כאשר איכות מי השקיה מהווה גורם ראשי, מצריכה התחשבות באינטראקציות בין תהליכים מורכבים בקרקע שחלקם מושפעים מקליטה על ידי שורשים וגידול הצמחים (Kaner et al., 2019, 2017; Wang and Baerenklau, 2014).

תגובת הגידולים לשילוב של גורמי עקה פחות מובנת מאשר תגובות לגורמים בודדים. במידול, ההשפעות של עקות משולבות יכולות להיות מאופיינות בצורה של חיבור (additive) הכפלה (multiplicative), או דרך מודלים בעלי קומבינציות או גרסות של השניים או כאשר גורם אחד נחשב כשולט (dominant factor) (Kaner et al., 2017; Pang and Letey, 1998; Shenker et al., 2003; Wang and Baerenklau, 2014).

הפתרון המוצע במחקר זה מתרכז במדידות והבנת התהליכים של שינויים בצריכת ויעילות קליטת חנקן בתנאי מליחות מי השקיה משתנים. תוצאות ממחקר זה יאפשרו ניתוח ושיקול מחדש של פרוטוקולים לדישון בצל, תירס ועגבנייה כאשר מליחות מי ההשקיה משתנה, או כשיש ברשות המגדל איכויות מים שונות. בניית עקומי קליטת חנקן כפונקציה במליחות מי ההשקיה תאפשר יצירת פרוטוקולים לדישון לפי רמות מליחות במי ההשקיה.

#### 4. מטרות המחקר

מטרת המחקר המרכזית היא הבנת התהליכים של קליטת חנקן כאשר רמות מליחות במי ההשקיה משתנות.

#### מטרות משנה

- להבין איך קליטת החנקן משתנה עם שינויים ברמות המוליכות חשמלית (EC) של מי ההשקיה לגידולי שדה ולעדכן פרוטוקולים של דישון בהתאם.
- לפתח פרוטוקולים שישפרו את יעילות השימוש בחנקן תוך שמירה על מנות השטיפה שנדרשות לפי רמת EC של מי ההשקיה וצמצום שטיפת חנקות למי התהום.
- לייצר בסיס נתונים שימשם לכיול ואימות מודל Answerapp-N שיפותח בפרויקט אחר אשר מחכה לאישור מימון.

**שאלת המחקר –** איך קליטת החנקן, של גידולים חד שנתיים חשובים לערבה הדרומית, משתנה כאשר מליחות ורמות EC משתנות?

#### 5. מהלך המחקר ושיטות העבודה

משימה	אופן ומועד ביצוע המשימה
<b>ניסויים דו-גורמים במכלים.</b>	בשל הקושי הלוגיסטי בשימוש בקרוסלת ליזימטרים, נבנתה מערכת ליזימטרים עם חזרות. כל ליזימטר מכיל 18 ליטר של קרקע חולית מקומית, כאשר בתחתית הליזימטר יש יציאת ניקוי עם קוטר של 5 ס"מ ובאורך 50 ס"מ. יציאת הניקוז ותחתית הליזימטר תוכננו לפי Ben Gal & Shani, 2002, עם מילוי של צמר סלעים. טיפולי ההשקיה בפועל היו 2 רמות של מוליכות חשמלית (0.9 ו-4 דצ"ס/מ') ו-6 רמות חנקן לפי ריכוזים, סך הכל 12 טיפולים 5 חזרות. ריכוזי החנקן כאמוניה וניטרט יחושבו כ 0%, 20%, 50%, 75%, 100% ו-125% מריכוז הדישון המומלץ לגידול. סך הכול 12 טיפולים. בכל מיכל יהיה קרקע חולית מקומית שמושקה לפי הטיפול שלו. הגידול הראשון היה בצל, אשר נזרע ב-3/9/2023.
<b>מאזני מים, מומסים, כלוריד וחנקן</b>	לכל ליזימטר יש מיכל איסוף נקז, סך הכל 60 כאשר מדובר ב-12 טיפולים 5 חזרות. כמות הנקז מכל מיכל נשקלה ונדגמה פעם בשבוע לאורך כל הניסוי. דוגמאות הנקז נבדקו ל EC כלוריד וחנקן. נעשה מאזן מים שבועי על ידי החסרה של כמות הנקז ממי ההשקיה בהנחה כי שינוי הוגר המים בקרקע זניח. ההשקיה הייתה בעודף לאורך כל העונה. מאזני מליחות כללית וחנקן יעשו על ידי מאזן מאסה פשוט לפי נוסחה מספר 1 בהנחה של שיווי משקל של הריכוזים בקרקע, כאשר הנעלם במשוואה הינה קליטה על ידי הצמח. $D*[EC \text{ or } N] - I*[EC \text{ or } N] = N \text{ or } EC \text{ uptake [1]}$ כאשר D הינה כמות הנקז [EC or N], הם ריכוזי חנקן (צורנים) או מוליכות חשמלית בנקז I, הינה כמות ההקשיה ו [EC or N] הם ריכוזי חנקן (צורנים) או מוליכות החשמלית בהשקיה.

בהצעה המקורית הוצע להשתמש בכלוריד במקום במוליכות חשמלית. השינוי נעשה בשל שיקולים תקציביים, מכיוון שבניסוי ללא קרוסלה יש מספר גדול של חזרות ועלויות הבדיקות עולות בהתאם. החנקה נבדקה בצורה שוטפת עם משכיר רפלקטומטר (Merck, RQ FLEX Darmstadt, Germany) עם בדיקות שגרתיות במעבדה של NH4 בכדי לבדוק את היחסים ביניהם ולהעריך את כמות החנקן הצרוף הכללי.	
גובה הצמח ומספר עלים נבדק פעם בשבוע עד סוף הגידול הווגטיבי. הניסוי עדיין מתרחש ועלול להסתיים בסוף פברואר 2024.	<b>מדדים של גדילת הצמח, ביומסה, יבול וקליטת חנקן.</b>
בספטמבר של שנה 1 התחיל גידול בצל. ניסוי זה יסתיים במהלך שנה 2 כמצופה. בשנה הראשונה לא הספקנו לבצע את ניסוי התירס. מתכננים לבצע אותו בחודשי מרץ-אפריל-מאי, אחרי סיום גידול הבצל ולפני תקופת הסניטציה בערבה הדרומית.	<b>גידולים בשנה 1 – תירס ובצל</b>
טרם בוצע – צפי לביצוע בשנה השנייה של המחקר 2024.	<b>ניתוח נתונים עונת התירס</b>

6. תוצאות ביניים לפי המשימות

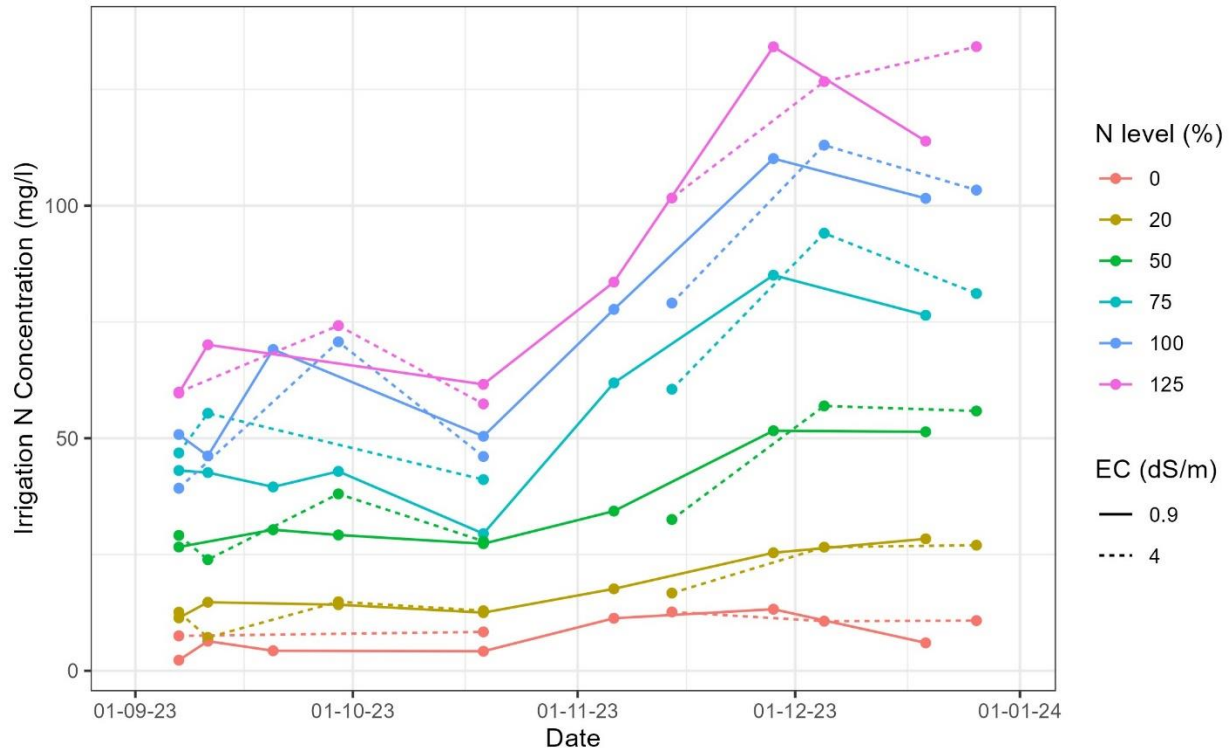
#### ניסויים דו-גורמים במכלים

מערכת ליזימטרים ללא משקל נבנתה בחממה במו"פ ערבה דרומית (איור 1). המערכת כוילה בחודש אוגוסט 2023 וזרעי בצל נזרעו ב4/9/2023. הזריעה הייתה בעומד של 12 זרעים לליזימטר, כאשר שני זרעים בבור אחד. לאחר הצצה, הבצלים דוללו ל5 צמחים לליזימטר. כל ליזימטר מושקה עם טפטפת של 8 ל"שעה ממוקמת באמצע המיכל. טיפולי ההשקיה נעשים על ידי הכנת תמיסות סופיות במיכלים של 200 ליטר. כל מיכל משקה 5 ליזימטרים ועוד מיכל ללא קרקע או צמח לצורך בקרה. הדשן הנוזלי מבוסס על דשן 8-2-9 כאשר ברמות שונות של חנקן האשלגן וזרחן נשארים ביחסים דומים. רמות הדישון (טבלה 1) מבוססים על הנחיות שה"מ לבצל בערבה. טיפולי מוליכות החשמלית היו 0.9 ו4 דצ"ס/מ' והורכבו על ידי מיהול של מים מותפלים ומי רכז מהמתפיל המקומי שיש במו"פ ערבה דרומית. הטיפולים יושמו בהצלחה (איור 2), כאשר רמות החנקן ומוליכות חשמלית נשמרות לאורך הניסוי.



איור 1 – ניסוי מכלים בחממה. A צמחי בצל בשבוע 13 של הגידול. B – מכלים שחורים לאפורים עם תמיסות סופיות להשקיית הטיפולים.

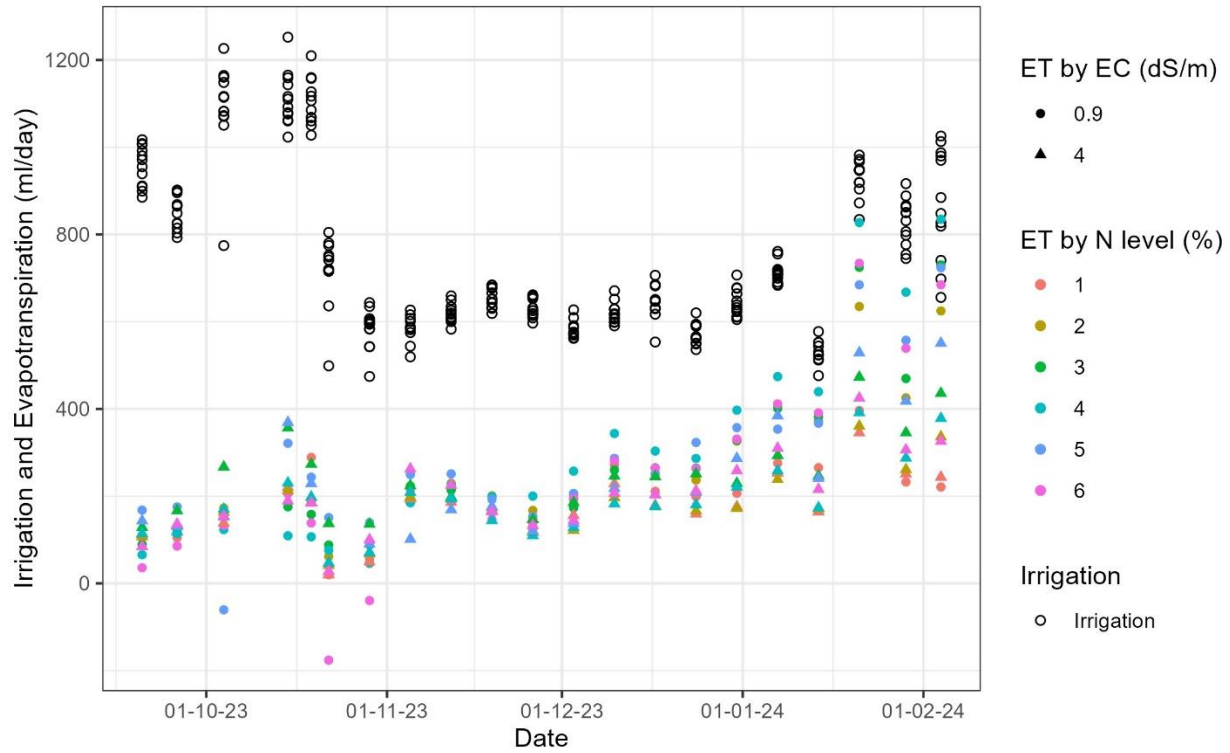
N treatment	N level %	Total mineral N concentration (mg/l)				
		Seeding - 3 leaves	3-6 leaves	6 leaves until end of Veg grow	onion until 30% drop	100% drop until harvest
1	0	0	0	0	0	0
2	20	10	14	24	20	0
3	50	25	35	60	50	0
4	75	37.5	52.5	90	75	0
5	100	50	70	120	100	0
6	125	62.5	87.5	150	125	0



איור 2 - ריכוזי חנקן צרוף בתמיסת השקיה לאורך הניסוי ל12 טיפולים

### מאזני מים, מומסים, כלוריד וחנקן

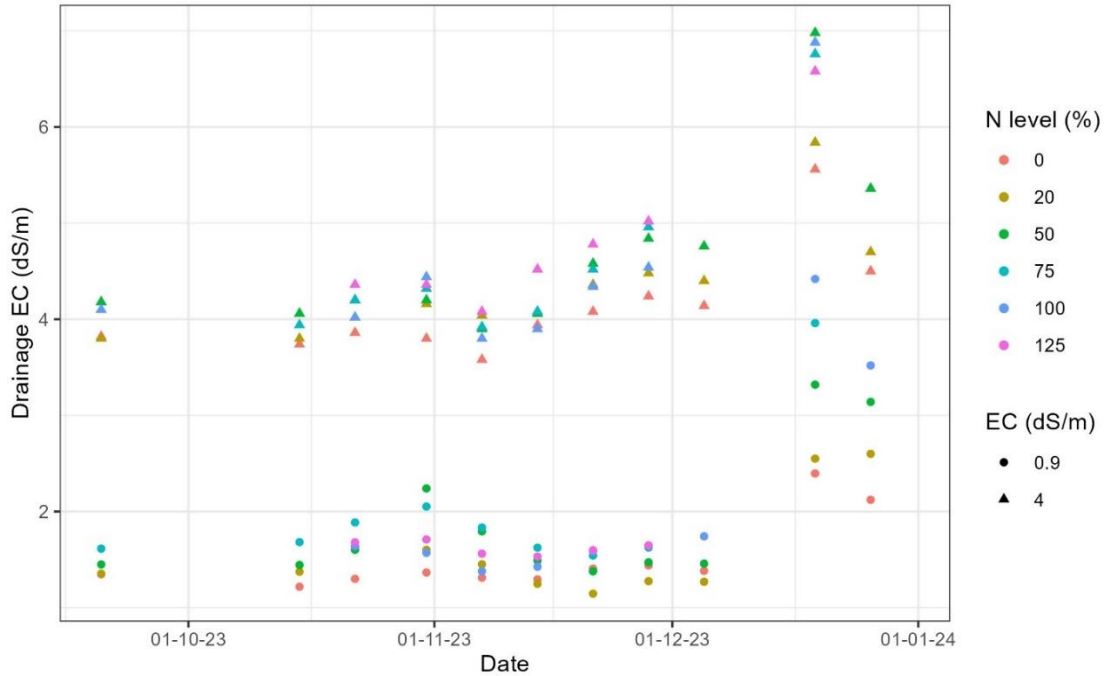
פעם בשבוע שקלנו את הנקז מכל ליזימטר ואחרי יומיים דגמנו את הנקז לבדיקות מוליכות חשמלית וניטרט. באיור 3 ניתן לראות את כמויות ההשקיה שנשקלו במיכל הריק בכל טיפול. חלק מההבדלים בכמויות ההשקיה נובעות משונות במערכת ההשקיה (טפטוף) וחלק כי טיפולים שונים הושקו בכמויות שונות של מים כתלות בצריכת הים על ידי הצמח. צריכת המים על ידי הצמח (אידי-דיות (Evapotranspiration, (ET) חושבו כהשקיה פחות נקז והם מוצגים לפי טיפול באיור 3. רק אחרי 18 שבועות גידול נוצר הבדל בצריכת המים כתלות במוליכות החשמלית של מי ההשקיה.



איור 3 - כמויות השקיה ואידוי-דיות ממוצע לכל טיפול

הדיגום השבועי של מי הנקז הראה בברור הבדל במוליכות החשמלית של תמיסת הנקז כפונקציה של מוליכות החשמלית של השקיה. דבר זה הוא כמצופה ומראה על מערכת ניסויית תקינה. ביחד עם שינויים ב-ET, ניתן לראות עליה במוליכות החשמלית של הנקז בכל הטיפולים בהתאם למנת שטיפה ומוליכות חשמלית של תמיסת ההשקיה.

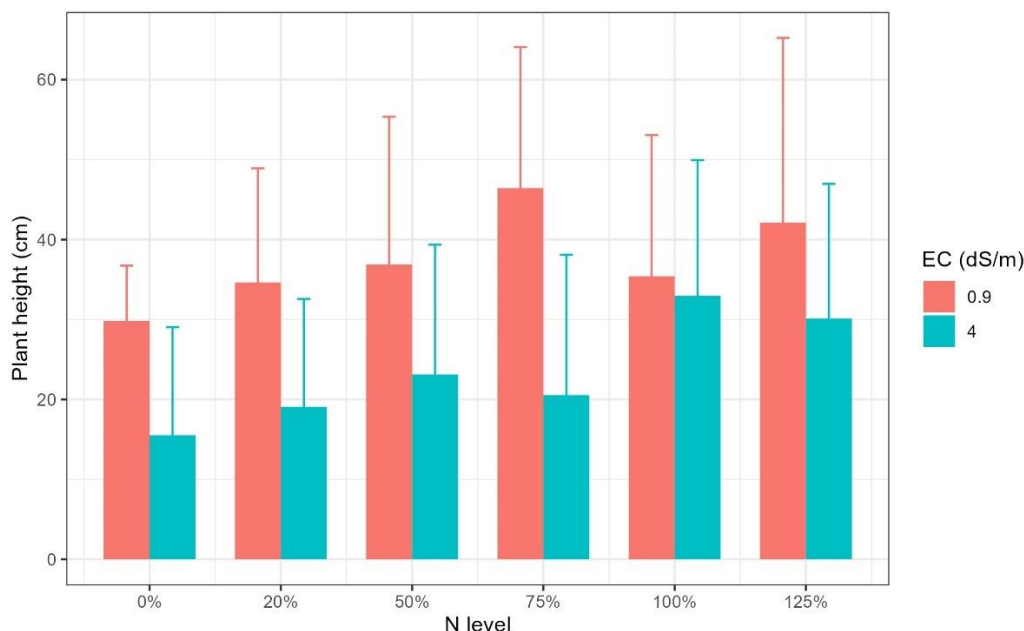




איור 4 - מוליכוות חשמלית של הנקז - ממוצע לכל טיפול

**מדדים של גדילת הצמח, ביומסה, יבול וקליטת חנקן**

במשך 8 שבועות נמדדו גובה של כל צמח בניסוי. תוצאות מהמדידה האחרונה ב10/12/23 מוצגות באיור 5. ניתן לראות את ההבדל בגבוה כתלות במוליכות חשמלית של תמיסת ההשקיה בנוסף להבדלים בתגובה לרמות חנקן. ניתוחים סטטיסטיים יוצגו ביחד עם נתוני יבול בדוח 2024.



איור 5 - גובה צמח ממוצע לכל טיפול ב 10/12/2023

## **7. דיון הכולל מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר או סימונו, תוך השוואה לסקר ספרות**

בשנה הראשונה למחקר נבנתה וכיילה מערכת אשר מאפשרת לגדל צמחים חד שנתיים ב 12 טיפולי השקיה (מוליכות חשמלית וריכוזי חנקן ב 2023) בליזימטרים ללא משקל ב 5 חזרות.

השונות בין החזרות גדולה ויש להתחשב בה לניסויים הבאים, כולל פעולות להקטנתה.

מתוצאות ראשוניות בניסוי בצל עולה כי ההפרשים בצריכת המים (ET) בין טיפולי המליחות נוצרים רק לקראת סוף הגידול. תוצאות ראשוניות גם מראות עדויות לכך שתגובת החנקן תלויה ברמת המוליכות החשמלית של ההשקיה דבר אשר מחזקת את ההיפותזה של מחקר זה.

## **8. ביבליוגרפיה**

- Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1994. Water quality for agriculture. FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER 29 Rev. 1. Rome.
- Ben-Gal, A., Shani, U., 2003. Water use and yield of tomatoes under limited water and excess boron. Plant Soil 256, 179–186. <https://doi.org/10.1023/A:1026229612263>
- Ben-Gal, A., Shani, U., 2002. A highly conductive drainage extension to control the lower boundary condition of lysimeters. Plant Soil 239, 9–17.
- Chojnacka, K., Witek-Krowiak, A., Moustakas, K., Skrzypczak, D., Mikula, K., Loizidou, M., 2020. A transition from conventional irrigation to fertigation with reclaimed wastewater: Prospects and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews 130.
- Errebhi, M., Rosen, C.J., Gupta, S.C., Birong, D.E., 1998. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. Agron J 90, 10–15. <https://doi.org/10.2134/agronj1998.00021962009000010003x>

- Galloway, J.N., Dentener, F.J., Capone, D.G., Boyer, E.W., Howarth, R.W., Seitzinger, S.P., Asner, G.P., Cleveland, C.C., Green, P.A., Holland, E.A., Karl, D.M., Michaels, A.F., Porter, J.H., Townsend, A.R., Vořrořsmarty, C.J., Vořroř, V., Vořrořsmarty, V., 2004. Galloway-et-al-2004-BioGeoCh, Biogeochemistry.
- Geisseler, D., Ortiz, R.S., Diaz, J., 2022. Nitrogen nutrition and fertilization of onions (*Allium cepa* L.)—A literature review. *Sci Hortic*. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110591>
- Hopmans, J.W., Qureshi, A.S., Kisekka, I., Munns, R., Grattan, S.R., Rengasamy, P., Ben-Gal, A., Assouline, S., Javaux, M., Minhas, P.S., Raats, P.A.C., Skaggs, T.H., Wang, G., de Jong van Lier, Q., Jiao, H., Lavado, R.S., Lazarovitch, N., Li, B., Taleisnik, E., 2021. Critical knowledge gaps and research priorities in global soil salinity, in: *Advances in Agronomy*. Academic Press Inc., pp. 1–191.
- Kaner, A., Tripler, E., Hadas, E., Ben-Gal, A., 2019. Agronomic-economic coupled decision support application for irrigation with water containing salts, in: *Bridging Among Disciplines by Synthesizing Soil and Plant Processes*. Wiley, pp. 223–235.
- Kaner, A., Tripler, E., Hadas, E., Ben-Gal, A., 2017. Feasibility of desalination as an alternative to irrigation with water high in salts. *Desalination* 416, 122–128.
- Lazarovitch, N., Ben-Gal, A., Shani, U., 2006. An Automated Rotating Lysimeter System for Greenhouse Evapotranspiration Studies. *Vadose Zone Journal* 5, 801–804.
- Libutti, A., Monteleone, M., 2017a. Soil vs. groundwater: The quality dilemma. Managing nitrogen leaching and salinity control under irrigated agriculture in Mediterranean conditions. *Agric Water Manag* 186, 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.02.019>
- Libutti, A., Monteleone, M., 2017b. Soil vs. groundwater: The quality dilemma. Managing nitrogen leaching and salinity control under irrigated agriculture in Mediterranean conditions. *Agric Water Manag* 186, 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.02.019>
- McLellan, E.L., Cassman, K.G., Eagle, A.J., Woodbury, P.B., Sela, S., Tonitto, C., Marjerison, R.D., van Es, H.M., 2018. The Nitrogen Balancing Act: Tracking the Environmental Performance of Food Production. *Bioscience* 68, 194–203.
- Minhas, P.S., Ramos, T.B., Ben-Gal, A., Pereira, L.S., 2020. Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and water management issues. *Agric Water Manag*. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105832>
- Pang, X.P., Letey, J., 1998. Development and Evaluation of ENVIRO-GRO, an Integrated Water, Salinity, and Nitrogen Model. *Soil Science Society of America Journal* 62, 1418–1427.
- Pedrero, F., Grattan, S.R., Ben-Gal, A., Vivaldi, G.A., 2020. Opportunities for expanding the use of wastewaters for irrigation of olives. *Agric Water Manag*.
- Raij Hoffman, I., 2018. In-situ Drainage Lysimeters for Water and Solute Balances: Field and Numerical Experiments. Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel.
- Raij, I., Šimůnek, J., Ben-Gal, A., Lazarovitch, N., 2016. Water flow and multicomponent solute transport in drip-irrigated lysimeters. *Water Resour Res* 52, 6557–6574.
- Ricardo Lima, P., Carlesso, R.E., Borsoi, A., Ecco, M., Fernandes, F.V., Mezzalira, É.J., Rampim, L., Rosset, J.S., Battistus, A.G., Malavasi, U.C., Beltramin da Fonseca, P.R., 2014. Effects of different rates of nitrogen (N) and phosphorus pentoxide (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) on eggplant yield. *Afr J Agric Res* 9, 1435–1441.
- Rosenstock, T.S., Liptzin, D., Dzurella, K., Fryjoff-Hung, A., Hollander, A., Jensen, V., King, A., Kourakos, G., McNally, A., Pettygrove, G.S., Quinn, J., Viers, J.H., Tomich, T.P., Harter, T., 2014. Agriculture's Contribution to Nitrate Contamination of Californian Groundwater (1945-2005). *J Environ Qual* 43,
- Shenker, M., Ben-Gal, A., Shani, U., 2003. Sweet corn response to combined nitrogen and salinity environmental stresses, *Plant and Soil*.

- Tripler, E., Shani, U., Ben-Gal, A., Mualem, Y., 2012. Apparent steady state conditions in high resolution weighing-drainage lysimeters containing date palms grown under different salinities. *Agric Water Manag* 107, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.01.010>
- Vaughan, P., Letey, J., 2015a. Irrigation water amount and salinity dictate nitrogen requirement. *Agric Water Manag* 157, 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.10.006>
- Vaughan, P., Letey, J., 2015b. Irrigation water amount and salinity dictate nitrogen requirement. *Agric Water Manag* 157, 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.10.006>
- Wang, J., Baerenklau, K.A., 2014. Crop response functions integrating water, nitrogen, and salinity. *Agric Water Manag* 139, 17–30. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.03.009>
- Weissman, G., Bel, G., Ben-Gal, A., Yermiyahu, U., Alexandrov, B., Rasmussen, K.Ø., Dahan, O., 2020. Increased irrigation water salinity enhances nitrate transport to deep unsaturated soil. *Vadose Zone Journal* 19. <https://doi.org/10.1002/vzj2.20041>
- Yasuor, H., Tamir, G., Stein, A., Cohen, S., Bar-Tal, A., Ben-Gal, A., Yermiyahu, U., 2017. Does water salinity affect pepper plant response to nitrogen fertigation? *Agric Water Manag* 191, 57–66.
- Zhao, C., Liu, G., Chen, Y., Jiang, Y., Dai, Q., Huo, Z., Shi, Y., Zhao, L., Liao, P., Wang, W., Xu, K., 2022. Excessive Nitrogen Application Leads to Lower Rice Yield and Grain Quality by Inhibiting the Grain Filling of Inferior Grains. *Agriculture (Switzerland)* 12.

## **9. סיכום עם שאלות מנחות (ענה בקצרה, שלוש עד חמש שורות)**

**א. אנא פרט מהם הניסויים שבוצעו על פי תוכנית העבודה תוך התאמה למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקיפה**

בשנת 2023 בוצע ניסוי רב גורמי בו צמחי בצל הושקו עם מים בשתי רמות של מוליכות חשמלית ושש רמות של ריכוז חנקן. על פי תכנית העבודה היה אמור להיות ניסוי תירס בתחילת 2023. הניסוי נדחה לתחילת 2024.

**ב. מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח**  
 הניסוי העיקרי היה ניסוי בצל עם השקיה בני רמות של מוליכות חשמלית ושש רמות של ריכוז חנקן בחמש חזרות בליזימטרים ללא משקל. העונה התחילה בספטמבר 2023. מאזני מים, חנקן ומומסים כללים נערכים פעם בשבוע-שבועיים.

**ג. אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן**  
 בתקופת הדו"ח יושמו טיפולי מליחות ודישון חנקני בצמחי בצל בצורה מוצלחת והתבססה מערכת אשר מאפשרת לבצע עוד ניסויים מסוג זה. הניסוי בצל משרת בצורה ישירה את המטרה העיקרית של המחקר בה להבין את קליטת החנקן כשאר מוליכות מי ההשקיה משתנה.

**ד. בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך, כולל אבני דרך כמותיות**

בהצעה המקיפה הוצע לבצע ניסוי תירס ואז התחלת ניסוי בצל ב-2023. בפועל המערכת לא הייתה מוכנה ב-2023 וניסוי התירס נדחה ל-2024. שאר המשימות בוצעו כמתוכנן.

**ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו**  
 המסקנות הראשוניות מראות כי ייתכן שרמת המוליכות החשמלית בהשקיה משפיעה על קצת התגובה לריכוזי חנקן בתמיסת ההשקיה. השונות הייתה מאוד גדולה בניסוי בצל 2023 אז אני מציעים בהמשך לבצע את ניסוי הבצל שוב לאומת החלפת גידול כבר בשנה השנייה. בצל הינו אחד הגידולי שדה החשובים ביותר בערבה הדרומית ויש אינטרס להמשיך לחקור אותו.

**ו. מהן הבעיות שנותרו לפתרון ואו שינויים טכנולוגיים שיווקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומה**

**אמורה להיות התייחסותך להמשך**

בתחילת המחקר התברר כי שימוש בקרוסלת ליזימטרים פחות כדאית ועלינו לבנות מערכת ניסויית חדשה. מערכת הניסויית החדשה עובדת טוב מבחינת הטיפולים הרצויים אם כי ישנם מספר אתגרים: איסוף ידני של הנקז ושונות גדולה בין הצמחים. לגבי השונות אנו נבדוק מצעים אחרים (פרלייט למשל) ונדייק את תחילת הניסוי (שתילה במקום זריעה למשל). לגבי איסוף ידני של הנקז, נבחון פתרונות טכנולוגיים אשר יאפשרו איסוף אוטומטי.

ז. הפצת הידע בכנסים או פעילויות שנעשו במו"פ במהלך התקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכ

6 לפברואר 2023 הוצגו מטרות המחקר ומתודולוגיה לחקלאי תמרים בערבה הדרומית.

ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר

לא.

ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור

טרם.

י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון

מו"פ ערבה תיכונה

יא. המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר

ניסוי התירס שנדחה ל-2024 יבוצע בחודשים מרץ-אפריל-מאי. בנוסף, נגדל שוב בצל בניסוי מכלים ב-2024 וגם נבצע ניסוי שדה עם בל וטיפולים דומים לניסוי מכלים.

יב. פטנטים שנבעו מהמחקר

אין



## 1. מו"פ ערבה דרומית – דוח שנתי

מספר המחקר: 81101

נושא ההצעה: כימות קליטת מינרלים (NPK) ומים בעצי תמר מזן מג'הול, על ידי מערכת ניטור מתקדמת, בתנאי מטע מסחרי בערבה הדרומית.

**Water and mineral (NPK) uptake in Medjool date palm trees under commercial orchard conditions in an advanced experimental monitoring system**

שם החוקרת הראשית: יעל רייך הופמן, מו"פ ערבה דרומית  
שותפים למחקר: אלון בן-גל, מנהל המחקר החקלאי-מכון וולקני, מרכז מחקר גילת; אהוד צאלים, מו"פ ערבה דרומית, מיכל אדלר-אגמון, מו"פ ערבה דרומית.

סטטוס התוכנית: נמשכת

מועד התחלה 1/1/2023 – מועד סיום 31/12/2025

## 2. תקציר

כיום, אין הנחיות דישון בעצי תמר אשר מושקים במים מליחים המבוססות על עקומי קליטה בתנאים חקלאיים מסחריים. מטרת המחקר היא לכמת את קליטת מינרלים (NPK) ומים בעצי תמר מזן מג'הול על ידי מערכת מנוטרת היטב (ליזימטר) בתנאי מטע מסחרי בערבה הדרומית. בנוסף, היעד העיקרי הינו פיתוח עקומי קליטה של NPK לתמרים מזן מג'הול המושקים עם מי קו בערבה הדרומית.

במחקר המוצע נשתמש בליזימטר ענק בסקלת השדה המאפשר מדידה ישירה של רכיבי מאזן המים והדשן, והתפלגותם ברצף קרקע-צמח. איסוף מידע זה לגבי השימוש במים ודשן בפועל יאפשרו שינויים בפרוטוקולי דישון וייעול מרבי של מערכת הגידול עם השלכות כלכליות משמעותיות.

במחקר המוצע, נשתמש במערכת ייחודית של ליזימטר ענק בסקלת השדה, בו גדלים עצי תמר בוגרים מזן מג'הול, כדי למדוד את קצב קליטת המינרלים NPK על ידי העצים. מידע זה ישמש כדי לפתח פרוטוקולים לדישון דיפרנציאלי, לפי עונת השנה ותקופת הגידול בהתאמה ישירה לצריכה העץ וככה למנוע בזבז של דשנים.

### 3. רקע ותיאור הבעיה

במהלך שני העשורים האחרונים, אנו עדים לעלייה מתמדת בשטח נטוע של מטעי תמרים, בעיקר של הזן מג'הול. כיום, נטועים בערבה הדרומית כ-110,000 עצי תמר, ומהווים כ-14% מכלל עצי התמר בישראל וכ-20% מכלל עצי התמר באזורי המדבר בישראל (הערבה, מגילות ועמק הירדן) (מפקד התמרים ינואר 2022). בעשור האחרון גדל מספר העצים בדרום הערבה במאות אחוזים. בשיא הדרישה, עצי תמר בערבה הדרומית מושקים בכ-1000 ליטר מים לעץ ליום, דבר אשר שם לחץ רב על מערכת הספקת המים בכל האזור.

לפי המלצות הדישון בעצי תמר בוגרים (משרד החקלאות ופיתוח הכפר, 2022) יש לדשן 150% מצריכת העץ נטו כאשר משקים עם מים שפירים. אין כיום המלצות רשמיות לגבי דישון במים מליחים או באיכות משתנה. לפי אותן המלצות, הצריכה השנתית של עץ תמר מוערכת ב-2 ק"ג חנקן, 2.6 ק"ג אשלגן ו-0.29 ק"ג זרחן, המתרחשת בעיקר בחודשי האביב עד שהפרי מחליף צבע. למרות זאת, ומכיוון שאין מידע מהימן לגבי קצב ורמות קליטה של מינרלים (NPK) בעצי מג'הול מניבים בתנאי שדה, שיטת הדישון כרגע בערבה הדרומית מובנית על ידי דישון במהלך כל השנה (או כמעט כל השנה), לפי ריכוז דשן במי ההשקיה (35 מג"ל-N, 52 מג"ל-P לפי נפח של דשן המשלב NPK). שיטה זו מספקת כמות שנתית של כ-74 ק"ג/דונם חנקן, 82 ק"ג/דונם אשלגן. כמויות דשן אלו מייצגות דישון פי 4 עד 5 מצריכת העץ ובזרחן המצב דומה (Minikaev et al., 2021) (פרידמן, שה"ם 2021). עודף בדישון, בעיקר על ידי חנקן, מהווה בזבז משאבים וכסף וגם מקור לזיהום קרקעות ומי תהום המזוהה כבעיה עולמית. בערבה אקוויפרים של מי תהום כבר היום מזוהמים בחנקה שמקורו דישון של גידולים מקומיים (רשות המים 2014).

הנחת המחקר היא כי ייעול הדישון ישפר יבול, יחסוך הוצאות כספיות ובנוסף ימזער זיהום פוטנציאלי של חנקן למי תהום. לכן, קיים צורך בהבנת השונות העיתית בקליטת המינרלים על ידי עצי התמר. במחקר המוצע נפתח עקומי קליטה כפונקציה של תקופת הגידול, של מינרלי יסוד NPK על ידי עצי מג'הול בוגרים בתנאי שדה. מידע זה יאפשר לחקלאים לדשן בקפדנות לפי צריכת העץ וככה לעלות אל יעילות קליטת המינרלים בגידול.

ליזימטרים הינם כלי מחקרי המאפשר ניטור רציף של רכיבי הנקז, הדיות והאידיוי במאזן המים והמומסים הכולל. בעזרת ליזימטרים ניתן למדוד את פרקציית השטיפה במערכת הגידול. ליזימטרים יכולים לשמש

גם ככלי תפעולי המאפשר סגירת מאזן מים, דשנים ומלחים ולייעל את השימוש במים ודשן עבור מגוון גידולים בתנאים מסחריים. באופן זה ניתן להשתמש בליזימטר ככלי אינפורמטיבי התורם לקבלת החלטות נכונה על ידי המגדל. על ידי מאזני מים ומינרלים פשוטים, ליזימטרים גם מאפשרים לבחון את תגובת הצמח לשינויים במשטרי השקיה, הדישון או באיכות המים (Ben-Gal & Shani, Raij et al., 2002; Tripler et al., 2012).

#### 4. מטרת המחקר וחשיבותו

**מטרת המחקר:** למדוד את השונות העיתית של קליטת מינרלים (NPK) ומים בעצי תמר מזן מג'הול על ידי מערכת ניסוי מנוטרת היטב (ליזימטר ענק) בתנאי מטע מסחרי בערבה הדרומית.  
**מטרת משנה:**

- פיתוח עקומי קליטה של NPK כפונקציה של תקופת גידול לתמרים מזן מג'הול המושקים עם מי קו בערבה הדרומית.
- לתאר תקופות בשנה בהם קיימת חוסר יעילות בקליטת מינרלים כאשר מדשנים באופן קבוע כל השנה.
- עדכון פרוטוקולים לדישון NPK לעצי תמר בוגרים מזן מג'הול.

#### 5. מהלך המחקר ושיטות העבודה

תכנון לעומת ביצוע לפי פירוט המשימות בשנה א':

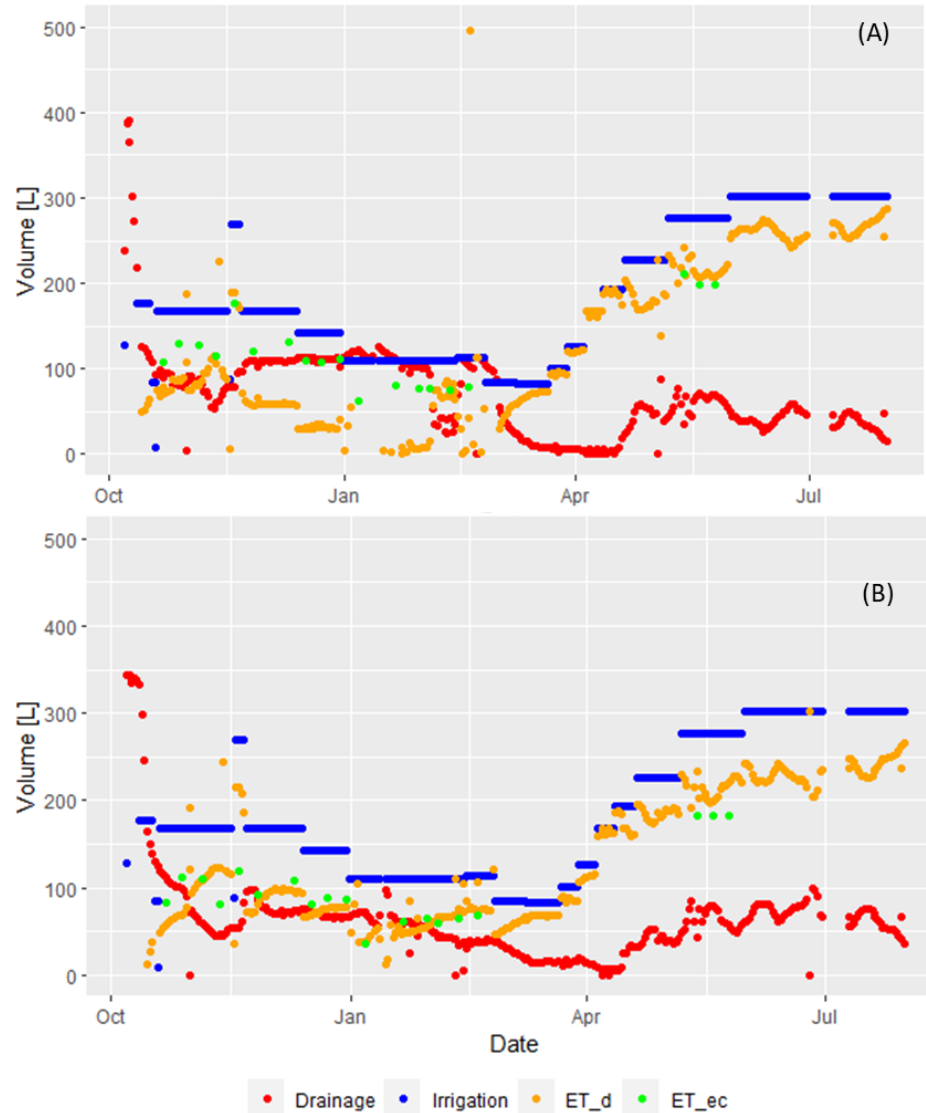
משימה	ביצוע
<b>ניתוח בסיס נתונים רחב שנאסף מהליזימטר הענק</b>	נעשתה סקירה מעמיקה של הנתונים מה 4 שנים הראשונות של הליזימטר הענק. ניתוח נתונים מתקופת 2019-2022 הוצגה מול חוקרים, הנהלת המו"פ, קק"ל ומשרד החקלאות ב- 20/4/2023. בעזרת נינוח הנתונים סומנו 6 עצים עם נקז קבוע אשר ישמשו כעצי מדידה בהמשך הניסוי.
<b>טיפול משקי בעצים כמקובל במטעי הערבה הדרומית.</b>	החלקה מטופלת באופן קונבנציונלי ע"פ הנהוג וע"פ המלצות הגידול לגידול מסחרי של מג'הול בערבה הדרומית. דילול הפירות היה ב-25/4/2023, גדידים ב-5/9/23 ו-1/10/23, גיזום ב-26/10/23. כמויות מי ההשקיה ודשן מנוטרות על ידי מערכת ממוחשבת. המוליכות החשמלית וריכוז הכלוריד של מי ההשקיה נמדדו בצורה ידנית פעם בשבוע. ריכוזי חנקה, אמון, זרחן ואשלגן במי הטפטפת נמדדו פעם או פעמיים בחודש לפי הצורך במעבדה קרקע, מים וצמח במו"פ ערבה דרומית.
<b>ניטור ודיגום נקז מהליזימטר לכל עץ בנפרד.</b>	נפח הנקז לכל עץ ומוליכות החשמלית שלו נמדד באופן אוטומטי פעם או פעמיים ביום, תלוי בנפח הנקז. פעם אחת בשבוע הנקז נדגם באופן ידני



ונעשות בו בדיקות של מוליכות חשמלית וכלוריד, פעמיים בחודש בודקים גם חנקה ואמון ופעם בחודש גם אשלגן וזרחן.	
במרץ 2023 הותקנו 6 משאבים עמוקים באורך של 1.5 מ'. המשאבים נדגמו פעם בשבוע ונבדקו ריכוזי כלוריד ומוליכות חשמלית באותו יום כמו הנקז בצורה ידנית.	<b>דיגום וניטור תמיסת הקרקע</b>
בפברואר 2023 התקנו 6 מערכות של וירידיקס, כל אחת עם שני טנסיומטרים בעומקים 115 ו145 ס"מ. פוטנציאל המים בקרקע נמדד כל 10 דקות.	<b>מידה של שטף המים מתחת לבית השורשים על ידי טנסיומטרים.</b>
קצב התארכות הלולב נמדד פעם או פעמיים בשבוע מסוף פברואר 2023. מספר תפרחות וידות נספרו כמה פעמים לאורך העונה, 9/2/23, 9/4/23, 1/5/23. מספר כפות נספרו ב30/1/23 וב26/10/23. הגדידים היו ב5.9.23 וב1.10.23, כל עץ נשקל בנפרד וכל הפרי נשלח למיון בבית האריזה של ערדום לבדיקת איכות.	<b>ניטור מדדים פיזיולוגיים של גדילת העץ.</b>
פעמיים בשנה, ב4.5.2023 וב27.12.2023 נמדדו מינרלים NPK וכלוריד בעלים. בזמן הדילול ב25.4.2023 נמדדה כל הביומסה שהוסרה בזמן הדילול ונמדדו מינרלים NPK וכלוריד. בזמן הגיזום ב30/10/2023 נמדדה כל הביומסה שהוסרה בזמן הזה, כולל כפות וידות ונמדדו מינרלים NPK וכלוריד.	<b>ניטור קליטת מינרלים על ידי העץ</b>
הדיגום השנתי התבצע ב12.2.2024. תוצאות יוצגו בדו"ח 2024.	<b>ניטור ריכוזי NPK, כלוריד, מוליכות חשמלית ותכולת רטיבות בקרקע</b>
בשנת 2023 התמקדנו בחנקן. קליטת חנקן מחושבת על ידי מאזן מאסה עם מידע מהליזימטר חושבו ברמה חודשית. חישוב המאזן על ידי הביומסה יוצג בדוח 2024 מכיוון שחלק מהבדיקות עדיין בתהליך.	<b>חישוב קליטת כלוריד חנקן, אשלגן וזרחן על ידי העצים בשיטת מאזן מאסה פשוט</b>

## 6. תוצאות ביניים

### ניתוח בסיס נתונים רחב שנאסף מהליזימטר הענק



איור 1 – תוצאות מאזן מים מתוך הבסיס נתונים ההתחלתי מתקופת אוגוסט 2021 עד אוגוסט 2022. איור A מייצג את עץ מספר 1 ואיור B את עץ מספר 14.

בסיס נתונים מינואר 2019 עד אוגוסט 2022 נותח. עיקר הנתונים הם כמויות השקיה ונקז, מוליכות חשמלית של הנקז ומוליכות חשמלית של ההשקיה רק לחלק מהתקופה. לדוח זה נבחרה תקופה בה היו קצת נתונים ממוליכות החשמלית של ההשקיה ולכן, כמויות הנקז הצפויות ממאזן המומסים הכלליים חושבו לפי נוסחה 1 והאופוטורנספירציה חושבה על ידי נוסחה 2. נמצאה התאמה טובה בין צריכת המים של העץ מחושבת על ידי מאזן הליזימטר ועל ידי מאזן המומסים לעץ מספר 14 (איור B-1).

$$EC_D * D = EC_I * I$$

נוסחה 1

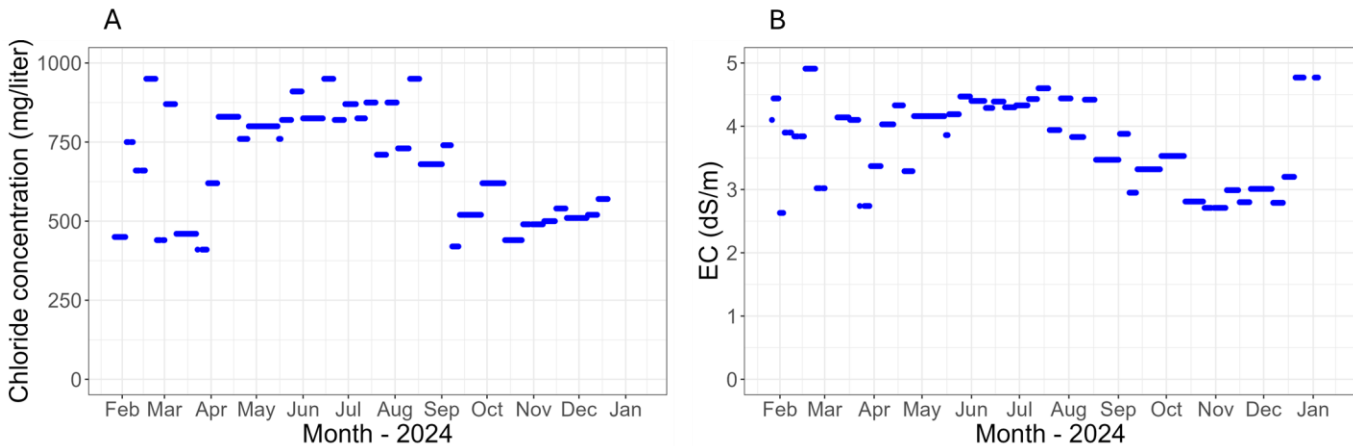
$$ET = I * \left(1 - \frac{EC_I}{EC_D}\right)$$

נוסחה 2

כאשר I היא כמות ההשקיה,  $EC_I$  היא מוליכות החשמלית של מי ההשקיה (dS/m), D היא כמות הנקז (cm),  $EC_D$  היא מוליכות החשמלית של הנקז (dS/m) ו-ET היא צריכת המים על ידי העץ (cm).

מהניתוח נתונים היסטוריים אותרו עצים עם נקז ברוב התקופות וגם עצים עם התאמות טובות ופחות טובות בין המאזנים השונים. לפי ניתוח הנתונים המעמיקה הוחלט לבצע בדיקות נרחבות של מצב ההידראולי של מערכת איסוף הנקז ובוצעו שינויים בתשתיות כדי לשפר את הוודאות בתנאים. לדוגמה, במערכת המקורית כל הצינורות של מערכת שאיבת הנקז מכל עץ היו מחוברות ביחד, עם צינור אחד משוטף אשר הזרים את תמיסת הנקז למיכל שקילה. כדי שמערכת כזאת תעבוד, היה פילטר ואל-חזור בכל עץ והמערכות נסתמו ומנעו שאיבה רציפה ותקינה מכל עץ. עד סוף מרץ 2023, מערכת איסוף הנקז עודכנה והתחילה לעבוד ללא תקלות. נוספו לאלגוריתם של הבקר התראות מתאימות אשר מאפשרות לדעת במהירות אם למשל משאבה מפקסה לעבוד וכו'.

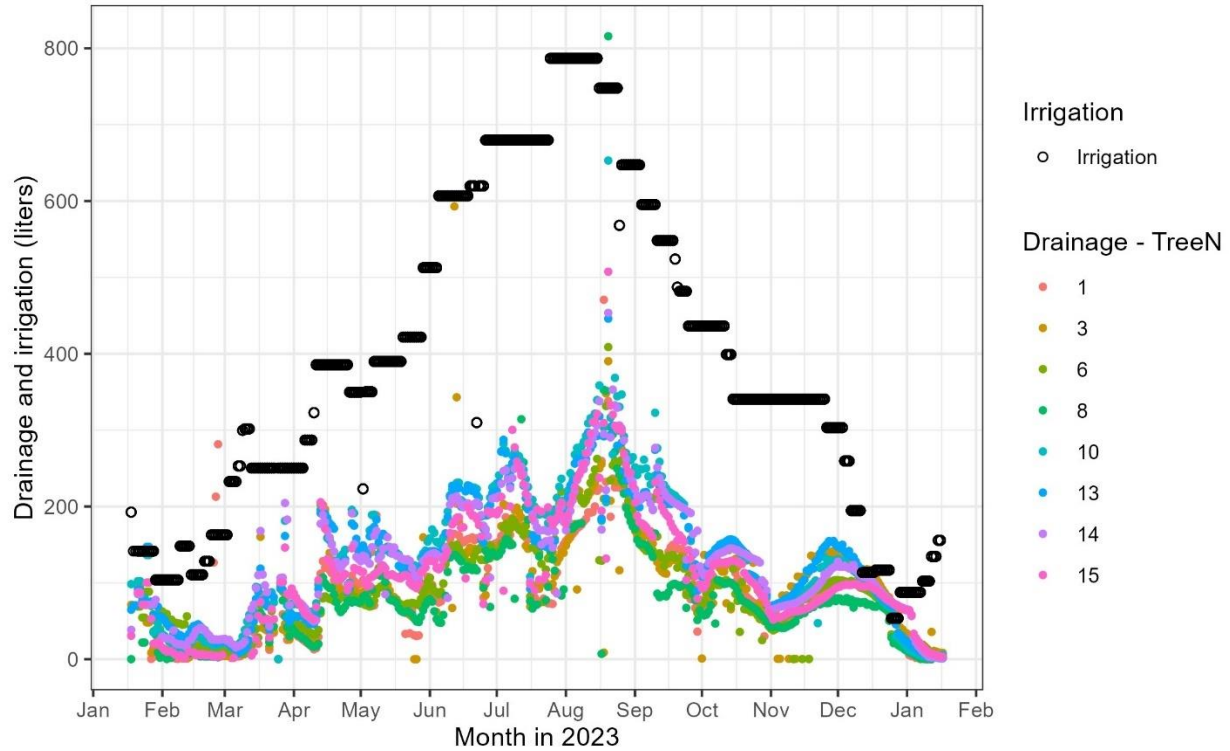
### טיפול משקי בעצים כמקובל במטעי הערבה הדרומית



איור 2 - ריכוזי כלוריד (A) ומוליכות חשמלית (B) של תמיסת ההשקיה לאורך עונת הגידול 2023.

מוליכות החשמלית וריכוזי כלוריד של תמיסת השקיה נמדדו לאורך כל עונת הגידול 2023 (איור 2). ההבדלים בערכים בין התאריכים השונים נובעים משינויים בהספקת מים האזורית.

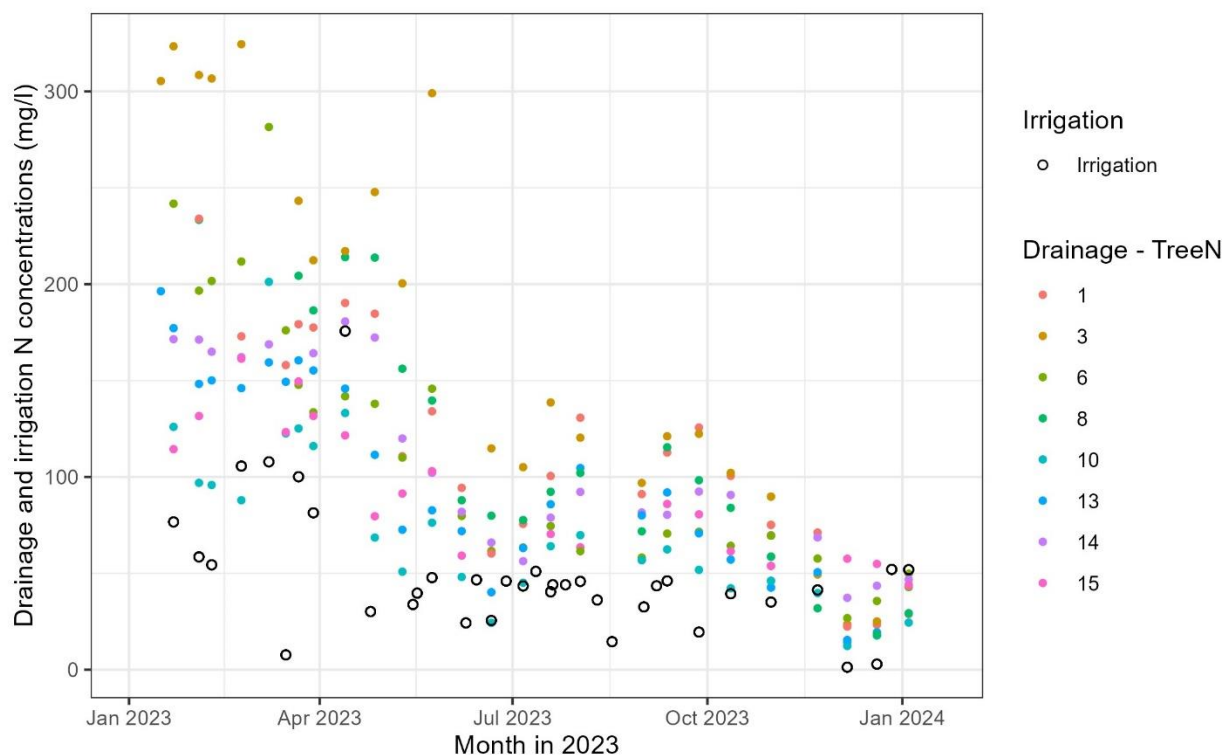
## ניטור ודיגום נקז מהליזימטר לכל עץ בנפרד



איור 3 - כמויות נקז והשקיה לעץ יומיות

איור 3 מראה תוצאות ישירות ממערכת הליזימטר ל8 עצים. ניתן לראות מחזוריות בכמויות נקז והשקיה לפי העונה. החל מאפריל 2024 כמויות ההשקיה נקבעו על ידי חישוב מאזן מים עם נתוני הליזימטר. פעם בשבוע נעשה חישוב של ET על ידי ממוצע השקיה ל4 ימים אחורה פחות ממוצע הנקז של 4 עצים (מספר 1,3,6,8 בהם תמיד יש פחות נקז מאשר ב10,13,14,15) וההשקיה נקבעה עם מנת שטיפה של

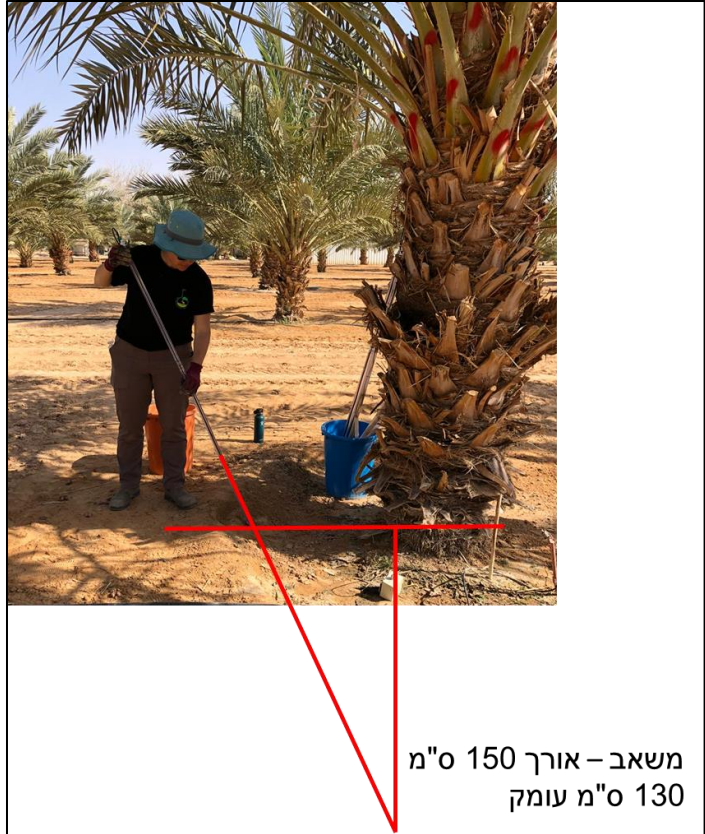
.30%



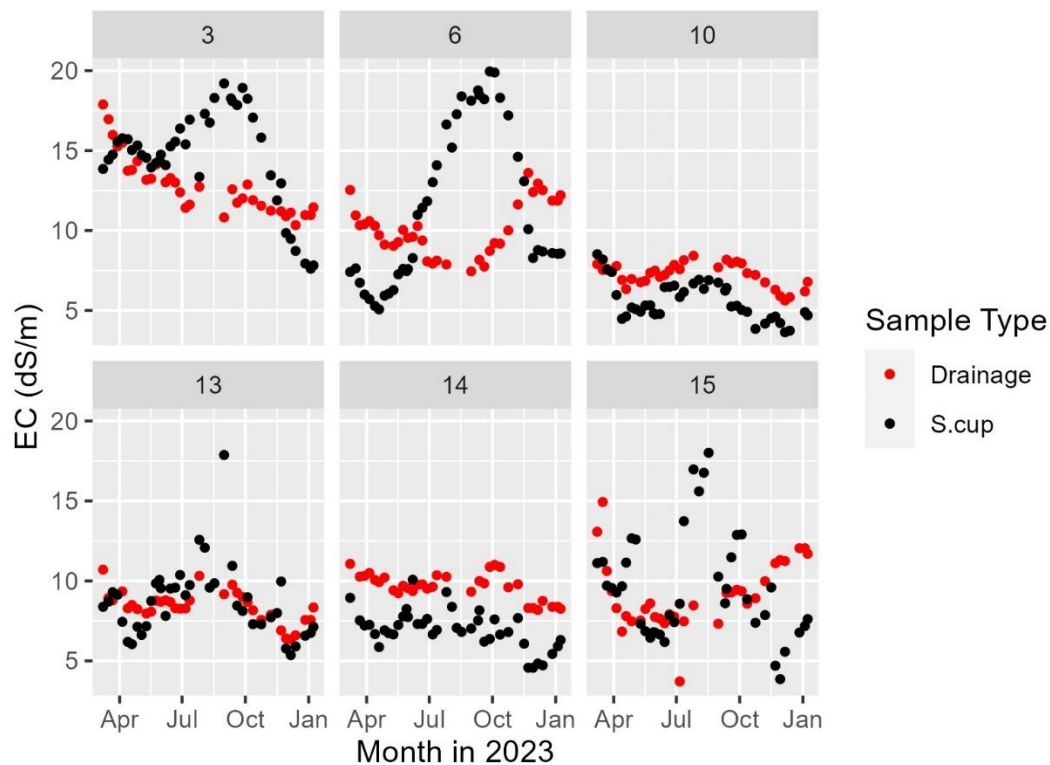
איור 4 - ריכוזי חנקן צרוף בתמיסות השקיה ונקז.

במאי 2023 ריכוז החנקן בתמיסת ההשקיה עודכן מ 60 מג/ל חנקן צרוף 40 מג/ל כדי להתקרב להנחיות דישון המשקיות. ריכוזי החנקן (גם אשלגן, זרחן וכלור, לא בגרף) נמדדו פעמיים בחודש. באיור 4 ניתן לראות את תגובת ריכוזי החנקן הצרוף בנקז לאחר הקטנת הריכוזים בהשקיה-דישון. בנוסף נצפתה ירידה בריכוזים בחודש דצמבר בו הייתה תקלת דישון.

**דיגום וניטור תמיסת הקרקע**



איור 5 - התקנת משאבים ב6 עצי מדידה.

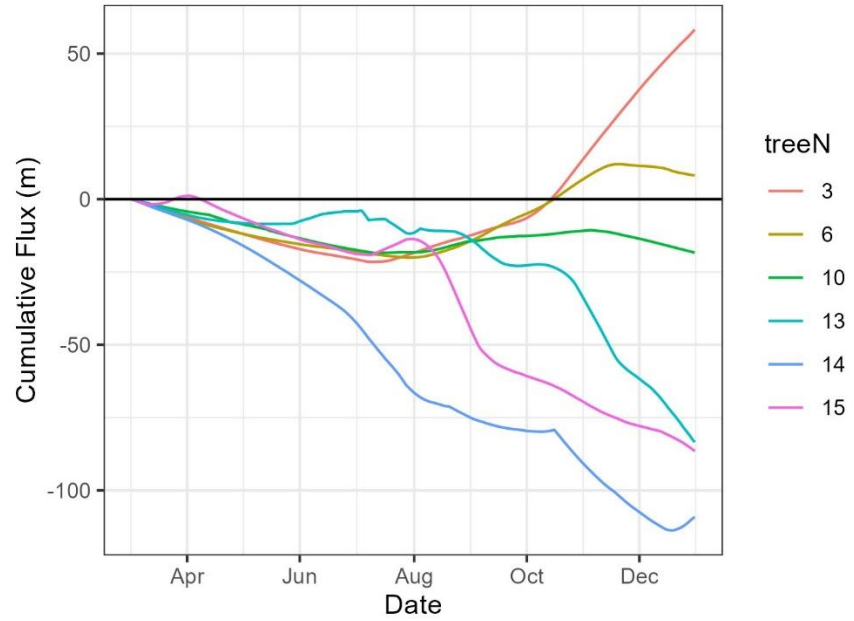


איור 6 - מוליכות חשמלית של תמיסת הקרקע ונקז בשישה עצי מדידה. מספרים מעל כל תרשים הם מספר העץ.

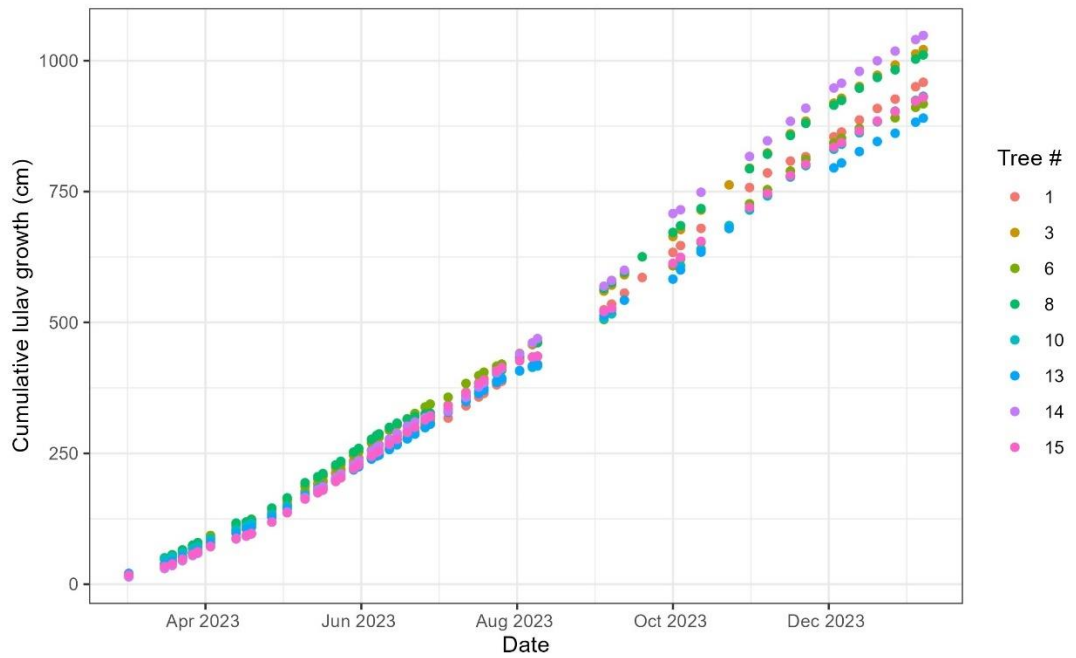
במרץ 2023, הותקנו 6 משאבים באורך 150 ס"מ באלכסון ככה שהעומק הסופי היה 130 ס"מ כפי שמתואר באיור 5.

מהשוואה.....

**מדידה של שטף המים מתחת לבית השורשים על ידי טנסיומטרים**



**ניטור מדדים פיזיולוגים של גדילת העץ**



ממוצע יבול לעץ היה 90 קילו עם סטיית תקן של 19 קילו ומקדם שונות (CV) של 21%.

**ניטור קליטת מינרלים על ידי העץ**



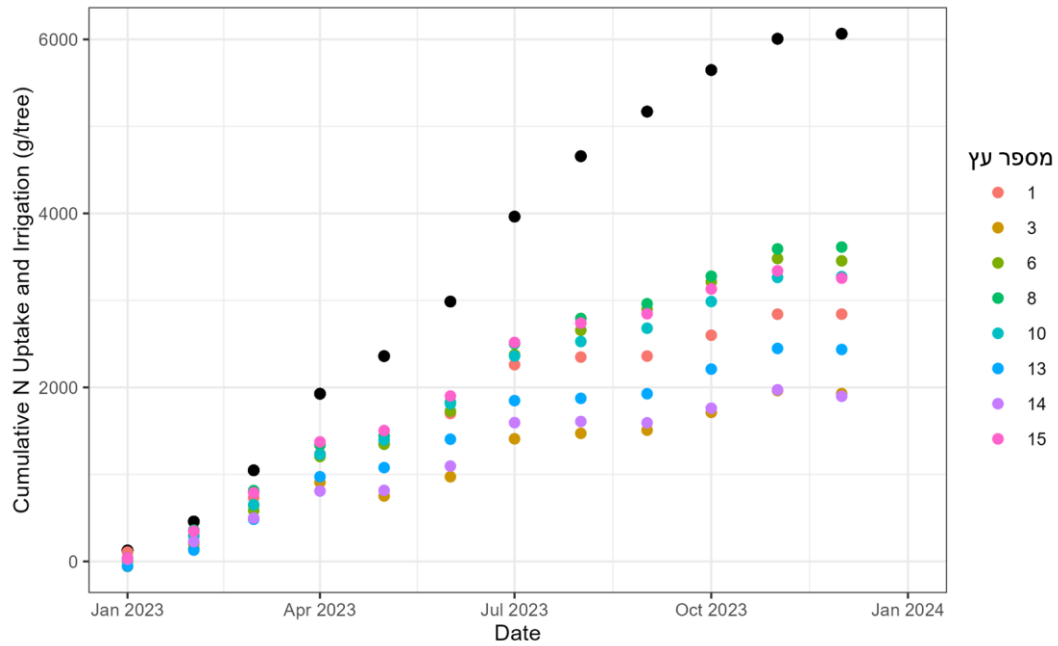
המדידות התחילו בפברואר 2023, לכן תוצאות מלאות של קליטת מינרלים על ידי העץ בשיטת הצטברות בביומסה תוצג במלואה בדוח של 2024. תוצאות ראשוניות מראות כי בממוצע, הוסרו מהעץ 0.3 ק"ג חנקן בעת הדילול וכ-0.5 ק"ג עם היבול. בעתיד נוסף גם מינרלים בביומסה של גזע ועלים שגדלו או הוסרו.

**ניטור ריכוזי NPK, כלוריד, מוליכות חשמלית ותכולת רטיבות בקרקע**

הדיגום השנתי התבצע ב 12.2.2024. תוצאות יוצגו בדו"ח 2024.

**חישוב קליטת כלוריד חנקן, אשלגן וזרחן על ידי העצים בשיטת מאזן מאסה פשוט**

בשנת 2023, שנה ראשונה של הפרוייקט החלטנו להתמקד בחנקן, אם כי יש תוצאות כדי לנתח גם אשלגן, זרחן וכלור.



**7. דיון הכולל מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר או סיומו, תוך השוואה לסקר ספרות**

בניתוח נתונים היסטוריים מהליזימטר משנים 2019-2022 נראתה כי בחלק מהעצים יש קורלציה בין כמויות הנקז הנמדדות על ידי המערכת וכמויות נקז מחושבות על ידי מאזן מלח. בתחילת 2023 נעשו עבודות תשתית

**8. ביביליוגרפיה**

- Baram, S., Couvreur, V., Harter, T., Read, M., Brown, P. H., Hopmans, J. W., & Smart, D. R. (2016). Assessment of orchard N losses to groundwater with a vadose zone monitoring network. *Agricultural Water Management*, 172(3), 83–95. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.012>
- Ben-Gal, A.**, & Shani, U. (2002). A highly conductive drainage extension to control the lower boundary condition of lysimeters. *Plant and Soil*, 239(1), 9–17. <https://doi.org/10.1023/A:1014942024573>
- Fernández-Escobar, R., Beltrán, G., Sánchez-Zamora, M. A., García-Novelo, J., Aguilera, M. P., & Uceda, M. (2006). Olive Oil Quality Decreases with Nitrogen Over-fertilization. In *HORTSCIENCE* (Vol. 41, Issue 1).
- Minikaev, D., Zurgel, U., Tripler, E., & Gelfand, I. (2021). Effect of increasing nitrogen fertilization on soil nitrous oxide emissions and nitrate leaching in a young date palm (*Phoenix dactylifera* L., cv. Medjool) orchard. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 319. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107569>
- Nava, G., Dechen, A. R., & Nachtigall, G. R. (2008). Nitrogen and potassium fertilization affect apple fruit quality in southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39(1–2), 96–107. <https://doi.org/10.1080/00103620701759038>
- Raij Hoffman, I.** (2018). *In-situ Drainage Lysimeters for Water and Solute Balances: Field and Numerical Experiments*. Ben-Gurion University of the Negev.
- Raij, I.**, Ben-Gal, A., & Lazarovitch, N. (2018). Soil and irrigation heterogeneity effects on drainage amount and concentration in lysimeters: A numerical study. *Agricultural Water Management*, 195, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.09.012>
- Raij, I.**, Šimůnek, J., Ben-Gal, A., & Lazarovitch, N. (2016). Water Flow and Multicomponent Solute Transport in Drip Irrigated Lysimeters - Additional Supporting Information. *Water Res. Research*, 1–6.
- Rimon, Y., Dahan, O., Nativ, R., & Geyer, S. (2007). Water percolation through the deep vadose zone and groundwater recharge: Preliminary results based on a new vadose zone monitoring system. *Water Resources Research*, 43(5), 1–12. <https://doi.org/10.1029/2006WR004855>
- Rimon, Y., Nativ, R., & Dahan, O. (2011). Physical and Chemical Evidence for Pore-Scale Dual-Domain Flow in the Vadose Zone. *Vadose Zone Journal*, 10(1), 322–331. <https://doi.org/10.2136/vzj2009.0113>
- Shani, U., **Ben-Gal, A.**, Tripler, E., & Dudley, L. M. (2007). Plant response to the soil environment: An analytical model integrating yield, water, soil type, and salinity. *Water Resources Research*, 43(8), 1–12. <https://doi.org/10.1029/2006WR005313>
- Silber, A., Goldberg, T., Shapira, O., & Hochberg, U. (2022). Nitrogen uptake and macronutrients distribution in mango (*Mangifera indica* L. cv. Keitt) trees. *Plant Physiology and Biochemistry*, 181, 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.03.036>

- Sperling, O., Karunakaran, R., Erel, R., Yasuor, H., Klipcan, L., & Yermiyahu, U. (2019). Excessive nitrogen impairs hydraulics, limits photosynthesis, and alters the metabolic composition of almond trees. *Plant Physiology and Biochemistry*, 143, 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.08.030>
- Tripler, E., Ben-Gal, A., & Shani, U. (2007). Consequence of salinity and excess boron on growth, evapotranspiration and ion uptake in date palm (*Phoenix dactylifera* L., cv. Medjool). *Plant and Soil*, 297(1–2), 147–155. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9328-z>
- Tripler, E., Shani, U., Ben-Gal, A., & Mualem, Y. (2012). Apparent steady state conditions in high resolution weighing-drainage lysimeters containing date palms grown under different salinities. *Agricultural Water Management*, 107, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.01.010>
- Tripler, E., Shani, U., Mualem, Y., & Ben-Gal, A. (2011). Long-term growth, water consumption and yield of date palm as a function of salinity. *Agricultural Water Management*, 99(1), 128–134. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.06.010>

## 9. סיכום עם שאלות מנחות (ענה בקצרה, שלוש עד חמש שורות)

- א.** אנא פרט מהם הניסויים שבוצעו על פי תוכנית העבודה תוך התאמה למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקיפה בשנת 2023 הבאנו את המערכת של הליזימטר הענק למצב יציב, בו יש נקז בכל העצים שבניסוי. לכן, במשך כל עונות השנה דגמנו את ריכוזי יסודות NPK בנקז ופותחה לחלק מ-2023 עקומת קליטה של חנקן ממאזן המאסה של הליזימטר.
- ב.** מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח המחקר מורכב מניסוי אחד בו עצי תמר נמצאים בתוך ליזימטר ענק. הניסוי שנעשה כל שנת 2023 הוא ניטור מאזן המים, מלחים ויסודות הזנה ברצף השקיה-צמח-נקז.
- ג.** אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן השקית הליזימטר מתוזמנת כ-30% מצריכת המים על ידי העץ אשר נמדדת עם הליזימטר. לכן, המערכת נמצאת במצב פסאודו-יציב וניתן לחשב את מאזני הכלוריד, חנקן ומים בצורה מיטבית. מתוצאות מקדימות ניתן לראות כי באוגוסט, ספטמבר ודצמבר יש ירידה בקצב קליטת החנקן. תוצאה זו מקדמת אותנו להשגת כל המטרות של מחקר זה.
- ד.** בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך, כולל אבני דרך כמותיות רוב המשימות בוצעו כמתוכנן. דיגום הקרקע התעכב והתבצע בתחילת 2024, לכן התוצאות יהיו בדוח 2024. בשנת 2023 התרכזנו בנושא החנקן בניתוח הנתונים אם כי הדיגום אכן התבצע בפועל והתוצאות יונתחו בהמשך המחקר. אבני הדרך: א) סיכום מפורט של 5 שנים של נתונים מהליזימטר, כולל אנליזות של מאזני מים ומומסים כלליים – בוצע והוצג לנציגי משרד החקלאות וק"ל. ב) השוואה ראשונית בין כמויות הנקז הנמדד לכל אחד מששת העצים אשר מנוטרים לבין כמויות נקז מחושבות על ידי מאזני מומסים או על ידי חישובים של זרימת מים בין שני טנסיומטרים בתחתית בית השורשים – נעשה חישוב מאזנים מים על ידי מאזני מומסים. ההשוואה בין מאזן המים של הליזימטר לזרימת מים חושבת על ידי טנסיומטרים הייתה בהתאמה מאוד נמוכה. מהתוצאות ניתן להבין כי זה בשל שיטת המדידה עם הטנסיומטרים ולא בגלל הליזימטר.
- ה.** מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

מערכת הליזימטר הענק מאפשרת למדוד את צריכת המים האמיתית של 8 עצי תמר ולכם ניתן לחשב את מאזני החנקן לאורך השנה. בשנת 2023 נמדד עודף אדיר של דישון חנקני וניתן להסיק כי דישון מדויק יעלה את יעול הדישון ללא פגיעה ביבול.

**ו. מהן הבעיות שנתרו לפתרון ואו שינויים טכנולוגיים שיוקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומה אמורה להיות התייחסותך להמשך**

יסודות הזנה אשלגן וזרחן פחות נעים בקרקע ולכן ישנו קושי בשימוש מערכת הליזימטר לחישוב מאזנים. בשנים הבאות נתייחס לסוגיה זו ונפיק את המיטב מהמערכת כדי לייצר עקומי צריכה ליסודות K ו P בנוסף לחנקן ומליחות כללית.

**ז. הפצת הידע בכנסים או פעילויות שנעשו במו"פ במהלך התקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכו')**

ב6 לפברואר 2023 הוצגו מטרות המחקר ומתודולוגיה לחקלאי תמרים בערבה הדרומית. ב8 למרץ 2023 הוצגו מטרות המחקר מול מרכזי משקים של חבת אילות. המפגש שהיה מתוכנן לנובמבר 2023 נדחה ל12/2/2024 בשל המצב הבטחוני. במפגש של 2024 הוצגו תוצאות למגדלי תמרים, נוכחו במפגש נציגים מ8 קיבוצים מתוך 10. התוצאות הראושניות של פרוייקט הליזימטר התקבלו בצורה מאוד חיובית.

**ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר**  
לא.

**ט. ציון השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור**  
טרם.

**י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון**  
ישנו שיתוף פעולה עם מו"פ ערבה תיכונה, מכון מחקר גילת ואוניברסנטת בן גוריון. תוצאות הליזימטר, בעיקר של השוואת הנקז למשאבים משמשת חוקרים שותפים לפענח תוצאות בניסוי רמות חנקן בחצבה.

**יא. המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר**  
המשך מדידות שגרתיות בצורה הכי עקבית שניתן.

**יב. פטנטים שנבעו מהמחקר**  
לא רלוונטי.



## 1. מו"פ ערבה דרומית – דוח שנתי לקק"ל

מספר המחקר: 81104

### נושא ההצעה: תצפית תלוליות בעצי תמר מזן מג'הול לשנת 2023

שם החוקרת הראשית: יעל רייך הופמן, מו"פ ערבה דרומית

שותפים למחקר: פרופ' נפתלי לזרוביץ, המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב. אלון אורון, אלון מאור, אלעזר וולק, אריאל נחליאלי, אגף שימור קרקע, התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות. עודד פרידמן, ברוך לוזון, שה"ם, משרד החקלאות.

סטטוס התוכנית: סיום – המשך כפרויקט אחר.

מועד התחלה 1/1/2023 – מועד סיום 31/12/2024

## 2. רקע ותיאור הבעיה

בדרום הארץ התפתחה בשנים האחרונות אגרוטכניקה של הקמת תלוליות סביב עצי תמר בוגרים. באגף לשימור קרקע וניקוז עלתה השאלה האם לתמוך בפרקטיקה הזו במטרה לשפר את ההתמודדות עם בעיות עודפי מים ומאיך עם שיפור קליטת מים וחומרי הזנה לצמח. בוצעו שני סיורים בהם חקלאים הסבירו על בעיות ניקוז לקוי או ניקוז יתר שחוו והציגו את השימוש בתלוליות במטרה לשפר את תאחיזת המים בקרקע או כדי להנגיש לעץ אזור מאוורר עם תנאים מיטביים לגידול וקליטה של שורשים וכך להתמודד עם עודפי מים הפוגעים בגידול. בין המשקים אף התפתחו מתודות שונות בנושא התלוליות, שימוש בחומרים שונים – פרלייט קומפוסט, חול ועוד. סיכומים משני הסיורים נמצאים בסוף המסמך, הביקורים נערכו במטעים של 6 קיבוצים מתוך 10 באזור מתוך עניין של החקלאים להבין איך תלוליות יכולות לשפר יבולים ויעילות קליטת מים ויסודות הזנה. כיום אין מספיק מידע לגבי תנועת המים והמומסים בתלוליות. מידע לגבי תנועת המים, הסעת מומסים, והתפתחות שורשים בתלוליות. מידע זה יאפשר תכנון מושכל של תלוליות אשר יעזרו עם הבעיות הספציפיות של כל המטע. בנוסף, מידע זה יתמוך בהחלטת גורמי מדיניות באגף לשימור קרקע וניקוז לתמיכה בתלוליות.

מודלים נומריים דוגמת (HYDRUS (2D/3D מאפשרים חישוב של תנועת המים והסעת מומסים בקרקע ובנוסף את האינטראקציות בקליטת המים על ידי הצמח. מודלים אלה יכולים לעזור באופטימיזציה של הגיאומטריה של התלוליות ובחינת החומרים המרכיבים את התלוליות. למודלים אלה נדרש כיוול באמצעות מדידות ברצף קרקע-צמח-אטמוספירה בתנאי שדה.

### **הבעיות שהתלוליות באות לפתור:**

ניקוז לקוי הגורם לשלוליות בפני השטח ובית גידול ליתושים. כיום החקלאים מקבלים דו"חות על תברואה. קרקע בוצית בין העצים גורמת לבעיות עבירות כלי גובה הפועלים במטעים כל השנה. בקיץ יש מגבלות השקיה ולא ניתן להנגיש לעץ את כמויות המים הגדולות הנדרשות מאחר שהמים לא מחלחלים לקרקע ונוצר נגר עילי שמסיט חלק מכמות המים מאזור בית השורשים. לדברי המשקים התלוליות מייצרות נפח קרקע מאורר בו השורשים יכולים לשגשג ולקלוט מים באופן מיטבי. עולה ההשערה כי התלוליות יגרמו לירידה בשלוליות בגלל הגדלת קליטת המים כאשר ספיקת ההשקיה גדולה. במקביל לאמור לעיל, תועלת נוספת המדווחת על ידי המשקים היא סיוע גם במקרה ההפוך של ניקוז יתר הגורם לחוסר יעילות קליטת מי ההשקיה. כרגע משקים עם אביזרי השקיה בספיקה גבוהה מאוד, 25-50 ליטר/שעה, המים מחלחלים במהירות במטעים בהם הקרקע חולית/אבנית. עולה ההשערה כי תלוליות המורכבות מערבוב של קומפוסט וחול ישפרו את תאחיזת מי ההשקיה ויהיו יותר מים וחומרי הזנה זמינים לצמח. בנוסף ניתן לשקול שימוש בחומר וואדי או חומר מחצבה מקומי שנגיש יותר.

### **3. מטרת המחקר וחשיבותו**

#### **מטרות התצפית ל-2023:**

- א. לאסוף נתונים ראשוניים - תנועה של מים ומומסים, התפתחות שורשים בתלוליות סביב עץ תמר בוגר.
- ב. יצירת בסיס נתונים להצעת מחקר לקול קורא עתידי ופיתוח מודל נומרי עם יכולת לבצע אופטימיזציה של המערכת.

#### **מטרות משנה:**

- לתאר את תנועת המים בתלוליות סביב עצי תמר כאשר הרכב התלוליות כולל יחסים שונים של חול וקמפוסט, וכן לתאר את יחסי השקיה-חלחול-קליטה לעץ.
- לתאר את הצטברות ותנועת המומסים בתלוליות ולזהות האם התלוליות מאפשרת סביבה מיטבית עבור השורשים הפעילים.
- לתאר את התפתחות השורשים בתלוליות שיוקמו.

**מטרות המחקר** שיוגש יהיו בין היתר כיוול מודל (HYDRUS (2D/3D שיאפשר לבצע אופטימיזציה לאגרוטכניקה של תלוליות מבחינת גיאומטריה והרכב התלוליות. כמו כן, לבחון את השפעת התלוליות בסביבת מי תהום גבוהים או קרקעות בעלות מוליכות הידראולית גבוהה יותר או פחות מתחת לתלוליות.

#### 4. מהלך המחקר ושיטות העבודה

תכנון לעומת ביצוע לפי פירוט המשימות בשנה א':

משימה	ביצוע
סביב חמשת עצי המג'הול, בני 8 שנים, ייבנו תלוליות ביחסים שונים של קומפוסט וחול (0-100%, 25-75%, 50%-50, 75-25%, 100-0%).	בניית התלוליות סביב 5 עצים במו"פ ערבה דרומית בוצע בנובמבר 2023. לכל תלולית חושבו כמויות קרקע בקילוגרם לפי הנפח הרצוי והצפיפות הגושית שנמדדה במדידות מקדימות.
מדידות של תכונות הידראוליות של הקרקעות במחקר	במרץ 2023 נדגמו קרקעות מקומיות בערבה דרומית ונבדקו תכונות הידראוליות עם מערכת הייפרופ בתחנה לחקר הסחף. הקרקעות השונות הם חול מקומי אשר ישמש לבניית התלולית עשויה 100% חול, קרקע המקומית בעומק 10 ס"מ ליד העצים במו"פ ערבה דרומית, קרקע מהתלוליות קומפוסט במטע סמר בעומק 10 ס"מ בחלק העליון של התלולית, וקומפוסט מקיבוץ סמר אשר ישמש כדי לבנות את התלולית 100% קומפוסט. אחרי הניסוי הייפרופ הראשונים, נעשו ערבובים של קומפוסט וחול לפי התוכנית לבניית התלוליות (0-100%, 25-75%, 50%-50, 75-25%, 100-0%).
התקנת חיישני TDR	בעת כתיבת הדוח מערכת ה-TDR עם הבקר בבדיקה ראשונית לפני התקנה. ההתקנה נדחתה כדי לתת לתלוליות להתייבב לפני ההפרה שההתקנה של חיישנים מהווה.
התקנת מדי זרימה למוהל העצה בכל עץ מדידה	בספטמבר 2023 הותקנו 5 חיישנים של חברת Treetoscope על 5 העצים המיועדים לתלוליות במו"פ ערבה דרומית.
התקנת 6 צינורות שקופים לצילום שורשים	בעת בניית התלוליות הותקנו 6 צינורות שקופים בכל עץ. הצינורות הותקנו בשלישיות, שלושה בחלק הצפוני ושלושה בחלק הדרומית של התלולית. עומק הצינור בקרקע המקומית היה 10, 25 ו-40 ס"מ בהתאמה מהכי קרוה להכי רחוק מהעץ. המרחק בין הצינורות הוא כ-15 ס"מ.
בדיקות כימיות לדוגמאות קרקע - בתחילת הניסוי ייבחן הרכב האניונים, הקטיונים ומליחות כללית בעיסה רוויה	נעשו בדיקות כימיות לחמישה קרקעות של התלוליות במעבדת קרקע ומים מו"פ ערבה דרומית.

	בדוגמה מייצגת של כל תלולית.
בדיקות עלים	בדיקות עלים נדחו לאביב 2024.
מספר כפות	סקר מספר כפות נעשה ב-6.3.2024
הערכת כיסוי צמחי בסביבת התלולית על ידי תצלומים מהעפרון	סקר הערכת כיסוי צמחי נעשה ב-6.3.2024 עם צילום מהעפרון. לא נמצאה קשר בין מספר כפות לכיסוי צמחי.
נתקין ארבעה טנסיומטרים וארבעה משאבים עבור כל עץ.	בעת כתיבת הדוח מערכת הטנסיומטרים עם הבקר בבדיקה ראשונית לפני התקנה. ההתקנה של הטנסיומטרים והמשאבים נדחתה כדי לתת לתלוליות להתייצב לפני ההפרה שהתקנה של חיישנים מהווה.
מערכת השקיה	בעת בניית התלוליות הותקנו 10 טפטפות של 8 ליטר/שעה בעיגול סביב כל עץ
מדי ספיקה	5 מדי ספיקה קטנים יותקנו ביחד עם הבקר והחיישנים.

## אבני דרך

- (א) ניסוי הייפרופ – אפיון הקרקע וחומר לתלוליות. - בוצע  
 (ב) 3/2023 – בניית התלוליות במו"פ ערבה דרומית בחמשת עצי תצפית. מדידות ראשוניות. - בוצע  
 (ג) 3/2023 – התקנת מערכת ניטור בתלוליות ותחילת מדידות. – נדחתה לסוף חודש מרץ 2024  
 (ד) 7/2023 – סיכום תוצאות חצי שנתי, החלטה על המשך הניסוי וכתיבת הצעת מחקר מלאה. בוצע  
 12/2023 – סיכום תוצאות שנתיים – כתובת דוח שנתי. בוצע

### 5. תוצאות ביניים לפי משימות

בחודש נובמבר 2023 נבנו 5 תלוליות סביב עצי תמר במו"פ ערבה דרומית. אחוזים נפחיים של חול מקומי וקומפוסט מקיבוץ סמר מפורטים בטבלה 1. באיור מספר 1 ניתן לראות את כל התלוליות יומיים אחרי בנייתם. בעת הבנייה הוצבו בכל עץ חוטים בכדי להגדיר את הנפח הרצוי והממדים של כל תלולית במטרה ליצור תלוליות כמה שיותר זהות אחת לשנייה.



איור 1 - תלוליות יומיים אחרי בנייתם. מספר 1 היא 100% קומפוסט ומספר 5 היא 100% חול.

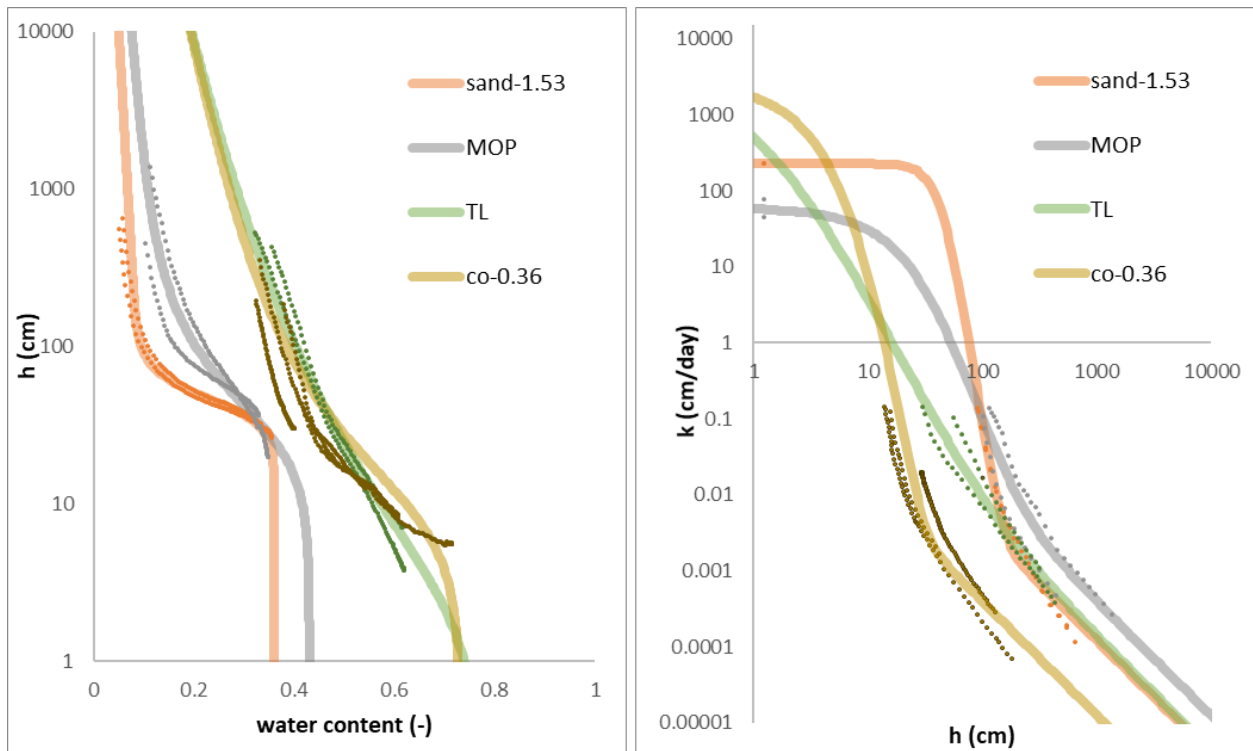


Tree #	% sand	%compost	# of leaves 6/3/2023
1	0	100	62
2	29	71	74
3	55	45	64
4	79	21	63
5	100	0	69

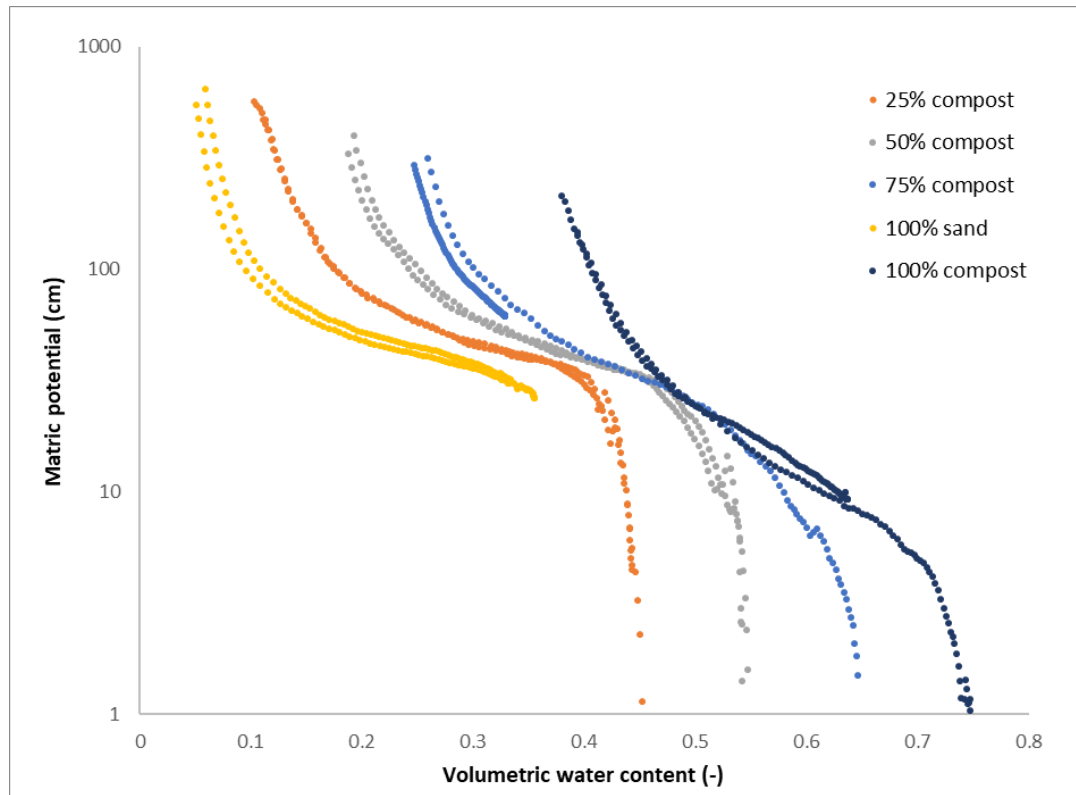
ניסויי הייפרופ מפורטים במשימה 2 הניבו עוקמי תאחיזה ועקומי מוליכות הידראולית באי-רוויה לקרקעות מקומיות (איור 2, MOP) וחומרי גלם (קומפוסט, חול). כמצופה, תאחיזת המים של החול המקומי הכי נמוכה אך דומה לקרקע המקומית במו"פ בה העצים נטועים ותאחיזת המים של הקומפוסט הטהור והקומפוסט מיוצב בתלוליות דומה ביניהם וגבוהה מזו של החול (איור 3). נעשה שימוש בתוצאות אלו בכדי לתכנן את הניסוי הייפרופ הבא, בו נעשו מיהולים של חול וקומפוסט כמפורט במשימה 2. כמצופה, ככל שנוסף קומפוסט לחול תאחיזת המים עלתה (איור 3).



איור 2 - דיגום קרקע מקומית ליד העצים במו"פ ערבה דרומית. הדגימות קרקע לא מופרות לצורך בדיקת הייפרופ. בתמונה מצד שמאל - הרטבת הדוגמאות לפני הבדיקה.



איור 3 - תוצאות מניסויי הייפרופ לחומרים השונים לבניית תלוליות SAND מייצג את החול אשר ישמש לבניית התלולית עשויה 100% חול, MOP היא הקרקע המקומית בעומק 10 ס"מ ליד העצים במו"פ ערבה דרומית, TL היא הקרקע בתלוליות קומפוסט במטע סמר בעומק 10 ס"מ בחלק העליון של התלולית, 0.36-CO הוא הקומפוסט הטהור מקיבוץ סמר אשר ישמש כדי לבנות את התלולית 100% קומפוסט.



איור 4 – תוצאות מניסויי הייפרופ לקרקעות מוהלות באוחזים משתנים של חול וקומפוסט.

ביום בו נבנו התלוליות גם הותקנו 6 צינורות שקופים בכל עץ לצילום שורשים עם מערכת שנבנתה כעל ידי קריסטל ויז'ון (איורים 5-6). נעשו צילומי שורשים פעם בחודש.

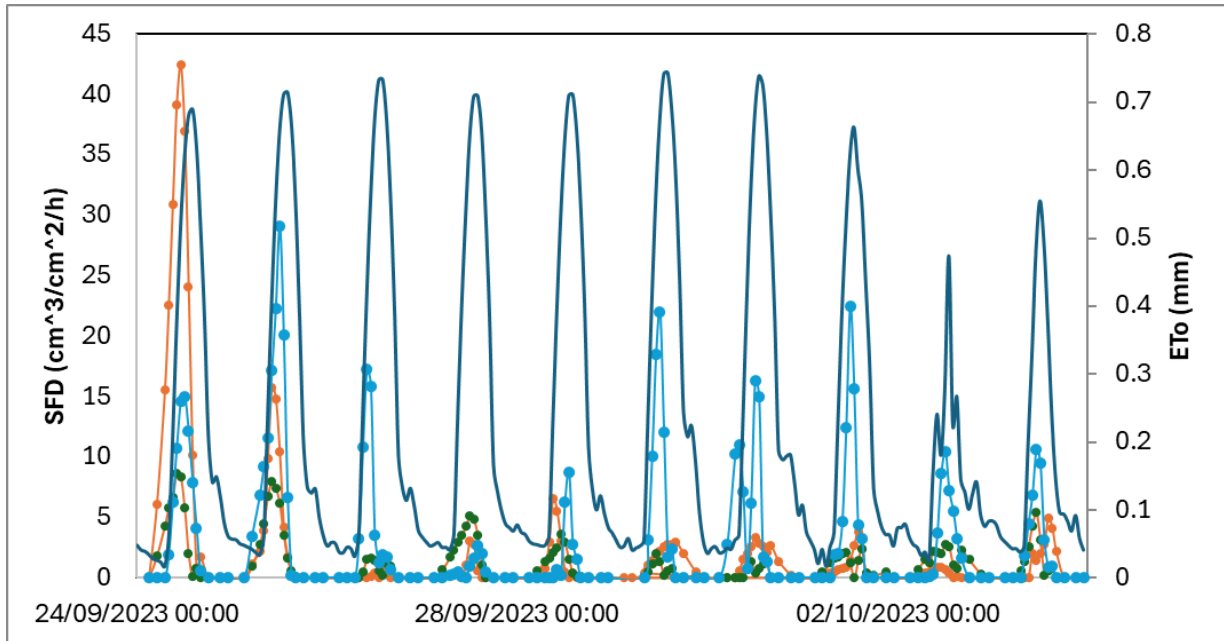


איור 5 - התקנת צינורות שקופים בשביל צילום שורשים.



איור 6 - צילום שורשים. בתמונה צילום דוגמא בצינור שלא נמצא בקרקע.

לפי משימה 4, הותקנו מדי זרימה מוהל הגזע בכל עץ. באיור 7 ניתן לראות שבוע של מדידות בשלושה עצים. החיישנים, מחברת TREETOSCOPE נבנו במיוחד באורך של 30 ס"מ בשביל עצי תמר וחלקם הפסיקו לעבוד אחרי כמה שבועות.



איור 7 - תוצאות ראשוניות ממדי זרימה מוהל הגזע. הקו הרציף הינו האידי-דיות הפוטנציאלי (ETo) והקווים עם הנקודות הן מדידות של זימה מוהל הגזע ל 3 עצים.

בדיקות קרקע של מיהולי הקרקע השונים נעשו ביום בניית התלוליות. ערכי המוליכות חשמלית, ריכוזי כולירד, חנקן כללי, אחוג זרחן, נתרן, אשלגן, סידן, מגנזיום, סולפאט וחומר אורגני עלו עם עליה באחוזי קומפוסט (טבלה 2). בדיקות נוספות בעיסה רוויה גם נעשו לשני התלוליות עם האחוזים הכי גבוהים של חול.

טבלה 2 – תוצאות בדיקות כימיות לקרקעות של התלוליות. החלק העליון של הטבלה מראה תוצאות של בדיקות בעיסה של 1:10 והטבלה התחתונה לפי עיסה רוויה לפי שיטות של קרקע ולא קומפוסט.

שם דוגמא	% SP	רטיבות %	מוליכות dS/m 1:10	Cl mg/l 1:10	% N total קומפוסט	אולסן-P %	% Na	קומפוסט K %	סידן %	Mg מגנזיום %	S-SO4 %	חומר אורגני %
קומפוסט 100%	01:10	44.49	11.99	2650	1.92	1.829	1.508	1.603	0.137	0.05	8.35	33.25
קומפוסט 75%	01:10	25.52	3.37	500	0.71	1.308	0.831	0.532	0.073	0.023	3.09	21.45
קומפוסט 50%	01:10	18.28	1.1	140	0.04	1.033	0.538	0.208	0.072	0.01	1.015	6.38
קומפוסט 25%	01:10	9.29	0.74	120	0.01	0.873	0.551	0.175	0.078	0.013	1.105	1.65
חול	01:10	7.07	0.26	32	0	0.693	0.373	0.137	0.063	0.009	0.745	0.05
קומפוסט 25%	31.33%	9.29	6.99	1500	חנקתי N מ"ג/ק"ג קרקע	אמוני N מ"ג/ל	Na mg/l	K מ"ג/ל SP	סידן מ"ג/ל SP	Mg m"ג/l SP	S-SO4 מ"ג/ל	קומפוסט 25%
					38.5	0.13	141.6	2500.49	252.3	102	927.88	
חול	34%	7.07	0.62	71	8.3	0.09	3.3	55.3	97.8	21.5	279.57	חול

## 6. דיון הכולל מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר או סיומו, תוך השוואה לסקר ספרות

בדיקות מקיפות של התכונות ההידראוליות של הקרקעות המקומיות קומפוסט ומיהולם אשר נעשו עם מערכת הייפרופ, יצרו בסיס נתונים אשר אפשר בניית תלוליות עם מדרג של מרקמי קרקע ותכונות הידראוליות. תכונות אלו שומשו לבניית מודל מאוד ראשוני להצעת מחקר אשר הוגשה ואושרה על ידי הקרן המרכזית של המדענית הראשית של משרד החקלאות. לכן, המחקר ימשיך ככה שהנתונים אשר נאספים בתלוליות יהיה בסיס לבניית מודל HYDRUS (2D/3D) אשר יתאר את תנועת המים והסעת המומסים בתלוליות השונות ובקרקע המקומות מתחתם.

בניית התלוליות בממדים ידועים מראש הייתה מאתגרת כי כל תמהיל בעל מרקם שונה. התצפית לימדה אותנו על אופן בניית התלוליות וגם על יציבותם. מתואצות הראשוניות עולה כי התלוליות הכי יציבות הן בערבוב 75-25 של קומפוסט או חול באותה מידה. דהיינו, תלוליות 100% חול או קומפוסט פחות יציבה אבל תוספת קטנה של חומר אחר תורם ליציבות.

בנוסף, למרות תאחיזת המים הגבוהה של הקומפסט, הוא חומר הידרופובי ולכן בחלקו יבש עם זרימות מועדפות. כמו כן, מוליכות ההידראולית הגבוהה מביאה לתופעה בה תמיסת ההשקיה זורמת במהירות דרך התלוליות, פוגשת את הקרקע המקומית הפחות מוליכה וזורמת על פני הקרקע ככה שיוצרת שלוליות מחוץ לתלוליות. זו תופעה אשר תתחקר עם המודל עתידי.

## 7. סיכום עם שאלות מנחות (ענה בקצרה, שלוש עד חמש שורות)

א. אנא פרט מהם הניסויים שבוצעו על פי תוכנית העבודה תוך התאמה למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקיפה

על פי תכנית העבודה בוצעו ניסויי הייפרופ לקרקעות מקומיות ותמהיל שלהם, בדיקות מעבדה, עמידות תלוליות בתצפית, ספירת עלים, צילומי שורשים, התקנת חיישני זרימה מוהל הגזע. כמו כן, נכתבה הצעת מחקר אשר התבססה על התוצאות הראשוניות של התצפית.

**ב. מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח**

בניסויי מעבדה נבחנה השפעת הקומפוסט על עלייה בתאחיזה, מוליכות חשמליץ, תכולת חנקן וחומר אורגני, ירידה בנפח של תלוליות קומפוסט נקי. השערה שתלוליות תמהיל בין חול לקומפוסט הכי יציבות, נתוני בסיס של ספירת עלים, התחלת התפתחות בית שורשים עם צילומים, מדידות ראשוניות של זרימה במוהל הגזע.

**ג. אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן**

שני מטרות המחקר העיקריות, הקמת תצפית ולכתוב לפיה הצעת מחקר, הושגו באופן מלא.

**ד. בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך, כולל אבני דרך כמותיות**

בוצעו כל אבני הדרך. המשימות אשר נדחו ל-2024 יבוצעו בתחילת השנה.

**ה. מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו**

השפעה ברורה של קומפוסט והשערה של תמהיל כהצעה אגרוטכנית.

**ו. מהן הבעיות שנתרו לפתרון ואו שינויים טכנולוגיים שיווקיים ואחרים שחלו במהלך העבודה ומה אמורה להיות התייחסותך להמשך**

התצפית מוגבלת וחסרת חזרות אך עונה על צרכי תכולת העבודה מאחר שנתנת בסיס נתונים מלא בכדי לכייל מודל נומרי הידרולוגי.

**ז. הפצת הידע בכנסים או פעילויות שנעשו במו"פ במהלך התקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכו')**

נעשו ביקורים במו"פ והופעה בסרט תדמית של ערדום, הזמנת חקלאים מהמרחב (נדחו בשל מצב בטחוני), הצגה ראשונית בפורום פנימי של חטיבת ניהול משאבי סביבה, משרד החלקאות, הצגת תכנית המחקר מול מרכזי משקים מועצה איזורית חבל אילות.

**ח. פרסומים בעיתונות מבוקרת או בעיתונות בעברית שנבעו מהמחקר**

אין

**ט. ציין השפעת המחקר על כלכלת החקלאות באזור, או תרומה מעשית למארג האגרו-אקולוגי באזור באופן ראשוני מאוד – משמעות תמהיל בין קומפוסט לחומר מקומי להמלצות. סיורי מדריך קרקע ומים של שה"ם**

י. עם אילו מו"פים נוספים מתוכנן שת"פ במחקר הנוכחי או בעתיד כהמשך למחקר הנידון פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מופ חצבה ומו"פ הבקעה.

**יא. המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר**

המלצה לצילום נפח התלוליות סופי באמצעות טכנולוגית SFM

**יב. פטנטים שנבעו מהמחקר**

טרם