

פלפל בבקעת הירדן - בחינת היבטים של השקיה בבית רשת

אפרים צפלבץ, זיוה גלעד, אחיעם מאיר – מו"פ בקעת הירדן
דויד סילברמן – שירות ההדרכה והמקצוע (שה"מ), משרד החקלאות ופיתוח הכפר
יוסי טנאי, כרמית זיו, גינת רפאל – מנהל המחקר החקלאי

תקציר

בניסוי לבחינת היבטים של השקיית פלפל בבית רשת נבחנו הטיפולים כלהלן: 1. מסחרי - השקיה לפי ההמלצות המפורסמות בדפונים בנושא השקיית פלפל בבקעת הירדן; 2. מסחרי בספיקה נמוכה - השקיה כמו בטיפול 1, אך בטפטפות בספיקה של 0.8 ליטר לשעה (ספיקת הטפטפות בכל הטיפולים האחרים הייתה 1.6 ליטר לשעה); 3. השקיה לפי דרישה - פתיחת המים בהתאם למוצע המתקבל משתי תחנות של טנסיומטרים בעומק 20 ס"מ (מתח המים בפתיחת ההשקיה עד חנטה של 3-4 פירות: 40 סנטיבר; ומחנטה של 3-4: 30 סנטיבר בלבד. מתח המים בסגירת ההשקיה: 10 סנטיבר בממוצע של 2 תחנות של טנסיומטרים בעומק 40 ס"מ); 4. השקיה לפי גרופיט + אלגוריתם המתחשב בגובה הצמח; 5. השקיה לפי גרופיט. לכל טיפול נקבע מקדם מההתאדות שהשתנה במהלך העונה. מתוצאות הניסוי בשנה הנוכחית עולה שבטיפול ההשקיה לפי דרישה התקבל היבול הטוב ביותר מבחינת הכמות והאיכות, כשעיקר תוספת המים בטיפול זה ניתנה בסתיו ובחורף. עם זאת, הטיפול שקיבל השקיה בספיקה נמוכה, ללא תוספת מים, סיפק אף הוא תוצאות דומות. כמו כן, הטיפול של ההשקיה בספיקה נמוכה הראה יתרון בחלק גדול של הפרמטרים של חיי מדף. לעומת זאת, הטיפול שהושקה לפי גרופיט הניב תוצאות פחות טובות באופן מובהק, הסיבה לכך קשורה כנראה בהמלחה שנוצרה בטיפול זה.

מבוא

הפלפל ממשיך לשמש גידול חשוב בפרנסת חקלאי בקעת הירדן. הרצון לייעל את השימוש במים מהווה חלק חשוב באתגרי הגידול. בשנים האחרונות מצאנו ששימוש בנתוני אקלים, הנמדדים בתוך מבנה הגידול, יכול לתרום לחיסכון במים ללא פגיעה ביבול או באיכות. עבודה זו התבססה על מדידת נתוני האקלים באמצעות תחנה מטאורולוגית סטנדרטית, שהוקמה במבנה (יוסי טנאי וחובי 2021). עלות תחנה כזו נאמדת ב-40,000 ₪. בשנים האחרונות התחלנו לבחון אפשרות לשימוש בתחנה של חברת grofit לקבלת נתוני התאיידות לפי פנמן מונטיס בתוך המבנה. העלות של תחנת grofit מסתכמת בכ-2,300 ₪ בלבד. בעונה קודמת השווינו נתונים של 4 חיישני grofit במבנים דומים, ומצאנו שהחיישן אמין וניתן להסתמך עליו בקבלת הנתונים של קרינה, טמפרטורה ולחות בתוך המבנה. הצבת ערך קבוע עבור הרוח בנוסחת פנמן מונטיס תספק נתוני התאדות לפי פנמן מונטיס במבנה (צפלבץ וחובי 2021). יש לציין שהערכים המתקבלים למבנה אינם נמצאים תמיד בקורלציה לנתוני פנמן מונטיס הנמדדים בתחנה מטאורולוגית מחוץ למבנה, והדבר מותנה גם בשינוי ברכיבי הנוסחה וגם בשינוי הכיסוי של המבנה. המידע החסר בידינו עתה, שאותו בכוונתנו ללמוד מניסוי זה, הוא המקדם הרצוי ביחס לנתוני ההתאדות המתקבלים מה-grofit בכל אחד משלבי הגידול.

נושא נוסף שנבדק בניסוי הוא האפשרות ל"השקיה לפי דרישה". ההשקיה במקרה זה מבוססת על מדידה רציפה של מתח המים בקרקע באמצעות טנסיומטרים. הטנסיומטרים שנמצאים במרכז בית

השורשים נותנים את הפקודה לפתיחת ההשקיה, והטנסיומטרים הנמצאים בתחתית בית השורשים נותנים את הפקודה להפסקת ההשקיה. באופן כללי, אנו קובעים את הערכים הרצויים לפתיחה ולסגירה של ההשקיה, לפי הניסיון שהצטבר לגבי עבודה עם טנסיומטרים ידניים. החידוש בעניין זה הוא בכך שכעת הפתיחה והסגירה מתבצעים באופן אוטומטי בהתאם לערכי הסף שנקבעו מראש.

נושא נוסף שנבדק במחקר הנוכחי הוא השקיה לפי המומלץ (טיפול מסחרי), תוך שימוש ב**טפטפות בעלות ספיקה נמוכה**, מתוך הנחה שהשקיה בקצב איטי תאפשר לצמח לקלוט יותר מים ויסודות הזנה במהלך ההשקיה עצמה.

כל הטיפולים בניסוי זה נבחנו במטרה לייעל את ההשקיה ולהביא לחיסכון במים ללא פגיעה ביבול או באיכות.

מתוצאות הניסויים בשנים הקודמות עולה כי הטיפול של ההשקיה בספיקה נמוכה והטיפול של ההשקיה לפי דרישה סיפקו את היבול הכללי ואת היבול ליצוא הגבוהים באופן מובהק מהיבול הכללי והיבול ליצוא בטיפול המסחרי. רמת ההשקיה במ"ק לדונם לעונה בטיפול של ההשקיה לפי דרישה הייתה גדולה ביותר מפי שניים מהרמה בטיפול המסחרי. לעומת זאת, בהשקיה בספיקה נמוכה היו כמויות המים דומות לכמויות בטיפול המסחרי.

בתקופה של תחילת הקיץ (אמצע מרס עד סוף הגידול) הייתה תוספת המים בטיפול של ההשקיה לפי דרישה כ-100 קוב לד', והיא תרמה לירידה מובהקת ברמת הפרי הדבולן, ולכן הוחלט על עליית המקדם בתקופה זו בכל טיפולי הניסוי.

מטרת המחקר: בחינת היבטים שונים של השקיה מדויקת ככל האפשר בגידול פלפל בבקעת הירדן, ופירוט הצריכה השנתית לשלבים שונים של הגידול, כדי להגיע לשליטה על גובה הצמח, ללא פגיעה ביבול או באיכות. להשגת מטרות אלה נבדק בנוסף את השימוש בכלי בקרה זולים שיתרמו לדיוק בהשקיה ולחיסכון במים.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

בתחנה צבי במו"פ בקעת הירדן נשתל פלפל מזן גלעד בתאריך 14.8.22, בקרקע מקומית, במנהרה עבירה, שרוחבה 10 מטרים. המבנה כוסה ברשת 17 מש על הגג, וברשת 50 מש מצדדיו. מתחילת הגידול ועד תאריך 28/9/22 נפרסה רשת צל שחורה 40% מעל רשת 17 מש, והיא הוחזרה שוב מתאריך 27/2/23 ועד סיום הגידול בסוף מאי.

ההשקיה מהשתילה ועד התבססות הצמחים (1/10/22) הייתה אחידה בכל הטיפולים, לפי הנוהל המקובל בחלקות מסחריות.

טיפולים:

1. ביקורת - השקיה לפי המלצות מסחריות (כפי שפורסמו בדפון "המלצות השקיה ודישון לפלפל סתווי בבתי רשת ובבתי צמיחה בבקעת הירדן, 2022"). השקיה זו מתבצעת לפי מדידות בשיטת פנמן מונטיס בתחנה מטאורולוגית, עם טפטפת כל 20 ס"מ, **בספיקת טפטפת של 1.6 ל"שעה**.
2. השקיה כמו בטיפול 1, אך בטפטפות בספיקה נמוכה, טפטפת כל 20 ס"מ, **בספיקת טפטפת של 0.8 ל"שעה** (פי שניים שעות השקיה).
3. השקיה לפי דרישה - פתיחה וסגירה אוטומטיות, לפי ממוצע של שתי תחנות טנסיומטרים, כשכל תחנה מוצבת בשני עומקים: 20 ו-40 ס"מ. ערכי הסף לפתיחת המים דומים לערכי הסף

המומלצים באופן מסחרי, והם משתנים במהלך העונה. פתיחת המים בתחילת העונה (החל מהשלב של התבססות הצמחים ועד לחנטה של 3-4 פירות) מתבצעת כשהמוצע של שתי התחנות בעומק 20 ס"מ מגיע ל- 40 סנטיבר. החל משלב החנטה של 3-4 פירות ועד לסיום העונה מתבצעת פתיחת המים כשמתח המים הממוצע בעומק 20 ס"מ מגיע ל- 30 סנטיבר. סגירת המים מתבצעת כאשר הממוצע של שתי תחנות בעומק 40 מגיע לערך של 10 סנטיבר.

4. השקיה לפי התאדות מחושבת בתוך המבנה בשיטת פנמן מונטיס – הנמדדת לפי נתונים שמתקבלים מחיישן grofit ולפי אלגוריתם למדידת נתוני גובה הצמחים. מקדם ההשקיה בטיפול זה נקבע לפי מצבם הפיזיולוגי של הצמחים. עד לתאריך 15/3 היה המקדם 1.0, והחל מתאריך 15/3 עלה ל- 1.5.

5. השקיה לפי התאדות מחושבת בתוך המבנה – הנמדדת לפי נתונים שמתקבלים מחיישן גרופיט (בנוסחת פנמן מונטיס מציבים ערך קבוע למהירות הרוח: 0.2 מטר לשנייה). המקדם בטיפול זה היה במהלך העונה 1.2, והחל מ-15/3 השתנה ל-2.0, בהתאם לניסיון שנצבר בשנים שעברו.

בטבלה 1 שלהלן מרוכזים הנתונים של כמויות המים לכל טיפול בכל תקופה, וסך כל כמות המים השנתית שניתנה בכל טיפול.

טבלה 1. סיכום כמויות מים (מ"ק/ד'), לפי תקופות גידול וסה"כ לעונה

סה"כ כמויות המים (מ"ק/ד'//עונה)	תקופות גידול					טיפולים
	סיום העונה	עד לעליית המקדמים	עד לפריסת רשת צל	עד לחנטה של 3-4 פירות	משתילה ועד הפעלת הטיפולים	
	15/3/23	27/2/23	1/11/22	1/10/22	14/8/22	
	6/5/23	15/3/23	27/2/23	1/11/22	1/10/22	
872	369	61	215	85	142	מסחרי
872	369	61	215	85	142	מסחרי ספיקה נמוכה
1195	396	103	310	217	169	השקיה לפי דרישה
675	243	30	177	76	149	גרופיט + אלגוריתם
816	309	61	225	76	145	גרופיט

מטבלה 1 ניתן ללמוד שבתקופה שהתחילה מהפעלת הטיפולים ועד להופעת 3-4 פירות, ניכר הבדל גדול בין הטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה לבין כל הטיפולים האחרים (ביחס לטיפול המסחרי הבדל זה הסתכם בתוספת של 250%). לעומת זאת, מחנטה של 3-4 פירות ועד לפריסת רשת צל באביב - הצטמצם הבדל זה ל-44% בלבד, אך בתקופה שהתחילה בפריסת רשת הצל ועד לעלייה של המקדמים – הגיע ההבדל ל- 69%. בתקופה שהתחילה בעליית המקדמים ועד לסיום הניסוי - לא נראו הבדלים בין הטיפולים בגלל ההחלטה לעלות את המקדמים בטיפולים האחרים וזאת על סמך תוצאות מהעונה הקודמת.

כל הטיפולים האגרוטכניים האחרים בחלקה התבצעו לפי המקובל בחלקות מסחריות בבקעת הירדן. הדישון התבצע לפי ריכוז של 1-1.5 ליטר לקוב. דשן 9-3-6 בחודש הראשון, ובהמשך ניתן

דשן 9-0-6. בטיפולים שקיבלו יותר או פחות מים, נעשה תיקון לריכוז הדשן, כך שכמות הדשן השנתית בכל הטיפולים הייתה דומה.

במהלך הניסוי נלקחו המדדים הבאים לבחינת השפעת הטיפולים:

1. יבול ואיכות הפרי
2. מדידת השפעת הטיפולים על גובה הצמחים במהלך העונה
3. בדיקות קרקע ועלים. שלוש פעמים בעונה
4. מעקב טנסיומטרים בכל הטיפולים
5. פרי באיכות ייצוא משני קטיפים 12/2/23 ו- 17/4/23 הגיע למחלקה לאחסון, במכון וולקני, נשטף במי ברו, נשקל ונארז מחדש בארגזי ייצוא (20-25 פירות לארגז) ואוחסן בפרוטוקול המדמה משלוח ימי לאירופה (10-14 יום ב- 7 מ"צ, 90-95% לחות, ואז העברה ל- 3 ימים בחי מדף 22 מ"צ). בתום האחסון הפרי נשקל בשנית ונבדק למגוון מדדים.

תוצאות

יבול ואיכות

בטבלה מס' 2 מרוכזים הנתונים של היבול, הגודל, המשקל והאיכות של הפלפל בהשפעת טיפולי ההשקיה.

טבלה 2. השפעת טיפולי ההשקיה על היבול, הגודל, המשקל והאיכות של הפלפל

הטיפול	סה"כ יבול ק"ג/מ"ר	סוג א' (ק"ג/מ"ר)	משקל פרי ממוצע (גרם)	התפלגות גודל ב-%			
				M	L	XL	XL-G
מסחרי	9.9 אב	8.8 אב	158 אב	11.6 אב	37.1	38.8	12.6 בג
מסחרי בספיקה נמוכה	11.1 אב	10.4 אב	168 אב	9.0 אב	31.7	39.5	19.8 אב
השקיה לפי דרישה	11.6 א	10.8 א	171 א	6.6 ב	33.2	38.4	21.7 א
גרופיט+אלגוריתם	9.9 אב	8.9 אב	158 אב	12.5 א	38.7	38.1	10.7 ג
גרופיט	9.2 ב	8.2 ב	155 ב	12.9 א	40.0	35.9	11.2 בג

אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 2 ניתן ללמוד שהיבול הכללי, היבול ליצוא ומשקל הפרי הממוצע בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה, היו גבוהים במובהק מהיבול הכללי, מהיבול ליצוא וממשקל הפרי הממוצע בטיפול שקיבל השקיה לפי גרופיט. שאר הטיפולים לא נבדלו באופן מובהק מטיפול הביקורת ומהטיפול שקיבל השקיה לפי גרופיט. לגבי ההשפעה של הטיפולים על התפלגות הגודל, ניתן לראות שבטיפול של ההשקיה לפי דרישה יש יותר פרי (XL-G) באופן מובהק ביחס ל- % הפרי הגדול בכל הטיפולים האחרים, מלבד הטיפול של ההשקיה בספיקה נמוכה. לגבי % הפרי הקטן, ניתן לראות שבטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה % הפרי הקטן היה נמוך באופן מובהק מ- % הפרי הקטן בטיפול שקיבל השקיה לפי גרופיט עם או בלי אלגוריתם.

בטבלה 3 שלהלן מרוכזים הנתונים של התפלגות גודל הפרי לפי תקופות קטיפ.

טבלה 3. משקל פרי ממוצע (גרם) בכל אחד מהטיפולים, לפי תקופות הקטיף

הטיפול	תקופות הקטיף		
	נובמבר-דצמבר	ינואר-פברואר	מרס
מסחרי	151	182 אבג	179 אב
מסחרי בספיקה נמוכה	152	197 אב	199 א
השקיה לפי דרישה	157	199 א	202 א
גרופיט+אלגוריתם	153	174 בג	178 אב
גרופיט	151	173 ג	169 ב

אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 3 ניתן ללמוד שבחודשים נובמבר-דצמבר בכל הטיפולים נקטף פרי במשקל נמוך ולא היה הבדל מובהק בין הטיפולים בגודל הפרי. לעומת זאת, בתקופה של ינואר-פברואר היה גודל הפרי בטיפול של ההשקיה לפי דרישה גדול באופן מובהק מגודל הפרי בטיפולים של הגרופיט עם או בלי אלגוריתם. בחודש מרס גודל הפרי הממוצע בטיפול של ההשקיה לפי דרישה ובטיפול של ההשקיה בספיקה נמוכה היה גבוה באופן מובהק מגודל הפרי בטיפול שקיבל השקיה לפי גרופיט. בחודשים אפריל-מאי לא היה הבדל מובהק בין הטיפולים בגודל הפרי.

בטבלה 4 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על % הפרי הדבילן במהלך חודש מאי.

טבלה 4. השפעת טיפולי ההשקיה על % הפרי הדבילן במהלך חודש מאי

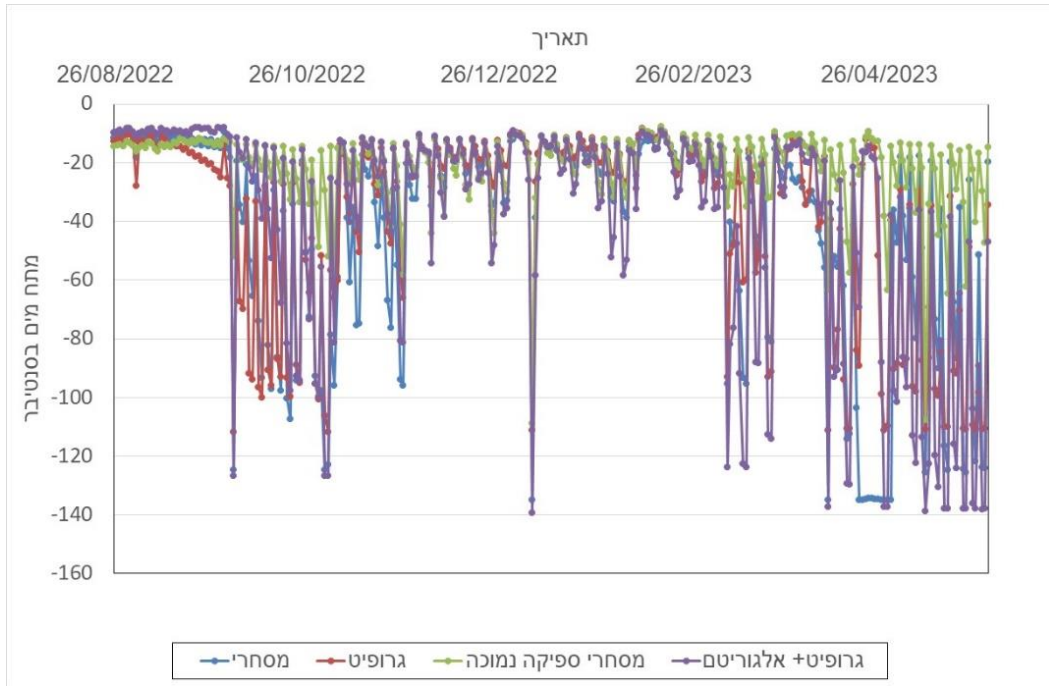
הטיפול	% פרי דבילן בקטיף		
	28/5/23	8/5/23	1/5/23
מסחרי	15 אב	12	14
מסחרי בספיקה נמוכה	14 אב	15	10
השקיה לפי דרישה	6 ב	17	8
גרופיט+אלגוריתם	12 אב	12	12
גרופיט	16 א	15	9

אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 4 ניתן ללמוד שרק בקטיף שהתבצע בסוף חודש מאי היה הבדל מובהק בין הטיפולים. בקטיף זה הייתה רמת הפרי הדבילן בטיפול שקיבל השקיה לפי גרופיט גבוהה באופן מובהק מרמת הפרי הדבילן בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה. שאר הטיפולים בניסוי לא נבדלו באופן מובהק מטיפולי הקצה.

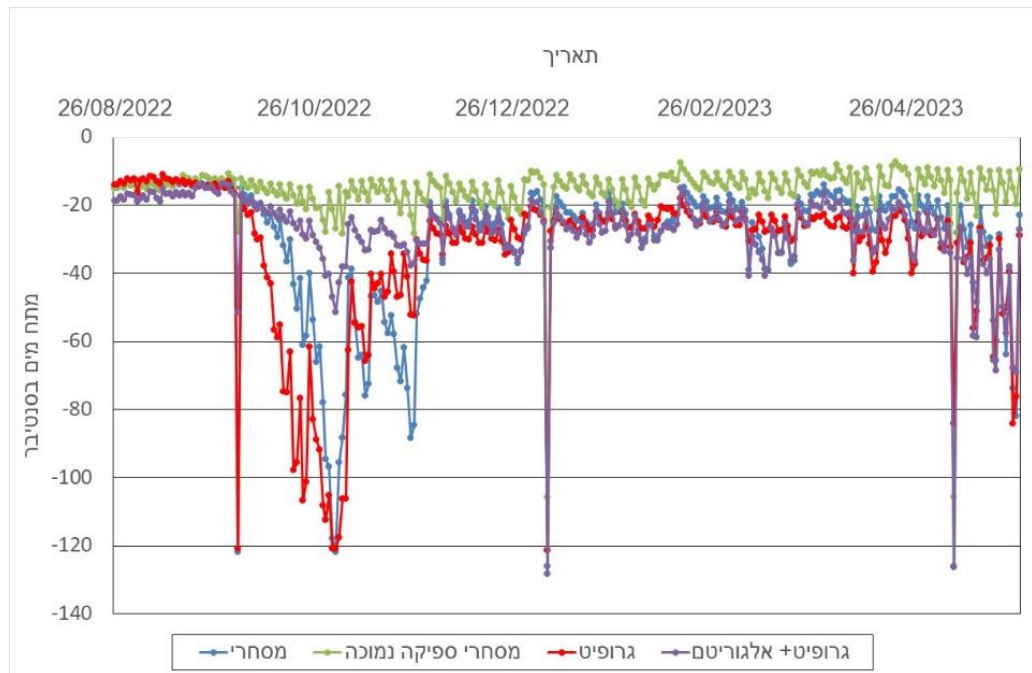
מדידת גובה צמחים - במהלך העונה מדדנו את גובה הצמחים, וההבדלים בין הטיפולים לא היו מובהקים סטטיסטית באף אחד מהמועדים שנבדקו.

פוטנציאל המים בקרקע - באיור מס' 1 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על פוטנציאל המים בקרקע בעומק 20 ס"מ במהלך העונה (ההתייחסות לטיפול של ההשקיה לפי דרישה מופיעה בנפרד).



איור 1. השפעת הטיפולים על פוטנציאל המים בקרקע בעומק 20 ס"מ

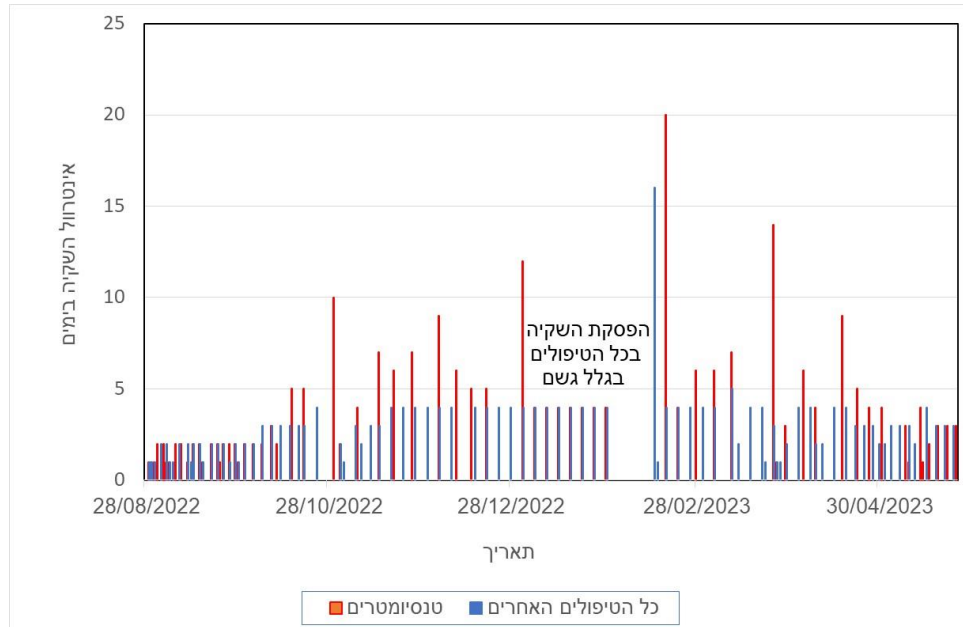
מאיור 1 ניתן ללמוד שבכל הטיפולים, מלבד הטיפול המסחרי שהושקה בספיקה נמוכה (צבע ירוק), היו תקופות שפוטנציאל המים בקרקע היה גבוה מהרצוי, והן במהלך חודש אוקטובר, בתחילת האביב ובתחילת הקיץ (במהלך חודש מרס ועד לסיום הניסוי). גם בטיפול ההשקיה בספיקה נמוכה שררו תנאי עקה של מחסור במים, אבל הם היו פחות קיצוניים ונמשכו פחות זמן. באיור 2 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על פוטנציאל המים בקרקע בעומק 40 ס"מ.



איור 2. השפעת הטיפולים על פוטנציאל המים בקרקע בעומק 40 ס"מ

מאיור 2 עולה כי גם בעומק 40 ס"מ הטיפול היחידי שבו לא היו אירועי קיצון עם מתח מים גבוה מהרצוי, היה הטיפול של השקיה מסחרית עם טפטפות בספיקה נמוכה. בדומה למתח שנמדד בעומק 20 ס"מ, גם בעומק 40 ס"מ פוטנציאל המים עלה מאוד במהלך חודש אוקטובר. לעומת זאת, רק בחודש מאי רואים ערכים קיצוניים בעומק 40 ס"מ, לעומת הטנסיומטרים בעומק 20 ס"מ שהראו ערכים גבוהים כבר במהלך חודש מרס.

באיור 3 שלהלן מרוכזים הנתונים של מרווח ההשקיה בטיפול של ההשקיה לפי דרישה, לעומת מרווח ההשקיה בכל הטיפולים האחרים.



איור 3. מרווח ההשקיה בטיפול של ההשקיה לפי דרישה לעומת המרווח בכל הטיפולים האחרים

מאיור 3 ניתן ללמוד שמרווח ההשקיה בטיפול של ההשקיה לפי דרישה, עבודה עם טנסיומטרים (צבע אדום) היה במקרים רבים ארוך יותר ממרווח ההשקיה בטיפולים האחרים (במהלך הסתיו והחורף, כולל חודש מרס, בכ- 50% מהמקרים של ההשקיה היה האינטרוול בטיפול ההשקיה לפי דרישה – ארוך יותר). בסך הכול נראה כי הטיפול של ההשקיה לפי דרישה, שבו הפתיחה והסגירה של המים מתבצעות באופן אוטומטי, המערכת סיפקה יותר מים במרווח יותר גדול (ראה בפרק 'מהלך המחקר ושיטות העבודה').

בדיקות קרקע - בטבלה מס' 5 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על הרמה של יסודות ההזנה ויסודות המליחות בחתך הקרקע בסיום הניסוי.

טבלה 5. השפעת הטיפולים על הרמה של יסודות ההזנה ויסודות המליחות בחתך הקרקע

מס' טיפול	מוליכות (דצי/מ')	כלוריד (מא"ק/לי)	נתרן (מא"ק/לי)	SAR	ח. חנקתי (מ"ג/ק"ג)	זרחן (מ"ג/ק"ג)	אשלגן CaCl2 ב
עומק 0-20 ס"מ							
1	א 1.70	א 7.3	א 3.6	א 1.53	אב 48.5	א 182	ב 34.6
2	א 1.74	א 8.2	א 3.1	בג 1.31	א 66.0	א 180	אב 37.0
3	ב 1.06	ב 4.2	ב 2.5	ג 1.26	ג 17.2	ב 135	ג 20.0
4	א 1.73	א 7.3	א 3.5	אב 1.47	ב 42.0	אב 155	ב 34.2
5	א 1.67	א 6.6	א 3.1	בג 1.36	אב 45.4	אב 157	א 41.8

עומק 20-40 ס"מ							
23.2	125	27.2	א 1.8	א 4.4	א 9.6	א 1.86	1
24.5	214	25.6	ב 1.5	ב 3.2	ב 6.7	ב 1.46	2
22.6	109	24.0	ב 1.3	ג 2.4	ג 3.8	ג 0.95	3
22.6	102	27.6	א 1.8	א 4.3	א 9.7	א 1.81	4
27.4	105	32.6	ב 1.5	ב 3.4	ב 7.5	אב 1.66	5

אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 5 עולה כי באף אחד מהטיפולים לא היו ערכים קיצוניים של מליחות. ניתן לראות שבטיפול של ההשקיה לפי דרישה היו רמת המוליכות החשמלית, הכלוריד, הנתרן וה-SAR נמוכים באופן מובהק מהרמה בטיפולים האחרים גם בעומק של 0-20 וגם בעומק 20-40 ס"מ.

רמת יסודות הזנה

ניתן לראות שבעומק 0-20 ס"מ הרמה של החנקן הניטראטי בטיפול של ההשקיה לפי דרישה נמוכה באופן מובהק מהרמה בטיפולים האחרים. בטיפול זה רמת החנקן הניטראטי נמוכה יחסית מהמומלץ, ובטיפולים האחרים יש עודף מסוים של חנקן.

רמת הזרחן בטיפול השקיה לפי דרישה יותר נמוכה במובהק מהרמה בטיפולים האחרים, אבל בכל הטיפולים הרמה שנמצאה היתה גבוהה מהמומלץ.

כמו כן, נראה כי **רמת האשלגן** הגבוהה ביותר הייתה בטיפול של הגרופיט. הרמה בטיפול הגרופיט הייתה גבוהה באופן מובהק מהרמה בטיפולים של הגרופיט+אלגוריתם, מהטיפול המסחרי ומהטיפול של ההשקיה לפי דרישה. הרמה בטיפול של ההשקיה לפי דרישה הייתה נמוכה מהרמה בכל הטיפולים האחרים. בסך הכול, לפי הבדיקות, אין אף טיפול שנמצא במחסור באשלגן.

בעומק 20-40 ס"מ אין הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של יסודות ההזנה.

בדיקות עלים - בטבלה מס' 6 שלהלן מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על הרמה של יסודות ההזנה ויסודות המליחות בעלים בסיום הניסוי.

טבלה 6. השפעת הטיפולים על הרמה של יסודות ההזנה ויסודות המליחות בעלים בסיום הניסוי

מס' טיפול	חנקן (%)	זרחן (%)	אשלגן (%)	כלוריד (%)	נתרן (%)	ברזל (מ"ג/ק"ג)	אבץ (מ"ג/ק"ג)	מנגן (מ"ג/ק"ג)
1	4.51	0.35	4.07	0.56	0.029	178	65	67 אב
2	4.46	0.33	4.18	0.54	0.028	173	61	61 ב
3	4.74	0.36	4.12	0.47	0.031	193	59	66 אב
4	4.93	0.32	4.14	0.60	0.028	184	60	67 אב
5	4.89	0.35	3.94	0.56	0.031	175	59	69 א

אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 6 עולה כי אין הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של יסודות המליחות: כלוריד ונתרן. כמו כן, אין הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של יסודות המקרו העיקריים: חנקן, זרחן ואשלגן. בסך הכול, הרמה של יסודות אלו בכל הטיפולים נחשבת סבירה. לגבי השפעת הטיפולים על הרמה של יסודות הקורט, ניתן לראות שאין הבדל בין הטיפולים ברמה של הברזל והאבץ, והיא גבוהה יחסית. לגבי המנגן, ניתן לראות שהרמה בטיפול 5, שקיבל השקיה לפי גרופיט, הייתה גבוהה באופן מובהק מהרמה בטיפול 2, שקיבל השקיה לפי ההמלצות המסחריות בספיקה נמוכה. הרמה בכל הטיפולים נמצאה בצד הנמוך יחסית של התחום הרצוי.

בבדיקות העלים שבוצעו בתחילת חודש מרס לא ניכר הבדל מובהק בין הטיפולים ברמת הכלור. לעומת זאת, ברמת הנתרן היה הבדל מובהק בין הטיפולים, והרמה בטיפול המסחרי הייתה גבוהה באופן מובהק מהרמה בטיפולים שקיבלו השקיה לפי grofit עם או בלי אלגוריתם, ומהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה (התוצאות של בדיקות אלה אינן מוצגות בדוח זה).

כושר אחסון-

שני הקטיפים שנבדקו היו שונים מאוד. פרי מהקטיפ השני היה קטן יותר, בשל יותר, בעל שיעור ריקבונות רב יותר ואיכות כללית (צורה / אחידות) נמוכים יותר, ועל כן בכל הטיפולים קיבל ציון של הופעה מתחת לגבול המכירה (קטן מ 2.5).

על אף הבדלים אלו בין הקטיפים, ניתן לראות כי טיפול 2 מצטיין בהרבה מדדים בעוד טיפולים 4 ו-5 פחות טובים (בעיקר טיפול 5 הראה מדדי איכות ירודים ביחס לשאר הטיפולים). טיפול 3 לרוב לא נבדל מטיפול הביקורת. (טבלה 7)

טיפול 2 הראה עדיפות בצורת הפרי, בהבשלת הפרי (לא היו כלל פירות כתומים או הבשלה לא אחידה), במוצקות הפרי ובאופן כללי דורג עם ההופעה הטובה ביותר, אולם ההבדלים היו מובהקים רק בקטיפ הראשון. טיפול זה גם הראה שיעור נמוך יותר, אך לא מובהק סטטיסטית, של ריקבון פרי ופגמים פסיולוגים מסוג zipper.

טיפול 4 הראה ביצועים נמוכים מבחינת איבוד משקל, מוצקות ואלסטיות וכן מבחינת צורת הפרי, על אף שלא היה בעל שיעור פרי מצומק גבוה מהביקורת.

טיפול 5 הראה ביצועים נמוכים מבחינת איבוד משקל, מוצקות, אלסטיות ושיעור הצטמקות פרי גבוה ביותר (בקטיפ הראשון). ייתכן כי העובדה שפרי זה נקטף כאשר הוא בשל יותר (בעל שיעור גבוה יותר של פרי בורדו / זקן) יכולה להסביר את איכותו הנמוכה.

מבחינת פגמים בפרי (רקבונות, פגיעת חרקים או פגמים פסיולוגים) – בשני הקטיפים כל הפרי (לרוב ללא תלות בטיפול) היה עם שיעור מאוד גבוה של סידוקים בקליפה. ייתכן שזה קשור לזן או לתנאי האקלים.

מאידך שיעור נזקי הצינה וכתמי הכסף בפרי היו נמוכים ביותר. שיעור ריקבון הפרי והעוקץ היו די גבוהים (בעיקר ריקבון העוקץ) ובמקרים מסוימים הגיעו עד רבע מהפירות, ונגרמו בעיקר ע"י בוטריטיס, אולם היו גם רקבונות פרי שנגרמו מאלטרנריה ובקטיף השני היו יחסית הרבה פירות עם ריקבון בקטריאלי, בעיקר בטיפולים 4 ו-5.

טבלה 7: השפעת טיפולי השקיה על מדד פגמים בפרי בתום אחסון המדמה משלוח ימי לאירופה

Harvest		שיעור ריקבון עוקץ	שיעור ריקבון פרי	שיעור פירות עם סידוקים	נזקי צינה (0-4)	כתמי כסף (0-3)	צלקות Zipper (0-3)	שיעור כתמי שיש
Means value at each harvest / Treatment								
Harvest 1	1. ביקורת	20.9%±3.9%	7.3%±3.2%	53.4%±7.0%	0.12±0.04	0.00±0.00	0.42±0.13	6.1%±2.3%
	2. ספיקה נמוכה	18.5%±3.0%	2.4%±1.4%	44.3%±4.6%	0.06±0.01	0.03±0.03	0.18±0.02	6.1%±2.3%
	3. לפי דרישה	26.6%±4.5%	6.1%±1.3%	56.1%±3.2%	0.14±0.06	0.01±0.01	0.32±0.03	3.5%±2.2%
	4. אלגוריתם	8.9%±4.7%	7.1%±1.6%	50.1%±7.4%	0.14±0.05	0.00±0.00	0.43±0.11	2.3%±1.4%
	5. הערכת התאדות	9.4%±5.2%	12.3%±1.9%	45.5%±6.1%	0.14±0.05	0.00±0.00	0.50±0.06	2.1%±1.2%
Harvest 2	1. ביקורת	14.1%±0.9%	22.6%±4.3%	90.5%±3.6%	0.07±0.03	0.07±0.04	0.58±0.04	0.0%±0.0%
	2. ספיקה נמוכה	27.8%±5.5%	13.9%±2.2%	83.5%±5.4%	0.04±0.02	0.06±0.03	0.43±0.09	2.3%±2.3%
	3. לפי דרישה	13.8%±2.9%	18.4%±3.3%	73.4%±3.3%	0.11±0.05	0.04±0.02	0.61±0.07	0.0%±0.0%
	4. אלגוריתם	16.1%±4.4%	20.1%±7.2%	76.9%±8.3%	0.07±0.04	0.07±0.01	0.65±0.03	0.0%±0.0%
	5. הערכת התאדות	24.7%±6.5%	22.8%±8.9%	67.7%±2.6%	0.06±0.04	0.09±0.03	0.38±0.08	0.0%±0.0%
Means value at each harvest								
Harvest 1		16.9%±2.3% A	7.0%±1.1% B	49.9%±2.6% B	0.12±0.02 A	0.01±0.01 B	0.37±0.04 B	4.0%±0.9% A
Harvest 2		19.3%±2.2% A	19.6%±2.4% A	78.4%±2.7% A	0.07±0.02 A	0.07±0.01 A	0.53±0.04 A	0.5%±0.5% B
Means value at each Pre-harvest treatment								
	1. ביקורת	17.5%±2.3% AB	15.0%±3.8% AB	71.9%±7.9% A	0.09±0.03 A	0.04±0.02 A	0.50±0.07 A	3.1%±1.6% A
	2. ספיקה נמוכה	23.1%±3.4% A	8.2%±2.5% B	63.9%±8.1% AB	0.05±0.01 A	0.04±0.02 A	0.31±0.06 B	4.2%±1.7% A
	3. לפי דרישה	20.2%±3.5% AB	12.3%±2.8% AB	64.7%±3.9% AB	0.12±0.04 A	0.03±0.01 A	0.47±0.07 A	1.8%±1.2% A
	4. אלגוריתם	12.5%±3.3% B	13.6%±4.2% AB	63.5%±7.2% AB	0.10±0.03 A	0.04±0.01 A	0.54±0.07 A	1.2%±0.8% A
	5. הערכת התאדות	17.0%±4.8% AB	17.6%±4.7% A	56.6%±5.2% B	0.10±0.03 A	0.04±0.02 A	0.44±0.05 AB	1.1%±0.7% A
Table of variance (F-value)								
Harvest		NS	***	***	NS	***	**	***
Pre-harvest Treatment		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Harvest x Pre-harvest Treatment		*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means for each harvest for 4 boxes (20-25 fruits each) per treatment. Means within columns followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$, based on the least significant differences Tukey's HSD Test. Columns without letters are not significantly different. Marks in table of variance ***, **, *, NS indicate statistical significance at $p \leq 0.001$, 0.01, 0.05 and not significant, respectively.

דיון

בניסוי הנוכחי ניסינו לדייק את ההשקיה בגידול פלפל באמצעות שימוש בנתוני מטאורולוגיה, הנמדדים בתוך המבנה, ושימוש בכלים למדידת מתח המים בקרקע, והמשכנו לבדוק את האפשרות להשקיה לפי דרישה ואת ההשקיה בטפטפות שספיקתן נמוכה. בשנה הנוכחית הניב הטיפול של השקיה לפי דרישה יכול כללי ויכול ליצוא הגבוה באופן מובהק מהיבול הכללי ומהיבול ליצוא בטיפול שקיבל השקיה לפי grofit. גם בגודל הפרי היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, מלבד הטיפול של ההשקיה בספיקה נמוכה, שבו כמות הפרי הגדול לא הייתה נמוכה באופן מובהק מכמות הפרי הגדול בטיפול של ההשקיה לפי דרישה.

אפשר לומר שהשקיה לפי מתח סף, כפי שהתקבל בממוצע של שתי תחנות טנסיומטרים בעומק 20 ס"מ, היא הטיפול המיטבי בשלב זה. מכיוון שטיפול זה היה "בזבזני" מבחינת כמויות המים ששימשו להשקיה, בכוונתנו להמשיך ולחפש טיפול שיצרוך פחות מים, אך ישמור על כמות ואיכות טובות של היבולים. מכל הנתונים שהצטברו בניסוי בשנה זו, עולה כי הטיפול הנוסף הרלוונטי הוא הטיפול שמבחינת כמויות המים קיבל השקיה לפי ההמלצות המסחריות, ומבחינת הספיקה עבד בספיקה נמוכה (משך השקיה כפול). בטיפול זה בשכבה העליונה, המוליכות החשמלית במיצוי העיסה הרוויה הייתה כמו בטיפול המסחרי, אך בוהה באופן מובהק מהרמה בטיפול של ההשקיה לפי דרישה. בעומק 20-40 ס"מ המוליכות החשמלית בטיפול זה הייתה יותר גבוהה גם מהרמה בטיפול המסחרי. לפיכך, ייתכן שאם היינו משקים בטיפול הזה בתוספת כלשהי, למשל של 10%, היינו מקבלים שטיפה יותר טובה של המלחים, ובעקבותיה יבולים ואיכויות טובים יותר מאלה שהתקבלו.

מטרה נוספת של עבודה זו היא לנסות ולכיל את המקדמים של ההשקיה ביחס לנתונים המטאורולוגיים שמתקבלים מחיישן grofit, כך שההמלצות יהיו פשוטות יותר. בעונה הנוכחית הטיפול שניתן באמצעות החיישן היה פחות טוב, וייתכן שבעונה הבאה צריך יהיה להגדיל את המקדמים ביחס לנתוני הגrofit.

בטיפול השקיה לפי דרישה כמות המים בכל השקיה היתה גדולה יותר ואפשר שעקב כך היתה שטיפה טובה יותר של המלחים ממתן הקרקע. שטיפה זו באה לידי ביטוי גם בעומק 0-20 וגם בעומק 20-40. לעומת זאת, בבדיקות עלים לא ראינו הבדלים מובהקים בין הטיפולים ברמה של יסודות המליחות, ולכן נראה שההמלחה שנמצאה בקרקע לא הייתה משמעותית מאוד מבחינת הצמחים.

בשנה האחרונה העלנו את המקדם של ההשקיה לפי grofit החל מאמצע חודש מרס ועד לסיום העונה. העלייה הזו גרמה לכך שבשלב הזה לא היה הבדל בין הטיפולים בכמויות המים, וגם ברמת הפרי הדבילן הייתה ירידה גדולה בכל הטיפולים, כך שהבדל מובהק בין הטיפולים התקבל רק בקטיף האחרון, וגם בו הרמה הייתה נמוכה הרבה יותר מהרמה בשנים קודמות. מהתוצאות שקיבלנו עד היום נראה שיש צורך להמשיך ולעדכן את המקדם בהשקיה לפי grofit.

בבחינת השפעת הטיפולים על כושר איחסון של הפרי ניתן לראות כי הטיפול המושקף לפי הנחיות מסחריות בטפטפות בספיקה נמוכה (טיפול 2) מצטיין בהרבה מדדים בעוד טיפולים 4 ו-5 פחות טובים (בעיקר טיפול 5 הראה מדדי איכות ירודים ביחס לשאר הטיפולים). טיפול השקיה לפי דרישה לרוב לא נבדל מטיפול הביקורת.

ספרות

צפלביץ אפרים, זיוה גלעד, דויד סילברמן, אורי אדלר, אלי פליק, שרון אלקלעי-טוביה, תמר אזולאי, דני צ'לופוביץ' (2021). יישום מקדמי השקיה בגידול פלפל בבתי צמיחה בבקעת הירדן, בחורף. מבזק ירקות-שדה וירק. (341) עמ' 65-70.

תודה לקק"ל ולשולחן פלפל במועצת הצמחים על השתתפותם במימון הניסוי