

פלפל בבקעת הירדן – השפעת משטר ההשקיה על קצב הצימוח

זיוה גלעד, אפרים ציפליץ, אחיעם מאיר - מופ בקעת הירדן
דויד סילברמן – משרד החקלאות, שהמ
יוסי טנאי, אלעזר פליק – מנהל המחקר החקלאי

תקציר

בניסוי לבחינת האפשרות לחיסכון במים בגידול פלפל, ע"י שימוש בנתוני מטאורולוגיה פנימיים של מבנה הגידול, נבחנה האפשרות להשקות לפי מודל SWP, מודל פנמן-מונטית' כתמי (PM_SWP – Patch) בהשוואה להשקיה לפי ההמלצות המסחריות שמבוססות על נתוני האקלים של תחנה מטאורולוגית חיצונית. מתוצאות הניסוי עולה שהשימוש בנתוני SWP הביא לחיסכון במים ללא פגיעה ביבול ועם שיפור בגודל הפרי, אומנם הוא גרם להצטברות מסוימת של מלחים בקרקע, אבל הערכים לא חרגו מגבולות הערכים הסבירים לגידול פלפל. כמו כן ההשקיה לפי מודל SWP איפשרה לקבל צמח נמוך יותר שמאפשר קבלת פרי יותר איכותי לקראת סיום הגידול.

מבוא

גידול פלפל בבתי צמיחה ליצוא בחורף עומד על כ-3,000 דונם בבקעת הירדן. מגדלים בעיקר בשני סוגי בתי גידול: 1. בית רשת בנוי מרשת חיצונית קבועה (רשת נגד חרקים או רשת לשיפור תנאי אקלים) ובנוסף רשת צל בתחילת הגידול ובסופו; 2. בית צמיחה מכוסה רשתות בתחילת העונה ובסופה כאשר בחורף המבנה מכוסה יריעת פוליאאתילן ("חמרשת"). כיום יש בארץ ובעולם ידע רב על דרישות ההשקיה של גידולים בשטח הפתוח, אך קיים ידע על דרישות ההשקיה של גידולים מכוסים. מחקרים שנעשו עד היום הראו שכיסויים שונים מפחיתים את הקרינה ומהירות הרוח בהשוואה לגידול חשוף. הנחת היסוד - שינויים במיקרואקלים בבתי גידול גורמים לשינוי בדרישת המים ועשויים לאפשר את הגדלת יעילות השימוש במים. מחקרים קודמים שביצענו בפלפל בבתי רשת ובחמרשת הראו אפשרות של הגדלת יעילות השימוש במים. במחקרים האלה, השימוש במודל פנמן-מונטיס לפי נתוני מטאורולוגיה בתוך המבנה תוך התחשבות בגודל הצמח, הראה כי הפחתה בכמות המים ב-20% בהשוואה לגידול המסחרי לא גרמה לפגיעה בפרוטנציאל היבול ואיכותו.

מטרת המחקר

בחינה ישומית של ההשפעה של ההשקיה לפי מודל פנמן-מונטיס לפי נתוני מטאורולוגיה בתוך המבנה תוך התחשבות בגודל הצמח שהתקבל במחקר על היבול והאיכות, בהשוואה למשטר השקיה המקובל.

מהלך המחקר ושיטות עבודה

המחקר בוצע בתחנת צבי במו"פ בקעת הירדן בשתי מנהרות עבירות (רוחב המנהרה 10 מ' ואורך 45 מ'). הכנת שטח – משתת בערוגות הקיימות, פיזור 3 מ"ק/ד' קומפוסט בוצה מטופלת, שטיפה של 100 מ"ק/ד' בהמטרה, תיחוח, פריסת פלסטיק שקוף על כל השטח לצורך חיטוי סולרי והזרמת אדיגן בערוגות (באמצעות שלוחות הטפטוף). שתילה 15/8/19. זן צהוב "דה-לוקס" (משווק ע"י עדן זרעים). הגידול היה במתכונת חמ-רשת. בשתילה, המנהרות כוסו ברשת 17 מש ורשת 40% צל שחורה. רשת הצל הוסרה ב – 16/9/19. ב- 17/11/19 רשת 17 מש הוחלפה בפלסטיק IR עובי 0.12 מ"מ. ב – 25/2/20 הותקנה רשת צל 40% על הפלסטיק וב-24/3/20 הוחלף הפלסטיק ברשת 17 מש, ומעליו רשת שחורה 40% צל.

טיפולים:

1. השקיה לפי ההמלצות המסחריות. סה"כ ניתן 940 מ"ק/ד' משתילה עד 4/5/20 סיום הגידול.
2. השקיה לפי מודל SWP (מודל פנמן-מונטית' כתמי (PM_SWP – Patch). מודל זה מניח אידוי משתי שכבות – קרקע וצמחים). סה"כ ניתן 570 מ"ק/ד' משתילה עד סיום הגידול. בטיפול שקיבל פחות מים ריכוז הדשן היה יותר גבוה, כך שכמותית רמת הדישון הייתה זהה. מדדים שנלקחו במהלך העונה:

גובה צמחים בחלקה, יבול – כמות ואיכות, בדיקות קרקע ועלים, מעקב טנסיומטרים. בדיקות מעבדה - נלקחו 100 עלים דיאגנוסטיים מכ"א מהטיפולים, העלים עברו יבוש בתנור בטמפרטורה של 70 מ"צ, בח"י נבדקו היסודות: חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגניון, נתרן וכלוריד בשרפה רטובה.

בדיקות חיי מדף - במהלך העונה הועבר פרי משלושה קטיפים למחלקה לאחסון במנהל המחקר החקלאי תוך 24 שעות מהקטיפה. הפרי נשטף ב-55 מ"צ למשך כ-15 שניות ואוחסן ב-7 מ"צ ולחות של 95% למשך כשבועיים + 3 ימים נוספים ב-20 מ"צ. בתום תקופת האחסנה וחיי מדף נבדקו מדדי האיכות הבאים:

- א. איבוד משקל ממשקל התחלתי לעשרה פירות;
- ב. מוצקות נבדקה על ידי מד לחץ ובוטאה במ"מ דפורמציה (פרי נחשב מוצק מאד = 1.5-0 מ"מ; מוצק = 3-1.6 מ"מ; גמיש = 4.5-3.1 מ"מ; וגמיש מאד מעל 4.6 מ"מ). ככל שהמספר גבוה יותר הפרי יותר גמיש;
- ג. כלל מוצקים מומסים (סוכר) – על ידי סחיטת ציפת פרי על גבי רפרקטומטר דיגיטאלי;
- ד. ריקבון - פרי שקליפתו ו/או עוקצו נגועים בגורמי מחלות נחשב כרקוב. שיעורי הריקבון מובאים באחוזים;
- ה. פגמים

יבול – כמות ואיכות

בכל מבנה הוגדרו 10 חלקות קטיף של 5 מ' לכל חלקה. קטיף החלקות החל ב- 12/11/19 ונמשך עד 3/5/20. סה"כ נערכו 15 קטיפים. היבול נשקל ומויך לפי המדדים המקובלים. במהלך העונה נשלח פרי לבדיקות חיי מדף למעבדתו של פרופ' אלי פליק ממנהל המחקר החקלאי. טבלה 1 מסכמת את סך היבול שנקטף והתפלגות הגודל

טבלה 1: השפעת הטיפולים על סהכ היבול, משקל פרי ממוצע והתפלגות גודל פרי

השקיה שנתית מ"ק/ד'י	% לגודל				משקל פרי ממוצע ג'	יבול בק"ג/מ"ר		טיפול
	XL-G	XL	L	M		יצוא	סה"כ	
940	30.9ב	36.1א	28.9א	4.0א	194ב	10.3±0.38	10.8±0.41	משקי
570	א 39.2	ב 32.2	א 26.8	ב 1.7	א 204	9.6±0.27	10.0±0.29	SWP

מטבלה 1 אנו למדים כי השקיה ב- 60% מכמות המים (SWP) ביחס להמלצות המסחריות לא געה בפוטנציאל היבול ליצוא ובסה"כ היבול. משקל פרי ממוצע גדול יותר מחלקות שניתנה להם כמות מים פחותה. כמו כן יש אחוז גבוה יותר של פרי ענק מחלקות שהושקו בכמות מים קטנה יותר.

גובה צמחים - במהלך העונה נמדד גובה צמחים בחלקות. צמחים שקיבלו כמות מים קטנה יותר קצב הצמוח שלהם היה איטי יותר.

טבלה 2: גובה צמחים (ס"מ) במועדים שונים

תוספת גובה ממדידה ראשונה לשניה (ס"מ)	גובה ממוצע (ס"מ)		טיפול
	13/4/20	19/11/19	
48 ס"מ א	א 223	א 175.3	משקי
5.4 ס"מ ב	ב 165	ב 159.6	SWP

מטבלה 2 אנו למדים שגובה הצמחים בחלקה שקיבלה מים לפי מודל SWP היה נמוך מגובה הצמחים בהשקיה המסחרית, כמו כן קצב הגידול לגובה בהשקיה לפי SWP היה נמוך יותר מקצב הגידול בהשקיה המסחרית. בסה"כ מנובמבר עד אפריל החלקה שקיבלה השקיה לפי מודל SWP גבה ב- 6 ס"מ בלבד, לעומת 50 ס"מ גידול בחלקה שקיבלה מים לפי ההמלצות המסחריות.

חיי מדף –

במהלך העונה, משלושה קטיפים, הועבר פרי משני הטיפולים למעבדתו של פרופ' אלי פליק לבחינת השפעת הטיפולים על חיי המדף לאחר סימולציה למשלוח (14 יום ב-7 מ"צ+3 ימים ב-20 מ"צ). טבלאות 3-5 מסכמות את השפעת הטיפולים על איכות הפרי לאחר סימולציה למשלוח. מנתונים אלה נראה כי אין תוצאות חד משמעיות לגבי השפעת ההשקיה על איכות הפרי ותוצאות האיכות די דומות. בהשקיה רגילה הפרי איבד, בדרך כלל, יותר משקל, וכנראה שיש כאן אינדיקציה לעודפי מים מסוימים שהיו בטיפול זה. כמו כן, יתכן והשקיה מופחתת העלתה את תכולת הסוכר בפרי (כ.מ.מ. מעט יותר גבוה).

איכות הפרי שנקטף בחודש אפריל הייתה נמוכה עם רמת נגיעות גבוהה בנוקי תריפס, כאשר חומרת התריפס בהשקיה מופחתת הייתה גבוהה יותר. פסילת הפירות נבעה מריקבון פרי ועוקץ, הצטמקות פרי וחומרת התריפס.

טבלה 3: השפעת טיפולי ההשקיה על איכות הפרי לאחר סימולציה למשלוח – קטיף 15/12/19

טיפול	איבוד משקל (%)	גמישות (מ"מ)	כ.מ.מ (%)	ריקבון עוקץ (%)	ריקבון פרי (%)	פירות פסולים (%)	תריפסים
השקיה לפי התאדות מחושבת תחנה מטאורולוגית (מסחרי)	6.1	5.1	7.0	1.5	6.4	19.5	תריפסים
השקיה לפי התאדות מחושבת במבנה (PMRB)	5.5	5.6	7.3	2.5	2.5	11.7	תריפסים

טבלה 4: השפעת טיפולי ההשקיה על איכות הפרי לאחר סימולציה למשלוח – קטיף 10/3/20

טיפול	איבוד משקל (%)	גמישות (מ"מ)	כ.מ.מ (%)	ריקבון עוקץ (%)	ריקבון פרי (%)	פירות פסולים (%)	בוטריטיס*
השקיה לפי התאדות מחושבת תחנה מטאורולוגית (מסחרי)	4.8	4.2	-	0	11.0	12.3	בוטריטיס*
השקיה לפי התאדות מחושבת במבנה (PMRB)	5.0	5.3	-	1.4	4.2	16.0	בוטריטיס

*רוב הריקבון נבע מבוטריטיס, ובהשקיה רגילה גם מאלטרנריה.

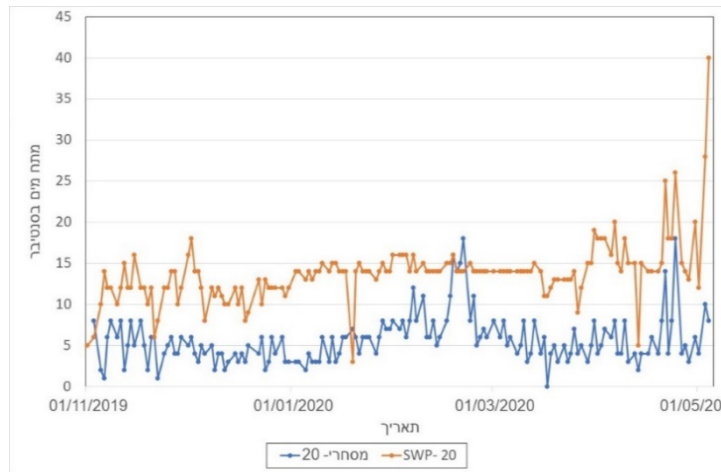
טבלה 5: השפעת טיפולי ההשקיה על איכות הפרי לאחר סימולציה למשלוח – קטיף 19/4/20

טיפול	איבוד משקל (%)	גמישות (מ"מ)	כ.מ.מ (%)	ריקבון עוקץ (%)	ריקבון פרי (%)	פירות פסולים (%)	תריפסים*
השקיה לפי התאדות מחושבת תחנה מטאורולוגית (מסחרי)	6.2	4.8	7.6	2.9	30.4	56.5	תריפסים*
השקיה לפי התאדות מחושבת במבנה (PMRB)	5.1	5.2	7.7	0	33.5	52.7	תריפסים**

*נגיעות בינונית עד קשה בתריפס, **נגיעות קשה מאד בתריפס

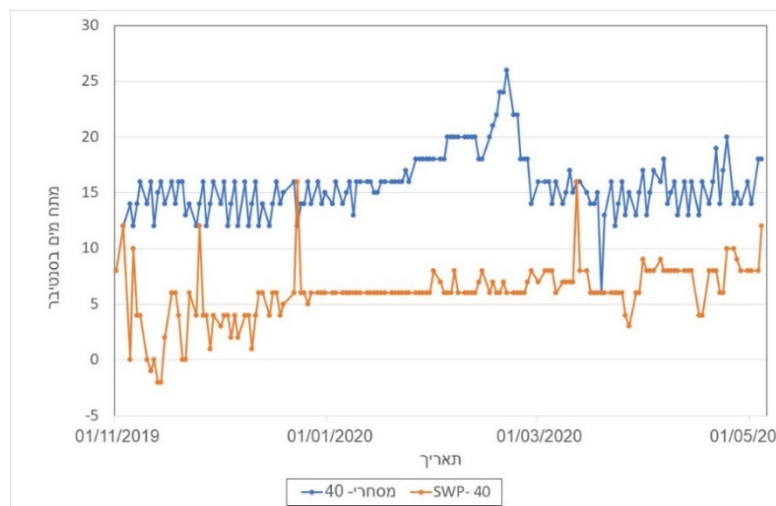
מעקב טנסיומטרים

באיור מס' 1 מרוכזים הנתונים של מתח המים בסנטיבר בעומק 20 ס"מ במהלך העונה ב-2 הטיפולים שהיו בניסוי



איור 1- השפעת הטיפולים על מתח המים בסנטיבר בעומק 20 ס"מ ב-2 הטיפולים

מאיור 1 ניתן ללמוד שלכל אורך העונה, מתח המים בעומק 20 ס"מ בטיפול המסחרי היה נמוך ממתח המים בטיפול של ה SWP, יחד עם זה ב-2 הטיפולים מתח המים נמוך באופן יחסי ולא ניכר שהיו מצבי קיצון של חוסר מים גם לא בטיפול של ה SWP שקיבל כמות מים פחותה. באיור מס' 2 מרוכזים הנתונים של מתח המים בעומק 40 ס"מ ב-2 הטיפולים שהיו בניסוי.



איור 2- מתח המים בקרקע בעומק 40 ס"מ ב-2 הטיפולים

מאיור 2 ניתן ללמוד שבועומק 40 ס"מ מתח המים בקרקע בטיפול של ההשקיה המסחרית יותר גבוה ממתח המים בקרקע של הטיפול של ה SWP. יחד עם זה לכל אורך העונה הערכים של מתח המים בקרקע ב-2 הטיפולים יחסית נמוכים.

רמת יסודות הזנה

בסוף עונת הגידול (4/5/20) בוצעו בדיקות רמת יסודות הזנה ומליחות בעלים ובקרקע. מדגמי קרקע מעומק 20 ס"מ ו-40 ס"מ הועברו למעבדה. בטבלה 6 מוצגות תוצאות בדיקות העלים.

טבלה 6- השפעת טיפולי ההשקיה על רמת יסודות הזנה ויסודות מליחות בח"י של העלים

הטיפול	חנקן (%)	זרחן (%)	אשלגן (%)	מגניון (%)	סידן (%)	נתרן (%)	כלוריד (%)
מסחרית	4.8	0.40	4.5	0.41	1.79	0.12	1.00
SWP	4.1	0.38	3.9	0.39	1.43	0.10	0.87

מטבלה 6 ניתן ללמוד שהרמה של כל היסודות שנבדקו יותר נמוכה בטיפול שקיבל מים לפי מקדם התאדות SWP ביחס לרמה בטיפול המסחרי. רמת החנקן, הזרחן, המגניון והסידן בטיפול של ה SWP יותר נמוכה מאשר בטיפול השקיה המסחרי, אך אין בטיפול הזה מצב של מחסור. לעומת זאת יש אפשרות למחסור באשלגן בטיפול של ה SWP וזאת למרות שבעלוה לא נראו סימני מחסור. לגבי הנתרן והכלוריד ניתן לומר, שלמרות שהטיפול של ה SWP קיבל פחות מים הרמה של יסודות מליחות בטיפול הזה יותר נמוכה. בטבלה מס' 7 מרוכזים הנתונים של רמת יסודות הזנה ויסודות מליחות בחתך הקרקע בבדיקות שהתבצעו בסיום הניסוי.

טבלה 7- השפעת רמת ההשקיה על הרמה של יסודות הזנה ויסודות מליחות בחתך הקרקע בסיום הגידול.

הטיפול	עומק (ס"מ)	רוויה (%)	pH	מוליכות (dS/m)	כלוריד (מא"ק/לי)	נתרן (מא"ק/לי)	ח. חנקתי (מ"ג ק"ג)	זרחן (מ"ג לק"ג)	אשלגן (מא"ק לליטר)	SAR
מסחרי	0-20	38.9	7.6	1.3	7.6	3.9	4.5	118.6	0.5	1.8
מסחרי	20-40	41.4	7.6	1.1	7.0	3.7	4.5	77.7	0.3	2.1
SWP	0-20	47.2	7.4	1.5	9.0	5.6	4.5	115.4	0.4	2.8
SWP	20-40	43.0	7.5	1.7	11.0	5.8	4.5	114.5	0.5	2.5

מטבלה 7 ניתן ללמוד שרמת המוליכות החשמלית בטיפול של ה SWP הייתה גבוהה במקצת מרמת המוליכות החשמלית בטיפול המסחרי, ב 2 הטיפולים הרמה יחסית נמוכה. לגבי יסודות מליחות, ניתן לראות ערכים יותר גבוהים בטיפול של ה SWP ויש הצטברות מסוימת של כלוריד ונתרן בטיפול זה בעומק 20-40 ס"מ. לגבי יסודות ההזנה אין הבדל בולט בין 2 הטיפולים. החנקן נמוך מאד, הזרחן גבוה מאד והאשלגן נמוך בתחום שבו היה צריך לדשן באשלגן יותר.

בעבודה הנוכחית ניסינו בקנה מידה חצי מסחרי לאמת תוצאות מניסויים קודמים של הצוות של דר. יוסי טנאי על האפשרות לחיסכון במים ללא פגיעה ביבול, ע"י שימוש בנתוני מטאורולוגיה שנאספים בתוך מבנה הגידול עצמו. בשנה הנוכחית העבודה התבצעה כתצפית ולכן בחלק מהנתונים אין חזרות ואין ניתוח סטיסטי של מובהקות. בסה"כ נראה שניתן לחסוך במים ללא פגיעה ביבול ע"י שימוש בנתוני מטאורולוגיה שנמדדים בתוך המבנה. הירידה בכמות המים בטיפול ה SWP לוותה אומנם בעליה מסוימת של המוליכות החשמלית בקרקע ועליה במתח המים בעומק 20 ס"מ אבל העליה לא הביאה את הערכים של הנתונים האלה לערכים שנחשבים גבוהים. בעומק 40 ס"מ הערכים של הטנסיומטרים בטיפול המסחרי שקיבל יותר מים היו יותר גבוהים, יתכן שהסיבה לכך היא העובדה שבטיפול זה הצמח היה יותר גדול ולכן הדרישה שלו למים הייתה יותר גבוהה, בסה"כ הערכים ב-2 הטיפולים ב-2 העומקים לכל אורך העונה לא עלו לרמה שנחשבת כרמה גבוהה במיוחד. חלק מהמחשבה של הצורך בחיסכון במים היה האפשרות לקבל צמח יותר נמוך שיאפשר קבלת פרי יותר איכותי לקראת סיום הגידול, בעונה הנוכחית לפרי האביבי היו בעיות קשות של הגנת הצומח, שכנראה גם היו יותר חמורות בטיפול שקיבל פחות מים ולכן האפשרות לקבל פרי יותר איכותי באביב לא הוכחה בשלב זה. הירידה בכמות המים לא פגעה בחיי המדף של הפרי. יש צורך לבדוק את השיטה שוב כדי לחזק את הממצאים ולשנות את ההמלצות.

תודה לקרן קיימת לישראל ולשולחן פלפל במועצת הצמחים על השתתפותם במימון המחקר