

ייעול ההשקיה של גידול פלפל בהנבה קיצית בבתי רשת בנגב

תוכן העניינים

1.....	תקציר
1.....	רקע
3.....	מהלך המחקר ושיטות העבודה
6.....	תוצאות
11.....	דיון
12.....	ביבליוגרפיה
Error! Bookmark not defined.....	סיכום שאלות מנחות

מו"פ דרום, דו"ח מסכם 2022

מספר מחקר: 92-012-20

שם התכנית: ייעול ההשקיה של גידול פלפל בהנבה קיצית בבתי רשת בנגב

חוקר ראשי: משה ברונר, מו"פ דרום

שותפים: טלי אילני, מו"פ דרום, חוקרת קרקע ומים; ליאור אברהם, שה"מ, מדריך

סטטוס התכנית: סופית

מועד התחלה וסיום התכנית: 2020-2022

תקציר

באזור הנגב מגדלים כ-3000 דונם פלפל בבתי רשת, בקרקע חולית. מאחר ואין כיום המלצות ברורות לכמות ההשקיה כתלות בשלב הגידול ותנאי מזג האוויר בגידול פלפל בקיץ בבית רשת ההערכה היא שהחקלאים באזור הנגב משקים בעודף. השקיה בעודף פוגעת ברווחיות החקלאי ועלולה לגרום לזיהום הקרקע ומי התהום.

מטרת המחקר היא לפתח ממשקי השקיה לפלפל בבית רשת בקיץ בנגב המערבי, שמתבסס על נתוני תחנה מטאורולוגית ועל נתוני טנסיומטרים. בשנת המחקר הראשונה בנינו מערכת ליזימטרים והרצנו אותה במהלך עונת גידול על מנת לדייק את קריאות צריכת המים. במהלך העונה השנייה מצאנו כי השקיה בכמות המים גדולה יותר (125% מהצריכה שנמדדה בליזימטרים) בהשקיה יומית בתדירות גבוהה או בתדירות נמוכה נותנת את היבול המירבי וגם האיכותי ביותר. כמו כן ראינו כי שמירה על מתח מים גבוה וקבוע בקרקע לאורך העונה הוא מיטבי עבור הפלפל הקיצי בקרקע חולית. בעונה הנוכחית בדקנו השקיה בכמויות מים גדולות יותר בתדירויות גבוהות ונמוכות יותר. מצאנו כי על מנת לשמור על מתח מים גבוה בקרקע יש להשקות לפחות ב-125% מהצריכה ובתדירות יומית (ירידה לתדירות של פעם ביומיים הורידה משמעותית את המתח המים בשכבה העליונה). לא נראה כי ישנו צורך להגדיל את כמות המים ל-150% מהצריכה מאחר ואף על פי שנשמר מתח מים גבוה בכמות מים זו – הוא לא הביא להגדלה של היבול או לשיפור באיכותו.

רקע

באזור הנגב מגדלים כ-3000 דונם פלפל בבתי רשת, בקרקע חולית (85-90% חול). לכמויות המים (ועמן הדשן), בהם משתמש החקלאי להשקיית החלקות, יש השפעה ניכרת על הצלחת הגידול מבחינת איכות

וכמות היבול ומבחינת עלות התשומות. השקיה עודפת גורמת לבזבז משאבים (מים ודשן) וזיהום הקרקע ומי התהום בעודפי דשן. לעומת זאת, השקיה בחסר עלולה לגרום לתופעת שחור פִּיטם בפרי ולפגיעה משמעותית בכמות ואיכות היבול המתקבלת. בשני המקרים נפגעת יעילות תהליך הייצור ורווחיותו.

אין כיום המלצות ברורות ומוגדרות לכמות ההשקיה כתלות בשלב הגידול ותנאי מזג האוויר בגידול פלפל בקיץ בבית רשת. לכן, החקלאים משקים לפי המלצות כלליות וניסיון העבר. מכיוון שקל לזהות סימנים של מחסור בהשקיה (שהם מידיים וניכרים לעין) וקשה לזהות סימנים של עודף בהשקיה (שאנם ניכרים לעין והשלכותיהם עתידיות ועקיפות), אנו מעריכים שהחקלאים משקים בעודף. עודפי השקיה אלו פוגעים ברווחיות החקלאים על ידי בזבז של מים וחומרי דישון. כמו כן בשל הימצאות אגרוכימיקלים (דשנים, חומרי הדברה) במי ההשקיה, יתרת המים יכולה לגרום לזיהום קרקעות ומי תהום. בכדי לגבש המלצות למשטר ההשקיה, יש צורך לחשב את צריכת המים של הפלפל לאורך עונת הגידול ולקשר את צריכת המים למזג האוויר.

השימוש בבתי רשת בגידולי ירקות בקיץ בנגב המערבי נועד להפחית את עוצמת הקרינה ואת הנזק ליבול שנגרם ע"י מזיקים (אסקירה וחבריו, 2015). ההפחתה של הקרינה אינה שווה בכל אורכי הגל (Healey et al., 1998) ומשתנה לאורך העונה הלא גשומה עקב הצטברות אבק, אם כי להצטברות האבק יש השפעה זניחה על הקרינה הפוטוסינתטית הפעילה (PAR) (Moller et al., 2010). בנוסף להפחתת הקרינה, יש לבית הרשת השפעות נוספות שמשפיעות על גידול צמחים כמו מהירות הרוח, שטף אנרגיה, לחות אוויר, וטמפרטורה (Moller et al., 2004; Moller and Assouline, 2007). המתאם בין התנאים המטאורולוגיים בתוך בית הרשת לבין התנאים המטאורולוגיים מחוץ לבית הרשת אינו ישיר ומשתנה לפי סוג בית הרשת (Moller et al., 2004). לכן על מנת למצוא את הקשר בין ההתאדות הפוטנציאלית (פנמן) שמחושבת לפי תחנה מטאורולוגית חיצונית לבין ההתאדות הפוטנציאלית בתוך בית הרשת יש למדוד את התנאים בתוך בית הרשת ולהשוות אותם לתחנה המטאורולוגית החיצונית. הדבר נעשה בהצלחה בסוגים שונים של בתי צמיחה (Healey et al., 1998; Moller et al., 2004; Tanny, 2013; Pirkner et al., 2014). עיקר הגידול של פלפל בקיץ בנגב המערבי נעשה בבית רשת של 50 מ"ש. במחקר אחר שנעשה במו"פ דרום נמצא שאין הבדל משמעותי בתנאים המטאורולוגיים בין בתי רשת עם 50 מ"ש בקירות ובגג בגבהים של 4 מטר ו-6 מטר (טנאי, לא פורסם). במו"פ דרום נעשו בעבר מדידות מטאורולוגיות בתוך בית רשת (Moller and Assouline, 2007; טייטל, 2010), אך לא במטרה לפתח מדדי השקיה לפי מודל של התאדות פוטנציאלית בתוך בית הרשת מנתוני תחנה מטאורולוגית.

שיטה מקובלת לאמוד את צריכת המים האמיתית של צמחים הינה ליזימטרים. בשיטה זו השתמשו במו"פ ערבה לחישוב מקדמי גידול של פלפל בסתיו בערבה (כהן וחבריו 2015; Ben-Gal et al., 2008). בהתבסס על אותו מחקר, נקבעה כמות המים הדרושה לגידול פלפל סתיו בבית רשת בערבה, ביחס לימים משתילה. מכיוון שהמים בערבה הינם בעלי מליחות גבוהה, מומלצת השקיה בעודף כדי להדיח מלחים מבית השורשים. עקב אותה השקיה ביתר, אין צורך לדייק בכמויות ההשקיה ביחס לתנאי מזג האוויר (כהן וחבריו, 2015).

המטרה העיקרית של המחקר היא לפתח ממשקי השקיה לפלפל בבית רשת בקיץ בנגב המערבי, שמתבסס על נתוני תחנה מטאורולוגית. שימוש במקדמי גידול שמותאמים לבתי רשת בקיץ ולקרקע המקומית יאפשר לחקלאים לחסוך בעלויות גידול פלפל על ידי הפחתת השקיית יתר המקובלת כיום, ללא פגיעה בכמות ואיכות היבול. הפחתת השקיית יתר תחסוך הן בעלויות המים והן בעלויות חומרי הדישון. כמו כן בשל

הימצאות אגרוכימיקלים (דשנים, חומרי הדברה) במי ההשקיה, הפחתת השקיה תפחית את זיהום הקרקע ומי התהום.

בנוסף, אנו מעריכים שחיזוי ההתאדות הפוטנציאלית בתוך בתי רשת יאפשר לפתח מקדמי גידול לגידולים נוספים שנתוני צריכת המים שלהם כבר נחקרו (Moller and Assouline, 2007; הראל, 2012; Harel et al., 2014).

המטרה העיקרית של המחקר היא לפתח ממשקי השקיה לפלפל בבית רשת בקיץ בנגב המערבי, שמתבסס על נתוני הצריכה ונתוני תחנה מטאורולוגית.

יעדי המשימה:

(א) חישוב מקדם הגידול של פלפל בהנבה קיצית בבית רשת, על ידי מדידת נתוני צריכת המים לאורך העונה.

(ב) יישום ממצאי ניסוי צריכת המים (מסעיף א) על פלפל שנשתל בבית רשת חצי-מסחרי ובחינת השפעת השקיית חסר על מנת לקבל מקדם גידול ומשטר השקיה שיהיה אופטימאלי לנגב.

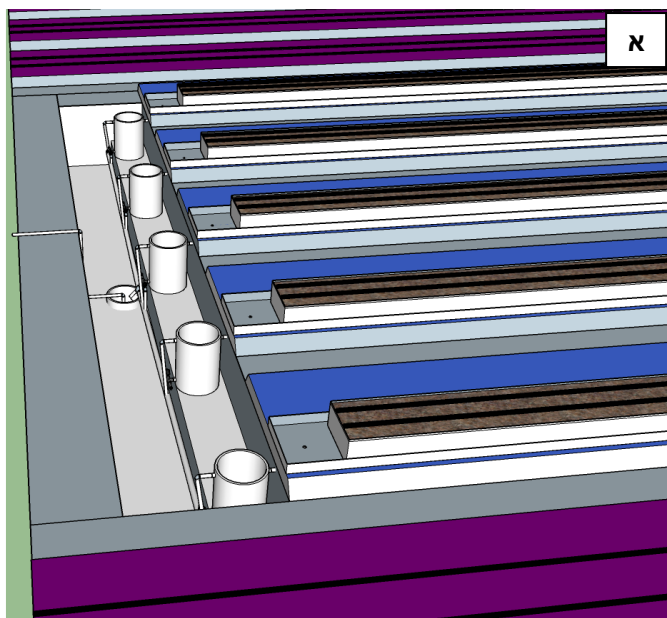
(ג) בניית מודל שיחזה את ההתאדות הפוטנציאלית (פנמן) בתוך בית רשת בהתאם לנתונים מטאורולוגיים הזמינים מתחנות מטאורולוגיות של משרד החקלאות.

(ד) בניית דף אינטרנט המפרסם את ההתאדות הפוטנציאלית (פנמן) עבור בתי רשת שונים על בסיס המודל ונתוני התחנה המטאורולוגית של משרד החקלאות, באופן יומי באתר של מו"פ דרום.

מטרת המחקר בשנה זו היא לבחון את כמות המים ותדירות ההשקיה האופטימלים לגידול פלפל קיץ בבית רשת על מנת לקבל יכול איכותי מקסימלי.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

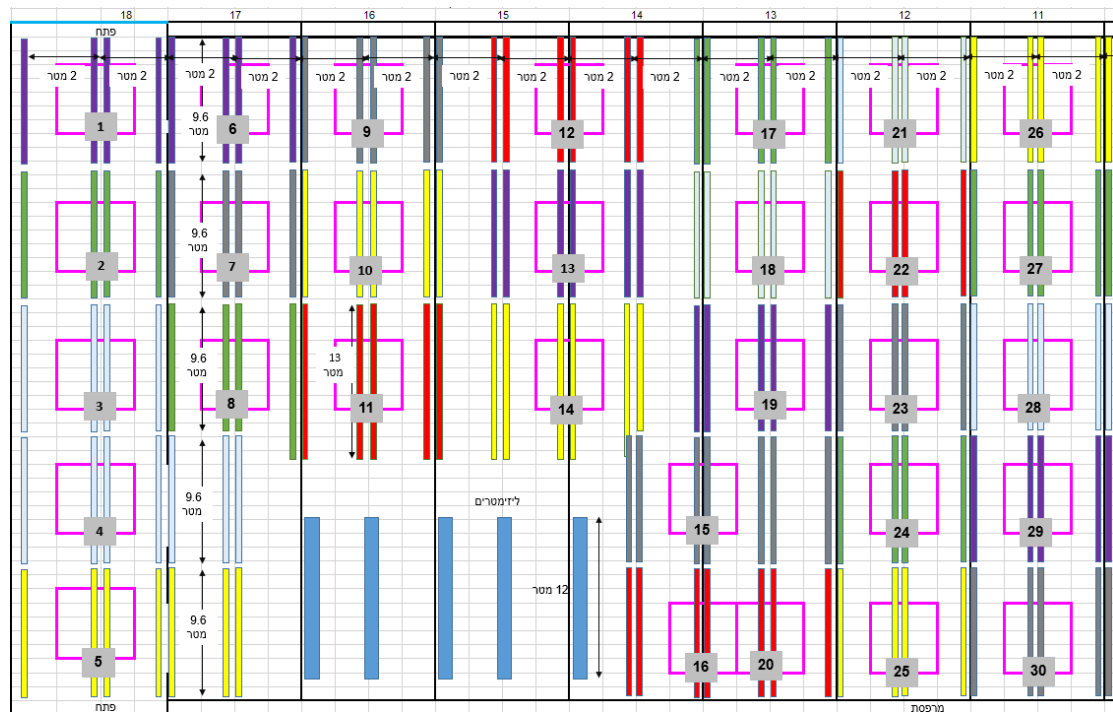
בבית רשת 50 מש נבנו ליזימטרים עודפים למדידת נתוני צריכת המים של הצמחים. חמישה מארזים כל אחד באורך 12 מטרים, רוחב 40 ס"מ וגובה 20 ס"מ הוצבו על גבי מגביה (בצורת תבנית ביצים המאפשרת מעבר מים ללא הפרעה) בתוך מרזב ("מעטפת"). עודפי המים היוצאים מהמארזים מתנקזים אל מיכלי איסוף (איור 1).



איור 1. א. תיאור סכמטי של המארזים ובור איסוף הנקז. ב. וצילום של אחד הליזימטרים.

תערובת הגידול במארזים היא אודם 130 המורכבת מ: 60% טוף 0.8 ו-4.8 (מנקז) ו-40% כבול גס. מערכת זו מאפשרת הפעלת ממשק השקיה בעודף ("מערכת סלחנית") עקב הנקיות הגבוהה שלה, מבלי לגרום לבעיות של עודפי מים בבית השורשים. מדידה עקבית של כמויות המים להשקיה וכמויות המים בנקז, מאפשרים קבלת מאזני מים מדויקים ואמינים ברמה עונתית, יומית ואף בתוך היום. ההשקיה היא בטיפטוף: 2 שלוחות לכל מארז, טפטפות בספיקה של 0.65 ל"ש במרווח 15 ס"מ. המארזים מושקים בהשקיית יתר בכדי שכמות הנקז תהייה לפחות 20%-40% מההשקיה. כמות הנקז שנאגר במיכל האחסון נאספת ונמדדת בכל פעם לפני ההשקיה הבאה. צריכת המים של הפלפל, האופוטורנספירציה, מחושבת ככמות המים הניתנת בהשקיה פחות כמות המים בנקז. צריכת המים המחושבת מתוך הליזימטרים משמשת כבסיס להשקיית הפלפל בקרקע באותו בית רשת.

על מנת לקבוע את משטר ההשקיה האופטימלי לקבלת יבול מירבי ואיכותי אנו בוחנים כמויות מים ותדירויות השקיה שונות בגידול פלפל בבית רשת בקיץ בבשור. הטיפול שיושמו בהשקיה היו: 1. ממשק משקי הכולל השקיית לילה אחת של כ-1 קוב לדונם כחודש אחרי שתילה והשקיה אחת במשך היום לפי המלצות מדריכי שה"מ להשקיית פלפל באזור הבשור; 2. כמויות המים שנבחנות הן החזרה של כמות המים הנצרכת כפי שמחושבת על ידי הליזימטרים (100%) בהשקיה אחת בכל יום; 3. כמות מים הגדולה ב-25% מכמות המים הנצרכת לפי הליזימטרים (125%) בהשקיה אחת בכל יום; 4. כמות מים הגדולה ב-50% מכמות המים הנצרכת לפי הליזימטרים (150%) בהשקיה אחת בכל יום; 5. כמויות המים שנבחנות הן החזרה של כמות המים הנצרכת כפי שמחושבת על ידי הליזימטרים (100%) בהשקיה פעם ביומיים; 6. כמויות המים שנבחנות הן החזרה של כמות המים הנצרכת כפי שמחושבת על ידי הליזימטרים (100%) בהשקיה פעמיים ביום. סך הכל בניסוי שישה טיפולי השקיה, חמש חזרות לכל טיפול המסודרות באקראי בשטח (איור 2).

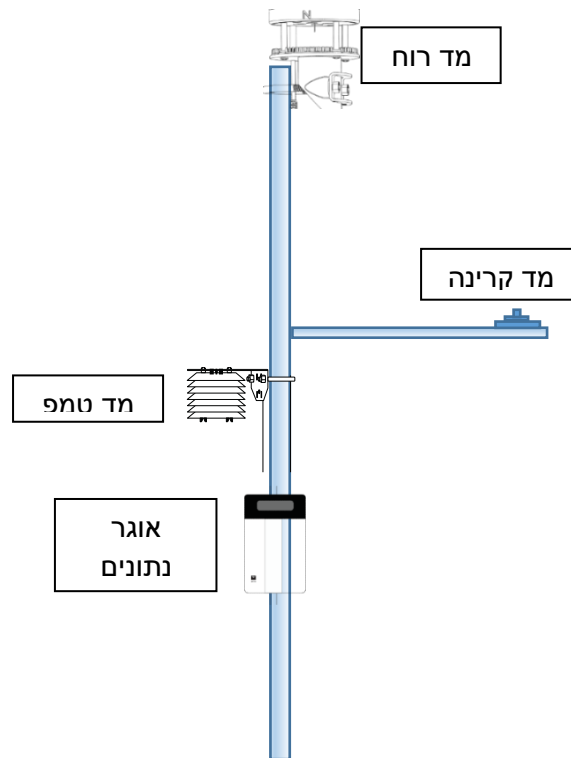


איור 2. מפת ניסוי השקיה פלפל. כחול = מארזים ; לבן = ביקורת משקית ; סגול = החזרה של כמות הים שנמדדה במארזים (100%) בהשקיה פעם ביום ; ירוק = החזרה של 25% יותר מכמות המים שנמדדה במארזים (125%) בהשקיה פעם ביום ; צהוב = החזרה של 50% יותר מכמות הים שנמדדה במארזים (150%) בהשקיה פעם ביום ; אדום = החזרה של 25% יותר מכמות המים שנמדדה במארזים (125%) בהשקיה פעם ביומיים ; אפור = החזרה של 25% יותר מכמות המים שנמדדה במארזים (125%) בהשקיה פעמיים ביום.

ב-19.5.22 נשתלו פלפלים מזן TOP42 במארזים ובקרקע סביבם בעומד זהה. צמחי הפלפל נשתלו בשתי שורות במרחק של 33 ס"מ בין הצמחים בשורה. הדליה ספרדית.

בבית הרשת הותקנה מערכת לניטור אקלים הכוללת מד טמפ', מד לחות, מד קרינה ומד מהירות רוח אולטרסוני (איור 3). כל אלו מאפשרים לחשב את ההתאדות הפוטנציאלית בתוך בית הרשת. השוואת ההתאדות הפוטנציאלית שמחושבת בתוך בית הרשת להתאדות הפוטנציאלית שמחושבת בתחנה המטאורולוגית החיצונית שבמו"פ דרום, תאפשר לחשב מקדמי גידול בבית רשת שמותאמים להתאדות הפוטנציאלית (פנמן) שנגישה לחקלאים מאתר משרד החקלאות.

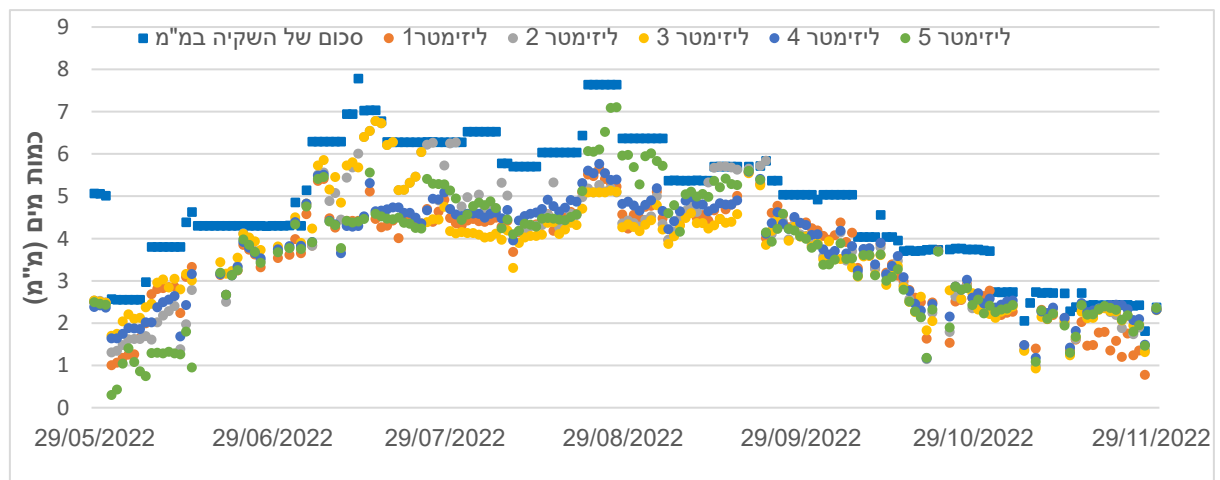
בנוסף הוצבו במבנה 5 תחנות מדידה של חברת GroFit. תחנות אלו הן תחנות קומפקטיות המודדות את הקרינה, הטמפ' והלחות היחסית באויר בתוך המבנה ומחשבות את ההתאדות לפי נוסחאת פנמן בשימוש במקדם קבוע להערכת מהירות הרוח מתוך הנחה כי מהירות הרוח בתוך המבנה היא כמעט זניחה. שלוש תחנות הוצבו בגובה המבנה (תלויות על הכבלים המחזיקים את חוטי ההדליה) ושתי תחנות הוצבו בגובה הצמחים כאשר הם מועלות כל שבוע בהתאם לעליה בגובה הצמחים.



איור 3. שרטוט של התחנה המטאורולוגית המוצבת בימים אלו בבית הרשת.

תוצאות

באיור 4 ניתן לראות את נתוני צריכת המים שנמדדו בליזימטרים ואת כמות המים הכוללת שניתנה באותו יום בהשקיה. ניתן לראות שהשונות בין הליזימטרים קטנה מאוד. צריכת המים הממוצעת של הפלפל היתה כ-75% ממנת המים שניתנה בהשקיה כך שהתקבל כ-25% נקז בכל השקיה, כמקובל בהשקיית גידול במאוזים.



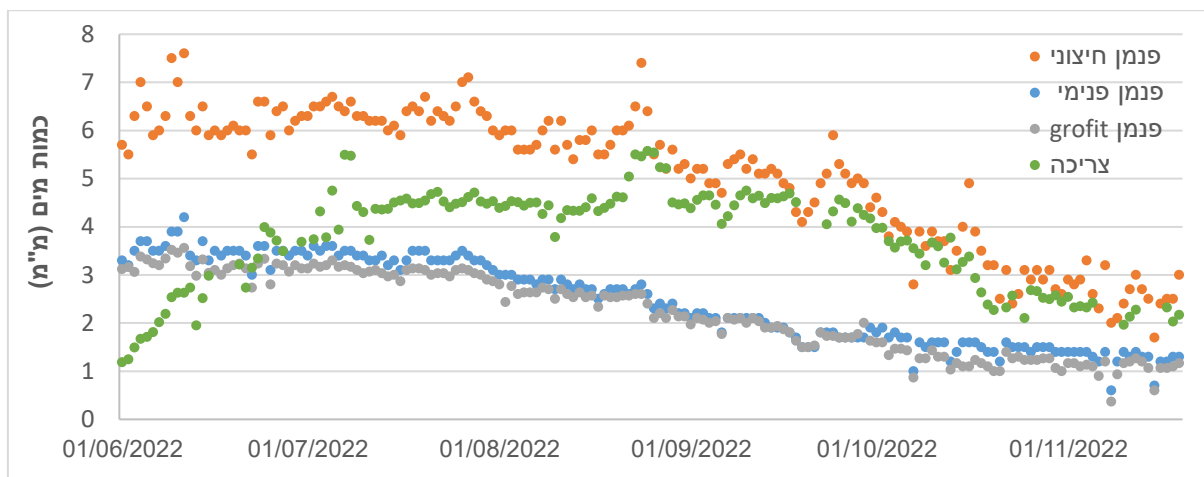
איור 4. נתוני צריכת המים שנמדדו בשני הליזימטרים וכמות המים הכוללת שניתנה באותו יום בהשקיה.

נתוני ההתאדות המחושבת על פי פנמן כפי שחושבו על פי הפרמטרים מתחנת המדידה החיצונית בבשור (ET_o), לפי תחנת המדידה הפנימית (ET_{in}) ותחנת המדידה של (ET_{GroFit}) בבית הרשת מוצגים באיור 5 יחד

עם ממוצע הצריכה שנמדדה בליזימטרים. ניתן לראות כי ההתאדות הפנימית כפי שנמדדה בשתי השיטות נמוכה מההתאדות החיצונית כאשר את היחס בניהן אפשר לתאר על ידי המשוואות הבאות:

$$ET_0 = 1.5 \times ET_{in} + 1.5 \quad (1)$$

$$ET_0 = 1.5 \times ET_{GroFit} + 1.6 \quad (2)$$



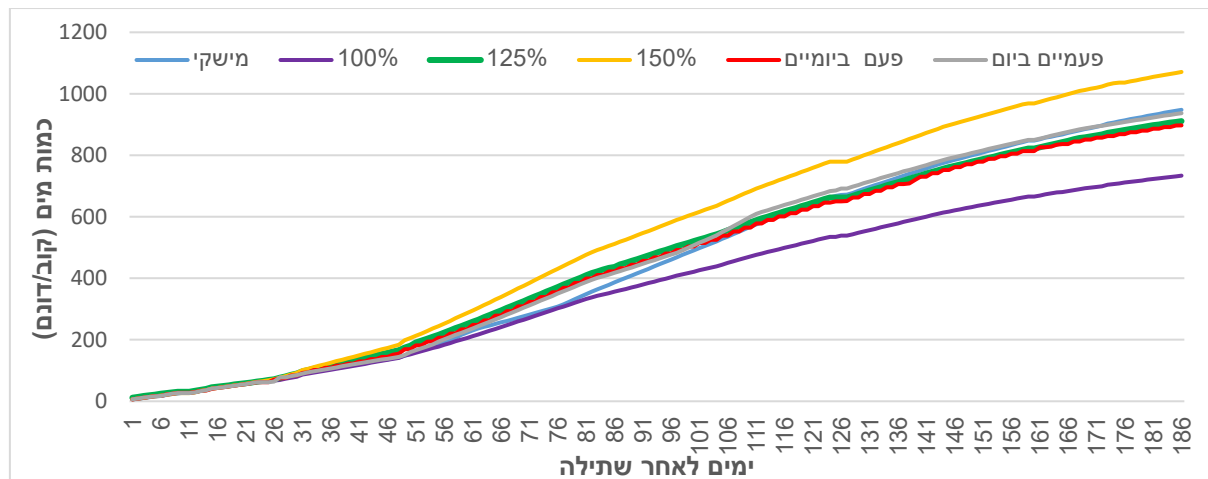
איור 5. נתוני ההתאדות המחושבת על פי פנמן כפי שחושבו על פי הפרמטרים מתחנת המדידה החיצונית (כתום) בבשור, לפי תחנת המדידה הפנימית בבית הרשת (כחול) ולפי חישני מדידה של GroFit (אפור). ממוצע הצריכה שנמדדה בליזימטרים מוצג על ידי העיגולים הירוקים.

היחס בין ההתאדות המחושבת לפי פנמן (פנימית או חיצונית) לצריכה הוא מקדם הגידול K_c והוא משתנה במהלך העונה. ערכי K_c עבור גידול פלפל קיצי באזור הבשור מובאים בטבלה 1. מקדם הגידול של הפלפל ביחס להתאדות המחושבת החיצונית כפול מאשר ביחס להתאדות המחושבת שנמדדה בתוך בית הרשת. צריכת המים של הפלפל ביחס להתאדות המחושבת עולה בהדרגה מהשתילה ועד לשלב בו הצמח בוגר ומניב. בתחילת חודש ספטמבר (כ-120 ימים לאחר שתילה) ההתאדות המחושבת לפי פנמן מתחילה לרדת ובהתאם יורדת גם צריכת המים של הפלפל. היחס בניהם אינו משתנה. רק כ-150 ימים לאחר השתילה היחס בין ההתאדות המחושבת לצריכה משתנה כאשר צריכת הצמח יורדת בצורה משמעותית יותר מהירידה המקבילה בהתאדות המחושבת.

טבלה 1. מקדמי הגידול K_c בין ההתאדות המחושבת לפי פנמן לצריכת המים של צמחי הפלפל בגידול קיצי בבשור.

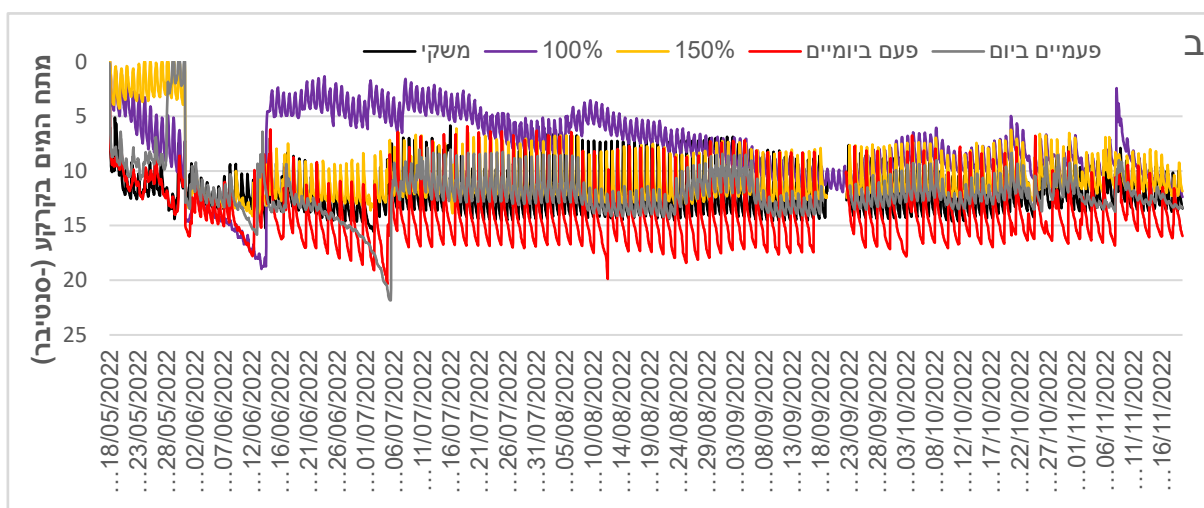
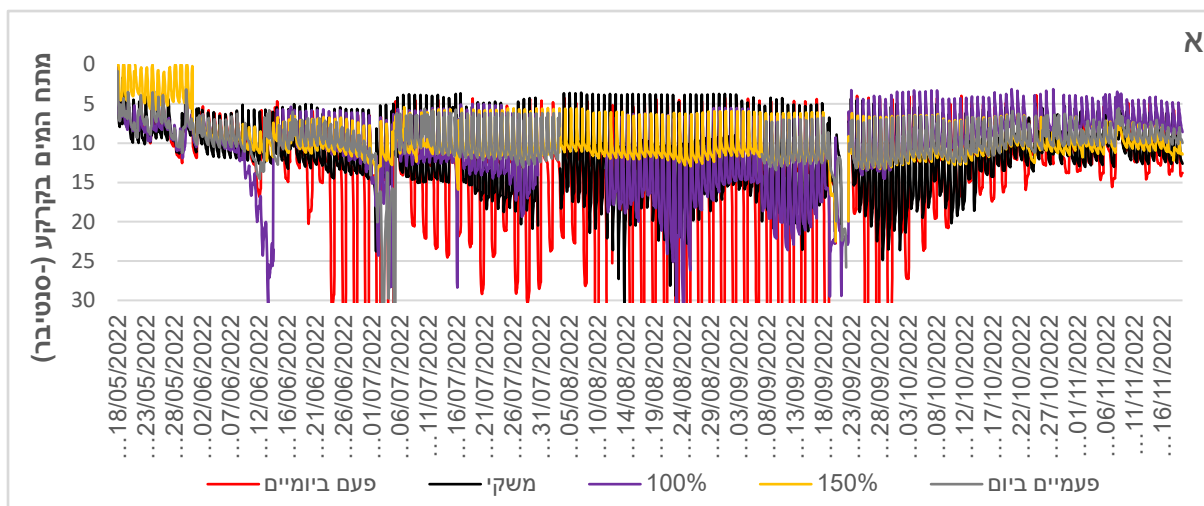
ימים משתילה	שלב פיזיולוגי	K_c ביחס לפנמן חיצוני	K_c ביחס לפנמן פנימי
0-14	קליטה והתבססות	השקיה טכנית בהתאם לצורך	
14-27	התפתחות	0.3	0.6
28-40	חנטה	0.6	1.0
40-60	חנטה ומילוי פרי	0.7	1.3
60-100	הבשלה וקטיף	0.7	1.5
100-150	קטיף	0.9	2.3
150-180	קטיף עד סיום גידול	0.8	1.7

איור 6 מציג את כמות המים שניתנה עד כה בטיפולים השונים. ניתן לראות כי בטיפול המשקי בתחילת העונה ניתנו כמויות מים דומות לאלו שבטיפול 100% החזרה אבל לאחר כ-100 ימים כמות המים בטיפול המשקי היתה דומה לכמות המים שניתנה בטיפולי 125% החזרה.



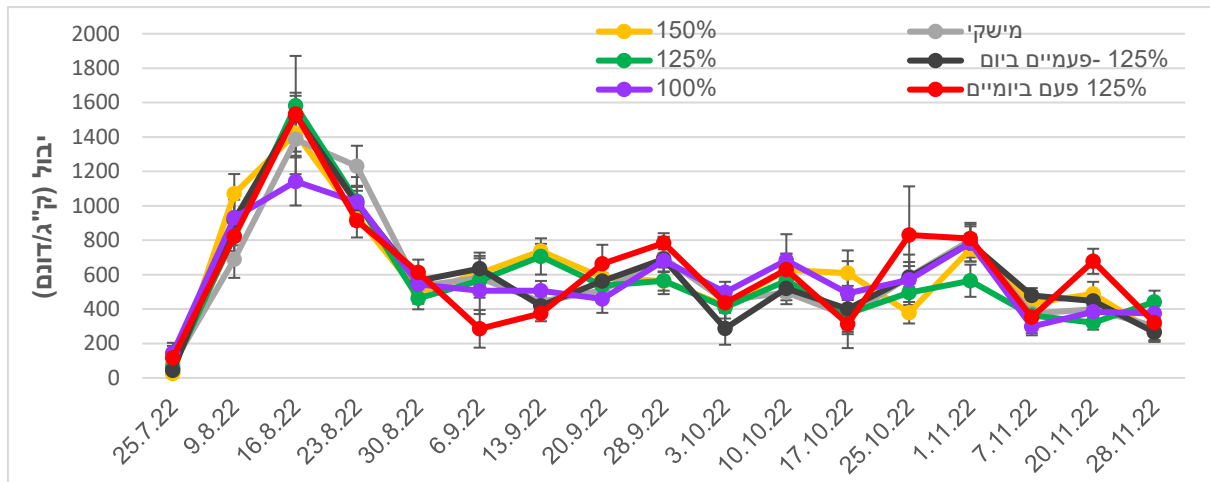
איור 6. כמויות המים (קוב/דונם) השונות שניתנו בטיפולים השונים בקרקע.

בטיפולים שקיבלו 125% מהצריכה בשתי פעימות במהלך היום ובטיפול שקיבל 150% מצריכת המים מתח המים בקרקע נשאר גבוה במהלך כל העונה בעומק 15 ס"מ ו-30 ס"מ (איור 7). מתח המים בטיפולים אלו נשמר קבוע לאורך כל העונה ללא קשר להשתנות ההתאדות הפוטנציאלית על פי פנמן וצריכת הצמחים. בטיפול המשקי ובטיפול שקיבל 100% מצריכת המים בפעימה אחת ביום בשיא הצימוח וההנבה של הפלפל (בין יולי לאוקטובר) ובזמן שההתאדות בשיאה מתח המים בקרקע בטיפולים אלו ירד בשכבת הקרקע העליונה. בעומק 30 ס"מ מתח המים גם בטיפולים אלו לא השתנה. בטיפול שקיבל החזר של 125% מצריבת המים במנה אחת פעם ביומיים מתח המים בקרקע ירד בצורה משמעותית בשכבה העליונה בין השקיה להשקיה, בייחוד בחודשים בהם ההתאדות גבוהה. גם בשכבה העמוקה יותר (30 ס"מ) ישנה ירידה מסוימת במתח המים בקרקע.

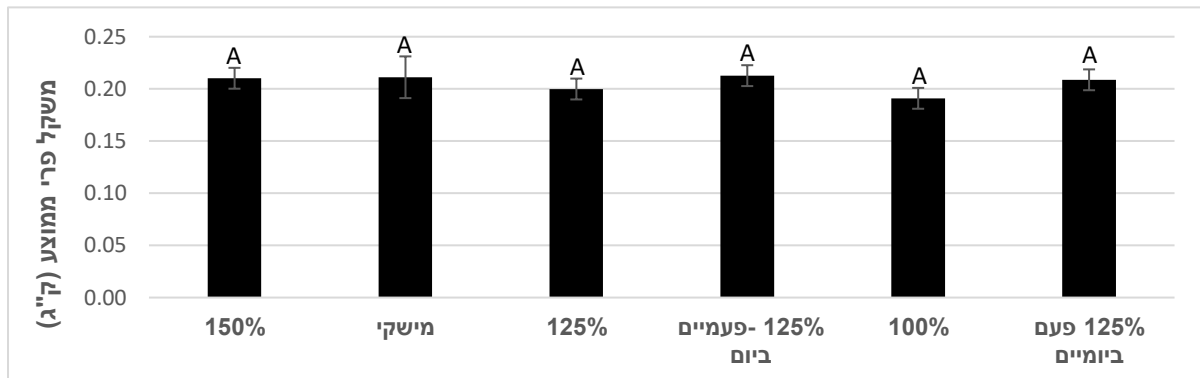


איור 7. דוגמא לתוצאות מדידת מתי המים בקרקע בעומק 15 ס"מ (א) ובעומק 30 ס"מ (ב) בטיפולים השונים: שחור = ביקורת משקית; סגול = החזרה של כמות הים שנמדדה במארוזים (100%) בהשקיה פעם ביום; צהוב = החזרה של 50% יותר מכמות הים שנמדדה במארוזים (150%) בהשקיה פעם ביום; אדום = החזרה של כמות הים שנמדדה במארוזים (100%) בהשקיה פעם ביומיים; אפור = החזרה של כמות הים שנמדדה במארוזים (100%) בהשקיה פעמיים ביום.

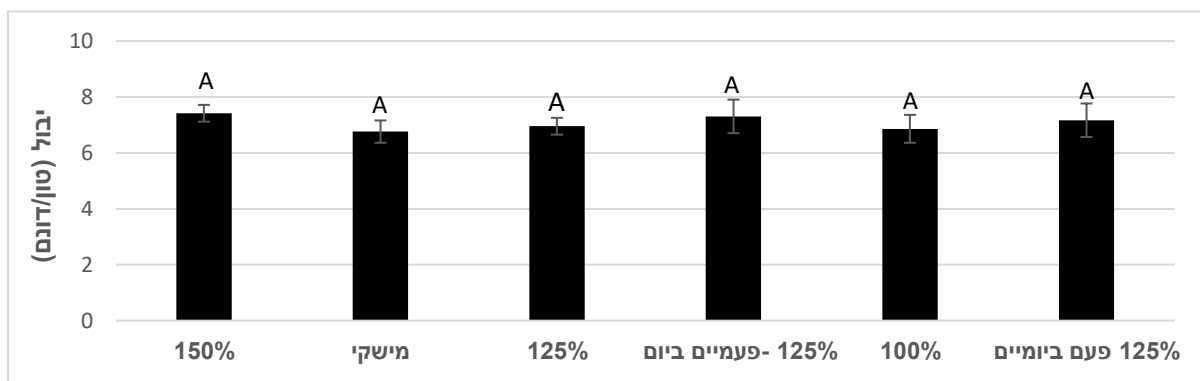
קטיפ הפלפל נמשך בין יולי לנובמבר כאשר שיא היבול התקבל בקטיפ השלישי במחצית אוגוסט (איור 8). לא ניכרו הבדלים משמעותיים בין הטיפולים ביבול במהלך העונה. המשקל הממוצע של הפירות בטיפולים השונים היה כ-200 גרם (איור 9). גם ביבול הכולל באיכות יצוא לא היה הבדל בין הטיפולים (איור 10). עיקר הפגמים ביבול היו כתוצאה מעיוותים בין אם עיוותים קלים ובין אם עיוותים משמעותיים יותר (איור 11). סך כל משקל הפירות סוג ב' היווה כ-30% מסך כל היבול עבור כל הטיפולים בלי הבדלים משמעותיים בין הטיפולים.



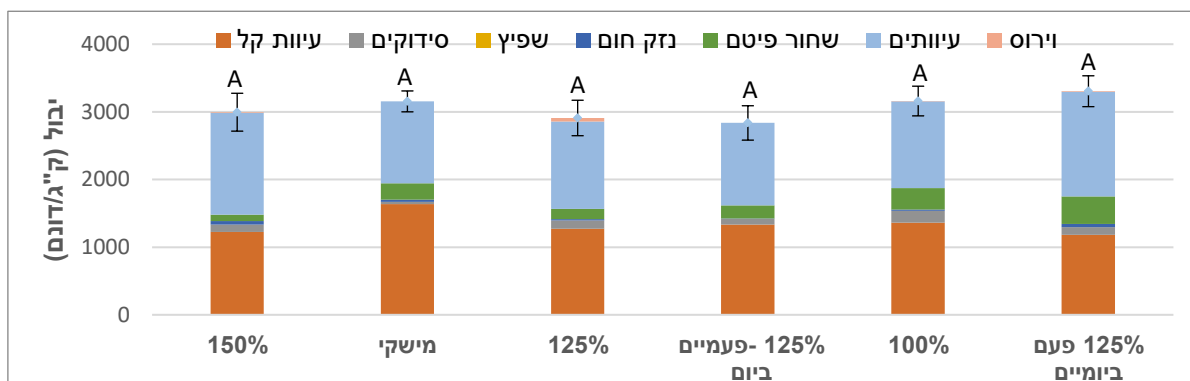
איור 8. משקל היבול הכללי בכל קטיף במהלך עונת הגידול בטיפולים השונים. הנתונים נותחו במבחן Oneway ANOVA ומוצגים כממוצעים $\pm$ שגיאת תקן.



איור 9. משקל הפרי הממוצע במהלך עונת הגידול בטיפולים השונים. הנתונים נותחו במבחן Oneway ANOVA ומוצגים כממוצעים $\pm$ שגיאת תקן. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק בממוצע.



איור 10. המשקל הכולל של היבול הראוי ליצוא בעונת הגידול בטיפולים השונים. הנתונים נותחו במבחן Oneway ANOVA ומוצגים כממוצעים $\pm$ שגיאת תקן. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק בממוצע.



איור 11. המשקל הכולל של היבול סוג ב' בעונת הגידול בטיפולים השונים. הנתונים נותחו במבחן One-way ANOVA ומוצגים כממוצעים $\pm$ שגיאת תקן. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק בממוצע.

דיון

בדומה לעונה הקודמת, גם השנה רואים כי צריכת המים של הפלפל במאוזנים עוקבת אחר מגמה דומה כאשר נראה שישנו זמן תגובה של יום-יומיים של הצמחים לעליה בהתאדות המחושבת על פי הנתונים המטאורולוגיים בתוך ומחוץ לבית הרשת. ישנו יחס לינארי בין ההתאדות המחושבת לפי הפרמטרים שנאספו מחוץ לבית הרשת ואלו שחושבו בתוך בית הרשת אם בעזרת תחנה מטאורולוגית מלאה ואם בעזרת התחנה הקומפקטית שאינה כוללת מד מהירות רוח כך שניתן לאסוף נתונים בעזרת תחנה פנימית לעשות את ההמרה על מנת להשתמש במקדמי ההשקיה לפנמן המחושב לפי תחנות חיצוניות.

בעבודה זו נמצא מקדם הגידול עבור פלפל קיץ בבית רשת באזור הבשור. מקדם זה מתאר את היחס בין ההתאדות המחושבת לפי פנמן לבין צריכת הפלפל אך אינו מתאר את כמות המים שתתן את היבול המירבי באיכות הטובה ביותר. בשנתיים בהן בחנו כמויות ותדירויות השקיה שונות מצאנו כי כמויות המים והתדירויות השונות משפיעות על מתח המים בקרקע. אפשר לראות שכאשר מחלקים כמות מים קטנה יותר (אבל לא קטנה מידי כמו שראינו בעונה הקודמת) ניתן לשמור על מתח מים בקרקע דומה לזה שמתקבל כאשר משקים בכמות מים גדולה יותר (150%) במנה אחת. כלומר, נראה שע"י מתן מנות מים קטנות במהלך היום ניתן להוריד את כמות המים הניתנת בהשקיה בקרקע חולית ועדיין לשמור על מתח מים גבוה. בעונה השנייה של הניסוי (דוח 2021) נמצא יבול גבוה יותר בטיפול שקיבל 125% החזרה של הצריכה לעומת טיפולים שקיבלו כמויות קטנות יותר של מים. בניסוי הנוכחי כמות המים הקטנה ביותר שניתנה הייתה 100% החזרה וראינו כי לא התקבלו הבדלים בין הטיפולים השונים. גם הירידה במתח המים בקרקע בטיפול שקיבל מנת מים פעם ביומיים לא השפיעה בצורה משמעותית על היבול הכולל וגם לא העלתה את אחוז היבול סוג ב'.

נראה כי הכוונת ההשקיה כאשר מגדלים פלפל בקרקע חולית צריכה להיות לכיוון החזר של 125% מהצריכה בתדירות השקיה של לפחות השקיה אחת ביום על מנת לשמור על מתח מים קבוע בקרקע. הגדלה של כמות המים הניתנת ל-150% אמנם שמרה על מתח מים גבוה וקבוע בקרקע אך לא הובילה לעליה ביבול או לשיפור באיכותו. כך שמקדם ההשקיה עבור גידול פלפל בהנבה קיצית בבית רשת צריך להיות כמתואר בטבלה 2.

טבלה 2. מקדמי ההשקיה Kc בין ההתאדות המחושבת לפי פנמן לצריכת המים של צמחי הפלפל בגידול קיצי בבשור.

ימים משתילה	שלב פיזיולוגי	Kc ביחס לפנמן חיצוני	Kc ביחס לפנמן פנימי
0-14	קליטה והתבססות	השקיה טכנית בהתאם לצורך	
14-27	התפתחות	0.4	0.8
28-40	חנטה	0.8	1.3
40-60	חנטה ומילוי פרי	0.9	1.6
60-100	הבשלה וקטיף	0.9	1.9
100-150	קטיף	1.1	2.8
150-180	קטיף עד סיום גידול	1.0	2.1

ביבליוגרפיה

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.

Harel, D., M. Sofer, M. Broner, D. Zohar, and S. Gantz. 2014. Growth-Stage-Specific Kc of Greenhouse Tomato Plants Grown in Semi-Arid Mediterranean Region. *Journal of Agricultural Science*, Vol 6, No 11.

Healey, K. D., K. G. Rickert, G. L. Hammer, and M. P. Bange. 1998. Radiation use efficiency increases when the diffuse component of incident radiation is enhanced under shade. *Australian Journal of Agricultural Research* 49: 665-672.

Moller, M., and S. Assouline. 2007. Effects of a shading screen on microclimate and crop water requirements. *Irrigation Science* 25: 171-181.

Moller, M., J. Tanny, Y. Li, and S.T. Cohen. 2004. Measuring and predicting evapotranspiration in an insect-proof greenhouse. *Agricultural and Forest Meteorology* 127: 35-51.

Moller, M., S. Cohen, M. Pirkner, Y. Israeli, and J. Tanny. 2010. Transmission of short-wave radiation by agricultural screens. *Biosystems Engineering* 107: 317-327.

Pirkner, M., U. Dicken, and J. Tanny. 2014. Penman-Monteith approaches for estimating crop evapotranspiration in screenhouses-a case study with table-grape. *International Journal of Biometeorology* 58: 725-737.

Tanny, J. 2013. Microclimate and evapotranspiration of crops covered by agricultural screens: A review. *Biosystems Engineering* 114: 26-43.

אסקירה י., אדלר א., סילברמן ד., עומר ש. וצביאלי י. 2015. רשתות לגידול פלפל בבתי צמיחה. שה"מ.

הראל ד., ב. מ., צהר ד. צפריר ג. עומרי נ. 2012. ייעול השקיית חסה בבתי רשת על גבי קרקע חולית

באזור הבשור. סיכום מו"פ דרום.

טייטל מ., א. ר., ברק מ., הראל ד., שמואל ד., יחזקאל ח., גנץ ש. ואסקירה י. 2010. ייעול השימוש ברשתות צל בחממות. דוח סיכום מדען ראשי.

טנאי י., כהן ש., ציפילביץ א., גלעד ז., אחיעם מ., סילברמן ד., אסקירה י. ואדלר א. 2018. פיתוח אומדני תצרוכת מים ומדדי השקיה, מבוססים על נוסחת פנמן-מונטית, לגידול פלפל בבתי רשת וחממות. דוח סיכום עונה.

כהן ש., צביאלי י., סויסה ע. וסילברמן ד. 2015. המלצות השקיה ודישון לפלפל סתיו בבתי רשת ומבנים בערבה. דפון שה"מ.