

# ניהול ההשקיה על פי חיווי מטנסיומטר - בחינת משמעות ערך הפעלת ההשקיה על כמות המים העונתית והיבול בגידול פלפל בערבה

שלמה קרמר - שירות שדה, לה"ד נגב, שה"מ, מחוז הנגב, משרד החקלאות

ישראל זר - מושב פארן

אלישע קניג - שירות שדה מרכז, שה"מ, משרד החקלאות

## תקציר

טנסיומטרים וחיישני תכולת רטיבות רציפים יכולים לספק מידע אמין על אופן השתנות תכולת הרטיבות בבית השורשים בזמן אמת. השינויים בכמות המים בקרקע הם תוצאה של כלל ההשפעות הסביבתיות והצמחיות על קצב קליטת המים על ידי הצמחים וניקוז המים לעומק חתך הקרקע. שילוב ציוד מסוג זה במערכת בקרת ההשקיה יאפשר להגיב בזמן אמת לפחיתה בכמות המים בקרקע וכך לנהל באופן יעיל ומושכל את מימשק ההשקיה. בעונת הגידול 2006/7 נערך במשק ישראל זר במושב פארן, ניסוי השקיה בו נבחנו מנות מים שונות באותו ערך הפעלה שהתקבל באמצעות חיווי מטנסיומטר רציף. התוצאות מלמדות כי השיטה אכן יכולה לתזמן את ההשקיה בשדה באופן אוטומטי, כך שהצמחים יקבלו את מנת המים הנחוצה בהתאם לשינויים במזג האוויר. כמות המים היומית הממוצעת, שסופקה לשטח, הלכה וקטנה בכל הטיפולים עם התקצרות היום והירידה בטמפרטורות. כמו כן תדירות ההשקיה השתנתה בהתאם לגודל מנת ההשקיה שניתנה בעת קבלת החיווי מהטנסיומטר בשדה. במנת ההשקיה הקטנה התקבל המרווח הקצר ביותר בין ההשקיות. יעילות ההשקיה השתפרה בכל הטיפולים ללא פגיעה ברמת היבול.

מטרת הניסוי המדווח שנערך בעונת 2007/8 היתה: לבחון את המשמעות שיש למתן אותה מנת השקיה ברמות מתח מים שונות, על מימשק ההשקיה והיבול. על מנת להגדיר את התחום בו יבחר ערך הסף להפעלת ההשקיה על פי טנסיומטר, ניתנה סוף חודש אוגוסט 2007 מנת ההשקיה פעם ביום אחר הצהרים בכדי ללמוד כיצד משתנה קריאת מתח המים בטנסיומטרים. לאורך הקו המייצג את השינוי בכמות המים בקרקע כתוצאה מצריכת הצמחים נבחרו שלשה ערכים. הנמוך כ-10 מיליבאר מעל גמר הניקוז בלילה ושני הנוספים בהפרשים של 10 מיליבאר האחד מהשני. מנת המים בעת קבלת חיווי מהטנסיומטר הייתה 3.65 מ"מ. הפעלת הטיפולים הייתה בתאריך 01/09/2008. במשך חודשים ספטמבר ואוקטובר תדירות ההשקיה הייתה בדרך כלל פעם ביום בכל הטיפולים. מדי פעם ניתנו שתי השקיות ביום בעיקר בחודש ספטמבר, כאשר בטיפול בו מתח ההפעלה היה נמוך, היו יותר אירועים של מתן השקיה פעמיים ביום. מנות המים העונתיות היו 989 מ"מ בטיפול מתח הפעלה נמוך, 962 מ"מ במתח הפעלה בינוני ו-864 במתח הפעלה גבוה. היבול המצטבר היה: 10 טון/דונם, 9.3 טון/דונם ו-9.2 טון/דונם בהתאמה. לא היה הבדל מובהק בין הטיפולים.

טיפול מתח ההפעלה הגבוה היה יעיל יותר בשימוש במים על פני כל עונת הגידול. עיקר החיסכון במים בא לידי ביטוי החל מסוף נובמבר, תקופה בה צריכת המים הולכת וקטנה יחד עם ירידת הטמפרטורות והתקצרות היום, והמרווח בין ההשקיות גדל. היתרון בניהול ההשקיה על פי חיווי מטנסיומטר הוא ההתאמה הטובה של ממשק ההשקיה לצריכת הצמח בהתאם לגודלו, להתפתחותו ולתנאי מזג האוויר. ייתכן מאד כי הודות לתיזמון הטוב של מועד ההשקיה לא הייתה פחיתה ביבול במקביל להקטנת כמות המים. מנות המים העונתיות לעונת 2007/8 היו נמוכות ביחס לשנים אחרות, עקב אירוע הקרה החריג שגרם לירידת הצריכה מיד בסיומו ולהתקצרות עונת הגידול בכחודש.

## מבוא

היקף גידול הפלפל בערבה הולך וגדל בשנים האחרונות והיקפו כיום כ- 16,000 דונם המהווים מעל 60% משטח גידול הירקות. הגדלת השטח המעובד על ידי כל חקלאי וקליטת משפחות חדשות מחריפה את מגבלת המים לכלל המגדלים. מאחר ואיכות מי ההשקיה פוחתת, נידרש ניהול קפדני ומדויק של ממשק הגידול, בכדי ליעל את ההשקיה והדישון בתנאי צריכת מים גבוהה מחד והצורך להדיח ולשטוף עודפי מלחים מאידך. טנסיומטרים וחיישני תכולת רטיבות רציפים יכולים לספק מידע אמין על אופן השתנות תכולת הרטיבות בבית השורשים בזמן אמת. השינויים בכמות המים בקרקע הם תוצאה של כלל ההשפעות הסביבתיות והצמחיות על קצב קליטת המים על ידי הצמחים וניקוז המים לעומק חתך הקרקע. שילוב ציוד מסוג זה במערכת בקרת ההשקיה יאפשר להגיב בזמן אמת לפחיתה בכמות המים בקרקע וכך לנהל באופן יעיל ומושכל את מימשק ההשקיה.

בעונת הגידול 2006/7 נערך במשק ישראל זר במושב פארן, ניסוי השקיה בו הופעלו הטיפולים באמצעות חייווי מטנסיומטר רציף. באותו ערך הפעלה נבחנו מנות מים שונות. התוצאות מלמדות כי השיטה אכן יכולה לתזמן את ההשקיה בשדה באופן אוטומטי, כך שהצמחים יקבלו את מנת המים הנחוצה בהתאם לשינויים במזג האוויר. כמות המים היומית הממוצעת, שסופקה לשטח, הלכה וקטנה בכל הטיפולים עם התקצרות היום והירידה בטמפרטורות. כמו כן תדירות ההשקיה השתנתה בהתאם לגודל מנת ההשקיה שניתנה בעת קבלת החיווי מהטנסיומטר בשדה. במנת ההשקיה הקטנה התקבל המרווח הקצר ביותר בין ההשקיות. על פי התוצאות שהתקבלו, השתפרה יעילות ההשקיה בכל הטיפולים ללא פגיעה ברמת היבול. מטרת הניסוי הנוכחי היתה: לבחון את המשמעות שיש למתן אותה מנת השקיה ברמות מתח מים שונות, על מימשק ההשקיה והיבול.

## חומרים ושיטות

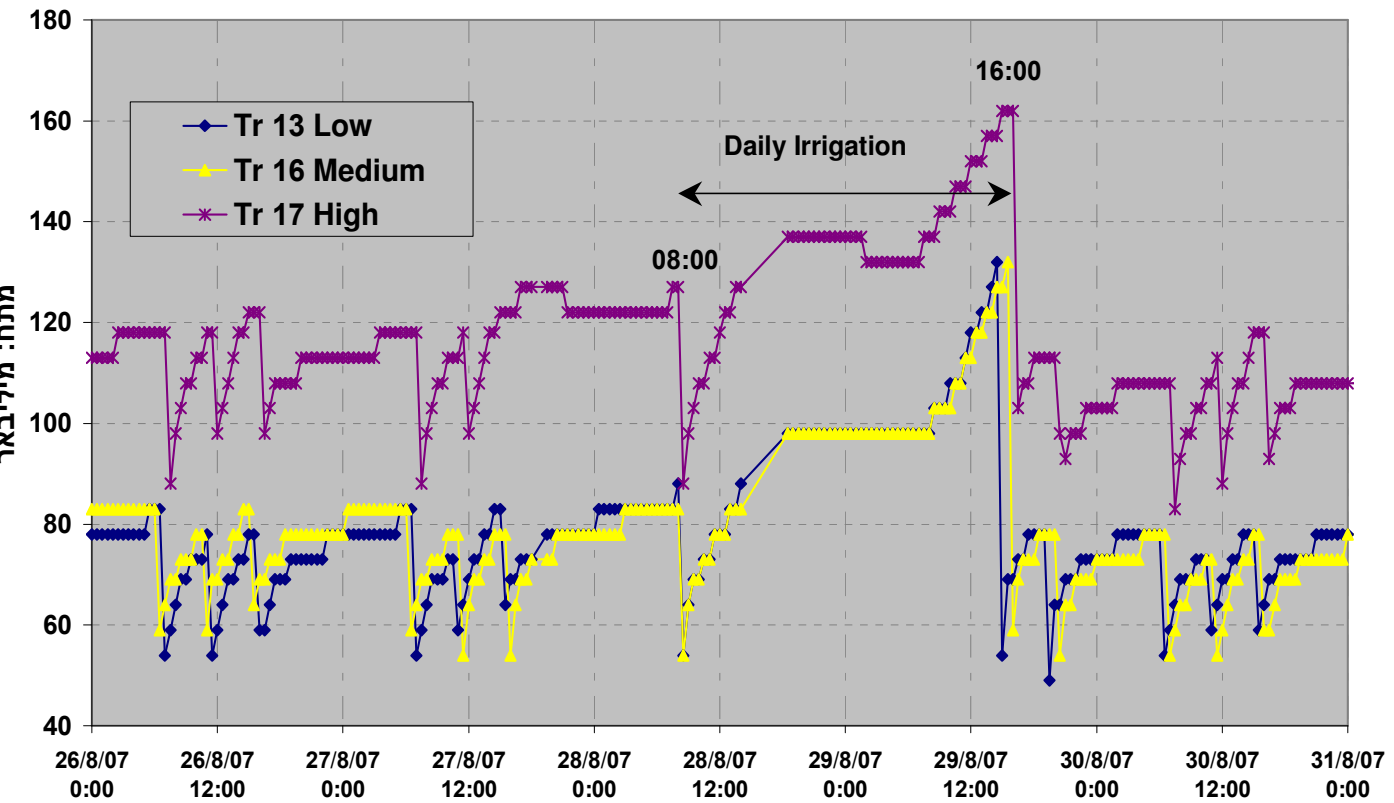
הניסוי נערך במשק ישראל זר במושב פארן במבנה חממה סגור ברשת נגד חרקים. שתילה של פלפל מזן סאני (צהוב) בוצעה בתאריך 05/08/07 לעומד של 3.6 צמחים למ"ר. צמד שורות לערוגה, המרחק בין הצמחים בתוך השורה 0.4 מטר והמרחק בין מרכזי הערוגות 1.36 מטר. עם השתילה נפרסה רשת צל 40% בתוך המבנה. רשת זו הוסרה בתאריך: 10/09/07. רשת החרקים (25 מש) בגג המבנה הוחלפה ביריעת פוליאטילן בתאריך 23/10/07

לאחר השתילה מנת ההשקיה היומית של 3.7 מ"מ חולקה לשלש מנות כל יום. לקראת סוף חודש אוגוסט 2007 ניתנה מנת ההשקיה פעם ביום אחר הצהרים בכדי ללמוד כיצד משתנה קריאת מתח המים בטנסיומטרים על מנת להגדיר את התחום בו יבחר ערך הסף להפעלת ההשקיה על פי טנסיומטר (איור 1). עליית מתח המים בתאריך 29/08/07 (איור 1) הינה תוצאה של צריכת מים על ידי הצמחים. הערכים להפעלת ההשקיה ניבחרו על הקו המתאר את עליית המתח ביום ללא השקיה כלהלן:

מגוף 13 – מתח נמוך 113 מיליבר; מגוף 16 מתח בינוני 123 מיליבר; מגוף 17 (מכשיר עם תחום ערכים גבוה יותר) 157 (שווה ערך להגדרה של 133 בטיפולים האחרים). מנת המים המתוכננת אחידה לשלשת הטיפולים: 3.65 מ"ק/דונם שהם שוי ערך למנת מים להשקיה של 280 ליטר לטיפול. מנות המים מתייחסות לשטח המגודל נטו ולא לכלל שטח מבנה הגידול.

חלקת ניסוי (חזרה של טיפול) כוללת שתי ערוגות צמודות באורך 7.2 מטר, רוחב ערוגה 1.36 מטר, שטח חלקה 19.6 מ<sup>2</sup>, בכל טיפול 4 חזרות שטח טיפול 79 מ<sup>2</sup>. בכל ערוגה 2 שורות שתולות. הקטיף נערך

בשתי השורות המרכזיות שורה אחת בכל ערוגה. הטיפולים הופעלו בתאריך 01/09/07. מדי המים של כל טיפול נרשמו מדי 3-7 ימים.



איור 1. מהלך השינוי במתח המים בקרקע בשלוש תחנות טנסיומטרים בעומק 15 ס"מ, כאשר ניתנה השקיה אחת ביום.

הקטיף החל בתאריך 04/11/2007 והסתיים בתאריך 06/04/2008. בוצע מיון לפרי המתאים ליצוא. הפירות נשקלו ונספרו. בסיום העונה בוצעו חשיפות שרשים בחזרה אחת בכל טיפול וצולמו (תמונות 1-3) החשיפות נערכו לאורך שלוחת הטפטוף בין שתי טפטפות לכיוון השביל בין הערוגות ולעומק 50 ס"מ מתחת לשלוחה.

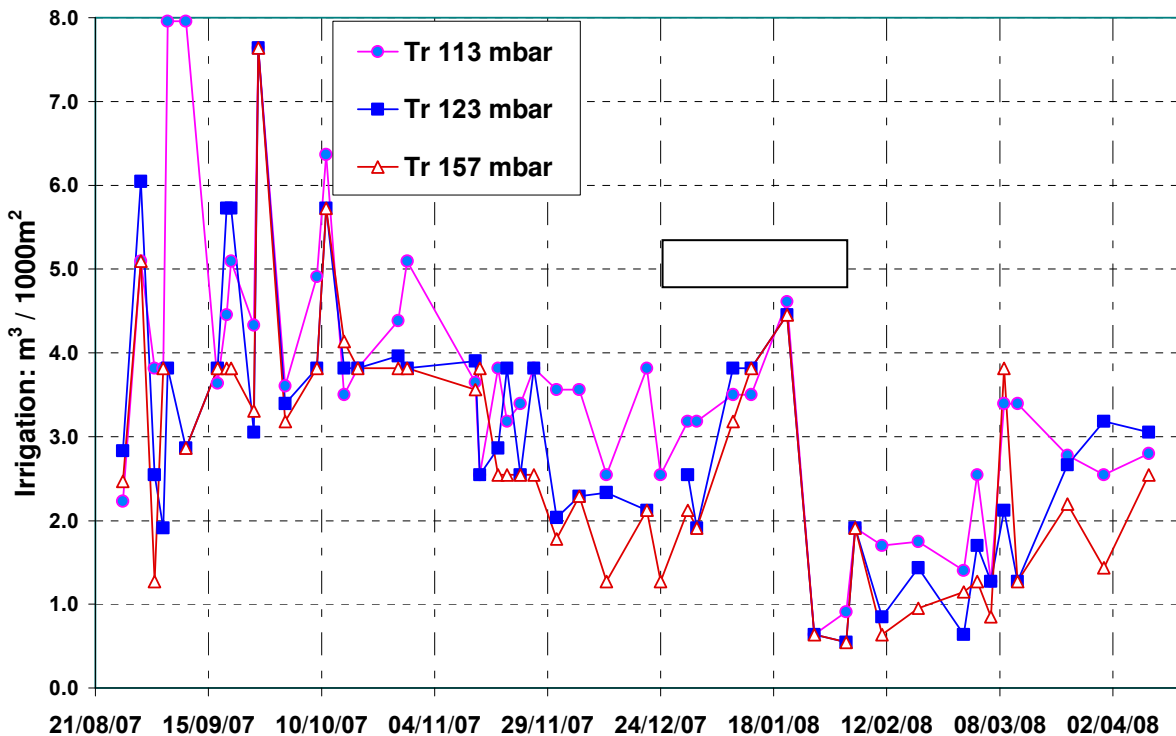
## תוצאות ודיון

מנות המים היומיות הממוצעות מוצגות באיור 2. במשך חודש ספטמבר ואוקטובר תדירות ההשקיה הייתה בדרך כלל פעם ביום בכל הטיפולים. מדי פעם ניתנו שתי השקיות ביום בעיקר בחודש ספטמבר, כאשר במגוף 13 בו מתח ההפעלה היה נמוך, היו יותר אירועים של מתן השקיה פעמיים ביום. מהלך הצטברות היבול במשך העונה מוצג באיור 3 ונתוני היבול הכללי ומנות המים העונתיות מוצגים בטבלה 1. בתאריכים 18/01/2008 - 11 התרחש אירוע קרה משמעותי ביותר. במשך לילות האירוע ניתנו השקיות מתוך כוונה לצמצם את נזקי הקרה. מנות מים אלו באו לידי ביטוי בעליה חדה של המנה היומית הממוצעת בתקופה זו (איור 2). סמוך לסיום אירוע הקרה החל מתאריך 20/01/2008, צריכת המים של הצמחים פחתה באופן בולט במיוחד למשך כשבועיים, פחות מ-1 מ"מ השקיה ליום.

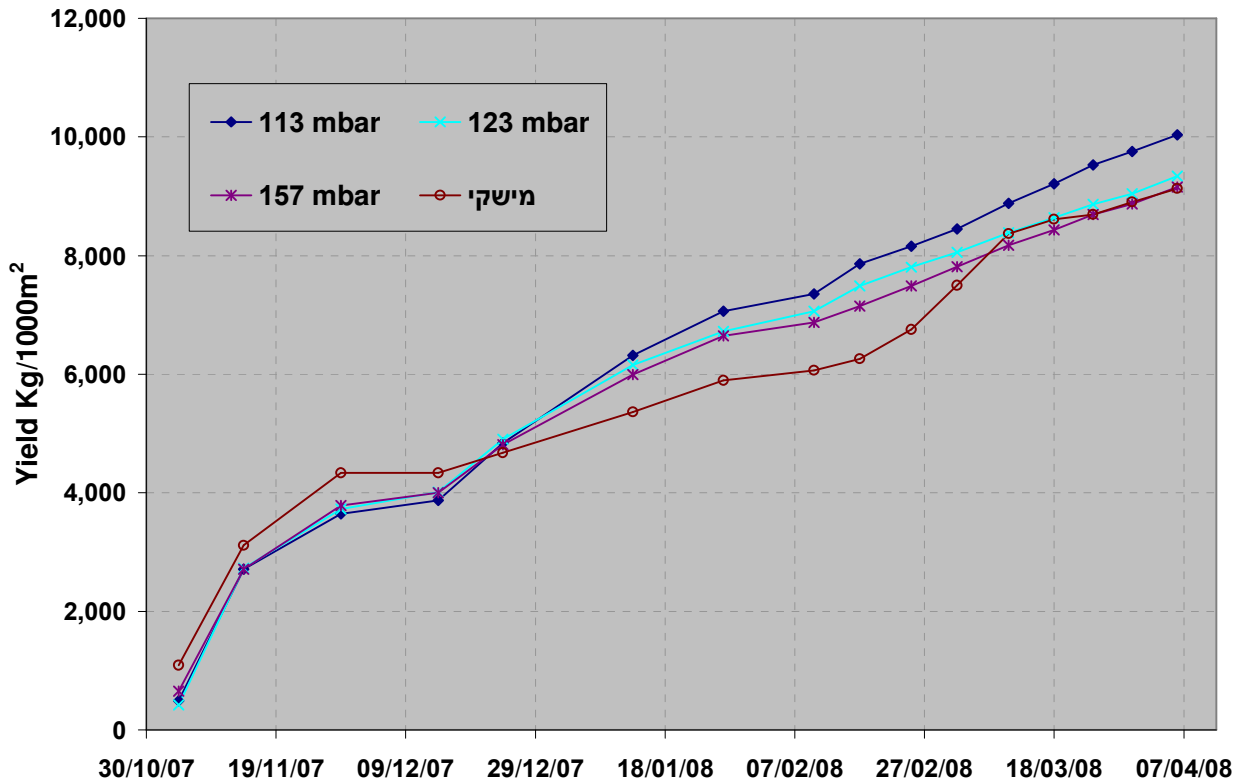
טבלה 1. היבול המצטבר ומנות המים העונתיות בשלשת הטיפולים

מגוף	מתח מים להפעלת השקיה (מיליבאר)	מנת מים עונתית (מ"קדונם צמחים)	יבול מצטבר (טון/דונם צמחים)
13	113	989	10± 0.78
16	123	962	9.3± 0.71
17	157 (133)	864	9.2± 0.94
מישקי	1060	10	

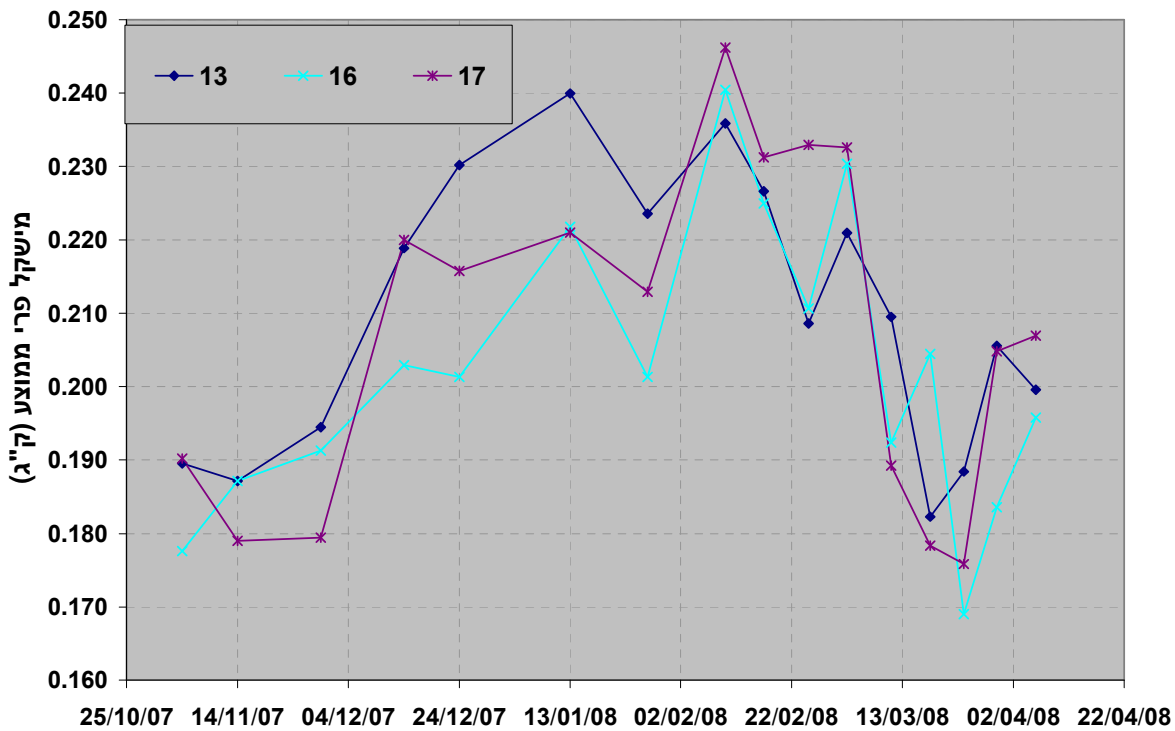
משקל הפרי הממוצע הלך ועלה עם התקדמות העונה והגיע לרמה של כ-230 גרם/אפרי מסוף ינואר עד אמצע פברואר (איור 4). בהמשך העונה התקבלה ירידה חדה במשקל הפרי עד תחילת אפריל. תופעה זו של שינוי במשקל הפרי, אופיינית לגידול הפלפל בערבה. ההבדלים במנות המים היומיות, הנובעים מרמות מתחי הפעלת ההשקיה של הטיפולים השונים, באו לידי ביטוי מתון רק בשבועיים הראשונים בהם ניתנה מדי פעם ההשקיה פעמיים ביום בטיפול מתח ההפעלה הנמוך. מהלך הצטברות היבול היה זהה בשלשת הטיפולים עד לאמצע פברואר (איור 3). במועד זה היבול בטיפול מתח ההפעלה הנמוך התחיל להיות גבוה יותר, אך לא נוצר פער מובהק בין הטיפולים. גם במשקל הפרי הממוצע לא נמצאו הבדלים בין שלשת הטיפולים. טיפול מתח ההפעלה הגבוה היה יעיל יותר בשימוש במים על פני כל עונת הגידול. עיקר החיסכון במים בא לידי ביטוי החל מסוף נובמבר, תקופה בה צריכת המים הולכת וקטנה יחד עם ירידת הטמפרטורות והתקצרות היום, והמרווח בין ההשקיות גדל.



איור 2. מנת המים היומית הממוצעת שניתנה בטיפולי ההשקיה על פי חיווי מטנסיומטר במהלך העונה.



איור 3. מהלך הצטברות היבול בשלושת טיפולי הטנסיומטר ובחלקה המשקית.



איור 4. מהלך השתנות משקל הפרי הממוצע במשך העונה בטיפולים השונים.

בית השורשים המוצג בתמונות 1-3 מראה כי בשלושת הטיפולים עיקר בית השורשים מתפתח בצפיפות רבה מאד מתחת לטפטפת לעומק של כ-25 ס"מ וסביבה ברדיוס מרבי של כ-9 ס"מ תוך יצירת נפח בצורת בצל מוארך. בטיפול בו מתח ההפעלה היה הגבוה, עומק בית השורשים הפעיל מגיע עד 50 ס"מ (תמונה 3).

היתרון בניהול ההשקיה על פי חיווי מטנסיומטר הוא ההתאמה הטובה של ממשק ההשקיה לצריכת הצמח בהתאם לגודלו, להתפתחותו ולתנאי מזג האוויר. ייתכן מאד כי הודות לתזמון הטוב של מועד ההשקיה לא הייתה פחיתה ביבול במקביל להקטנת כמות המים. מנות המים העונתיות לעונת 2007/8 היו נמוכות ביחס לשנים אחרות, עקב אירוע הקרה החריג שגרם לירידת הצריכה מיד בסיומו ולהתקצרות עונת הגידול בכחודש.



תמונה 1: חתך בין שני צמחים לעומק 50 ס"מ במגוף 13 – טיפול שקיבל מנת מים של 3.64 מ"ק/דונם בעת קבלת חיווי מהטנסיומטר במתח 113 מיליבאר. בטיפול זה ערך ההפעלה הוא הנמוך מבין שלשת הטיפולים. סרט המדידה מוצב בין שתי הטפטפות הנמצאות ליד גזעי הצמחים.



תמונה 2: חתך בין שני צמחים לעומק 50 ס"מ במגוף 16 – טיפול שקיבל מנת מים של 3.64 מ"קודונם בעת קבלת חיווי מהטנסיומטר במתח 123 מיליבאר. בטיפול זה ערך ההפעלה הוא הבינוני מבין שלשת הטיפולים. הטפטפות אינן ממוקמות סמוך לגזע הצמח אלא כ-10 ס"מ ממנו ומסומנות על ידי הרצועה הצהובה.



תמונה 3 : חתך בין שני צמחים לעומק 50 ס"מ במגוף 17 – טיפול שקיבל מנת מים של 3.64 מ"קודונם בעת קבלת חיווי מהטנסיומטר במתח 157 מיליבאר. בטיפול זה ערך ההפעלה הוא הגבוה מבין שלשת הטיפולים.