

ייעול ההשקיה בגידול פלפל על ידי ניהולה באמצעות חיווי מחיישני לחות קרקע

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

הפעלת השקיה על פי מדד המתאר את תהליך השינוי בפוטנציאל המים בקרקע, מאפשרת לבחור את מועד ההשקיה המתאים ביותר למערכת הגידולית. האמצעי לקבלת המידע הוא חיישן המייצג את תכולת המים בקרקע ומשדר נתונים באופן רציף, כך שהמגדל יכול לראותם כמעט בזמן אמת ולעדכן את מדיניות הפעלת ההשקיה במידת הצורך. בניסוי שנערך בעונת 2006/7 בחממת פלפל במשק ישראל זר מושב פארן בכדי לבחון את השפעת גודל מנת המים הניתנת בעת קבלת חיווי להשקיה מהטנסיומטר על תדירות ההשקיה, התפתחות הגידול וכמות המים המצטברת נבדקו שלשה טיפולים עצמאיים בהם ניתנה מנה של 2, 3 ו-4 מ"ק 1,000 מ"ר עם קבלת חיווי להשקיה. לימוד תגובת הגידול למנת ההשקיה נעשה מול הטיפול בו ניתנה מנת מים של 3 מ"ק 1000 מ"ר. החיווי לטיפול זה הפעיל שני טיפולים נוספים, באחד ניתנה מנת מים של 2 מ"ק 1,000 מ"ר ובשני מנה של 4 מ"ק 1,000 מ"ר.

השפעת מנת ההשקיה היומית הממוצעת על גובה הצמחים החלה לבוא לידי ביטוי מובהק כבר בתחילת אוקטובר כשבועיים לאחר הפעלת הטיפולים. גובה הצמחים, בטיפול שקיבל מנת השקיה של 2 מ"ק בלבד בעת שהאחרים קבלו 3 מ"ק ויותר, היה נמוך באופן מובהק משאר הטיפולים. ההשפעה על היבול בטיפול זה החלה לבוא לידי ביטוי ברור בתחילת פברואר 5.6 טון/דונם לעומת 6.5 טון/דונם בשאר הטיפולים. הפער בין הטיפולים נישמר עד סוף העונה. מנות המים היומיות, בטיפולים שהופעלו באופן עצמאי, היו דומות החל מסוף נובמבר והן הלכו וקטנו עד לרמה של 1-1.5 מ"ק 1,000 מ"ר בסוף ינואר. תדירות ההשקיה הייתה הנמוכה ביותר במנה של 4 מ"ק/דונם והגבוהה ביותר במנה של 2 מ"ק/דונם. בבדיקות המשאבים נימצא מחסור בחנקן בטיפולים של מנת המים הנמוכה (הניגרר והעצמאי) באמצע חודש ינואר. לא נמצאה עליה במליחות תמיסת הקרקע בעומק של 15-10 ס"מ. בבדיקות קרקע בתאריך 18/01/07 ריכוז הכלוריד בשכבה 0-15 ס"מ היה הגבוה ביותר בטיפול הניגרר שקיבל את מנת המים הנמוכה.

תוצאות אלו מלמדות כי הפעלת ההשקיה על פי חיווי מחיישן תכולת רטיבות קרקע הינה ישימה ומאפשרת לנהל בצורה יעילה ונכונה את מימשק ההשקיה. אין ספק כי אימוץ השיטה על ידי המגדלים יביא לחיסכון במים ביחס לנוהגים המקובלים. מנת מים יומית ממוצעת הנמוכה מ-3 מ"ק 1,000 מ"ר החל מאמצע חודש ספטמבר ועד אמצע דצמבר הביאה להאטה בקצב הגידול של הצמחים ולפחיתה ביבול.

מבוא

היקף שטח הירקות והפרחים בערבה התיכונה והצפונית עומד על 25,000 דונם. שטח גידול פלפל בבתי רשת ובבתי צמיחה הוא 14,000 דונם המהווים כ-60% מכלל השטח. גידול זה הוא הענף העיקרי במושבים פארן וצופר ומשמעותי ביותר בשאר המושבים. החקלאים מודעים לצורך לשפר את יעילות ההשקיה בגידול, במיוחד לאור קצב הגדלת השטח המעובד ביחס לפיתוח מקורות מים חדשים. שיפור יעילות ההשקיה, תתרום בנוסף גם להקטנת דליפת עודפי דשנים מעבר לאזור בית השורשים הפעיל אל מאגרי מי התהום (אורן 2003).

בתצפית לבחינה טכנית וניהולית של הפעלת מערכת השקיה על פי חיווי מטנסיומטר, אשר נערכה במושב פארן בעונת 2005/6 (קרמר 2007), נימצא כי ניתן להפעיל את מערכת ההשקיה באמצעות חיווי מטנסיומטר. ביצועי הגידול לא נפגעו, למרות שמנת המים היומית הממוצעת הייתה קטנה יותר בהשוואה למשטר המשקי.

חיישנים המודדים את מתח המים בקרקע כמו טנסיומטרים או חיישני תכולת רטיבות קרקע המספקים מידע רציף על אופי וקצב השינוי בכמות המים בקרקע, מאפשרים לעקוב אחר השינויים בקצב צריכת המים מאזור בית השורשים. קצב השינוי בתכולת המים בקרקע מושפע הן מגודל הצמחים ופעילותם והן מתנאי מזג האוויר, לכן טנסיומטר רציף יכול לשמש כמכשיר טוב לניהול ההשקיה. חשוב לציין כי אמצעי זה עשוי להציג מצב בו צריכת המים נמוכה – תכולת מים גבוהה, אך בעצם הדבר נובע מעליית מליחות התמיסה הגוררת ירידה בקצב קליטת המים על ידי הצמחים. בכדי לזהות מצב כזה נחוץ לעקוב באופן מסודר ורציף אחר מליחות תמיסת הקרקע. שיטה מתאימה לביצוע המעקב היא שימוש במשאבי תמיסת קרקע. שילוב של שתי שיטות מעקב ובקרה אלו יאפשר ניהול יעיל של מימשק ההשקיה.

מטרת הניסוי, שנערך במשק ישראל זר במושב פארן, הייתה לבחון את אופן יישום שיטת הניהול על פי חיווי מטנסיומטר והשפעת גודל מנת המים, הניתנת בעת קבלת חיווי, על תדירות ההשקיה, התפתחות הגידול וכמות המים המצטברת.

חומרים ושיטות

הניסוי נערך בחממה במשק ישראל זר במושב פארן. פלפל מזן קנרי (פרי צהוב) נישתל בתאריך 05/08/06 לעומד של 3,667 צמחים ל-1,000 מ"ר. המרווח בין הצמחים לאורך השורה 0.4 מטר, על כל ערוגה שתי שורות שתולות בשיטת הדלית כריך. מרחק ממוצע בין מרכזי ערוגות 1.36 ס"מ. מערכת הטפטוף הייתה מטיפוס אל-נגר ספיקת טפטפת 1.6 ל"ש במרווחים של 0.4 מטר (טפטפת לצמח). תחילת הגידול הייתה במבנה סגור עם רשת נגד חרקים ורשת צל 30% פרוסה בתוך המבנה. בסוף חודש אוקטובר הוחלפה הרשת בגג ביריעת פוליאתיילן. בתאריך 20/01/07 נפרסה שוב רשת הצל בתוך המבנה. מבנה הניסוי היה 5 טיפולים בארבע חזרות בבלוקים באקראי. חלקה כללה שני קטעי ערוגה באורך 7.2 מטר ששטחם 20 מ"ר ובהם 36 צמחים. פירוט הטיפולים:

1. הפעלת השקיה על פי חיווי מטנסיומטר רדוד שהוצב בעומק 15 ס"מ - מתן מנת המים של 3 מ"ק/1000 מ"ר (עצמאי 3).
 2. ההשקיה תופעל במקביל להפעלת טיפול 1 - מנת המים תהיה 4 מ"ק/1,000 מ"ר (ניגרר 4).
 3. ההשקיה תופעל במקביל להפעלת טיפול 1 - מנת המים תהיה 2 מ"ק/1,000 מ"ר (ניגרר 2).
- בשלושת הטיפולים הראשונים הפעלת ההשקיה היא על פי החיווי מהטנסיומטר בטיפול 1. שני הטיפולים הבאים נועדו לבחון את השפעת גודל מנת המים על תדירות ההשקיה.
4. הפעלת השקיה על פי חיווי מטנסיומטר רדוד ומתן מנה של 2 מ"ק/1,000 מ"ר (עצמאי 2).
 5. הפעלת השקיה על פי חיווי מטנסיומטר רדוד ומתן מנה של 4 מ"ק/1,000 מ"ר (עצמאי 4).

טיפולי ההשקיה הופעלו בתאריך 13/09/06 חמישה שבועות לאחר השתילה. באותו מועד נאספה רשת הצל שהייתה פרוסה בתוך המבנה. למערך הניסוי היה ראש השקיה עצמאי עם משאבת הגברת לחץ ומשאבת דשן עם חיווי כמות. ריכוז הדשן במי ההשקיה היה זהה בכל הטיפולים. במשך העונה נעשו עידכונים במינון הדשן, בהתאם לנתונים שהתקבלו בבדיקות תמיסת המשאבים. בכל טיפול בחזרה אחת הייתה תחנת טנסיומטרים תוצרת "מוטס" אשר כללה שני מכשירים אחד בעומק 15 ס"מ והשני בעומק 30 ס"מ, אשר הוצבו במרחק של כ- 5

ס"מ מהטפטפת. חייוי, על פיו הופעלה ההשקיה, נישלח מהמכשיר הרדוד בטיפולים 1, 4, 5 לבקר ההשקיה, שהפעיל מידית את ההשקיה לפי מנת המים שהוגדרה לכל טיפול. לשם בקרה נוספת על מצב המים בקרקע הוצב בכל טיפול בחזרה נוספת חיישן תכולת רטיבות תוצרת חברת "פיטק". נתוני המכשירים מתוצרת "מוטס" רוכזו באתר האינטרנט של החברה ושם ניתן היה לצפות בהם. את נתוני המכשירים מתוצרת "פיטק" היה צורך למשוך מאוגר הנתונים בשטח באמצעות טלפון.

מעקב אחר תמיסת הקרקע נערך באמצעות משאבים אוטומטיים. בכל טיפול בחזרה אחת הוצב משאב במרחק של כ- 5 ס"מ מהטפטפת ובעומק של כ- 12 ס"מ. הפעלת היניקה במשאבים בוצעה באמצעות פיקוד מבקר ההשקיה בשעות הערב. תכיפות הדיגומים הייתה פעמיים בשבוע בתחילת הניסוי ולאחר מכן פעם בשבוע. בתמיסות נבדקו תמיד רמת המוליכות החשמלית וריכוז החנקן החנקתי. מספר פעמים במהלך העונה נבדקו בנוסף גם ריכוזי הכלור, הזרחן, והאשלגן. בתאריך 18/01/07 בוצע דיגום קרקע בכל החלקות לשני חתכים 0-15 ס"מ ו- 15-30 ס"מ. בקרקע נבדקו רמת המוליכות החשמלית וריכוז הכלור במיצוי מימי ביחס 1:1 החנקן במיצוי 1:5 הזרחן והאשלגן במיצוי בשיטת אולסן.

מדידה של גובה הצמחים החלה להתבצע בתאריך 24/09/06. מדי שבוע נימדד אורכו של ענף ראשי שסומן בשני צמחים בכל חזרה. קוטר פירות החל להימדד בתאריך 15/10/06 שני פירות בכל חזרה. הקטיף החל בתאריך 06/11/06. בכל חזרה נקטפו פירות משתי שורות משני צידי השביל לאורך קטע של 3.2 מטר סה"כ 16 צמחים. הפרי שניקטף המתאים לשיווק נישקל ונספר (לא נערך מיון לגדלים). הקטיפים נערכו בדרך כלל מדי 10 ימים. בסיום הניסוי לאחר 8 חודשי גידול נחשפו השורשים בחזרה אחת בכל טיפול. החישוף נעשה בין שני צמחים לכיוון השביל ולעומק של 0.5 מטר. תמונות החישופים מופיעות בניספח א'.

תוצאות

רמות המוליכות החשמלית וריכוז החנקן החנקתי בתמיסות מי המשאב, אשר נערכו במשך העונה מוצגים באיורים 1,2. תוצאות בדיקות הקרקע מתאריך 18/01/07 מוצגות בטבלה 1. מדידת גובה הצמחים החלה כשהצמחים היו בגובה של כ-85 ס"מ. החל מסוף חודש נובמבר הצמחים כבר לא גבהו והיו בגובה של כ-160 ס"מ מלבד טיפול ניגרר 2, שהגיע לגובה 130 ס"מ בלבד (איור 3). ההבדל בין טיפול ניגרר 2, שקיבל את מנת המים הנמוכה, לשאר הטיפולים היה מובהק החל מתאריך 01/10/06.

קוטר הפירות שנמדדו היה בתחום 67 מ"מ בתחילת המדידות ועד כ- 80 מ"מ בסיום המדידות בעת קטיף הפירות הנמדדים. לא נימצא הבדל בין הטיפולים בתקופה זו. יבול הפירות המצטבר מתחילת הקטיפים מוצג באיור 4. בטבלה 1 מובאים תוצאות המובהקות הסטטיסטית בין הטיפולים. כלל היבול המצטבר ומנות המים שניתנו בכל טיפול במשך העונה מוצגים בטבלה 2. מהלך השתנות משקל הפרי הממוצע במהלך העונה מוצג באיור 5. בקטיפים הראשונים המשקל היה כ- 145 גרם, לאחר מכן עלה לרמה של כ- 175 גרם ושוב ירד. באמצע ינואר התקבלו פירות במשקל של כ- 200 גרם ויותר. בתקופה זו לא נימצא הבדל מובהק בין הטיפולים. מספר הפירות המצטבר נימצא ביחס ישר ליבול הכללי המצטבר בכל טיפול וטיפול.

בחשיפת השורשים שנערכה בחזרה אחת בכל טיפול לא ניתן היה להבחין בהבדלים בין הטיפולים. רוחב עיקר מערכת השורשים מציר הטפטפת היה כ- 9 ס"מ לאורך השלוחה ואילו בניצב לשלוחה כלפי השביל הרוחב היה כ- 6 ס"מ. עומק מערכת השורשים העיקרית היה כ- 22 ס"מ.

טבלה 1 : תוצאות בדיקות הקרקע בשני העומקים שנדגמו בתאריך 18/01/07

EC	N*	P	K	CI	עומק	טיפול
(דס"מגמ')		(מ"גוק"ג קרקע)		(מ"גולי)	(ס"מ)	
1.57	א19.9	117.7	28.1	אב109.0	0-15	עצמאי 3
1.64	א21.6	85.0	33.4	ב87.5	0-15	ניגרר 4
1.68	ב12.4	129.5	29.5	א125.0	0-15	ניגרר 2
1.52	אב16.6	109.7	23.2	אב101.0	0-15	עצמאי 2
1.54	א20.1	107.2	28.6	ב72.8	0-15	עצמאי 4
0.88	א7.7	88.7	14.1	74.8	15-30	עצמאי 3
0.73	א7.1	72.0	14.1	57.3	15-30	ניגרר 4
0.91	ב3.5	104.9	12.6	74.0	15-30	ניגרר 2
0.85	אב5.2	86.1	11.5	74.8	15-30	עצמאי 2
1.06	א7.3	78.3	13.1	66.0	15-30	עצמאי 4

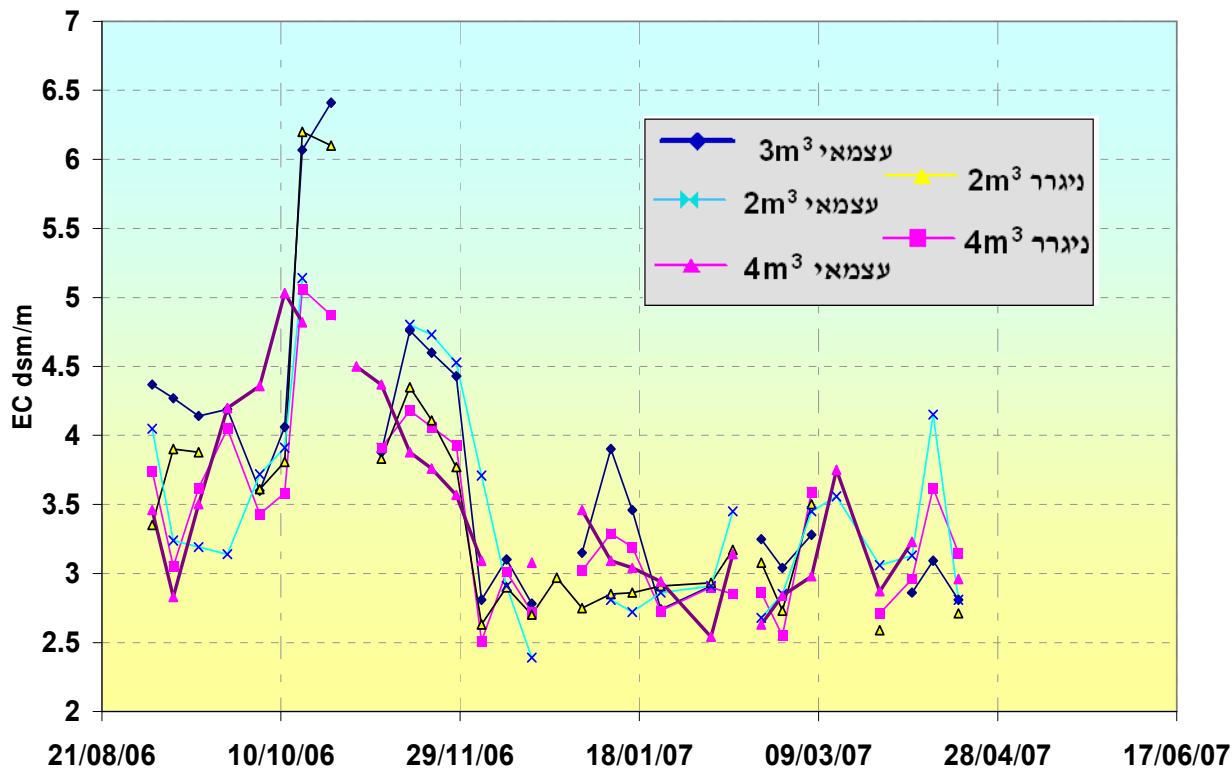
*מובהקות ריכוז החנקן נבדקה במבחן סטודנט.

אותיות שונות בכל עמודה מציינות הבדל מובהק* ברמת מובהקות של 0.05 במבחן טוקי קרמר.

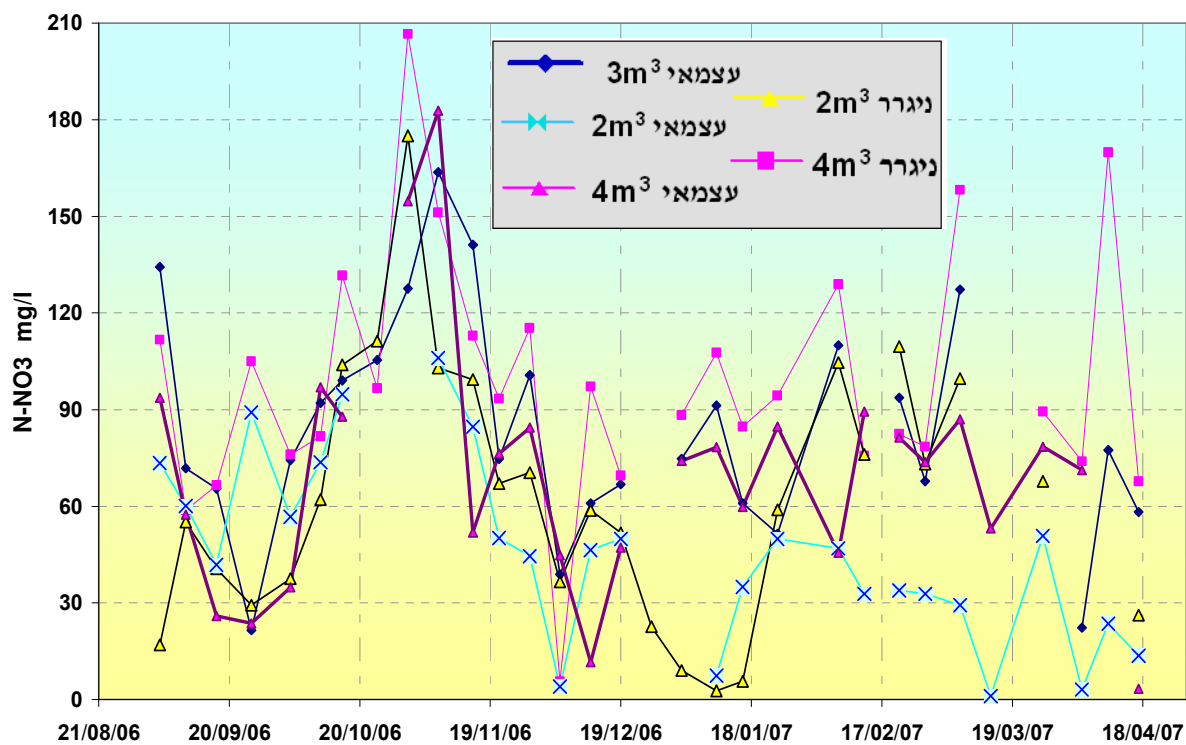
טבלה 2 : המובהקות הסטטיסטית של יבול הפירות המצטבר בכל מועד קטיף

תאריך	עצמאי 3	ניגרר 4	ניגרר 2	עצמאי 2	עצמאי 4
04/02/07 0.1	אב	אב	ב	אב	א
04/02/07 סטודנט	אב	א	ב	אב	א
18/02/07	א	א	ב	א	א
28/02/07	א	א	ב	אב	א
01/03/07	אב	א	ב	אב	א
17/03/07 סטודנט	אב	א	ג	בג	אב
17/03/07	אב	א	ב	אב	א
28/03/07	אב	א	ב	אב	א
06/04/07	אב	א	ב	אב	א
12/04/07	אב	א	ג	בג	א
12/04/07 סטודנט	אב	א	ג	בג	א

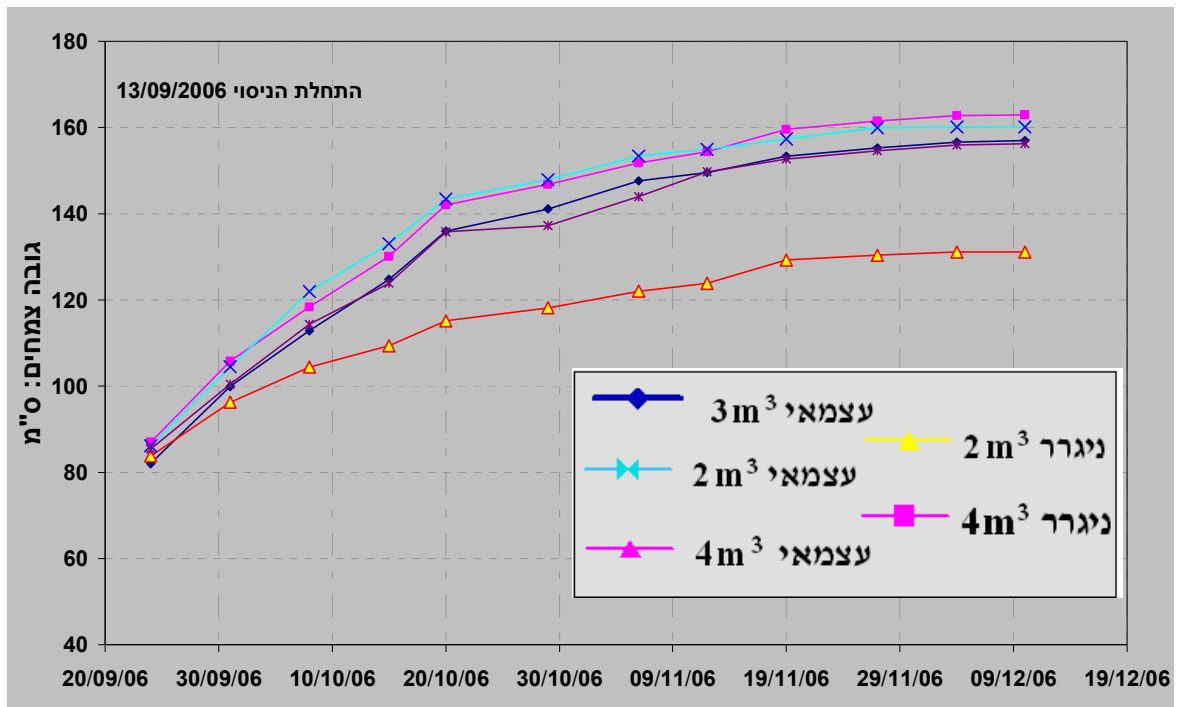
אותיות שונות בכל עמודה מציינות הבדל מובהק ברמת מובהקות של 0.05 במבחן טוקי-קרמר, פרט למועדים בהם מצוינת רמת המובהקות או סוג המבחן.



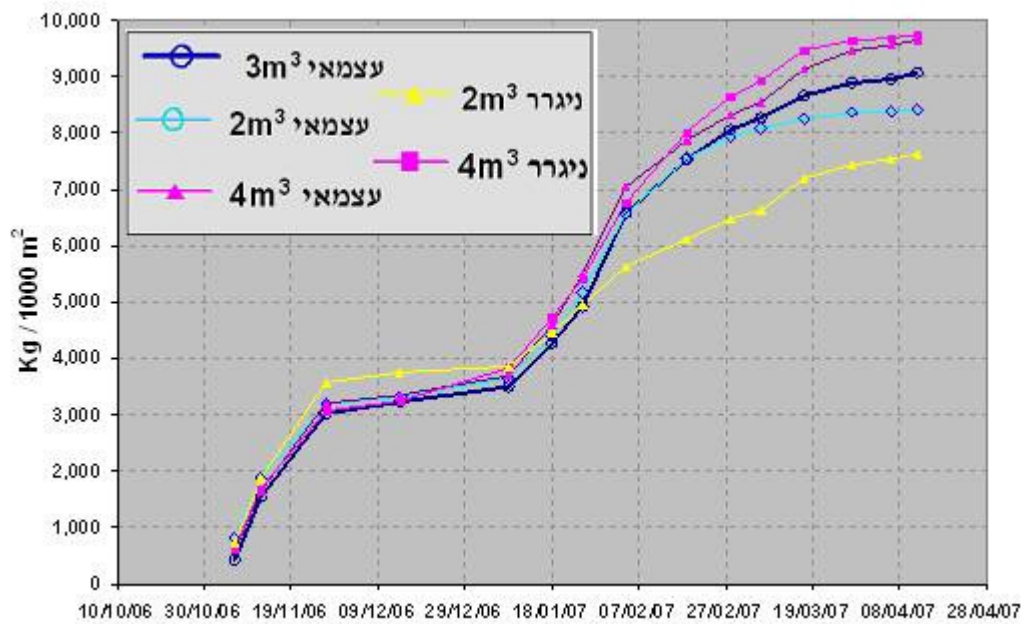
איור 1: השינויים שחלו ברמת המוליכות החשמלית של תמיסת מי משאב בטיפולים השונים במהלך הניסוי



איור 2: השינויים שחלו בריכוז החנקן החנקתי בתמיסת מי משאב בטיפולים השונים במהלך הניסוי



איור 3: תאור השינוי בגובה הצמחים בתקופה 28/09/06 ועד 10/12/06 בטיפולים השונים



איור 4: מהלך הצטברות היבול הכללי (ק"ג/1000 מ"ר) במשך העונה בטיפולים השונים

טבלה 3 : יבול הפירות המצטבר בסיום הניסוי וכמות המים שניתנה בטיפולים השונים

טיפול השקיה					
ניגרר 2	עצמאי 2	עצמאי 3	עצמאי 4	ניגרר 4	
620	718	773	892	983	מים (מ"ק/1,000 מ"ר)
7.6	8.4	9.1	9.7	9.7	יבול (ק"ג/1,000 מ"ר)
12.3	11.7	11.8	10.9	9.9	יבול למ"ק מים (ק"ג/מ"ק)

דיון

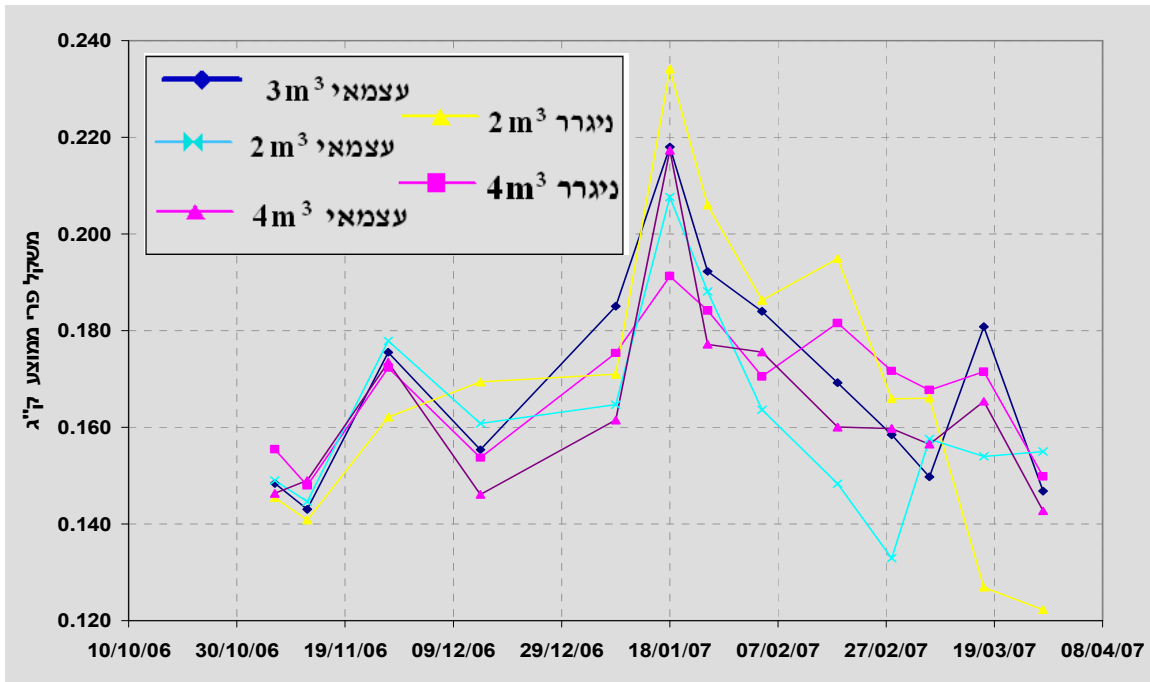
מימשק ההשקיה

מיד עם הפעלת הטיפולים תדירות ההשקיה היומית בטיפול עצמאי 2 עלתה לפעמיים שלש ביום. טיפול עצמאי 3 השקה לעיתים פעם ביום ולעיתים פעמיים ביום וטיפול עצמאי 4 השקה פעם ביום (איור 6). עובדה זו כמובן השפיעה על מנת ההשקיה היומית הממוצעת (איור 7). בטיפול עצמאי 2 המנה היומית הממוצעת בחודש ספטמבר הייתה כ- 6 מ"מ והלכה ופחתה לרמה של כ- 3.5 מ"מ עד אמצע נובמבר. בטיפול עצמאי 3 המנה היומית בתחילה הייתה כ- 4.5 מ"מ והיא הלכה וקטנה עד לרמה של כ- 3.5 מ"מ באמצע נובמבר. בטיפול עצמאי 4 ניתנה מנה יומית ממוצעת של כ- 4.5 מ"מ עד אמצע נובמבר.

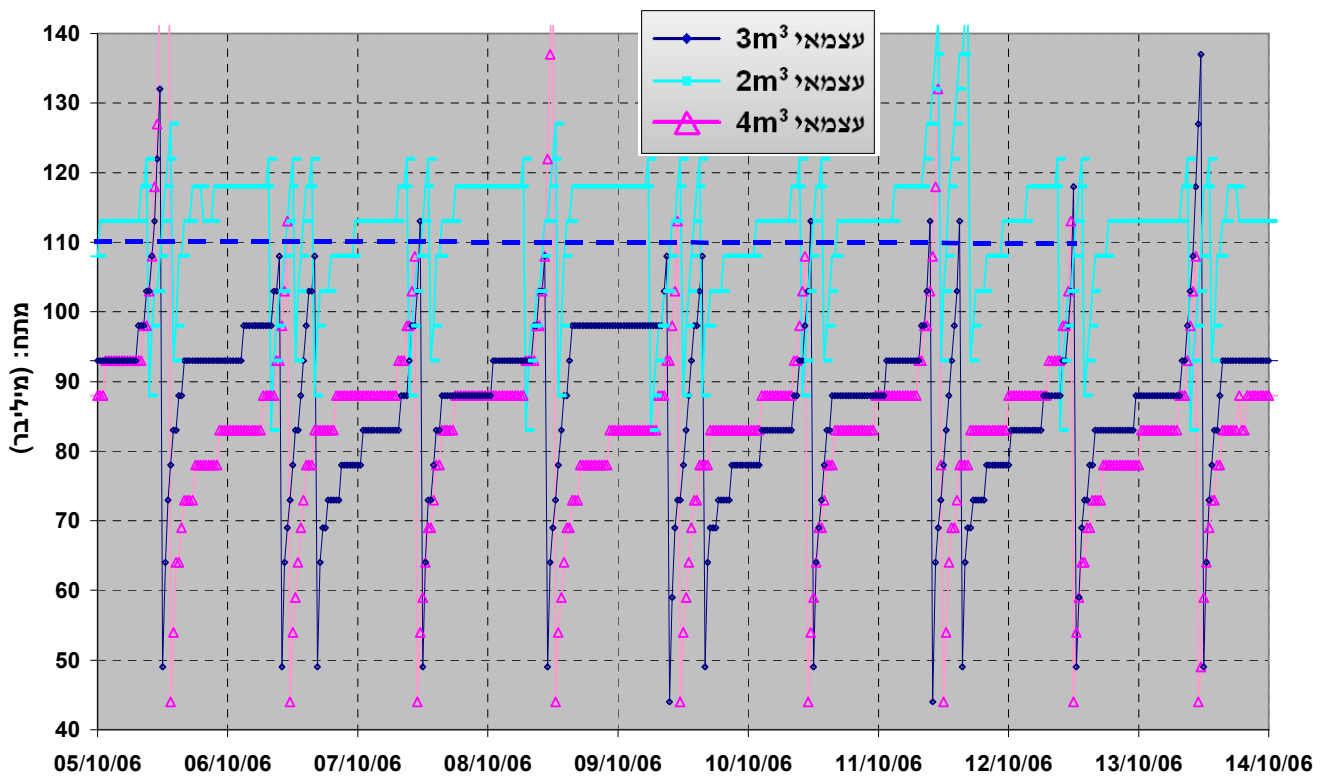
מסוף חודש נובמבר ואילך מנות המים היומיות היו דומות בשלש הטיפולים העצמאיים והן הלכו ופחתו מרמה של 3.5 מ"מ לרמה של 1.5-2 מ"מ בחודשים ינואר ופברואר (איור 7). מסוף פברואר החלו מנות המים היומיות הממוצעות לעלות במקביל להתחממות והתארכות היום. תדירות ההשקיה במנה הגבוהה השתנתה מפעם ביום לפעם ביומיים בתחילת חודש דצמבר. באותו הזמן תדירות ההשקיה במנה הנמוכה השתנתה מפעמיים ביום לפעם ביום. בטיפול עצמאי 3 המעבר לתדירות השקיה של פעם ביומיים התרחש בשליש האחרון של חודש דצמבר.

בטיפולים הנגררים מנות המים היו גבוהות או נמוכות ביחס לטיפול עצמאי 3 (איור 8) בעונת החורף מנת המים היומית הממוצעת בטיפול ניגרר 2 עמדה כל כ-1-1.5 מ"ק/1,000 מ"ר. השינוי בתדירות ההשקיה, אשר נבע מההבדלים בגודל מנת ההשקיה בעת קבלת חיווי להפעלה, השפיע על קצב הצטברות כמות המים הכללית שניתנה בכל טיפול (איור 9, טבלה 1). השינויים בקצב הצטברות כמות המים בולטים במיוחד בטיפול עצמאי 2, אשר בו השינויים בתדירות ההשקיה היו גדולים. בתחילת העונה תדירות ההשקיה הגבוהה יחסית בטיפול עצמאי 2, הביאה להגדלה מהירה בכמות המים המצטברת ביחס לטיפולים עצמאי 3 ועצמאי 4. בחורף, כאשר תדירות ההשקיה השתנתה לפעם ביום או פעם ביומיים, קטן קצב הצטברות כמות המים הכללית ובטיפול עצמאי 2 הצטברה כמות מים הנמוכה מזו של טפול עצמאי 3.

מנת המים שניתנה בטיפול ניגרר 2 גרמה להאטה משמעותית ומובהקת בקצב הגידול של הצמחים (איור 4). בתאריך 01/10/06 גובה הצמחים בטיפול זה הגיע ל- 96 ס"מ לעומת 106 ס"מ בטיפול ניגרר 4 ועצמאי 2. במועד זה לא היה הבדל מובהק מטיפולים עצמאי 3 ועצמאי 4 שגובהם היה 100 ס"מ. הצמחים בכל הטיפולים המשיכו לגבוה בקצב אחיד עד לתאריך 20/01/06. במועד זה חל שינוי ברור בקצב הגידול והוא הלך והואט עם התקצרות היום וירידת הטמפרטורות.



איור 5 : השתנות משקל הפרי הממוצע במהלך הקטיפים בטיפולים השונים



איור 6 : קריאות מתח המים בקרקע בשלשת הטיפולים העצמאיים בחודש אוקטובר

בדיקות קרקע

בטיפול ניגרר 2 שקיבל את מנת המים הנמוכה נימצאה הצטברות כלורידים בשכבה העמוקה ביחס לשאר הטיפולים (טבלה 4). בשאר המדדים לא היו הבדלים בין הטיפולים.

טבלה 4: ממוצעי המוליכות החשמלית וריכוז החנקן הזרחן האשלגן והכלור בקרקע בשני עומקים בתאריך

18/01/07

EC (דס"מ/מ')	N (מ"ג/ק"ג קרקע)	P (מ"ג/ק"ג קרקע)	K (מ"ג/ק"ג קרקע)	Cl (מ"ג/ק"ג קרקע)	עומק (ס"מ)	טיפול
1.57	19.9	117.7	28.1	109.0	אב	עצמאי 3
1.64	21.6	85.0	33.4	87.5	ב	ניגרר 4
1.68	12.4	129.5	29.5	125.0	א	ניגרר 2
1.52	16.6	109.7	23.2	101.0	אב	עצמאי 2
1.54	20.1	107.2	28.6	72.8	ב	עצמאי 4
0.88	7.7	88.7	14.1	74.8		עצמאי 3
0.73	7.1	72.0	14.1	57.3		ניגרר 4
0.91	3.5	104.9	12.6	74.0	30-15	ניגרר 2
0.85	5.2	86.1	11.5	74.8		עצמאי 2
1.06	7.3	78.3	13.1	66.0		עצמאי 4

אותיות שונות מציינות הבדל מובהק ברמת מובהקות של 0.05 במבחן טוקי-קרמר.

מי משאב

איכות מי ההשקיה משפיעה על רמת המוליכות החשמלית במי המשאב. בולטת מאד הירידה במוליכות החשמלית של מי הטפטפת בחודש ינואר, על רמת המוליכות החשמלית במי המשאב. נימצאה דעיכה ברורה של ריכוז החנקן החנקתי במי המשאב של טיפול ניגרר 2 ואף בטיפול עצמאי 2 בתקופת החורף, כאשר מנות המים היומיות היו הנמוכות ביותר בתחום 1-1.5 מ"ק/1000 מ"ר.

יבול

יבול הפירות המצטבר בתחילת הקטיפים היה דומה בכל הטיפולים (איור 4) עד תחילת פברואר. במועד זה נוצר פער מובהק בין טיפול ניגרר 2, שהניב 5.6 טון/דונם, לטיפול עצמאי 4 שהניב 7 טון/1,000 מ"ר. שאר הטיפולים הניבו כ-6.5 טון/1,000 מ"ר. המובהקות הסטטיסטית בין הטיפולים, של היבול המצטבר בכל מועד קטיף, מוצגת בטבלה 1. בסיום הניסוי היבול הגבוה ביותר 9.7 טון/1,000 מ"ר נאסף בטיפולים עצמאי 4 וניגרר 4 (טבלה 1). בטיפול עצמאי 3 היבול היה 9.1 טון/1000 מ"ר. בטיפול עצמאי 2 8.4 טון/1,000 מ"ר. היבול הנמוך ביותר נאסף בטיפול ניגרר 2 7.6 טון/1,000 מ"ר. משקל הפרי הממוצע היה בתחום 150 גרם בקטיף הראשון והוא הלך ועלה עד למשקל של כ-210 גרם במועד 18/01/07 (איור 5). בקטיפים הבאים משקל הפרי הממוצע הלך ופחת. בקטיף של תאריך 18/02/07 בטיפול ניגרר 2 התקבלו הפירות הכבדים ביותר 195 גרם, אשר ניבדלו באופן מובהק מטיפול עצמאי 2 בו התקבל משקל הפרי הנמוך ביותר 148 גרם. בקטיפים הבאים משקל הפרי המשיך לרדת בכל הטיפולים ובאופן חד במיוחד בטיפול ניגרר 2.

סיכום

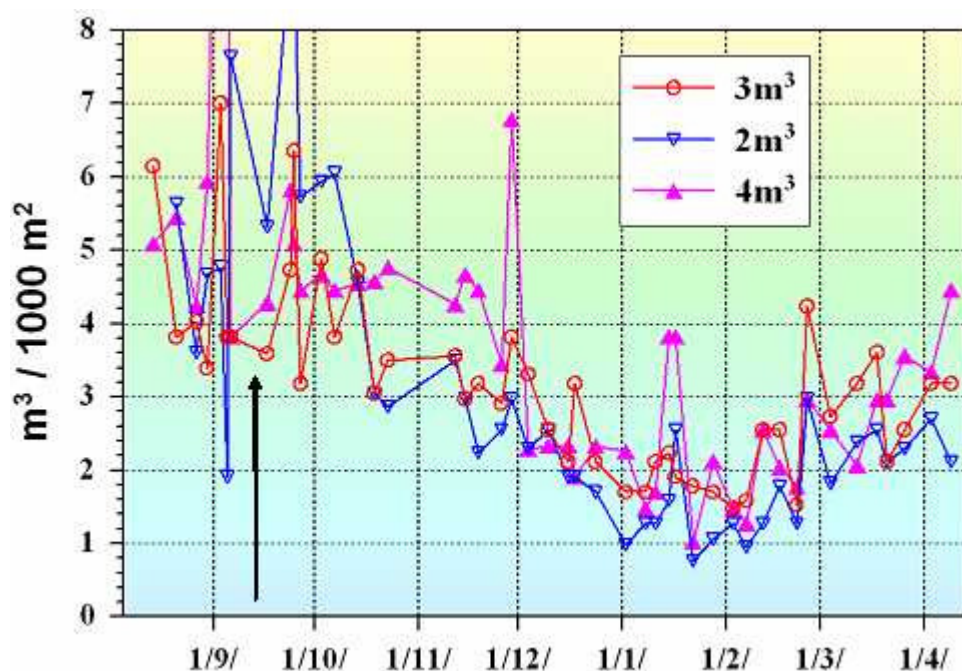
הפעלת ההשקיה על פי חיווי מטנסיומטר תרמה לניהול השקיה יעיל, אשר הותאם להשתנות בתנאי האקלים במהלך העונה. השינויים במנת המים היומית התרחשו באופן אוטומטי ללא צורך בהתערבות החקלאי. הטיפול היעיל ביותר היה זה שבו ניתנה מנת מים של 3 מ"ק/1000 מ"ר בעת קבלת חיווי. מנת מים של 770 מ"ק/1000 מ"ר ויבול של 9.1 טון/1000 מ"ר. הקטנת מנת ההשקיה היומית לרמות הנמוכות מ-3 מ"ק/1000 מ"ר בחודש ספטמבר ותחילת אוקטובר גרמה לפחיתה מובהקת ביבול ולהאטה מידית בקצב הצימוח.

על מנת ליישם את שיטת השקיה על פי חיווי מטנסיומטר יש צורך בהקמת מיכל אגירה המאפשר להשקות בכל עת. נקודות הדורשות מחקר ולימוד נוספים הם: המועד המתאים להפעלת השיטה לאחר השתילה, בחינה של מתן מנות מים נמוכות בעת קבלת חיווי ובניית פרוטוקול פשוט להגדרת ערכי הסף להפעלת ההשקיה.

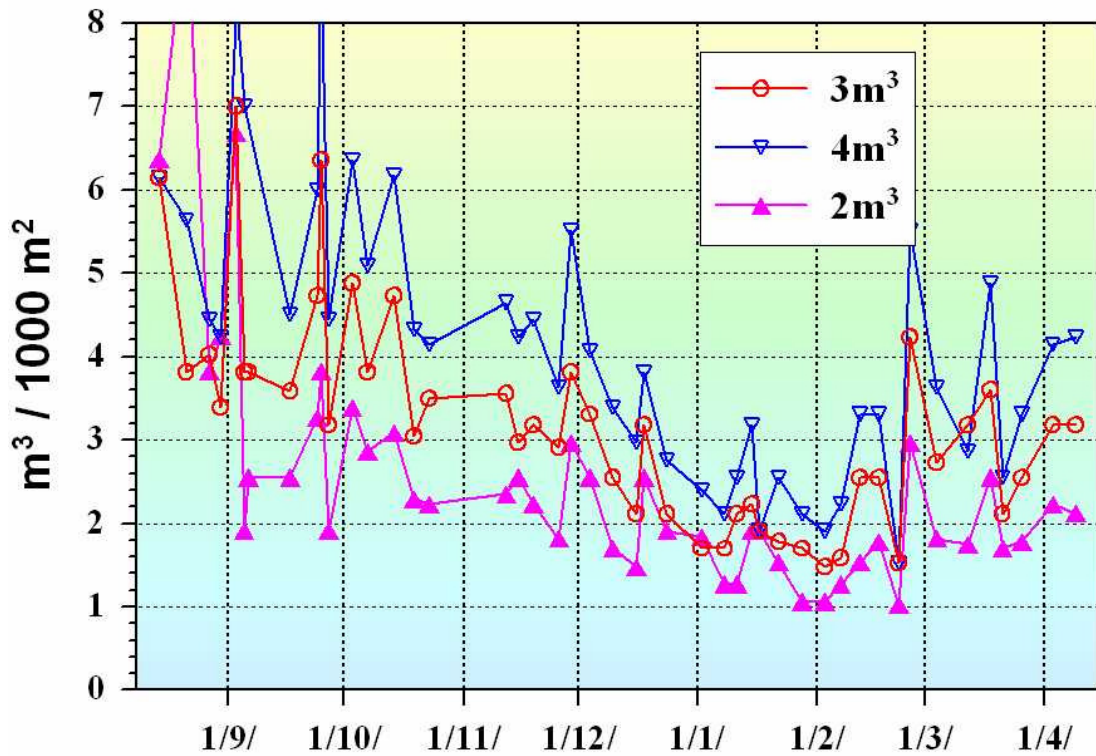
תודה לאגף הירקות, המועצה ליצור צמחים על תמיכתם במימון הניסוי.

ספרות

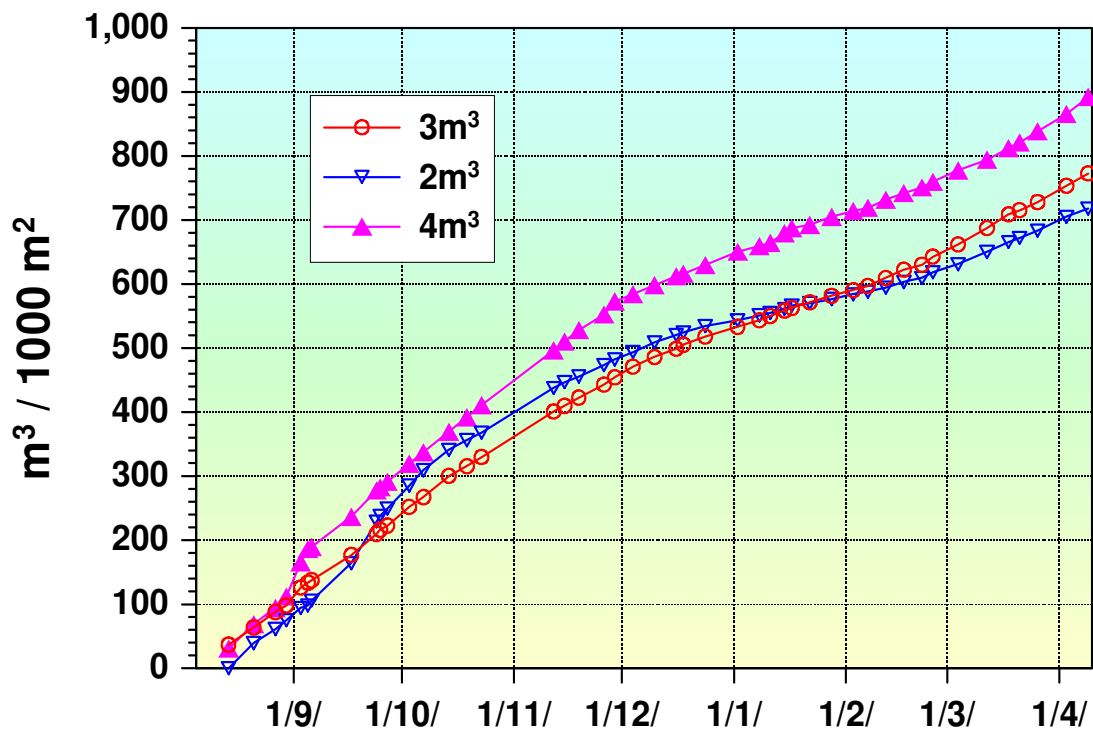
אורן א. 2003. תהליכי המלחה וזיהום של מי תהום מתחת לשדות חקלאיים בסביבה ארידית, דוגמא מהערבה התיכונה. משרד התשתיות הלאומיות, המכון הגיאולוגי, דו"ח מספר GSI/11/03.
קרמר ש. 2007. לימוד הדרך להתאמת ממשק הדישון החנקני לשלבי הגידול של פלפל ליצוא במבנים בערבה. סיכום עונת מחקר ערבה תיכונה וצפונית 2006/7. מו"פ ערבה תיכונה וצפונית.



איור 7: מנות המים היומיות הממוצעות שניתנו בטיפולים העצמאיים במשך העונה. (החץ מציין את מועד הפעלת הטיפולים)

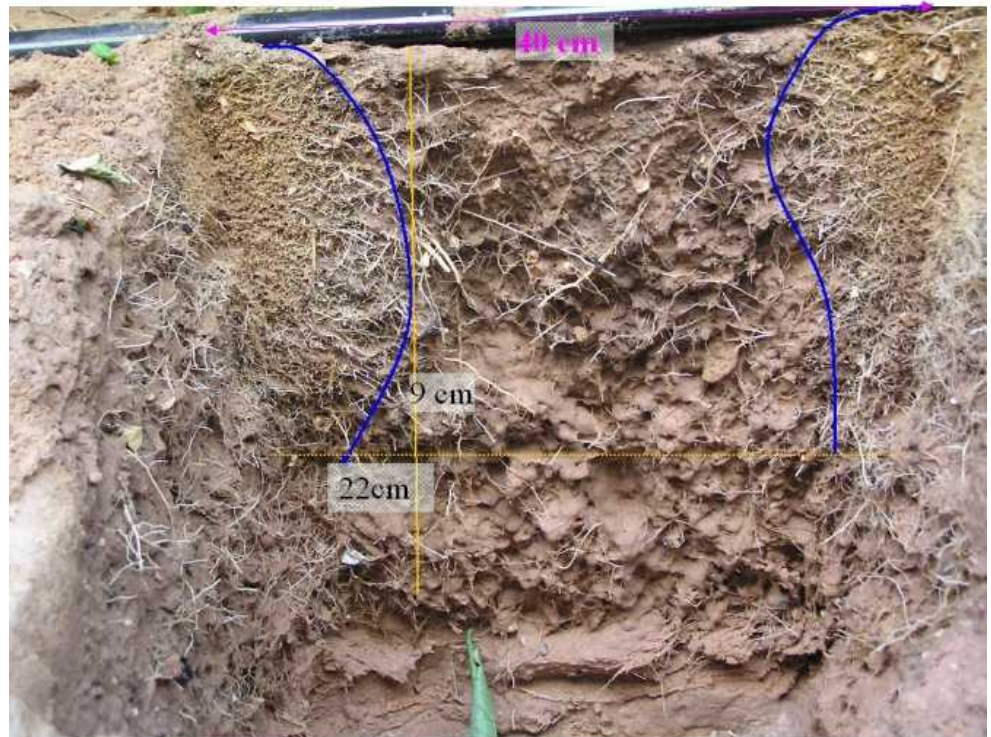


איור 8 : מנות המים היומיות הממוצעות שניתנו בטיפולים הניגררים ובטיפול עצמאי 3 במשך העונה



איור 9 : הצטברות כמות המים בטיפולים העצמאיים במשך העונה

נספח 1 : תמונות חישובי שורשים



תמונה 1 : חשיפת שרשים בטיפול עצמאי 3. הקווים הכחולים מתארים את גבולות עיקר בית השורשים בציר מקביל לשלוחת הטפטוף.



תמונה 2 : חשיפת שורשים בטיפול נגרר 2.



תמונה 3 : חשיפת שורשים בטיפול נגרר 4