

פלפל – בחינת שיטות גידול בתעלות קומפוסט ובקרקעות שוליות בתדירויות השקייה שונות. עונה 2010/11

אפרים ציפילביץ, זיוה גלעד, מאיר אחיעם - מו"פ בקעת הירדן.
דוד סילברמן, אביתר אתיאל - שה"מ, משרד החקלאות.
אורי אדלר - מועצת הצמחים.

תקציר

בניסוי לבחינת השפעת סוג התשתית ותדירות ההשקיה על היבול והאיכות של הפלפל נבחנו שלושה סוגים של תשתיות: 1. תעלת הזנה עם דפנות צד עם קומפוסט בוצה לפי 40 קוב לדי'. 2. תעלת הזנה ללא דפנות צד עם קומפוסט בוצה בכמות זהה. 3. קרקע מקומית שבה מעורבת כמות זהה של קומפוסט בוצה לכל נפח הערוגה. כ"א מטיפולי התשתית נבחן ב-3 תדירויות השקיה: תדירות ארוכה, בינונית וקצרה. בסה"כ 9 טיפולים. נבחנה השפעת הטיפולים על היבול והאיכות ועל רמת יסודות ההזנה ויסודות המליחות בקרקע ובעלים. מתוצאות הניסוי מתברר שהיבול בטיפול של התעלה עם הדפנות היה נמוך ביחס ליבולים שהתקבלו בתעלה ללא דפנות ובקרקע המקומית. לגבי תדירות ההשקיה, התברר שהיבולים בתדירות הארוכה היו יותר גבוהים מהיבולים בתדירות הבינונית והקצרה. רמת הכלוריד בעלים באינטרוול הארוך הייתה יותר גבוהה מרמת הכלוריד בעלים באינטרוול הקצר, כמו כן רמת המנגן והאבץ בטיפולי התעלה היו יותר גבוהים מהרמה בטיפולי הקרקע. בסה"כ בכל הטיפולים רמת האשלגן נהמוכה הלכה וירדה במהלך הניסוי, אבל למרות זאת לא התפתחו מחסורים ממשיים ביסוד זה בצמח עצמו.

מבוא

גידול פלפל מזני איכות ליצוא הוא גידול הירקות המרכזי בבקעת הירדן. היקף השטחים בעונה 2010/11 הינו 4500 דונם. רצון החקלאים להרחבת שטחי הגידול נתקל בבעיה של מחסור בקרקעות ראויות. בבקעת הירדן קיימת בעיה של קרקעות עתירות גיר, בורון ומליחות. כמו כן בחלק מהקרקעות קיימת בעיית שכבתיות הנובעת מכך שהקרקע נוצרה בחלקה מהתפתחות של קרקע מקומית (חואר הלשון) ובחלקה היא תולדה של סחף מההר הגבוה. בקרקעות השכבתיות צפויה בעיה בגידול פלפל איכותי שסובל מעודפי מים כתוצאה מחוסר ניקוז. עקב כך, מזה שנים רבות מקובל בבקעת הירדן לגדל גידולים שרגישים לבעיות קרקע במצעים מנותקים. גידול במצע מנותק מייקר את עלות התשתית ועלויות הגידול (יותר מים ודשן). עד היום לא הוכח בבקעת הירדן כי נתן להשיג החזר יתר העלויות ע"י השגת יבול גבוה יותר.

בשנים האחרונות הולכת ומתפתחת גישה הטוענת לגידול חקלאי בערוגות קבועות במינימום עיבודי קרקע בין העונות במגוון שיטות אגרוטכניות כמו גידול בתעלות הזנה לצורותיהן השונות. לגישה זו מספר היבטים, מחד שימור קרקע ומניעת נזקים עתידיים למבנה הקרקע כמו הידוק והרס תלכידים, מאידך היבט כלכלי של חיסכון בעלויות עיבוד בתחילת כל עונה. בבקעת הירדן בפרט יש היבט נוסף, מלאי הקרקעות המתאימות לגידול הולך ופוחת ויש צורך למצוא שיטות אלטרנטיביות לגידול בקרקע בעייתית ולא בשיטות המקובלות של מצע מנותק. תעלות הזנה: נושא זה נבחן כבר מסי שנים בגידול פלפל בערבה ובגידולי מטע אחרים בכל אזורי הארץ והיום הוא קיים בהיקף של כמה מאות דונם בפלפל ובהיקף של כמה אלפי דונם בגידול מטע כמו מנגו וכרם. שימוש בתעלות הזנה מאפשר לגדל גם במקומות שבהם הקרקע המקומית בעייתית (מסיבות שונות). כמו כן בערבה נמצא שבתעלות הזנה בטכניקה של נש"מ ניתן גם לחסוך במים. הרעיון בשיטת הגידול הזו הוא לרכז את עיקר בית השורשים בתוך מדיום נוח לגידול מבחינת זמינות יסודות הזנה ומשטר אורור שמתאים להתפתחות תקינה של הצמח.

1. בחינה של גידול פלפל בקרקעות שוליות ע"י גידול בתעלות הזנה.
2. בחינת האפשרות לגידול בקרקע ללא עיבודים בין העונות.
3. אפיון משטר ההשקיה המיטבי בשיטות הגידול הנבחנות.

שיטות וחומרים

פלפל מזן 7158 (זרעים גדרה) נשתל בתחנת צבי מ"פ בקעת הירדן ב- 6/9/10 בחממה מכוסה רשת חרקים 50 מ"ש. ב- 5/12/10 הוחלפה הרשת לפוליאאתילן וב- 23/3/11 הוחלף הפוליאאתילן בחזרה לרשת חרקים 50 מ"ש. רשת צל 40% היתה פרוסה מתחת לרשת 50 מ"ש מהשתילה ועד 11/10/10 ובאביב מאפריל ועד לסוף הגידול. יריעת הפוליאאתילן נקרעה חלקית כתוצאה מסערה ב- 12/12/10 והוחזרה ב- 5/1/11.

הכנת קרקע – משתת לעומק 50 ס"מ (בערוגה בלבד), הרמה עם מתלם משני צידי ערוגה והוספת קומפוסט בוצה (ספק "קומפוסט אורי") לפי הטיפולים (בטבלה 1). לאחר יישום הקומפוסט, בוצעה השקייה בהמטרה לפי 100 מ³/ד', לאחר מכן תיחוח (בטיפולי הקרקע), פריסת טפטוף ופריסת פוליאאתילן חדש לחיטוי על כל השטח (לא רק על הערוגות). הזרמת אדיגן לפי 60 לי' לדונם דרך הטפטוף שבועיים אחרי פריסת הפוליאאתילן (חיפוי הפוליאאתילן היה מאמצע יולי עד סוף אוגוסט). בין הערוגות הונחה יריעת פוליאאתילן שחור בעובי 0.2 מ"מ כחוצץ - באמצע השביל לעומק של כ- 70 ס"מ במטרה למנוע חדירת מים ושורשים מטיפול אחד למשנהו.

טבלה 1- פרוט הטיפולים בניסוי

תדירות ההשקייה	סוג התשתית
קצרה, בינונית, ארוכה	קרקע מקומית + קומפוסט לפי 40 מ ³ לדונם מתוחח לכל רוחב הערוגה
קצרה, בינונית, ארוכה	*תעלות קומפוסט - 40 מ ³ קומפוסט ללא דופן בצד (תמונה 1)
קצרה, בינונית, ארוכה	*תעלות קומפוסט - 40 מ ³ קומפוסט עם דופן צד (תמונה 2)

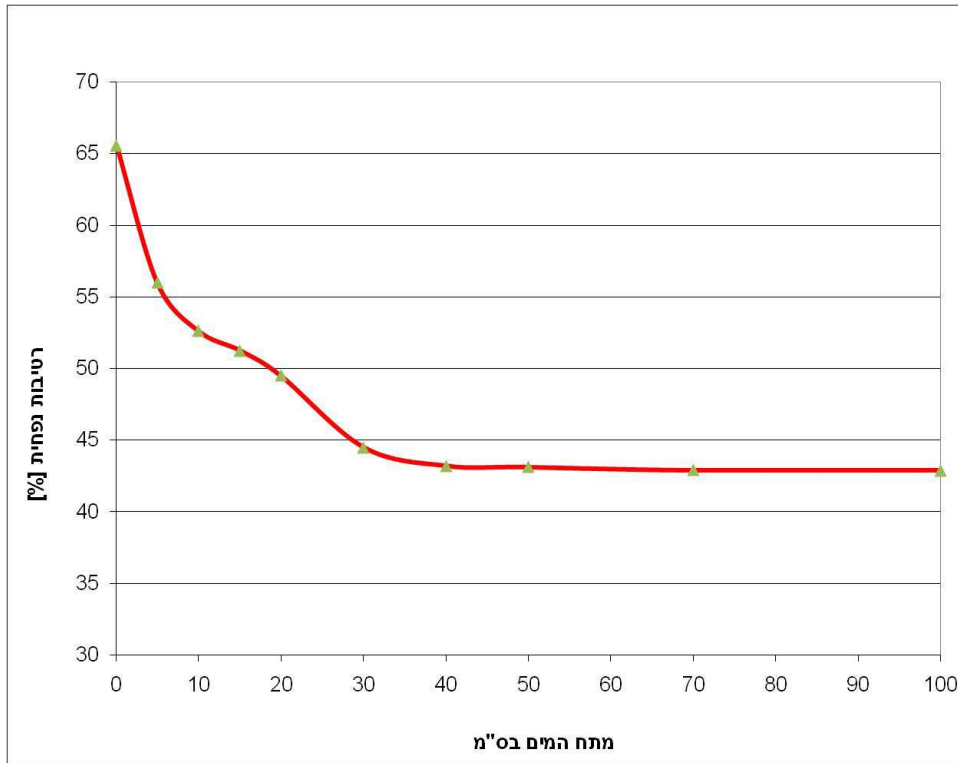
סה"כ תשעה טיפולים. לטיפול של הקרקע המקומית עם הקומפוסט המתוחח היו 8 חזרות. לתעלות הזנה 4 חזרות. כל חזרה 7 מ².

*תעלות הזנה הוכנו ידנית, עומק 20 ס"מ ורוחב 40 ס"מ מילוי התעלה בקומפוסט בוצה כ- 40 מ³/ד' (תמונה 1). לטיפול של תעלות הזנה עם דופן, הותקנו דופן של פוליאאתילן שחור בעובי של 0.2 מ"מ בצדדים בלבד (תמונה 2). משבועיים לפני השתילה הושקו התעלות דרך הטפטוף להרטבה אחידה של הקומפוסט והדחת מלחים. סה"כ שטיפה כ- 150 קוב לדי'.

מאפייני הקומפוסט - לפני היישום של הקומפוסט הוא נדגם ועבר אנליזה במעבדת ש"ש צמח. המאפיינים העיקריים של הקומפוסט מרוכזים בטבלה מס' 2 ובאיור 1 (עקום תאחיזה).

טבלה 2- מאפיינים של הקומפוסט ששימש בניסוי.

סוג הבדיקה	ערך	סוג הבדיקה	ערך
ח"א (%)	46.5	אשלגן כללי (%)	0.45
מוליכות חשמלית (במיצוי 1:10)	6.6	ח. אמוני במיצוי (מ"ג לי')	446
חנקן כללי (%)	4.87	ח. חנקתי במיצוי (מ"ג לי')	1.13
זרחן כללי (%)	1.21	C/N	5.6



איור 1. עקום תאחיזה של קומפוסט בוצה (קומפוסט אור), האנליזה בוצה במעבדת ש"ש צמח. התוצאות המוצגות הם ממוצע של 2 חזרות.



תמונה 2. תעלת הזנה עם דופן צד.



תמונה 1 תעלת הזנה ללא דופן.

רמת השקייה ותדירות ההשקיה (אינטרוול): משלב הקליטה (כשבוע לאחר שתילה) ועד ל- 27.9.10 הושקו כל החלקות לפי 2 מ³ לדונם ליום. מ- 3.10.10 הופעלו טיפולי תדירות השקייה. האינטרוולים בטיפולי קרקע: קצר, פעם ביום, בינוני, פעם ב- 3 ימים, ארוך פעם ב- 6 ימים. האינטרוולים בטיפולי התעלות השתנו במהלך העונה (טבלה 3). כמויות המים המתוכננות היו זהות בין הטיפולים השונים ובין תדירויות השונות. בפועל, טיפולי תעלות הקומפוסט הושקו בכ- 670 מ³ במהלך העונה. טיפולי הקרקע בתדירויות בינונית וארוכה הושקו בכ- 600 מ³. טיפולי קרקע בתדירות קצרה הושקו בעודף גדול, עקב תקלה מ- 22.3.11 – 3.4.11. לצורך מעקב של רטיבות הקרקע הותקנו בטיפולי קרקע טנסיומטרים בעומקים 20, 40 ו- 60 ס"מ.

טבלה 3. כמויות המים ותדירויות ההשקיה בטיפול תעלות הזנה.

תקופה	כמות מים (מ ³ ד"יום)	תדירות קצרה	תדירות בינונית	תדירות ארוכה
19.10.10 - 3.10.10	2	3 פעמים ביום	פעם ביום	פעם ב- 3 ימים
19.12.10 - 19.10.10	3	פעמיים ביום	פעם ביום	פעם ב- 2 ימים
27.12.10 – 19.12.10	2.5	פעם ביום	פעם ב- 2 ימים	פעם ב- 3 ימים
11.1.11 – 27.12.10	2	פעם ביום	פעם ב- 2 ימים	פעם ב- 3 ימים
16.2.11 – 11.1.11	1.5	פעם ביום	פעם ב- 2 ימים	פעם ב- 3 ימים
20.2.11 – 16.2.11	2	פעם ביום	פעם ב- 2 ימים	פעם ב- 3 ימים
27.2.11 – 20.2.11	2.5	פעם ביום	פעם ב- 2 ימים	פעם ב- 3 ימים
20.3.11 – 27.2.11	3.5	פעמיים ביום	פעם ביום	פעם ב- 2 ימים
17.4.11 – 20.3.11	4.1	פעמיים ביום	פעם ביום	פעם ב- 2 ימים
19.5.11 – 17.4.11	4.7	3 פעמיים ביום	פעם ביום	פעם ב- 2 ימים

דישון

בתחילת הניסוי השקיה ללא תוספת דשן. שבועיים משתילה, בעקבות סימני מחסור של מיקרו אלמנטים כל השטח קיבל קורטין מנגן (50 סמ"ק לק"י) + סקווסטרין 10 ג"ק' במשך כחודש. מסוף נובמבר (לאחר חנטה של 3-4 פירות לצמח) כל הטיפולים קיבלו דישון באמון חנקתי נוזלי לפי 250 סמ"ק לק"י (חנקן צרוף כ- 200 ג' / ד"יום) ומתחילת דצמבר תוספת של אשלגן כלורי לפי 400 גרם לדונם ליום (תחמוצת אשלגן כ- 240 ג' / ד"יום). רמת הזנה זו נמשכה עד סיום העונה.

בדיקות מעבדה

נלקחו דגימות קרקע וקומפוסט ארבע פעמים בעונה: 21.10.10, 4.1.11, 6.3.11 ו- 9.5.11.

נלקחו דגימות של עלים שלש פעמים בעונה: 23.1.11, 6.3.11 ו- 11.5.11.

בסוף הניסוי נלקחו צמחים שלמים לשקילת סה"כ ביומסה. בוצעה שקילה נפרדת לסה"כ הנוף וסה"כ הפרי (משקל פרי ממוצע שנשאר על הצמחים כ- 1.0-1.5 ק"ג לצמח) נערך חישוב של משקל יבש של הנוף לפי 24% חיי ומשקל יבש של הפרי הירוק לפי 12% חיי, משקל יבש של הפרי האדום לפי 7% חיי. לפני עקירה (וכשבועיים לאחר הפסקת ההשקיה) נחשפו מערכת השורשים ע"י חפירה ידנית ליד הצמחים ובשביל.

הקטיף התחיל ב- 19.12.10, בוצע כל 10-14 יום, סה"כ 11 קטיפים עד 2.5.11. היבול נקטף ומוין לאיכות יצוא ושוק מקומי.

א. יבול ואיכות

בטבלה 4 מרוכזים הנתונים של היבול הכללי היבול ליצוא והיבול לשוק ומשקל הפרי הממוצע בהשפעת הגורם של סוג התשתית ובהשפעת הגורם של משטר ההשקיה.

טבלה 4 - השפעת סוג התשתית ומשטר ההשקיה על היבול הכללי, היבול ליצוא, היבול לשוק, משקל הפרי הממוצע והיחס בין הפרי לנוף (לא הייתה אינטראקציה בין הגורמים ולכן השפעת כ"א מהגורמים מנותחת בנפרד).

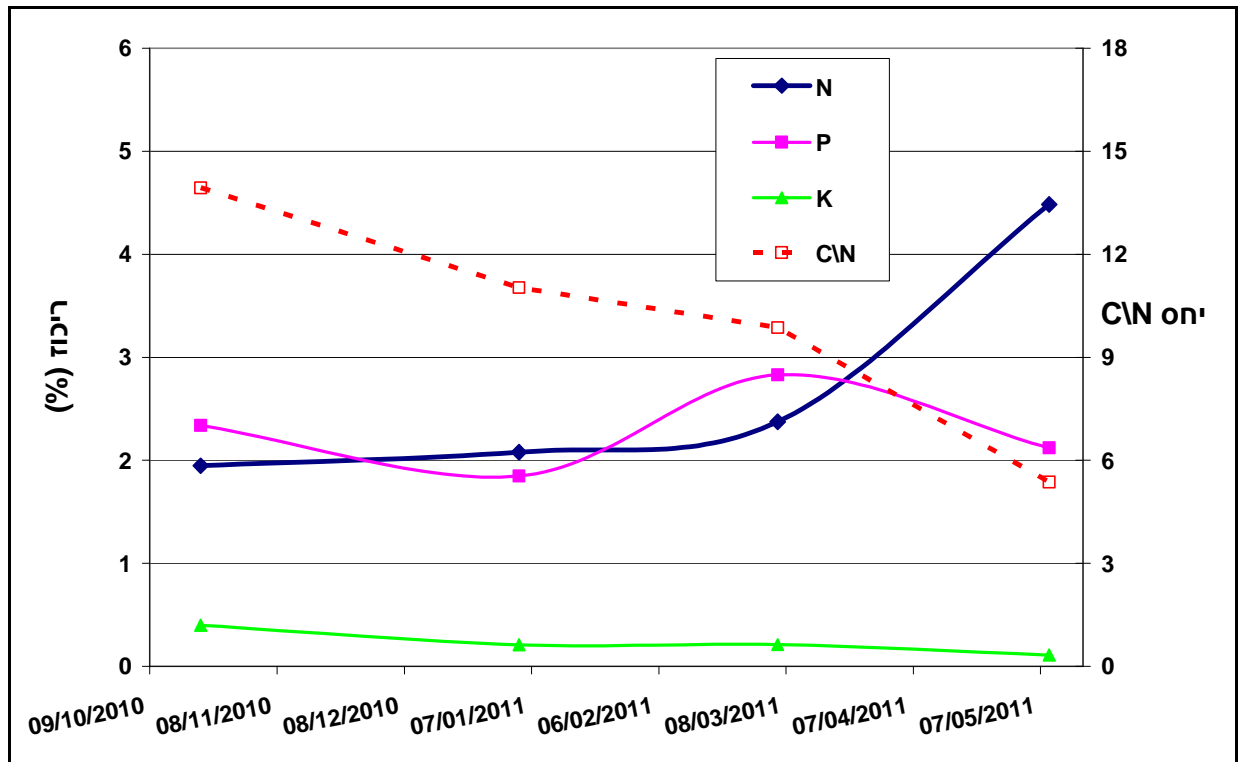
*אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

יחס פרי למשקל הכללי	משקל פרי (גרם)	שוק (ק"ג/מ"ר)	יצוא (ק"ג/מ"ר)	יבול כללי (ק"ג/מ"ר)	
תשתית					
0.53	197	0.53	6.44 A	6.95 A	קרקע
0.53	193	0.57	6.55 A	7.12 A	תעלה ללא דפנות
0.55	184	0.46	5.69 B	6.16 B	תעלה+דפנות
אינטרוול השקיה					
0.51	188	0.53	5.83 B	6.34 B	מסחרי
0.56	196	1.48	6.78 A	7.25 A	ארץ
0.52	191	0.55	6.07 B	6.63 AB	קצר

מטבלה 4 ניתן ללמוד שהתשתית של תעלת הזנה עם דפנות פגעה באופן מובהק בסה"כ היבול וביבול ליצוא וזאת ביחס ליבול ליצוא וסה"כ היבול שהתקבל בתשתית של קרקע מקומית ובתשתית של תעלת הזנה ללא דפנות. כמו כן, טיפולי התשתית לא השפיעו באופן מובהק על היבול לשוק, על משקל הפרי הממוצע ועל היחס בין הפרי למשקל הכללי של הצמח. לגבי תדירות ההשקיה, ניתן לראות שהיבול הכללי והיבול ליצוא באינטרוול ההשקיה הארוך הייה גבוה באופן מובהק מהיבול הכללי באינטרוול ההשקיה המסחרי וגבוה באופן מובהק גם מהאינטרוול המסחרי וגם מהאינטרוול הקצר לגבי היבול ליצוא. יש לציין שהפער בין האינטרוול הארוך לאינטרוול הקצר התקבל כבר בחודש ינואר ושומר על המגמה לכל אורך הניסוי. בנוסף ניתן לראות שאינטרוול ההשקיה לא השפיע באופן מובהק על היבול לשוק ועל משקל הפרי הממוצע ועל היחס בין הפרי למשקל הכללי.

ב. אנליזות של מדגמי קומפוסט בתעלות הזנה במהלך הגידול

מכוון שלא היו הבדלים ברורים ברמת יסודות ההזנה והיחס C/N בקומפוסט, בהשפעת הטיפולים (כלל התוצאות מופיעות בנספחים בטבלאות א-ח), ריכוזו באיור מסי 2 את הממוצעים של כל התוצאות ב-4 מועדי דיגום. ריכוז החנקן הכללי עלה באופן משמעותי מתחילת הניסוי מכ- 2% ועד לריכוז של מעל 4%. ריכוז הזרחן היה מאד גבוה והשתנה במהלך הניסוי בין 3%-2%. לעומת זאת, ריכוז האשלגן שהתחיל ברמה נמוכה (0.45% בבדיקה של הקומפוסט לפני הניסוי) ירד במהלך הניסוי לכ- 0.2%. ריכוז הפחמן ירד במעט במהלך הניסוי מכ- 30% לכ- 24% אך כתוצאה מהעלייה הגדולה בחנקן היחס C\N קטן במהלך הניסוי מ-14 ליחס נמוך מ-6. ריכוז חומר אורגני ירד מעט במהלך הניסוי ללא קשר לטיפולים מכ- 50% לכ- 40%.



איור 2. ריכוז (%) חנקן (N), זרחן (P), אשלגן (K) ויחס פחמן/חנקן (CIN) בתעלות הזנה של קומפוסט (ממוצע של כל הטיפולים), תחנת צבי, 2010-11.

ג. אנליזות של מדגמי קרקע עם קומפוסט במהלך הגידול

בטבלאות 5 – 8 ובנספחים מרוכזות כלל האנליזות של מדגמי קרקע במהלך הגידול. בטבלה 5 מרוכזים הנתונים של המוליכות החשמלית בעומקים 0-20, 20-40 ו-40-60 ס"מ ב-4 מועדי דיגום ב-3 אינטרוולים: קצר, בינוני וארוך. מטבלה 5 ניתן ללמוד ש-45 יום משתילה, בשכבה העליונה, המוליכות החשמלית הגבוהה ביותר התקבלה בטיפול של האינטרוול הקצר, לעומת זאת בעומק המוליכות החשמלית הגבוהה ביותר התקבלה בטיפול של האינטרוול הבינוני. במהלך החורף המוליכות החשמלית באינטרוול הקצר עלתה בעומקים 20-40 ו-40-60 ס"מ, לעומת זאת באינטרוול הבינוני המוליכות החשמלית נשארה קבועה ובעומק 20-40 ס"מ היא אף ירדה ביחס לערך הגבוה שהתקבל בבדיקה הראשונה. באינטרוול הארוך המוליכות החשמלית נשארה יציבה לכל אורך הניסוי ורק בסיום הניסוי קיבלנו עליה לא ברורה בעומק 20-40 ס"מ. הירידה ברמת המליחות באינטרוול הקצר בסיום הניסוי מוסברת בתקלת השקיה שהייתה בטיפול זה.

ריכוז הזרחן היה גבוה מאד מתחילת הניסוי ועלה בהמשך והגיע לשיא בסוף, ללא קשר לתדירות ההשקיה. בטבלה 6 מרוכזים הנתונים לכל עומק ממוצע לכל טיפולי ההשקיה.

בהשוואה לריכוז הזרחן, ריכוז האשלגן בשכבה העליונה הייה יחסית נמוך לכל אורך הניסוי וגם בשכבות היותר עמוקות לא קיבלנו עודפי אשלגן, דבר די מפתיע בקרקעות האזור ולאחר מתן כמות גדולה של קומפוסט וזאת למרות שהקומפוסט הזה הוא יחסית עני באשלגן (פרק חומרים ושיטות). מכיון שרמת האשלגן בקרקע לא הושפעה מטיפולי תדירות ההשקיה, בטבלה 7 מרוכזים הנתונים הממוצעים לכל הטיפולים לפי עומקים.

ריכוז החנקן והיחס בין חנקה לאמון השתנה במהלך הניסוי, כאשר בתחילה רוב החנקן היה בצורה של חנקה ובהמשך הגיע לרמה שווה בין חנקה ואמון. גם לגבי החנקן לא ראינו הבדלים בין הטיפולים של תדירות ההשקיה ולכן בטבלה 8 מופיעים הנתונים הממוצעים לפי עומקי הדיגום. בסה"כ ניתן לראות שרמת החנקן לכל אורך הניסוי הייתה יחסית גבוהה.

טבלה 5. מוליכות חשמלית (EC) בדציסימנס למטר במיצוי העיסה הרוויה בקרקע עם קומפוסט בעומקים ובמועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

אינטרוול	עומק (ס"מ)	21.10.10	4.1.11	6.3.11	9.5.11
קצר	0-20	2.6	1.9	1.9	1.5
	20-40	1.5	3.0	2.3	1.2
	40-60	1.3	3.1	3.6	1.1
בינוני	0-20	1.7	2.2	1.5	1.5
	20-40	4.9	2.7	2.6	1.6
	40-60	2.2	2.1	2.4	1.4
ארוך	0-20	1.5	1.6	1.4	1.4
	20-40	1.9	1.7	2.9	3.6
	40-60	2.5	1.9	2.9	1.6

טבלה 6. ריכוז הזרחן* (ח"מ לפי אולסן) בקרקע עם קומפוסט בעומקים ובמועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

עומק (ס"מ)	21.10.10	4.1.11	6.3.11	9.5.11
0-20	129	171	216	241
20-40	90	94	168	184
40-60	78	103	151	103

*ממוצעים בכל עומק מיצגים כל טיפולי תדירות השקיה

טבלה 7. ריכוז האשלגן* (מא"ק/לי) בקרקע עם קומפוסט בעומקים ובמועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

עומק (ס"מ)	21.10.10	4.1.11	6.3.11	9.5.11
0-20	0.5	0.7	0.5	0.4
20-40	1.3	1.0	0.7	1.2
40-60	1.3	1.1	0.9	0.5

*ממוצעים בכל עומק מיצגים כל טיפולי תדירות השקיה

טבלה 8. ריכוז (בח"מ) של חנקן חנקתי* (N-NO₃) וחנקן אמוני* (N-NH₄), והיחס ביניהם, בקרקע עם קומפוסט בעומקים ובמועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

9.5.11			6.3.11			4.1.11			21.10.10			עומק (ס"מ)
יחס NO ₃ \NH ₄	N-NH ₄ (ח"מ)	N-NO ₃ (ח"מ)	יחס NO ₃ \NH ₄	N-NH ₄ (ח"מ)	N-NO ₃ (ח"מ)	יחס NO ₃ \NH ₄	N-NH ₄ (ח"מ)	N-NO ₃ (ח"מ)	יחס NO ₃ \NH ₄	N-NH ₄ (ח"מ)	N-NO ₃ (ח"מ)	
0.6	35	20	1.1	16	18	1.1	30	33	4.9	8	40	0-20
1.8	23	42	1.9	25	48	2.1	19	39	6.1	3	21	20-40
0.9	16	14	3.5	15	53	3.2	10	34	44.3	1	61	40-60

*ממוצעים בכל עומק מיצגים כל טיפולי תדירות השקיה

ד. אנליזות צמחיות (בדיקת עלים) במהלך הגידול

יסודות מקרו: ריכוז החנקן החנקתי בפטוטרות הייה גבוה לכל אורך הניסוי ללא קשר לטיפול התשתית וללא קשר לטיפול התדירות (טבלה 9). רק בטיפולים של התעלה עם דופן ביציאה מהחורף (דיגום במרץ) ניתן לראות שהערכים יותר נמוכים, כמו כן בתעלה עם דופן באינטרוול הקצר התקבל ערך של מחסור. לא ברור האם הערך הזה מיצג כי במועד של ינואר ובסיום הניסוי גם בטיפול הזה הערכים יחסית גבוהים. בסה"כ ניתן לומר שלא הייה מצב של מחסור חנקן בצמח באף אחד מהטיפולים בניסוי זה. בדיגום שבוצע בסיום הניסוי ישנה מגמה של עלייה ברמת החנקן בטיפולים של האינטרוול הקצר וזאת ביחס לרמה בטיפולים עם האינטרוולים היותר ארוכים. ריכוז הזרחן נע בין 0.2% - 0.4%, עם עליה משמעותית במהלך הניסוי (טבלה 10). בדומה לחנקן, יש מגמה של ריכוז גבוה יותר באינטרוול הקצר בהשוואה לאינטרוול הארוך בכל הטיפולים. בסה"כ ניתן לראות שלא הייה מצב של עודפי זרחן בצמח באף אחד מהטיפולים בניסוי זה. ריכוז האשלגן ירד באופן משמעותי מ- 5% במועד הראשון לריכוז של 3.5% בסוף הניסוי (טבלה 11). לא נמצא מגמה ברורה בריכוז האשלגן בין הטיפולים השונים. ולא הייה מצב של מחסור אשלגן בצמח באף אחד מהטיפולים בניסוי זה.

ריכוז הכלור בטרף נע בין 0.2% ל- 0.8% ויש מתאם בין ריכוז גבוה בעלים ומליחות גבוהה בקרקע, (באינטרוול הארוך- טבלה 5 ו- 12). ריכוז הסיידן היה גבוה ודומה לריכוז החנקן, 3.5% - 5% ועלה בין המועד הראשון והשני. ריכוז המגנזיום נע בין 0.5% - 1% ולא נמצא קשר בין ריכוז היסוד והטיפולים.

יסודות קורט: ריכוז הברזל נע בין 150 ח"מ במועד הראשון ל- 300 ח"מ במועד השני ללא קשר לטיפולים. ריכוז המנגן היה נמוך יותר בטיפולי הקרקע בהשוואה לתעלות הזנה (טבלה 13). יש לזכור שבתחילת הניסוי הופיעו סימני מחסורים בטיפולי תעלות הזנה ונתנו תוספת ברזל ומנגן (למרות שלא הופיעו סימני מחסור נתנו גם בקרקע). גם ריכוז האבץ היה נמוך יותר בקרקע בהשוואה לתעלות קומפוסט (טבלה 14). ריכוז הנחושת לא הושפע מהטיפולים אך התקבל ריכוז גבוה יותר במועד השני בהשוואה למועד הראשון.

טבלה 9. ריכוז חנקן ניטרטי בפטוטרות (ח"מ) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

טיפול	אינטרוול	23.1.11	6.3.11	11.5.11
קרקע	קצר	4125	2430	3955
קרקע	בינוני	לא נבדק	1808	3616
קרקע	ארוך	4181	2317	3334
ללא דופן	קצר	3447	2147	4350
ללא דופן	בינוני	לא נבדק	2147	3729
ללא דופן	ארוך	3108	1695	3447
עם דופן	קצר	3051	452	3899
עם דופן	בינוני	לא נבדק	1921	3899
עם דופן	ארוך	3164	1865	3559

טבלה 10. ריכוז זרחן בפטוטרות (%) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

טיפול	אינטרוול	23.1.11	6.3.11	11.5.11
קרקע	קצר	0.21	0.34	0.45
קרקע	בינוני	לא נבדק	0.30	0.42
קרקע	ארוך	0.20	0.29	0.41
ללא דופן	קצר	0.28	0.31	0.38
ללא דופן	בינוני	לא נבדק	0.34	0.38
ללא דופן	ארוך	0.28	0.28	0.33
עם דופן	קצר	0.30	0.13	0.39
עם דופן	בינוני	לא נבדק	0.31	0.33
עם דופן	ארוך	0.24	0.34	0.32

טבלה 11. ריכוז אשלגן בפטוטרת (%) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

טיפול	אינטרוול	23.1.11	6.3.11	11.5.11
קרקע	קצר	5.0	4.5	3.8
קרקע	בינוני	לא נבדק	4.1	3.7
קרקע	ארוך	5.1	4.8	3.6
ללא דופן	קצר	4.9	4.5	3.7
ללא דופן	בינוני	לא נבדק	4.7	3.6
ללא דופן	ארוך	4.9	4.4	3.3
עם דופן	קצר	4.7	3.9	3.7
עם דופן	בינוני	לא נבדק	4.1	3.5
עם דופן	ארוך	4.7	3.9	3.6

טבלה 12. ריכוז כלור בטרף (%) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

טיפול	אינטרוול	6.3.11	11.5.11
קרקע	קצר	0.26	0.36
קרקע	בינוני	0.29	0.45
קרקע	ארוך	0.29	0.51
ללא דופן	קצר	0.30	0.35
ללא דופן	בינוני	0.26	0.24
ללא דופן	ארוך	0.85	0.69
עם דופן	קצר	0.32	0.33
עם דופן	בינוני	0.33	0.33
עם דופן	ארוך	0.36	0.34

טבלה 13. ריכוז מנגן בטרף (ח"מ) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

טיפול	אינטרוול	צעירים	בוגרים	11.5.11
קרקע	קצר	66	115	50
קרקע	בינוני	70	124	53
קרקע	ארוך	72	95	53
ללא דופן	קצר	130	192	104
ללא דופן	בינוני	118	221	115
ללא דופן	ארוך	86	154	114
עם דופן	קצר	108	204	81
עם דופן	בינוני	118	205	99
עם דופן	ארוך	101	166	84

טבלה 14. ריכוז אבץ בטרף (ח"מ) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

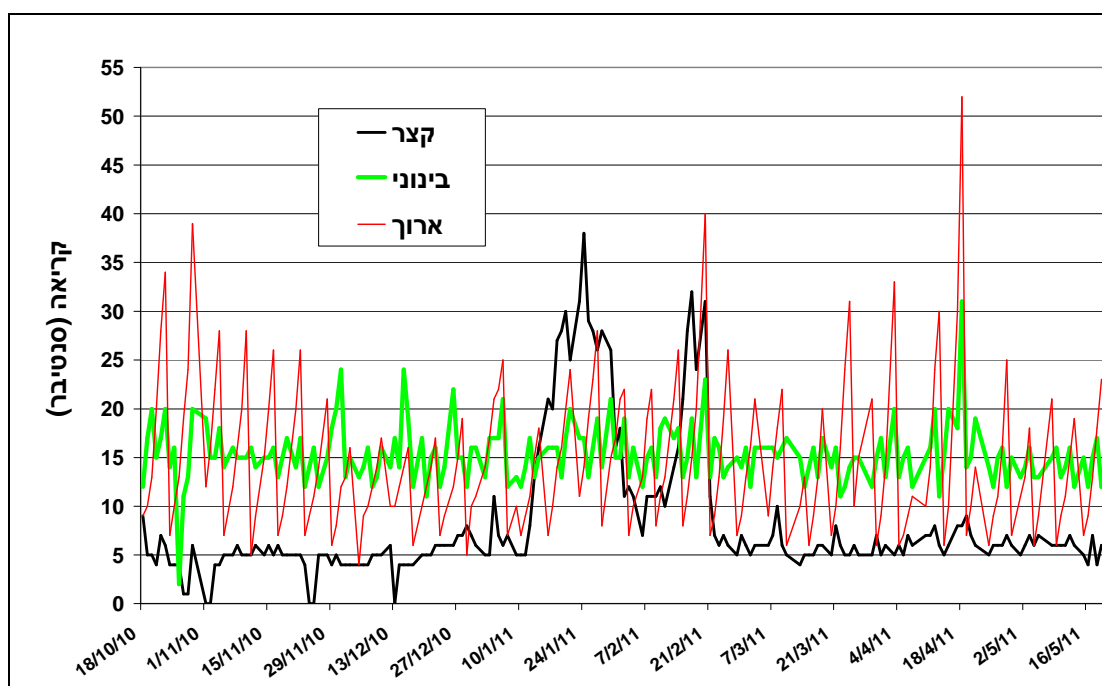
טיפול	אינטרוול	צעירים	בוגרים	11.5.11
קרקע	קצר	83	97	77
קרקע	בינוני	93	102	67
קרקע	ארוך	79	88	61
ללא דופן	קצר	110	118	106
ללא דופן	בינוני	108	120	95
ללא דופן	ארוך	90	104	86
עם דופן	קצר	127	142	96
עם דופן	בינוני	135	160	102
עם דופן	ארוך	114	162	86

ה. מתח המים בקרקע

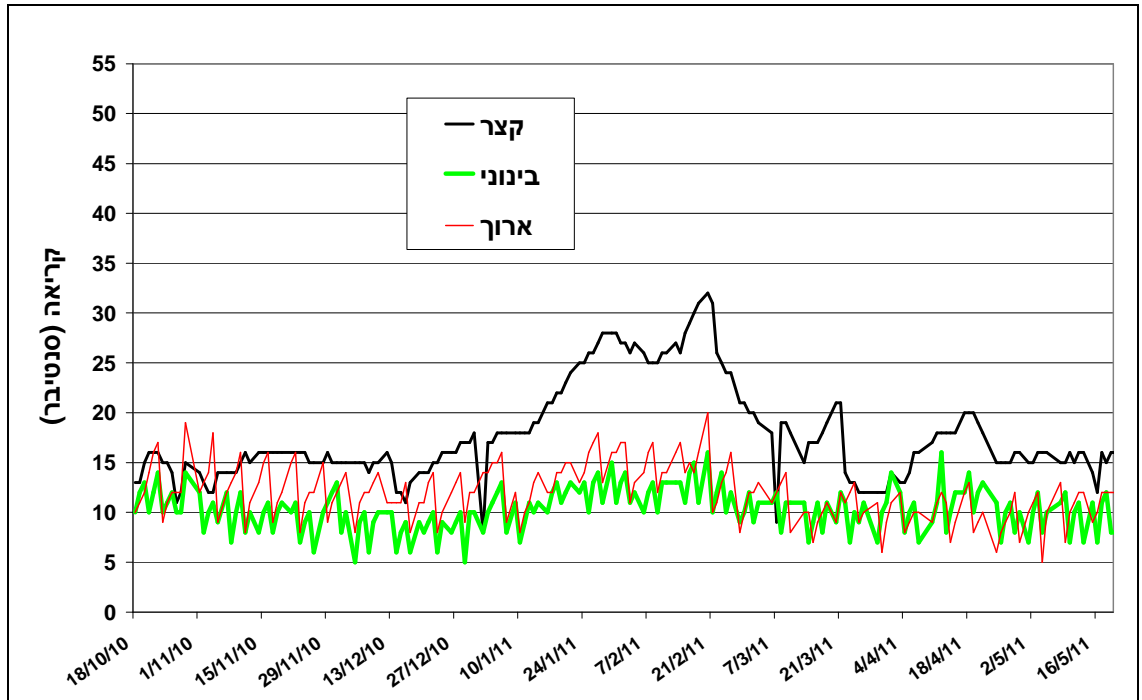
באיורים 3-5 מרוכזים הנתונים של מתח המים בקרקע לפי העומקים. איור 3 מרכז את הנתונים של עומק 20 ס"מ ב-3 אינטרוולים של השקיה. ניתן לראות שבאינטרוול הקצר הערכים נשארו יחסית קבועים ברמה שנעה בסביבות 5 סנטימטר וזאת מלבד התקופה של ה-10/1 עד 10/2 שבה הערכים עלו (הסיבה לכך איננה ברורה). באינטרוול הבינוני הערכים הממוצעים יותר גבוהים מהערכים שהתקבלו באינטרוול הארוך, אבל התנדודות בין ההשקיות יותר קטנות, בסה"כ ניתן לומר שגם באינטרוול הארוך לא הגענו בד"כ לערכים גבוהים במיוחד וזאת מלבד אירוע בודד באפריל.

באיור 4 מרוכזים הנתונים של עומק 40 ס"מ ב-3 אינטרוולים של השקיה. ניתן לראות שבעומק הזה הערכים בטנסיומטרים של האינטרוול הקצר גבוהים מהערכים באינטרוול הבינוני והארוך. הערכים באינטרוול הבינוני והארוך מלמדים שלכאורה לא הייתה צריכת מים מהעומק הזה ע"י הטנסיומטרים. רק באינטרוול הקצר התקבלו ערכים יותר גבוהים שמלמדים שיתכן שצריכת המים הייתה גם מהעומק הזה.

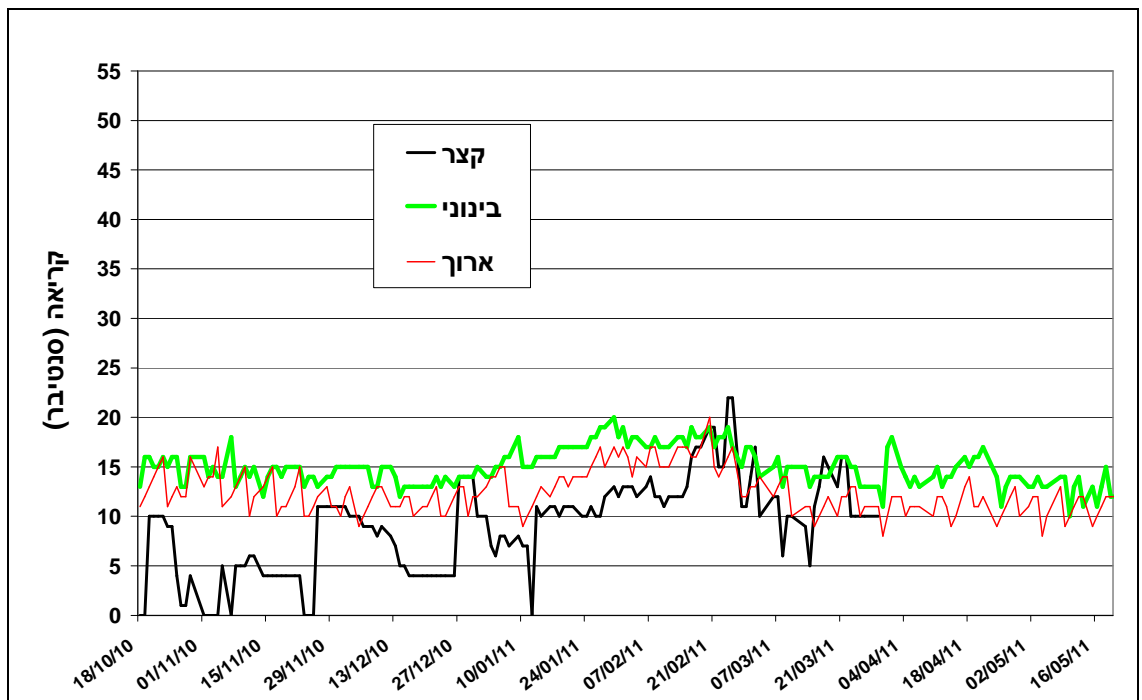
באיור 5 מרוכזים הנתונים של מתח המים בקרקע בעומק 60 ס"מ ב-3 אינטרוולים של השקיה. ניתן לראות שבתחילת הניסוי הערכים באינטרוול הקצר נמוכים ביחס לערכים באינטרוול הבינוני והארוך. בהמשך הערכים ב-3 האינטרוולים דומים. בסה"כ לא ניתן לראות פעילות שורשים מיוחדת בעומק הזה של הקרקע.



איור 3. קריאת טנסיומטרים יומית בעומק של 20 ס"מ ב-3 אינטרוולים של השקיה, תחנת צבי, 2010-2011.



איור 4. קריאת טנסיומטרים יומית בעומק של 40 ס"מ. ב-3 אינטרוולים של השקיה, תחנת צבי, 2010-2011.



איור 5. קריאת טנסיומטרים יומית בעומק של 60 ס"מ. ב-3 אינטרוולים של השקיה, תחנת צבי, 2010-2011.

לניסוי הנוכחי יש מספר מטרות שחלקן יבואו לידי ביטוי רק בשנים הבאות. לגבי העונה הנוכחית ניתן לומר שבשלב זה אין עדיפות ליצירה של תעלה שלתוכה מכניסים כמות ידועה של קומפוסט על פני פיזור של אותה כמות קומפוסט על כל הערוגה. בשיטה של יצירת תעלה הרעיון הוא להישאר בתעלה הקבועה למשך מס' עונות (לא לבצע עיבודים שהורסים את התעלה בין העונות). המשמעות של חוסר העיבוד יבחן בעונה הבאה בטיפול של הקרקע עם קומפוסט שיחולק ל-2 טיפולים, בטיפול אחד יבוצעו עיבודים ובטיפול שני לא יבוצעו עיבודים בין העונות. לגבי התעלה עם דפנות פוליאתילן, המטרה של הטיפול הזה הייתה לבחון את היבול והאיכות בתנאים שבהם שורשי הפלפל חיים רק בתוך הקומפוסט. בפועל, הטיפול הזה הייה נחות ביבול, כמו כן בחשיפת השורשים שנעשתה בסיום הניסוי התברר שהשורשים יצאו מתחתית התעלה והגיעו גם לקרקע, כך שלמעשה הטיפול הזה נכשל. הסיבה לפגיעה ביבול שהייתה בטיפול של התעלה עם דפנות איננה ברורה. יתכן שהייה בטיפול הזה מצב של חוסר חמצן כפי שנמצא בניסוי דומה שהתבצע בערבה. (בניסוי הנוכחי רמת החמצן בבית השורשים לא נמדדה). כמו כן בבדיקות העלים מצאנו רמה יותר נמוכה של ח. חנקתי וזרחן בפטוטרוט בדיגום שבוצע ביציאה מהחורף אבל לא ברור שזו הסיבה לפגיעה ביבול. הדישון בכל הטיפולים בוצע לפי רמה של 200 גר' חנקן לדי' ליום. ע"פ בדיקות העלים ובדיקות הקרקע יתכן שהייה צורך לרדת מהרמה הזו וזאת למרות שהדישון התחיל רק אחרי קבלה של מס' חנטים לצמח ושהרמה הזו היא נמוכה ביחס לצריכה מלאה של פלפל. בניסוי לא הייה דישון בזרחן, ע"פ בדיקות הקרקע יתכן שבתנאים אלו לא יהיה צורך בדישון זרחני למשך מס' שנים נוספות. לגבי האשלגן, כנראה שתוספת של 240 גר' אשלגן לדי' ליום איננה מספיקה וניתן לראות שהרמה בעלים הולכת ויורדת כמו כן גם בקרקע ישנה מגמה של ירידה. הנתונים האלה מבטאים את צריכת האשלגן הגדולה של הפלפל. לגבי יסודות הקורט, למרות שהיו הבדלים ברמת המנגן והאבץ בין הפלפל שגדל ע"ג הקרקע לפלפל שגדל בתעלה, לא היו מחסורים ביסודות אלה גם בגידול ע"ג הקרקע, כך שגם בנושא זה לא בה לידי ביטוי היתרון הפוטנציאלי של תעלת הזנה שבה ניתן לתקן בצורה יותר קלה מחסורים ביסודות קורט. המעקב של מתח המים בקרקע באמצעות טנסיומטרים מלמד שיתכן שבכל הטיפולים בניסוי הייה עודף מסוים של מים. יתכן, ע"פ זה שכדאי יהיה בעונה הבאה לרדת בכמויות המים בכל הטיפולים. כמו כן, כדאי להפוך את האינטרוול הארוך לאינטרוול בינוני ובטיפולים של האינטרוול הארוך למשוך את מועד ההשקיה בעוד 2-3 ימים בטיפולי הקרקע ובעוד 1-2 ימים בטיפולי התעלה.

הבעת תודה

לקרן שהי"מ והנהלת הענף הירקות ומועצת הצמחים למימון הניסויים.

טבלה א. ריכוז חנקן כללי (%) בקומפוסט בוצה במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11

9.5.11	6.3.11	4.1.11	21.10.10	אינטרוול	טיפול
6.3	2.3	1.7	1.9	קצר	ללא דופן
4.5	2.4	2.0	2.0	בינוני	ללא דופן
4.5	2.5	2.1	1.8	ארוך	ללא דופן
4.8	2.3	2.0	1.9	קצר	עם דופן
3.6	2.3	2.3	2.1	בינוני	עם דופן
3.2	2.4	2.3	2.0	ארוך	עם דופן

טבלה ב. ריכוז זרחן כללי (%) בקומפוסט בוצה במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11

9.5.11	6.3.11	4.1.11	21.10.10	אינטרוול	טיפול
2.1	3.0	1.7	2.4	קצר	ללא דופן
2.1	2.8	1.9	2.2	בינוני	ללא דופן
2.1	2.9	1.9	2.3	ארוך	ללא דופן
2.1	2.7	1.8	2.4	קצר	עם דופן
2.1	2.8	1.9	2.4	בינוני	עם דופן
2.1	2.9	1.9	2.4	ארוך	עם דופן

טבלה ג. ריכוז אשלגן כללי (%) בקומפוסט בוצה במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11

9.5.11	6.3.11	4.1.11	21.10.10	אינטרוול	טיפול
0.2	0.2	0.2	4.0	קצר	ללא דופן
0.1	0.2	0.2	3.7	בינוני	ללא דופן
0.1	0.2	0.2	4.0	ארוך	ללא דופן
0.1	0.2	0.2	4.2	קצר	עם דופן
0.1	0.2	0.2	4.3	בינוני	עם דופן
0.1	0.2	0.2	3.7	ארוך	עם דופן

טבלה ד. ריכוז פחמן (%) בקומפוסט בוצה במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11

9.5.11	6.3.11	4.1.11	21.10.10	אינטרוול	טיפול
25	24	20	24	קצר	ללא דופן
25	24	24	29	בינוני	ללא דופן
25	24	24	27	ארוך	ללא דופן
25	23	23	28	קצר	עם דופן
23	23	23	30	בינוני	עם דופן
23	23	22	25	ארוך	עם דופן

טבלה ה. יחס פחמן חנקן (C\N) בקומפוסט בוצה במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11

9.5.11	6.3.11	4.1.11	21.10.10	אינטרוול	טיפול
4	10	12	13	קצר	ללא דופן
6	10	12	15	בינוני	ללא דופן
4	10	11	15	ארוך	ללא דופן
5	10	12	15	קצר	עם דופן
6	10	10	14	בינוני	עם דופן
7	10	10	12	ארוך	עם דופן

טבלה ו. חומר אורגני (%) בקומפוסט בוצה במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11

9.5.11	6.3.11	4.1.11	21.10.10	אינטרוול	טיפול
43	41	35	41	קצר	ללא דופן
43	41	40	50	בינוני	ללא דופן
42	40	41	45	ארוך	ללא דופן
42	39	40	48	קצר	עם דופן
39	39	39	50	בינוני	עם דופן
38	39	38	42	ארוך	עם דופן

טבלה ז. אפר (%) בקומפוסט בוצה במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11

9.5.11	6.3.11	4.1.11	21.10.10	אינטרוול	טיפול
58	59	65	59	קצר	ללא דופן
58	59	60	50	בינוני	ללא דופן
58	60	59	55	ארוך	ללא דופן
58	61	61	52	קצר	עם דופן
61	61	61	50	בינוני	עם דופן
62	61	62	58	ארוך	עם דופן

טבלה ח. ריכוז הזרחן (ח"מ לפי אולסן) בקרקע עם קומפוסט בעומקים ובמועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

9.5.11	6.3.11	4.1.11	21.10.10	עומק (ס"מ)	אינטרוול
211	122	106	81	0-20	קצר
160	111	97	49	20-40	
81	100	59	69	40-60	
260	275	197	239	0-20	בינוני
89	179	112	136	20-40	
91	137	77	92	40-60	
252	252	209	67	0-20	ארוך
304	215	74	86	20-40	
135	216	174	75	40-60	

טבלה ט. ריכוז האשלגן (מא"קל') בקרקע עם קומפוסט בעומקים ובמועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

אינטרוול	עומק (ס"מ)	21.10.10	4.1.11	6.3.11	9.5.11
קצר	0-20	0.5	0.7	0.3	0.4
	20-40	0.5	0.9	0.6	0.5
	40-60	0.7	1.3	1.0	0.4
בינוני	0-20	0.7	0.8	0.6	0.3
	20-40	2.7	1.1	0.8	1.9
	40-60	1.7	1.1	0.7	0.5
ארוך	0-20	0.5	0.7	0.7	0.5
	20-40	0.7	0.9	0.9	1.1
	40-60	1.4	0.9	1.0	0.6

טבלה י. ריכוז חנקן (חנקת) (N-NO₃) ואמון (N-NH₄) בח"מ בקרקע עם קומפוסט בעומקים ובמועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

אינטרוול	עומק (ס"מ)	21.10.10		4.1.11		6.3.11		9.5.11	
		N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃
קצר	0-20	6	45	23	37	16	18	31	16
	20-40	4	17	19		12	42	18	21
	40-60	1	28	12		9	63	13	5
בינוני	0-20	10	55	36	39	19	15	34	24
	20-40	5	27	22	45	40	31	13	7
	40-60	2	124	16	32	17	27	20	16
ארוך	0-20	8	20	33	24	14	21	39	19
	20-40	1	18	14	32	24	70	36	98
	40-60	1	30	3	36	20	69	15	21

טבלה יא. ריכוז חנקן בפטוטרת (ח"מ) ובטרף (%) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

טיפול	אינטרוול	פטוטרת	23.1.11	6.3.11	11.5.11
			פטרפים	פטרפים	פטרפים
קרקע	קצר	4125	2430	3.8	5.5
קרקע	בינוני	לא נבדק	1808	4.0	5.8
קרקע	ארוך	4181	2317	3.7	5.2
ללא דופן	קצר	3447	2147	3.7	5.3
ללא דופן	בינוני	לא נבדק	2147	4.1	4.9
ללא דופן	ארוך	3108	1695	2.9	5.2
עם דופן	קצר	3051	452	5.4	5.4
עם דופן	בינוני	לא נבדק	1921	5.5	5.2
עם דופן	ארוך	3164	1865	4.6	5.3

טבלה יב. ריכוז זרחן בפטוטרות (%) ובטרף (%) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

11.5.11		6.3.11		23.1.11	אינטרוול	טיפול
טרפים	פטוטרות	טרפים	פטוטרות	פטוטרות		
0.39	0.45	0.44	0.34	0.21	קצר	קרקע
0.40	0.42	0.46	0.30	לא נבדק	בינוני	קרקע
0.37	0.41	0.41	0.29	0.20	ארוך	קרקע
0.38	0.38	0.43	0.31	0.28	קצר	ללא דופן
0.37	0.38	0.47	0.34	לא נבדק	בינוני	ללא דופן
0.35	0.33	0.21	0.28	0.28	ארוך	ללא דופן
0.39	0.39	0.48	0.13	0.30	קצר	עם דופן
0.35	0.33	0.42	0.31	לא נבדק	בינוני	עם דופן
0.37	0.32	0.41	0.34	0.24	ארוך	עם דופן

טבלה יג. ריכוז אשלגן בפטוטרות (%) ובטרף (%) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

11.5.11		6.3.11		23.1.11	אינטרוול	טיפול
טרפים	פטוטרות	טרפים	פטוטרות	פטוטרות		
3.3	3.8	3.1	4.5	5.0	קצר	קרקע
3.5	3.7	3.3	4.1	לא נבדק	בינוני	קרקע
3.4	3.6	3.3	4.8	5.1	ארוך	קרקע
2.8	3.7	3.0	4.5	4.9	קצר	ללא דופן
3.3	3.6	3.1	4.7	לא נבדק	בינוני	ללא דופן
2.9	3.3	3.3	4.4	4.9	ארוך	ללא דופן
3.3	3.7	3.4	3.9	4.7	קצר	עם דופן
2.9	3.5	3.0	4.1	לא נבדק	בינוני	עם דופן
3.1	3.6	2.9	3.9	4.7	ארוך	עם דופן

טבלה יד. ריכוז סידן בטרף (%) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

11.5.11	6.3.11	אינטרוול	טיפול
4.6	4.3	קצר	קרקע
4.7	4.2	בינוני	קרקע
4.9	3.9	ארוך	קרקע
4.6	3.8	קצר	ללא דופן
5.0	3.4	בינוני	ללא דופן
4.8	5.0	ארוך	ללא דופן
4.9	3.7	קצר	עם דופן
5.2	3.6	בינוני	עם דופן
4.7	3.8	ארוך	עם דופן

טבלה טו. ריכוז מגנזיום בטרף (%) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

11.5.11	6.3.11	אינטרוול	
0.51	0.77	קצר	קרקע
0.51	0.63	בינוני	קרקע
0.46	0.62	ארוך	קרקע
0.71	0.65	קצר	ללא דופן
0.58	0.59	בינוני	ללא דופן
0.68	1.55	ארוך	ללא דופן
0.53	0.70	קצר	עם דופן
0.72		בינוני	עם דופן
0.68	0.94	ארוך	עם דופן

טבלה טז. ריכוז ברזל בטרף (ח"מ) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

11.5.11	6.3.11		אינטרוול	
צעירים	בוגרים	צעירים	טיפול	
263	121	135	קצר	קרקע
269	103	133	בינוני	קרקע
261	157	146	ארוך	קרקע
316	92	157	קצר	ללא דופן
315	133	159	בינוני	ללא דופן
299	157	146	ארוך	ללא דופן
284	109	150	קצר	עם דופן
346	145	207	בינוני	עם דופן
294	121	140	ארוך	עם דופן

טבלה יז. ריכוז נחושת בטרף (ח"מ) בעלי פלפל במועדים שונים, תחנת צבי, 2010-11.

11.5.11	6.3.11		אינטרוול	
צעירים	בוגרים	צעירים	טיפול	
25	11	16	קצר	קרקע
26	13	17	בינוני	קרקע
25	14	18	ארוך	קרקע
30	18	24	קצר	ללא דופן
27	16	21	בינוני	ללא דופן
25	15	18	ארוך	ללא דופן
26	13	20	קצר	עם דופן
26	19	22	בינוני	עם דופן
22	18	19	ארוך	עם דופן