

התאמת משתני התכנון והממשק של השקיה בטפטוף עם מים שוליים לצמצום הנזקים לגידולים חד-שנתיים, לקרקע ולמי התהום.

חוקרים שותפים:

שמוליק פרידמן, אברהם מאירי, בוריס נפתלייב, גריגורי קומנר - המכון למדעי הקרקע, מינהל המחקר החקלאי.
דוד שמואל, חנה יחזקאל – מו"פ דרום.

תקציר

1. הצגת הבעיה

השקית גידולים חד-שנתיים במים המכילים מלחים גורמת לפחיתה בצימוח וביבול החקלאי ולהמלחה של מקורות מי-תהום. כדי לצמצם את הפחיתה ביבול לרמה נסבלת מבחינה כלכלית, יש להוסיף בדרך-כלל מנת מים לשטיפה מעבר לצריכת הצמח. תוספת למנת השטיפה כרוכה בעלות נוספת לחקלאי וגם מגדילה את כמות המלחים המוחדרת לקרקע. במחקר הנוכחי אנו בוחנים את האפשרות לצמצם את מנות השטיפה על ידי שני גורמים: הגדלת הנפח המורטב ושטיפה תקופתית, כלומר מחזוריים של צבירת מלחים ושטיפה.

2. מטרות המחקר לשנת 2007

(1) בחינת השפעת גודל השטח והנפח המורטב וממשק ההשקיה והשטיפה במים מליחים על מליחות הקרקע, הצימוח והניבה של פלפל בבית רשת; (2) אפיון התכונות ההידראוליות של הקרקע בחוות הבשור ועריכת עקומי כיוול הדרושים למדידה של תכולות הרטיבות והמליחות של הקרקע.

3. שיטות ומהלך העבודה

נערך ניסוי השקיה עם פלפל בבית רשת בחודשים מאי עד נובמבר שכלל 6 טיפולים של השקית שורת צמחים עם שלוחה אחת או שתיים בשתי רמות השקיה: "גבוהה" (100%) וקטנה (80%) וממשק שלישי של השקיה ב-80% ושטיפה של הפער המצטבר (20%) אחת לשבועיים (שלוחה אחת) או ל-4 שבועות (2 שלוחות). המים הומלחו לרמה אחידה של 3 ד"ס/מ' לפני תוספת דשן.

4. תוצאות עיקריות

מליחות הקרקע מתחת לצמחים בהשקיה בשלוחה בודדת הייתה נמוכה בכל ממשקי ההשקיה. בהשקיה ב-2 שלוחות מערכת השורשים הפעילה הייתה מתחת לשתי השלוחות – איזור שלא הומלח ומתחת לצמחים התפתחה מליחות גבוהה רק ברמת ההשקיה הנמוכה. הצימוח (משקל כללי וגובה) של טיפולי 2 שלוחות היה נמוך במקצת לעומת השקיה בשלוחה בודדת. השפעת הטיפולים על היבול המצטבר הכללי הייתה נמוכה עם יתרון קטן, 5%, ומובהק להשקיה ב-2 שלוחות. אחוז הפרי ליצוא בהשקיה ב-2 שלוחות היה גבוה בצורה משמעותית, ב-15%, לעומת שלוחה אחת. בהשקיה ב-2 שלוחות אחוז הפרי הנגוע בשחור פיתם היה נמוך בצורה מובהקת לעומת טיפולי שלוחה אחת. ב-100% השקיה היה פחות שחור פיתם מאשר ב-80%, כשהנגיעות בשחור הפיתם ירדה בצורה מובהקת מצפון לדרום. אחוז הפרי המעוות היה גבוה מאד, עד 35%, ללא השפעה מובהקת של הטיפולים.

5. מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות

עדיין מוקדם מדי מכדי לגבש המלצות למגדלים.

מבוא

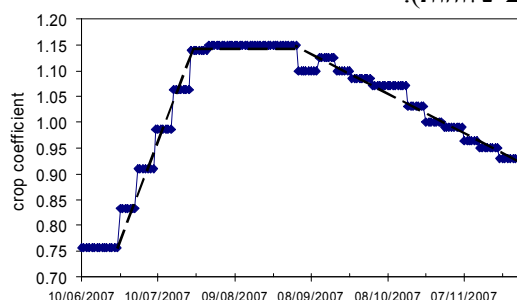
השקיה בטפטוף שנפוצה במרבית שטחי גידולי השדה והירקות צפויה להתרחב כשיותר מים שפירים יומרו בקולחין מושבים ומים מליחים, מחיר המים יעלה וחלק מהגידולים מותר יהיה להשקות בקולחין רק בטפטוף. המים השוליים מלוחים יותר ובעלי SAR גבוה יותר מהמים השפירים, מכילים ריכוזים גבוהים של יונים מזיקים והקולחין מכילים גם תרכובות אורגניות וחומרי הזנה. מידת הנזק ממים כאלה לגידולים ולקרקע תלויה בריכוזים והרכבי המומסים שיתפתחו בתמיסת הקרקע כתלות בכמות המים, איכותם, צורת הספקתם לשטח, כמות הגשם, ההתאדות, שקיעת והמסת מלחים, חילוף עם התצמיד הסופח, ערבוב במהלך הזרימה, שטיפה ויחסי קליטה של מים ומומסים על ידי הצמחים. ציוד ההשקיה והממשק הם הכלים שיקבעו

במידה רבה את התוצאה עבור מים ותנאים נתונים, ושימוש נכון בהם יאפשר חקלאות השקיה רווחית, בת קיימה וידידותית לסביבה במים השוליים. כדי לצמצם את הפחיתת ביבול לרמה נסבלת מבחינה כלכלית, יש להוסיף בדרך-כלל מנת מים לשטיפה מעבר לצריכת הצמח. תוספת למנת השטיפה כרוכה בעלות נוספת לחקלאי וגם מגדילה את כמות המלחים המוחדרת לקרקע. במחקר הנוכחי אנו בוחנים את האפשרות לצמצם את מנות השטיפה על ידי שני גורמים: הגדלת הנפח המורטב ושטיפה תקופתית, כלומר מחזוריים של צבירת מלחים ושטיפה. הגדלת הנפח המורטב צפויה להוריד את המליחות הממוצעת באיזור בית השורשים הפעיל. שתי הנחות בבסיסו של היתרון האפשרי של ממשק שטיפה מחזורי הן: (1) תגובת הצמחים מתכונתית לממוצע במרחב ובזמן של ערכי מליחות תמיסת הקרקע הגבוהים מערך הסף; (2) באותה מנת שטיפה עונתית המליחות הממוצעת (בזמן) נמוכה יותר בשטיפות מחזוריות כיוון שיעילות השטיפה גבוה יותר.

מטרות המחקר לשנת 2007 היו: (1) בחינת השפעת גודל השטח והנפח המורטב וממשק ההשקיה והשטיפה במים מליחים על מליחות הקרקע, הצימוח והניבה של פלפל בבית רשת; (2) אפיון התכונות הידראוליות של הקרקע בחוות הבשור ועריכת עקומי כיוול הדרושים למדידה של תכולות הרטיבות והמליחות של הקרקע.

שיטות ומהלך העבודה

נערך ניסוי השקיה עם פלפל בבית רשת בחוות הבשור בחודשים מאי עד נובמבר שכלל 6 טיפולים של השקית שורת צמחים עם שלוחה אחת או שתיים בשתי רמות השקיה: "גבוהה" (100%) וקטנה (80%) וממשק שלישי של השקיה ב-80% ושטיפה של הפער המצטבר (20%) אחת לשבועיים (שלוחה אחת) או 4 שבועות (2 שלוחות):



איור 1. השתנות מקדם הגידול, המתכונן ובפועל, לאורך העונה

<u>נפח הרטבה</u>	<u>ממשק השקיה ושטיפה</u>
שלוחה אחת, השקיה יומית (טיפולים 1,2,3)	השקיה מצומצמת (0.8) L
2 שלוחות, השקיה פעם ביומיים (טיפולים 4,5,6)	השקיה מצומצמת + שטיפה לפרקים (0.8+0.2) L+L
	השקיה גבוהה (1), שטיפה בכל השקיה H

המים הומלחו לרמה אחידה של 3 ד"ס/מ' לפני תוספת דשן. מנת המים היומית (של 100%) חושבה על-פי ההתאדות הממוצעת מגיגית של השבוע הקודם, מוכפלת בגורם בערך של 0.62, יחס ההתאדות בבית הרשת ובשטח חשוף, מחולקת ב-0.9, "יעילות פיזור המים", ומוכפלת בגורם גידול שהשתנה לאורך העונה על-פי הגרף באיור 1.

נתוני הניסוי הנוספים:

- 5 חזרות, בלוקים בכיוון מזרח-מערב, ערוגות בכיוון צפון-דרום
- מרווח בין שורות צמחים: 1.2 מ', בין צמחים: 30 ס"מ (2778 צ'/ד')
- שלוחה אחת: על שורת הצמחים, צמח ליד כל טפטפת שנייה
- 2 שלוחות: במרחק של 20 ס"מ משני צדי שורת הצמחים
- שלוחות טפטוף: יוני-רעם 1.6 ל"ש' כל 15 ס"מ, אל-נגר קוטר 17 מ"מ
- פלפל ורגסה, הדליה ספרדית
- שתילה: 24 במאי 2007
- עד תחילת טיפולים: השקיה יומית בשלוחה אחת, 5 מ"מ ליום, מים ללא המלחה (0.5 ד"ס/מ'), דישון: 1.2 ל"מ"ק שפר 6:6:6 + מיקרו

- תחילת טיפולים דיפרנציאליים: 10 ביוני 2007
- מים מומלחים ל - 3.0 ד"ס/מ' על ידי תוספת NaCl ו-CaCl₂ ביחס משקלי 1:1
- דישון: 1.6 ל"מ"ק שפר 5:1:8 + מיקרו עד 30 ביוני, החל מ-1 ביולי: 1.6 ל"מ"ק שפר 5:3:8 + 6% מיקרו + Mg 0.5%
- קטיפה אחת לשבוע, התחלת קטיפה: 20 באוגוסט, סיום קטיפה: 25 בנובמבר
- תופעות ותקלות: פרי רך, וירוסים, שחור פיטם, קמחוניות, נמטדות, השמדה בשוגג של שורות השוליים (על ידי אדיגן במי ההשקיה)

בדיקות שנערכו במהלך הניסוי:

- **מי השקיה** – מוליכות חשמלית, pH
- **קרקע**
- רטיבות: טנסיומטרים בעומקים 30 ו- 50 ס"מ במרחק 5 ס"מ משורת הצמחים
- TDR (רטיבות נפחית – פירוס דו-מימדי, 16 מחושים במרחקים של 5, 15, 25, 35 ס"מ מהצמח ובעומק של 10, 30, 50 ו-70 ס"מ)
- מליחות: מיצוי משאבים בעומקים 30 ו- 50 ס"מ במרחק 5 ס"מ משורת הצמחים
- TDR (מוליכות חשמלית – פירוס דו-מימדי)
- דיגום דו-מימדי בסוף העונה (3 בדצמבר), EC וריכוזי כלוריד
- (ריכוזי חמצן, טמפרטורה, תכונות הידראוליות: רדיוס איגום כתלות בספיקה, חידור בטבעות כפולות, דגם הרטבה ללא קליטה, עקומי כיוול $EC_a(EC_w, \theta)$ ו- $\epsilon_{eff}(\theta)$ במעבדה)
- **צמח**
- משקל (עלים, פרות ופרחים, גבעול) – 3 פעמים לאורך העונה
- גובה לאורך העונה
- אנליזות עלים ופרי בסוף העונה (נובמבר)
- יבול שבועי: משקל, מספר פירות, יצוא, שחור פיטם, וירוס, מעוותים
- חשיפת שורשים וצילומים בסוף העונה

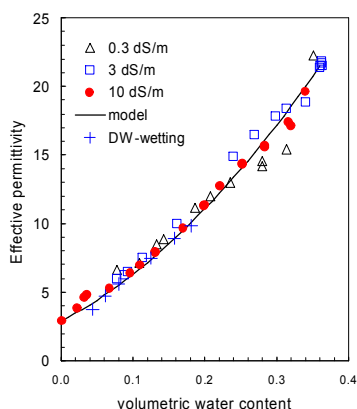
תוצאות הניסוי

תכונות הידראוליות של הקרקע החולית של חוות הבשור ועקומי כיוול:

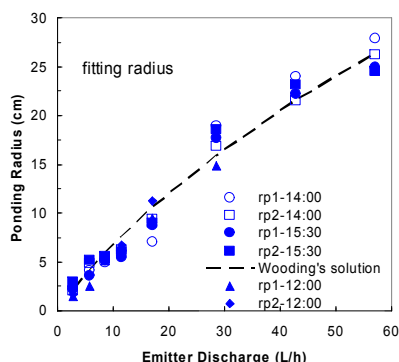
ההרכב המכני של חול הבשור הוא: 87.6% חול, 2.8% סילט ו-9.6% חרסית. החול מכיל 2.0% גיר ו-0.21% חומר אורגני. הקק"ח שלו הוא 3.7 meq/100g, וה-ESP בשטח לא מושקה הוא 0.4%.

משמאל (איור 2) נראה עקום הכיוול מקדם דיאלקטרי – תכולת רטיבות נפחית ($\epsilon_{eff}(\theta)$) שנקבע במעבדה עם תמיסות בדרגת מליחות של מים מזוקקים עד 10 ד"ס/מ' ובתהליכי ניקוז והרטבה. נראה שהקשר אינו תלוי במליחות ובהיסטוריה של תהליכי ההרטבה והייבוש. בשבועות הקרובים נסיים למדוד את עקומי הכיוול: מוליכות חשמלית גושית של הקרקע כנגד מוליכות תמיסת הקרקע ותכולת רטיבות ($EC_a(EC_w, \theta)$).

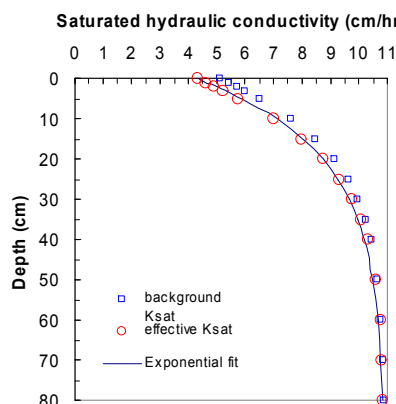
עקומים אלו דרושים לצורך מדידת רטיבות הקרקע ומליחות תמיסת הקרקע באמצעות מחושי TDR.



איור 2. המקדם הדיאלקטרי של חול הבשור כתלות בתכולת הרטיבות הנפחית.



איור 3. רדיוס האיגום כתלות בספיקת המקור הנקודתי בפני הקרקע.



איור 4. הערכה לפחיתת המוליכות ההידראולית ברוויה בחתך הקרקע כתוצאה מנוכחות שורשים.

בשני ניסיונות חידור בטבעת כפולה נתקבלו מוליכויות הידראולית ברוויה (K_{sat}) של 10.33 ו-10.54, ממוצע של 10.9 ס"מ/שעה. אם משתמשים בערך זה ומתאימים את הפתרון של Wooding לזרימה תמידית מעיגול רווי בפני הקרקע למדידות של רדיוסי האיגום כתלות בספיקות שונות של מקור נקודתי בפני השטח (בניסוי השתמשנו באגד טפטפות, איור 3) מתקבל ערך α של Gradner של 0.035 cm^{-1} , כשתלות המוליכות ההידראולית בעומד הקפילרי (ψ) היא על-פי:

$$K = K_{sat} \cdot e^{-\alpha\psi}$$

מניבה ערכים שונים למוליכות ההידראולית ברוויה, 5.40 ס"מ/ש', ול- α , 0.037 cm^{-1} . בשנה הבאה נמדוד גם עקום תאחיזה של הקרקע, ויתכן כי גם את תלות המוליכות ההידראולית בתכולת הרטיבות. ניסיון להתאים פתרון של זרימה תמידית ממקור קווי לפירוסי תכולת הרטיבות בחתך ניצב לשלוחה שנמדדו ב-6 הטיפולים בסוף הניסוי לאחר שקטמנו את הצמחים (למנוע קליטה) וכיסינו את הקרקע בניילון (למנוע התאדות) הניב תכולות רטיבות נמוכות מהמדודות קרוב לפני הקרקע. יתכן והסיבה לכך היא מוליכות הידראולית ברוויה נמוכה מזאת שנקבעה בניסוי החידור כתוצאה מנוכחות שורשים. באיור 4 נראית הערכה לפחיתת המוליכות ההידראולית

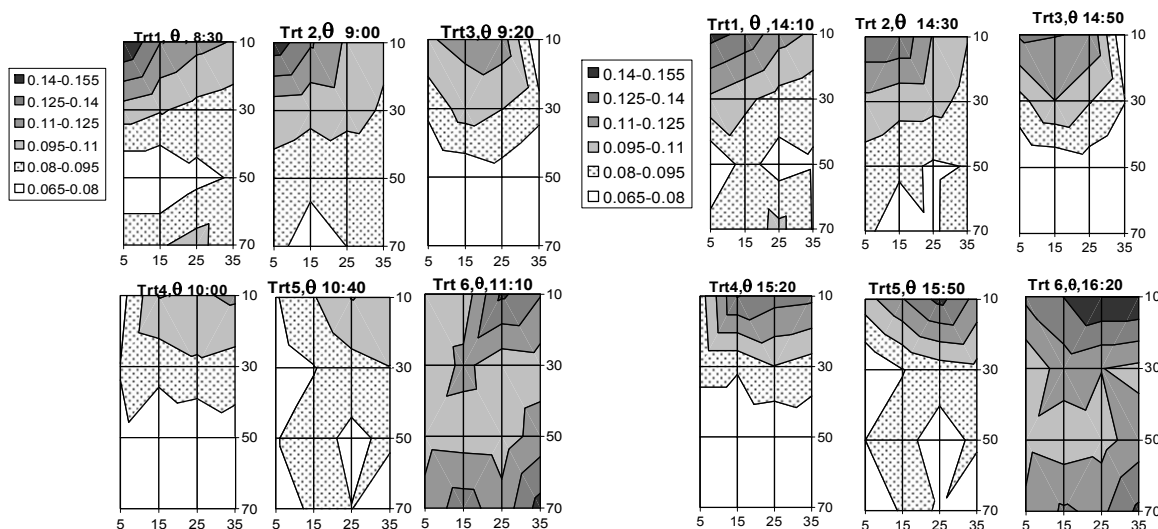
ברוויה בחתך הקרקע בהנחה: שצפיפות השורשים משתנה בצורה מעריכית מ-

10% מנפח הקרקע בפני השטח ל-0% בעומק של 80 ס"מ; שהשורשים דוחסים

את הקרקע ומפחיתים את נקבוביותה, דבר שמפחית את המוליכות ההידראולית על-פי המודל של Kozeny-Carmann, ושהשורשים מהווים מכשול בצורת גלילים ארוכים עם אוריינטציה אקראית.

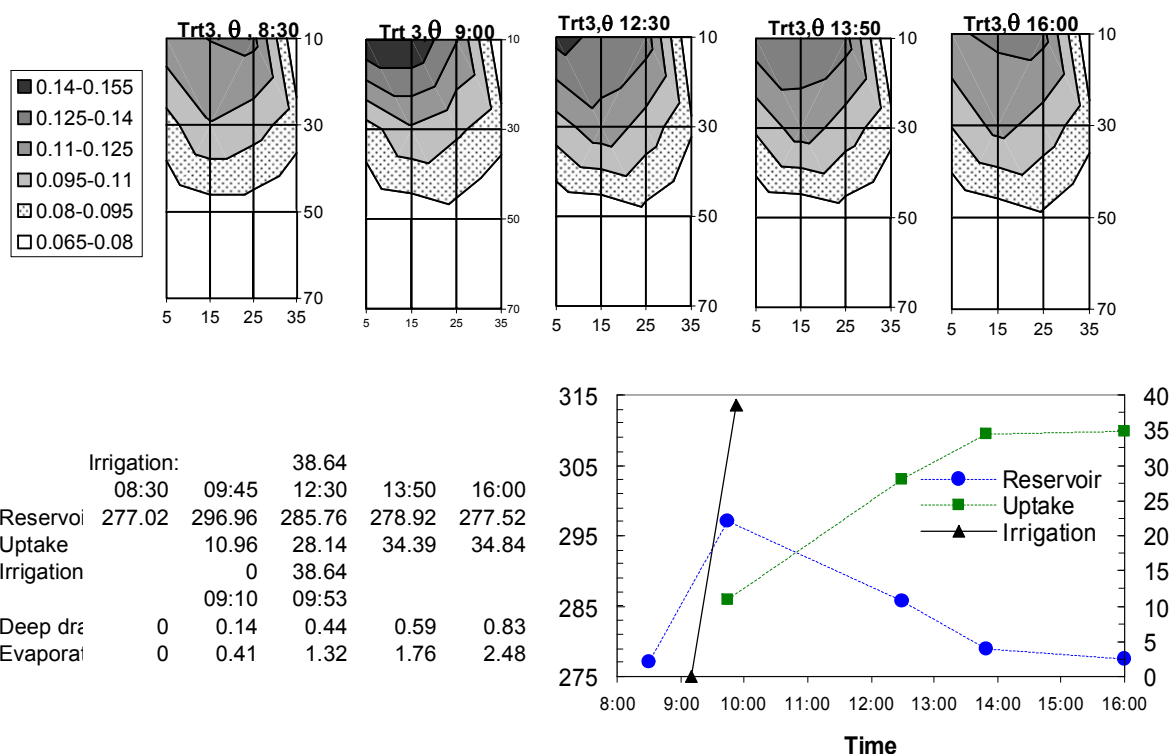
רטיבות הקרקע ומאזן מים מקורב לאורך עונת הגידול:

באיור 5 נראים חתכי רטיבות אופייניים בניצב לשורת הצמחים, כפי שנמדדו בעזרת המערכים של מחושי ה-TDR. המרחק הקצר בין הטפטפות (15 ס"מ) מאפשר להתייחס לשלוחת הטפטוף כאל מקור קווי ואל דגם ההרטה והקליטה כדו-מימדי.

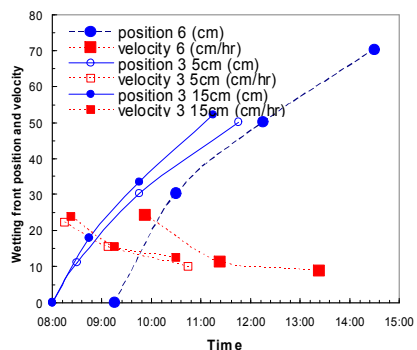


איור 5. פירוסי תכולת הרטיבות הנפחית בבוקר לפני ההשקיה (משמאל) ואחר הצהריים (מימין) ביום בו הושקו גם טיפולי 2 שלוחות (16 ביולי, 2007). בשורות העליונות טיפולי שלוחה אחת (1,2,3) ובתחתונות 2 שלוחות (4,5,6) עם השקיה של 80%+20%, (1,4) 80%+20%, (2,5) 100%-100% (3,6) משמאל לימין.

באיור 6 נראה המהלך היומי של תכולת הרטיבות בטיפול 3, השקיה גבוהה שלוחה אחת. עריכה של מאזן מים מקורב עם אמדן זהיר להתאדות מפני השטח ולדליפה לעומק הקרקע מוליכה למהלך קליטת מים יומי, על-פיו נקלטו קרוב ל-90% מהמים שהוספו בהשקיה עד לשעה 14:00. זה מנוגד לממצאים קודמים שמצביעים על מהלך קליטה סימטרי מ-7:00 עד 19:00 סביב 13:00, ומחייב ברור נוסף. חזרנו על מדידות כאלו 4 פעמים נוספות לאורך העונה, גם בטיפולי 2 שלוחות וקבלנו תוצאות דומות של קליטה גבוהה בשעות הבוקר ונמוכה בשעות אחה"צ. בשלהי עונת ההשקיה (20 בנובמבר) נמצא כי בזמן שטיפולי השלוחה האחת קלטו בממוצע 18 ס"מ מים (1.8 ל' למטר שלוחה, כלומר 0.54 ל' לצמח), קלטו טיפולי 2 השלוחות שלא הושקו באותו היום בממוצע 12 ס"מ מים.



איור 6. למעלה: מהלך יומי של תכולת הרטיבות בטיפול 3, השקיה גבוהה שלוחה אחת (24 ביולי). למטה: מאזן מים מקורב עם אמדן זהיר להתאדות מפני השטח ולדליפה לעומק הקרקע.

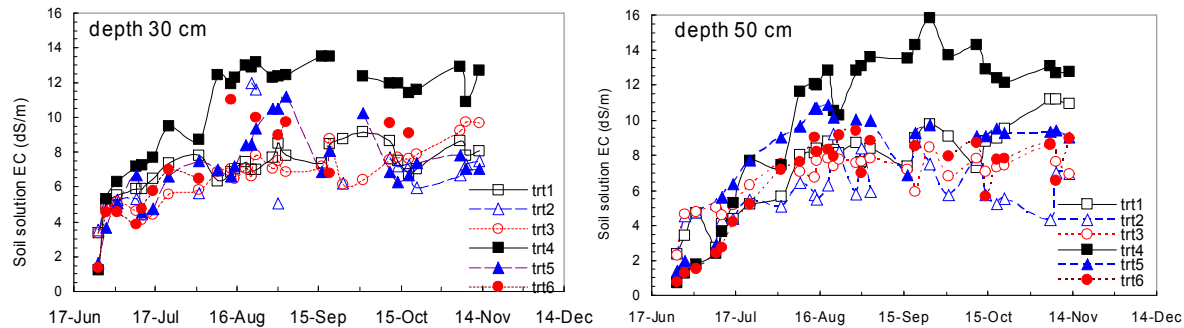


איור 7. מיקום ומהירות התקדמות חזית ההרטבה במרחקים אופקיים של 5 ו-15 ס"מ מהטפטפת.

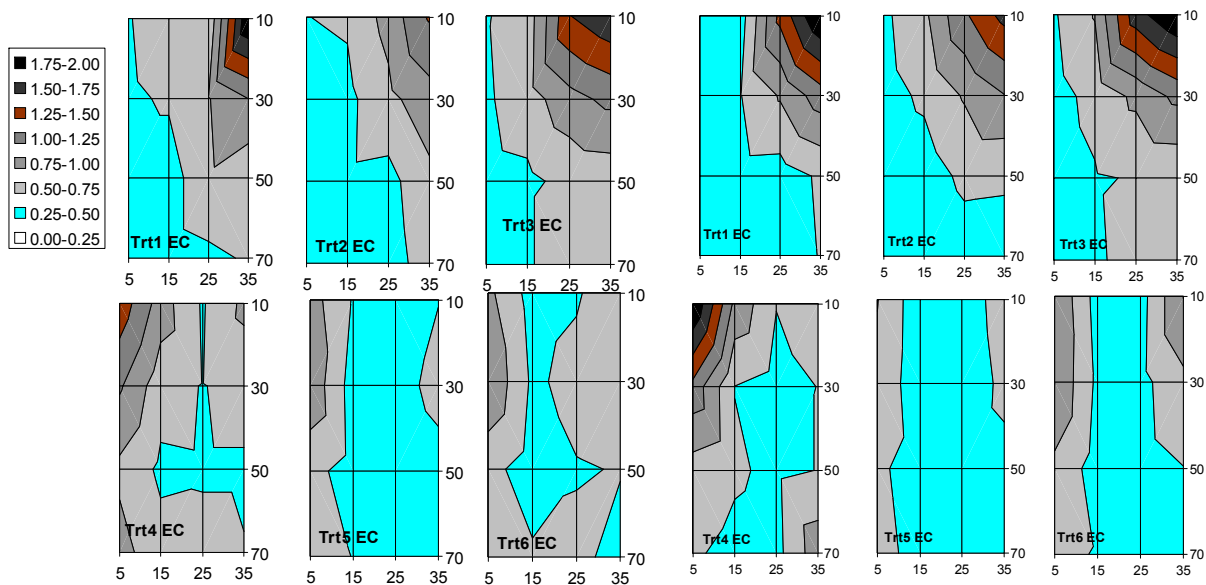
מליחות הקרקע לאורך ובסוף עונת הגידול

מעקב רציף אחר מליחות תמיסת הקרקע מתחת לשורת הצמחים מוצג באיור 8. חתך הקרקע היה שטוף ממלחים בתחילת העונה ובמרבית הטיפולים התייצבה המליחות בעומקים של 30 ו-50 ס"מ, מעבר לאיזור הקליטה העיקרי, סביב ערך ממוצע של 8 ד"ס/מ', בערך פי 2 מזה של מי ההשקיה (כ-3.6 ד"ס/מ'), כשטיפולי השטיפה התקופתית (2 ו-5) ניתן לראות את

מחזורי ההמלחה והשטיפה. רק בטיפול 4 (2 שלוחות, השקיה נמוכה) טיפסה המליחות לערכים גבוהים יותר של כ-14 ד"ס/מ'. מדיגומי מליחות הקרקע שנערכו בסוף עונת הגידול עולה כי בטיפולי שלוחה אחת (1,2,3) המלחים נשטפו למרחק של למעלה מ-30 ס"מ משורת הצמחים ובטיפולי 2 שלוחות (4,5,6) מעט מלחים הצטברו מתחת לשורת הצמחים ולא באיזור הקליטה הפעיל שהיה מתחת לשלוחות (איור 15). זה מסביר את ההשפעה הקטנה יחסית של הטיפולים על היבולים (איור 13). הדמיון בין פירוסי המליחות מול טפטפות עם וללא צמח מאושש את ההנחה של דגם הרטבה וקליטה דו-מימדי.



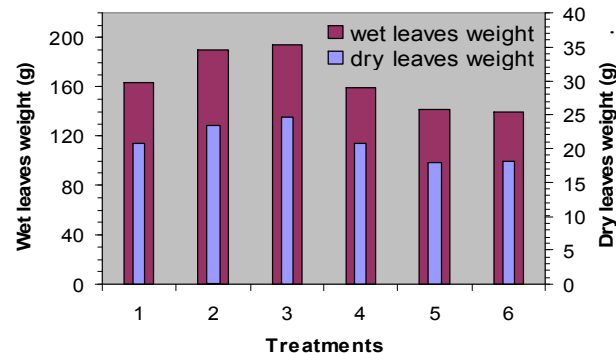
איור 8. המוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע שמוצתה ממשאבים הממוקמים במרחק אופקי של 5 ס"מ מהצמח ובעומק של 30 (משמאל) ו-50 (מימין) ס"מ ב-6 הטיפולים.



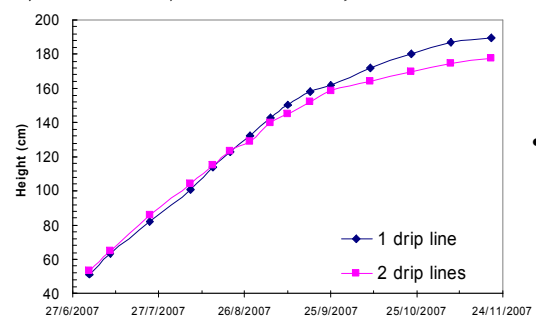
איור 9. חתכי מליחות הקרקע (יחידות של ד"ס/מ' לליטר/ק"ג קרקע) שנידגמו בסוף עונת הגידול (3 בדצמבר) מול טפטפת עם צמח (משמאל) ומול טפטפת ללא צמח (מימין) ב-6 הטיפולים.

צימוח וגטטיבי

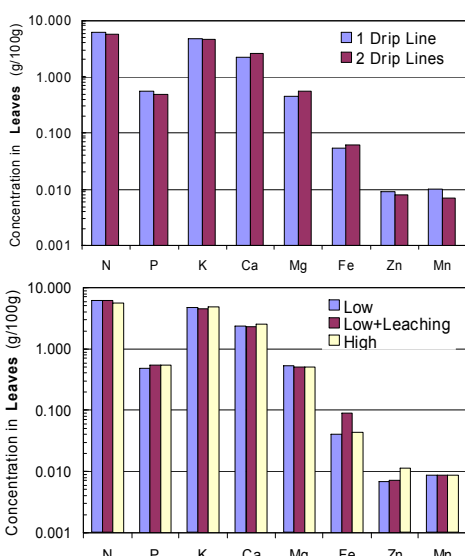
ממדיות גובה הצמחים (10) ומשקלם (11) לאורך עונת הגידול נראה כי בטיפולי 2 שלוחות היו נמוכים וקטנים יותר לעומת



טיפול שלוחה אחת, כשההבדל במשקל הצמחים הלך והצטמצם.



איור 10. גובה צמחים ממוצע בטיפולי שלוחה אחת ו-2 שלוחות לאורך העונה. 11. משקל טרי ויבש של העלים ב-6 הטיפולים בתחילת העונה (12 ביולי).



אנליזות עלים ופרות בסוף עונת הגידול הצביעה על רמות מקובלות של כל האלמנטים שנבדקו והשפעה קטנה של הטיפול, עם הבדלים בעלים (איור 12) גדולים במקצת לעומת הבדלים בפרי (לא מוצג): NPK היו גבוהים בשלוחה אחת לעומת 2 שלוחות. אבץ, מנגן גבוה בשלוחה אחת לעומת 2 שלוחות. סידן, מגנזיום וברזל גבוהים ב-2 שלוחות לעומת שלוחה אחת. חנקן נמוך בהשקיה גבוהה לעומת נמוכה ושטיפה. זרחן גבוה בהשקיה גבוהה מאשר בנמוכה. ברזל גבוה בטיפול השטיפה לעומת השקיה נמוכה וגבוהה. אבץ גבוה בהשקיה גבוהה. בפרות: הברזל היה גבוה בשתי שלוחות אבץ, מנגן גבוה בשלוחה אחת, ברזל ואבץ נמוכים בטיפול השטיפה התקופתית לעומת השקיה נמוכה וגבוהה, מנגן גבוה בשטיפה תקופתית.

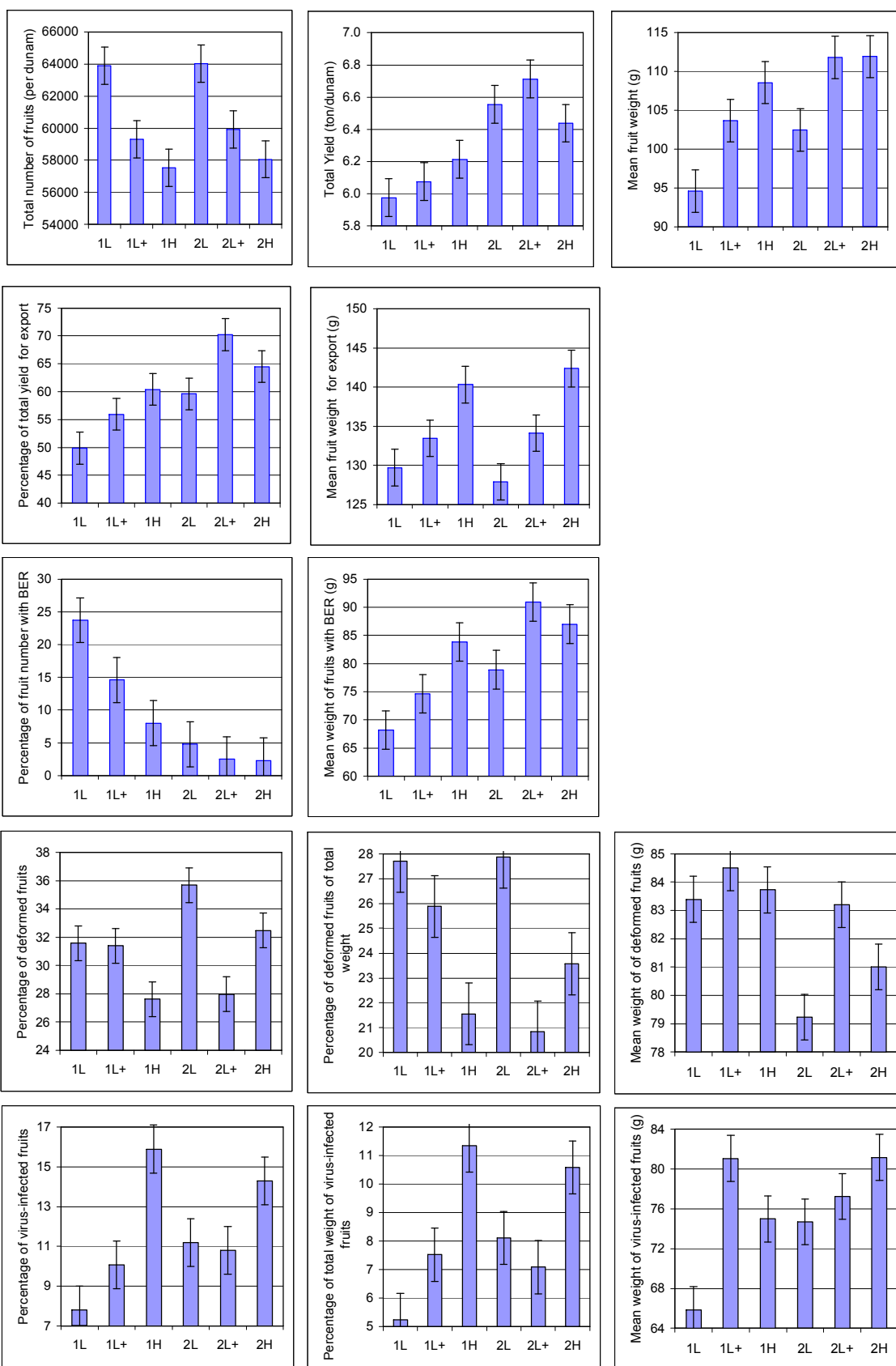
איור 12. השפעת מספר השלוחות (למעלה) וממשק ההשקיה (למטה) על ריכוזי המינרלים העלים לקראת סוף עונת הגידול. האנליזות באדיבות של אירית לבקוביץ ואבנר זילבר.

יבול

בטבלה 1 ובאיור 13 ניתן לראות ניתוח סטטיסטי של השפעת הטיפולים על היבול המצטבר הסופי ומרכיביו השונים. בלוק 1 (הדרומי ביותר) הוצא מהניתוח הסטטיסטי ומהתצוגה הגרפית מאחר ובשתי חלקות הייתה פגיעה אנושה של נמטודות כבר בשלבים ראשונים של הניסוי. השפעת הטיפולים על היבול המצטבר הכללי הייתה נמוכה עם יתרון קטן, 5%, ומובהק להשקיה ב-2 שלוחות. אחוז הפרי ליצוא בהשקיה ב-2 שלוחות היה גבוה בצורה משמעותית, ב-15%, לעומת שלוחה אחת. בהשקיה ב-2 שלוחות אחוז הפרי הנגוע בשחור פיטם היה נמוך בצורה מובהקת, פי 5, לעומת טיפולי שלוחה אחת. ב-100% השקיה היה פי 2.5 פחות שחור פיטם מאשר ב-80%, כשהנגיעות בשחור הפיטם ירדה בצורה מובהקת מצפון לדרום. אחוז הפרי המעוות היה גבוה מאד, עד 35%, ללא השפעה מובהקת של הטיפולים. תופעה נוספת שנצפתה בחודשים החמים היא פרי רך ברמות קצת יותר גבוהות בטיפולי 2 שלוחות (לא מוצג). הסיבה לכך היא כנראה נשירת עלים מוגברת.

טבלה 1. ניתוח סטטיסטי של השפעת 6 הטיפולים, מספר השלוחות, ממשק ההשקיה והבלוקים (מיקום בשדה) על מרכיבי היבול השונים

	n all	w all	mfwall	%n exp	%w exp	mfw exp	%n ber	%w ber	mfwber	%n def	%w def	mfwdef	%n vir	%w vir	mfnfwvir
trt	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-	BL1-
1L	63904	5.975	94.6	36.9	49.8	129.7	23.7a	17.4a	68.2c	31.6	27.7	83.4	7.8	5.2	65.9
1L+	59302	6.075	103.7	43.9	55.9	133.5	14.6ab	10.8ab	74.6bc	31.4	25.9	84.5	10.1	7.5	81.1
1H	57539	6.213	108.6	48.3	60.4	140.3	8.0bc	6.9bc	83.8abc	27.6	21.6	83.7	15.9	11.4	75.0
2L	64007	6.555	102.5	48.0	59.6	127.9	4.8c	3.9bc	78.9abc	35.7	27.9	79.2	11.2	8.1	74.7
2L+	59924	6.712	111.8	58.6	70.2	134.1	2.5c	1.9c	90.9a	28.0	20.8	83.2	10.8	7.1	77.3
2H	58060	6.438	111.9	50.8	64.5	142.4	2.3c	1.7c	87.0ab	32.5	23.6	81.0	14.3	10.6	81.2
met															
1L	60248	6.087b	102.3	43.0b	55.3b	134.5	15.4a	11.7a	75.5b	30.2	25.0	83.9	11.3	8.0	74.0
2L	60664	6.568a	108.7	52.4a	64.7a	134.8	3.2b	2.5b	85.6a	32.0	24.1	81.1	12.1	8.6	77.7
man															
L	63955a	6.265	98.5b	42.5	54.7	128.7b	14.2a	10.6a	73.6b	33.6	27.8	81.3	9.5	6.7	70.3
L+	59612ab	6.393	107.7ab	51.2	63.1	133.7ab	8.5ab	6.3ab	82.8ab	29.7	23.4	83.9	10.4	7.3	79.2
H	57799b	6.325	110.2a	49.6	62.4	141.3a	5.1b	4.3b	85.4a	30.0	22.6	82.4	15.1	11.0	78.1
BL															
1															
2	52743b	5.789c	110.4a	54.3a	65.7a	134.5	5.5b	4.0b	82.7	33.9	26.1	84.3	6.2b	4.5c	81.6
3	61386a	6.469ab	105.5a	46.1ab	59.5ab	137.1	6.4b	4.5b	81.8	29.8	23.7	83.2	17.6a	12.6a	76.0
4	61810a	6.885a	111.9a	54.5a	65.9a	135.8	8.8ab	6.4b	78.4	28.5	21.6	83.3	7.8b	5.5bc	80.0
5	65884a	6.167bc	94.0b	36.1b	49.1b	131.1	16.5a	13.4a	79.6	32.2	26.9	79.1	14.9a	10.4ab	65.8
Model trt															
trt	0.2392	0.2504	0.1143	0.0824	0.0627	0.1101	0.0014	0.0031	0.0720	0.4927	0.5163	0.7244	0.5229	0.3328	0.6289
bl	0.0014	0.0075	0.0133	0.0103	0.0123	0.5739	0.0348	0.0196	0.8890	0.6324	0.7955	0.3572	0.0076	0.0118	0.2152
Model main															
met	0.8276	0.0244	0.0927	0.0240	0.0165	0.8961	0.0003	0.0004	0.0320	0.5318	0.6773	0.2252	0.7641	0.4977	0.5054
man	0.0464	0.8630	0.0529	0.1655	0.1265	0.0175	0.0352	0.0626	0.0905	0.4819	0.1602	0.6372	0.2095	0.1260	0.3780
bl	0.0014	0.0075	0.0133	0.0103	0.0123	0.5739	0.0348	0.0196	0.8890	0.5718	0.3546	0.3572	0.0076	0.0118	0.2152
met*man	0.9929	0.6453	0.8368	0.4185	0.5079	0.9016	0.1452	0.2766	0.4715	0.4519	0.4369	0.8603	0.6808	0.6093	0.6222
met*bl	0.3299	0.0667	0.1652	0.1052	0.0606	0.2760	0.0880	0.0399	0.1473	0.1600	0.1459	0.9364	0.5150	0.7865	0.2629
man*bl	0.7665	0.4359	0.4750	0.3359	0.3718	0.3972	0.5475	0.5556	0.2990	0.4522	0.3897	0.0352	0.0177	0.0023	0.5851



איור 13. השפעת הטיפולים על היבול המצטבר הסופי ומרכיביו (מלמלה למטה): מספר הפרות, משקל כללי, משקל הפרי, אחוז הפרי ליצוא, אחוזי הפרי הנגועים בשחור פיסם, מעוותים ונגועים בוירוס ומשקל הפרות הנגועים.

חשיפת שורשים

חשיפת שורשים בסוף עונת הגידול מראה שהן בטיפולי שלוחה אחת (למשל בטיפול 3, איור 14) והן בטיפולי 2 שלוחות (למשל בטיפול 6, איור 15) מערכת השורשים מגיעה לעומק של כ-30 ס"מ וצורתה בקירוב גליל אופקי בקוטר של 30 ס"מ הנמצא מתחת לשורת הצמחים (ולשלוחת הטפטוף) בטיפולי שלוחה אחת (איור 14) ומתחת לשתי השלוחות, במרחק של 20 ס"מ משני צדי שורת הצמחים, בטיפולי 2 השלוחות (איור 15).



איור 14. חשיפת שורשים בטיפול 3, שלוחה אחת, השקיה גבוהה: 1. בחתך מקביל שלוחה, במרחק 20 ס"מ מהשלוחה (למעלה משמאל), 2. בחתך מקביל לשלוחה, מתחת לשורת הצמחים (למטה), 3. בחתך ניצב לשלוחה, מול טפטפת ללא צמח (במרחק של 15 ס"מ מהצמח, למעלה באמצע), 4. בחתך ניצב לשלוחה, מול הצמח (למעלה מימין).



איור 15. חשיפת שורשים בטיפול 6, 2 שלוחות, השקיה גבוהה: 1. בחתך מקביל שלוחה, במרחק 20 ס"מ מהשלוחה (למעלה משמאל), 2. בחתך מקביל לשלוחה, מתחת לשורת הצמחים (למטה), 3. בחתך ניצב לשלוחה, מול טפטפת ללא צמח (במרחק של 15 ס"מ מהצמח, למעלה באמצע), 4. בחתך ניצב לשלוחה, מול הצמח (למעלה מימין).