



1999-2001

תקופת המחקר:

306-0359-01

קוד מחקר:

Subject: MANAGEMENT OF EFFLUENT IRRIGATION
IN GRAPEFRUIT ORCHARDS

Principal investigator: FRIEDMAN SHMUEL

Cooperative investigator:

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O.)

שם המחקר: התאמת מימשק וטכנולוגיה
להשקיית אשכולית אדומה בקולחים מטופלים
של עמק יזרעאל

חוקר ראשי: שמואל פרידמן

חוקרים שותפים:

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן
50250

תקציר

הצגת הבעיה – פרדסים נטועים בעמק יזרעאל בשטחים (עם שכבת קרקע דקה בעלת מבנה נוח וקבול מים גדול על גבי שכבה מהודקת) אשר מתנקזים לשטחים בעלי ניקוז לקוי. קולחים מטופלים מחיפה ומערי העמקים שישמשו להשקיה יהיו מלוחים ונתרניים יותר ממי מוביל. מים כאלה פוגעים בפרדסים ועשויים לפגוע בתכונות הקרקע. תוספת מים לשטיפה מקטינה את גודל השטחים שאפשר להשקות, מגדילה את עומסי נפחי המים וכמויות המלחים על מערכות הניקוז המוגבלות ואת נזקי ההמלחה המשנית. היפותזות העבודה היא ששטיפת הגשם הממוצע מספיקה למניעת המלחה רב שנתית וניתן להקטין את המליחות הנצברת בעונת ההשקיה ואת תוספת המים לשטיפה, אם מגדילים את שטח ונפח ההרטבה ושוטפים לפרקים במקום בכל השקיה. מטרת המחקר היו לבחון את השפעות נפח ההרטבה והשטיפה בכל השקיה או לפרקים על מליחות הקרקע ואת תגובת עצי אשכולית להשקיה בקולחים. מהלך ושיטות העבודה - משנת 1997 בוחנים בשריד את מליחות הקרקע ותגובת עצי אשכולית אדומה ל: נפח ההרטבה ושיטת ההשקיה, איכות המים וממשק השטיפה (ב - 12 טיפולים). נפחי הרטבה וממשקי השקיה ושטיפה שונים הושגו ע"י השקיה עם 1 או 2 שלוחות טפטוף לשורת עצים או מתז לכל עץ, כל 1, 2 או 3 ימים בהתאמה, ועם מנות מים מצומצמות או עם תוספת מים לשטיפה אחת לחודש או בכל השקיה. מליחות הקרקע נמדדה עד עומק של 60 ס"מ במרחק 20 ס"מ מטפטפת או מציר מתז בתמיסות קרקע שמוצו בעזרת משאבים במהלך העונה, ובמיצוי עיסות רוויות של מדגמי קרקע, באביב ובסתיו. טנציומטרים לא הגיבו מספיק לרטיבות הקרקע והמדידות שלהם הופסקו בשנת 2000. במקביל בצענו מדידות TDR לתכולת הרטיבות והמוליכות החשמלית הגושית של הקרקע. מדידות הצמח כללו - מדידות זרימת הגזע (בתקופה קצרה בגלל תקלות במערכת המדידה), מדידות גידול היקף הגזע, מדידות גידול היקף הפרי, מדידות מספר ומשקל הפירות ובדיקות עלים לתכולת מינרלים. בגלל הערכה על סמך נתונים שנתקבלו עד 99, ששטיפה לפרקים יעילה יותר משטיפה בכל השקיה, הוקטנה בשנת 2000 למחצית כמות המים לשטיפה בטיפולים אלה, מה שגרם לירידה ביבול ולחזרה לשטיפה במנות דומות בשני ממשקי השטיפה בשנת 2001. תוצאות עיקריות - המליחות עולה עם השנים ותלויה בכמות הגשם (תקופת הדו"ח הייתה שחונה). גם במיצוי משאבים וגם בעיסה רוויה היתה המליחות כתוצאה משיטות השקיה: התזה < שלוחה אחת < 2 שלוחות. המליחות כתוצאה מממשק השטיפה: מליחות מירבית במיצוי משאבים ומזערית בעיסת קרקע רוויה בשטיפה לפרקים, ובשתי שיטות המדידה, מליחות גבוהה יותר במנה קטנה מאשר בשטיפה בכל השקיה. נתקבלו הבדלים קטנים במליחות בין שני מקורות המים וה-SAR היה גבוה יותר בקולחים. התעבות הגזעים הואטה בשלוחה אחת ובמתזים לעומת שתי שלוחות ובמנת השקיה קטנה לעומת

מנות גדולות, ללא קשר לממשק השטיפה. גידול הפרי הואץ אחרי מתן שטיפה לפרקים. קליטת המים רבה יותר עם שטיפות לפרקים מאשר עם שטיפה בכל השקיה. היבול לא הושפע מאיכות המים או ממספר השלוחות והיה נמוך יותר בהתזה. הוא פחת במנה הקטנה ולא הושפע מממשק השטיפה. עיקר ההשפעה על מספר הפירות. נראה שהצמוח רגיש יותר מהיבול לטיפולים. מסקנות והמלצות – למגדלים: להעדיף טפטוף על התזה וכנראה 2 שלוחות על שלוחה אחת. יש אינדיקציות לעדיפות שטיפה לפרקים. להמשך המחקר: צריך לבדוק תגובה למרווחים ארוכים יותר בין שטיפות עבור נפחי הרטבה גדולים יותר. צריך לבחון נפח הרטבה גדול יותר בטפטוף (להחליף את המתזים ל- 3 שלוחות טיפטוף). צריך להגדיל את מנות המים כדי לבדוד את השפעות המליחות מהשפעות הרטיבות. צריך להתאים שיטות למדידות מרחביות של המליחות והרטיבות. נראה שידרש פיתוח של שיטת פענוח גל ורגשי TDR יחודיים לתנאי מליחות

דו"ח לתכנית מחקר מספר 306-0359-99

התאמת ממשק וטכנולוגיה להשקיית אשכולית אדומה בקולחים מטופלים של עמק יזרעאל

Adjusting management and technology for the irrigation of red grapefruit with treated effluents of Emek Yizrael

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

שמוליק פרידמן	המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן 50250
אברהם מאירי	המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן 50250
בוריס נפתלייב	המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן 50250
חמי דיין	מרכז חקלאי העמק, עמק יזרעאל
בועז דננבאום	קיבוץ שריד, עמק יזרעאל
אשר איזנקוט	שרות שדה עמק יזרעאל, שה"ם
דוד גרינוולד	שרות שדה, עמק יזרעאל, שה"ם
דוד תדמור	מרכז חקלאי העמק, עמק יזרעאל

Smulik Friedman, Inst. Soil, Water and Environmental Sciences, ARO, Bet Dagan 50250. E- mail:

vwsfied@agri.gov.il

Avraham Meiri, Inst. Soil, Water and Environmental Sciences, ARO, Bet Dagan 50250. E-mail:

vwmria@agri.gov.il

Boris Naftaleyev. Inst. Soil, Water and Environmental Sciences, ARO, Bet Dagan 50250. E- mail:

vwboris@agri.gov.il

Hemi Dayan, "Merkaz Chaklaei Haemek", Emek Yizrael

Boaz Danenhirsh, Kibutz Sarid, Emek Yizrael

Asher Izenkot, Extension Service, Ministry of Agriculture, Emek Yizrael

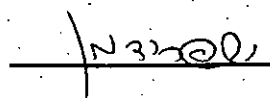
David Grinvald, Extension Service, Ministry of Agriculture, Emek Yizrael

David Tadmor, "Merkaz Chaklaei Haemek", Emek Yizrael

מרץ 2002

ניסן תשס"ב

האם הנך מאשר את ציון הפסקה הבאה בדף הפתיחה לדו"ח כן/לא מחק את המיותר*
הממצאים בדו"ח הזה הינם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר


*

הצגת הבעיה – פרדסים נטועים בעמק יזרעאל בשטחים (עם שכבת קרקע דקה בעלת מבנה נוח וקבול מים גדול על גבי שכבה מהודקת) אשר מתנקזים לשטחים בעלי ניקוז לקוי. קולחים מטופלים מחיפה ומערי העמקים שישמשו להשקיה יהיו מלוחים ונתרניים יותר ממי מוביל. מים כאלה פוגעים בפרדסים ועשויים לפגוע בתכונות הקרקע. תוספת מים לשטיפה מקטינה את גודל השטחים שאפשר להשקות, מגדילה את עומסי נפחי המים וכמויות המלחים על מערכות הניקוז המוגבלות ואת נזקי ההמלחה המשנית. היפותזות העבודה היא ששטיפת הגשם הממוצע מספיקה למניעת המלחה רב שנתית וניתן להקטין את המליחות הנצברת בעונת ההשקיה ואת תוספת המים לשטיפה, אם מגדילים את שטח ונפח ההרטבה ושוטפים לפרקים במקום בכל השקיה. מטרות המחקר היו לבחון את השפעות נפח ההרטבה והשטיפה בכל השקיה או לפרקים על מליחות הקרקע ואת תגובת עצי אשכולית להשקיה בקולחים. מהלך ושיטות העבודה – משנת 1997 בוחנים בשריד את מליחות הקרקע ותגובת עצי אשכולית אדומה ל: נפח ההרטבה ושיטת ההשקיה, איכות המים וממשק השטיפה (ב - 12 טיפולים). נפחי הרטבה וממשקי השקיה ושטיפה שונים הושגו ע"י השקיה עם 1 או 2 שלוחות טפטוף לשורת עצים או מתז לכל עץ, כל 1, 2 או 3 ימים בהתאמה, ועם מנות מים מצומצמות או עם תוספת מים לשטיפה אחת לחודש או בכל השקיה. מליחות הקרקע נמדדה עד עומק של 60 ס"מ במרחק 20 ס"מ מטפטפת או מציר מתז בתמיסות קרקע שמוצו בעזרת משאבים במהלך העונה, ובמיצויי עיסות רוויות של מדגמי קרקע, באביב ובסתיו. טנציומטרים לא הגיבו מספיק לרטיבות הקרקע והמדידות שלהם הופסקו בשנת 2000. במקביל בצענו מדידות TDR לתכולת הרטיבות והמוליכות החשמלית הגושית של הקרקע. מדידות הצמח כללו – מדידות זרימת הגזע (בתקופה קצרה בגלל תקלות במערכת המדידה), מדידות גידול היקף הגזע, מדידות גידול היקף הפרי, מדידות מספר ומשקל הפירות ובדיקות עלים לתכולת מינרלים. בגלל הערכה על סמך נתונים שנלקבלו עד 99, ששטיפה לפרקים יעילה יותר משטיפה בכל השקיה, הוקטנה בשנת 2000 למחצית כמות המים לשטיפה בטיפולים אלה, מה שגרם לירידה ביבול ולחזרה לשטיפה במנות דומות בשני ממשקי השטיפה בשנת 2001. **תוצאות עיקריות** – המליחות עולה עם השנים ותלויה בכמות הגשם (תקופת הדו"ח הייתה שחונה). גם במיצויי משאבים וגם בעיסה רוויה היתה המליחות כתוצאה משיטות השקיה: התזה < שלוחה אחת < 2 שלוחות. המליחות כתוצאה מממשק השטיפה: מליחות מירבית במיצויי משאבים ומזערית בעיסת קרקע רוויה בשטיפה לפרקים, ובשתי שיטות המדידה, מליחות גבוהה יותר במנה קטנה מאשר בשטיפה בכל השקיה. נתקבלו הבדלים קטנים במליחות בין שני מקורות המים וה-SAR היה גבוה יותר בקולחים. התעבות הגזעים הואטה בשלוחה אחת ובמתזים לעומת שתי שלוחות ובמנת השקיה קטנה לעומת מנות גדולות, ללא קשר לממשק השטיפה. גידול הפרי הואץ אחרי מתן שטיפה לפרקים. קליטת המים רבה יותר עם שטיפות לפרקים מאשר עם שטיפה בכל השקיה. היבול לא הושפע מאיכות המים או ממספר השלוחות והיה נמוך יותר בהתזה. הוא פחת במנה הקטנה ולא הושפע מממשק השטיפה. עיקר ההשפעה על מספר הפירות. נראה שהצמוח רגיש יותר מהיבול לטיפולים. **מסקנות והמלצות** – למגדלים: להעדיף טפטוף על התזה וכנראה 2 שלוחות על שלוחה אחת. יש אינדיקציות לעדיפות שטיפה לפרקים. להמשך המחקר: צריך לבדוק תגובה למרווחים ארוכים יותר בין שטיפות עבור נפחי הרטבה גדולים יותר. צריך לבחון נפח הרטבה גדול יותר בטפטוף (להחליף את המתזים ל - 3 שלוחות טיפוף). צריך להגדיל את מנות המים כדי לבודד את השפעות המליחות מהשפעות הרטיבות. צריך להתאים שיטות למדידות מרחביות של המליחות והרטיבות. נראה שידרש פיתוח של שיטת פענוח גל ורגשי TDR יחודיים לתנאי מליחות.

קולחי חיפה וערי העמק, המכילים 400 עד 800 מ"ג כלור בליטר ובעלי SAR גדול מ-3.5, ישמשו מקור מים עקרי בהיקף של כ- 40 מיליון מ³ בשנה להשקיה בעמק יזרעאל. קרקעות העמקים חרסיות עם בית שרשים רדוד על קרקע מהודקת עם ניקוז לקוי. לכן, גודל בית שרשים נקבע בעיקר ע"י גודל השטח המורטב. דליפות אל מתחת לבית השורשים גורמות לעליית מי התהום והמלחה משנית. גשמי חורף ממוצע בעמק צריכים להספיק כדי להדיח את המלחים המסיסים מבית השורשים ונזקי המליחות תלויים בצבירת מלחים בעונת ההשקיה. הצבירה תעמוד ביחס הפוך לגודל השטח המורטב ותואט אם מנות המים בשלב ההמלחה לא יכללו תוספת לשטיפה. יתכן כי שטיפות לפרקים במהלך עונת ההשקיה יהיו יעילות יותר בהדחת המלחים (ריכוז נקז גבוה יותר) מאשר שטיפה בכל השקיה. האשכולית האדומה היא גידול חשוב באזור והראה רגישות למליחות בממשק ההשקיה המקובל באזור כמתאים עם קולחים. ניסיון שהצליח חלקית הראה ששטיפה אחת או שתי שטיפות במהלך הקיץ הפחיתו את הנזק. בניסוי זה נבחנות השפעות גודל הנפח המורטב, השקיה במתנים לעומת טפטוף ושטיפה כל חודש לעומת שטיפה כל השקיה על מליחות הקרקע ותגובת העצים. הכוונה היא להגיע למזעור הנזק לעצים ע"י האטת המלחת בית השורשים בעונת ההשקיה כתוצאה מהגדלת הנפח המורטב. בנוסף, שימוש במנות שטיפה קטנות יותר, אם יושג ע"י שטיפות לפרקים, יקטין את העומס על מערכות הניקוז וסכנות ההמלחה המשנית. הגדלת הנפח המורטב תאפשר גם הקטנת מספר השטיפות לעונה. הגדלה משמעותית של הנפח המורטב בטפטוף מחייבת תוספת שלוחות. עיתוי אופטימאלי של השטיפות צריך להתבסס על תגובות צמח ו/או מליחות הקרקע. כדי להפריד בין תגובה למים ותגובה למלח דרושים טיפולים משווים במים מאיכות שונה ואפיון של פרוסי הרטיבות והמליחות. כדי למדוד בצורה אמינה את הרטיבות והמליחות בקרקע החרסיתית והתופחת של שריד, בעזרת רגשי TDR, דרוש מחקר ייחודי עם תקציב גדול מזה שעמד לרשותנו. מדידות תכולת הרטיבות במחקר הנוכחי התבססו על עקום כיול מקורב שנמדד במעבדה. המחקר בחן את קצב גידול הפירות וקליטת המים היומית כמדדים שמגיבים מהר למליחות ומדדים קרקעיים, שמדדי צמח אלה צמודים אליהם. מטרות המחקר היו: 1. קביעת ממשק השקיה ושטיפה מיטבי לאשכוליות מושקות בקולחים בתנאי העמק - קרקע חרסיתית תופחת, מערכת שרשים רדודה, קולחים מלוחים יחסית. 2. קביעת תצרוכת המים של מטע צפוף של אשכולית אדומה והתאמת מקדמי השקיה לחישובי התאדות מבוססים על נתונים מטאורולוגיים בעמק יזרעאל. 3. אפיון תגובות חלקיות וכוללות של עצי אשכולית אדומה למליחות ממוצעת עונתית שמתקבלת ממהלכים שונים. 4. פיתוח שיטות למעקב ומדידה של הפרוסים המרחביים של תכולות המים והמלח בקרקע ותצרוכת המים ע"י העצים. 5. קביעת מדדים צמחיים שמגיבים מהר לשינויים במליחות הקרקע ויכלים לשמש לקביעת עיתויי השטיפות ומדדים קרקעיים שהתגובה הצמחית צמודה להם בזמן. 6. בחינת שיטה לקביעת מליחות תמיסת הקרקע (כמדד לעיתוי שטיפה) מתוך מדידה בו-זמנית של רטיבות ומוליכות חשמלית גושית באמצעות מחושי TDR.

חומרים ושיטות

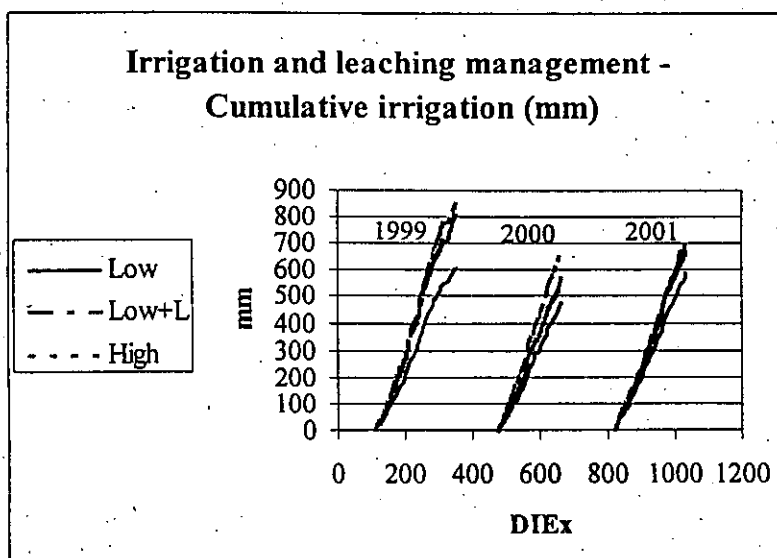
המחקר מבוצע בפרדס אשכולית אדומה *Sunrise* על כנת חושש, בשריד, שננטע בכיוון מזרח מערב במרחקים 5 X 3 מ' בשנת 1992. השקיה עם מי קולחים נתנה דרך 3 מערכות השקיה - 1 או 2 שלוחות טפטוף לשורת עצים או מתז עין-טל של 30 לש לעץ. השקיה עם מים שפירים רק ב- 2 שלוחות טפטוף. שלוחת טפטוף אחת נמשכה

ליד הגזעים מצפון ושתי שלוחות במרחק של כ- 40 ס"מ מצפון ודרום לגזעים. הטפטפות אל נגר מוסתות לספיקה של 4 ל/ש, מרווחות 1 מ לאורך השלוחות. מנות המים שנתנו בטיפולים הרטובים (שטיפה בכל השקיה) דומות למנות שניתנו ע"י המגדל במטעים המסחריים. הטיפולים היבשים קיבלו מנה מוקטנת ב- 17% עד 29% וטיפולי השטיפה לפרקים דומים ליבשים במשך כל החודש ואת ההפרש לטיפולים הרטובים הוספנו בהשקיה בסוף כל חודש. בשנת 2000 הוקטנו לחצי מנות השטיפה בטיפולי שטיפה לפרקים, לאחר נתוח תוצאות קודמות. ירידת היבול אחרי השינוי הביאו להגדלת המנות חזרה בשנת 2001. המנות בטיפולי שטיפה לפרקים היו בתחום 84% עד 95% מהמנה בטיפולים הרטובים (טבלה 1). הם לא הגיעו ל- 100% בגלל תקלות ובגלל התקופה האחרונה של השקיה מצומצמת שהופסקה עם תחילת הגשמים, ללא השלמה לשטיפה. בטבלה 1 מתוארים הטיפולים ונתוני ההשקיה לשנות המחקר 99 - 01. באיור 1 מובאים המהלכים של כמויות המים המצטברות לטיפולי השטיפה השונים לשנים אלה. ההבדלים בין השנים נובעים מהבדלים באורך עונות ההשקיה וכמויות הגשם לפני עונות ההשקיה שהיו 328, 477 ו- 361 מ"מ, בהתאמה.

טבלה 1. טיפולי ההשקיה בפרדס שריד: שיטת ההשקיה, ממשק השטיפה ואיכות המים (ממוצעים וסטיות תקן לכל המדידות ב-3 שנים), ומנות ההשקיה הכוללות לשנים 1991, 2000 ו-2001.

מנה מ"מ			ממשק שטיפה	שיטת השקיה	מים			
2001	2000	1999			SAR	כלוריד meq/l	מוליכות dS/m	מקור
570	486	586	ללא L	ספטוף שלוחה אחת 1LE	3.69(1.57)	8.86(1.65)	1.97(0.29)	1. קולחים
627	566	800	לפרקים L+L	ספטוף שלוחה אחת 1LE	3.69(1.57)	8.86(1.65)	1.97(0.29)	2. קולחים
672	661	828	כל השקיה H	ספטוף שלוחה אחת 1LE	3.69(1.57)	8.86(1.65)	1.97(0.29)	3. קולחים
675	476	619	ללא L	ספטוף שתי שלוחות 2LF	2.69(0.62)	7.09(1.10)	1.19(0.10)	4. מוביל
778	567	819	לפרקים L+L	ספטוף שתי שלוחות 2LF	2.69(0.62)	7.09(1.10)	1.19(0.10)	5. מוביל
814	697	901	כל השקיה H	ספטוף שתי שלוחות 2LF	2.69(0.62)	7.09(1.10)	1.19(0.10)	6. מוביל
534	471	629	ללא L	ספטוף שתי שלוחות 2LE	3.69(1.57)	8.86(1.65)	1.97(0.29)	7. קולחים
648	567	811	לפרקים L+L	ספטוף שתי שלוחות 2LE	3.69(1.57)	8.86(1.65)	1.97(0.29)	8. קולחים
678	680	809	כל השקיה H	ספטוף שתי שלוחות 2LE	3.69(1.57)	8.86(1.65)	1.97(0.29)	9. קולחים
576	471	590	ללא L	מתזים ME	3.69(1.57)	8.86(1.65)	1.97(0.29)	10. קולחים
652	563	794	לפרקים L+L	מתזים ME	3.69(1.57)	8.86(1.65)	1.97(0.29)	11. קולחים
689	661	847	כל השקיה H	מתזים ME	3.69(1.57)	8.86(1.65)	1.97(0.29)	12. קולחים

איור 1. כמויות מים מצטברות ממוצעות לממשקי ההשקיה והשטיפה בניסוי שריד בשנים 1999 - 2001 מבוטאים כנגד מספר הימים החל מ-1.1.1999 (DIE_x).



בטבלה 2 מובאים הממוצעים וסטיות התקן של בדיקות תכולות מומסים במי ההשקיה שנדגמו במשך השנים 01-99 במיכל אליו הוכנסה טפטפת אחת. בהשוואה למי מוביל הקולחים מלוחים יותר (כשרק חלק מהעליה בגלל כלורידים) מכילים יותר סידן ומגנזיום ונתרן, פי 2 בורון ובעלי SAR גבוה יותר. הקולחים מכילים יותר אשלגן, זרחן וחנקן. כמעט כל החנקן בקולחים אמוניאקלי. למים השפירים הוסף אמוני חנקתי ב-1999 וב-2000, וב-2001 בשל מעבר הפרדס המסחרי לחקלאות אורגנית הוסף הדשן "ניפרט נוזלי (6.5% חנקן)" ברמה של תוספת 20 ח"מ חנקן למי ההשקיה. התכנון פקטוריאלי לא מלא עם 12 טיפולים ב-4 בלוקים באקראי. כל חלקה היא קטע של שורה עם 4 עצי מדגם ו-2 עצי שוליים, ללא שורות גבול.

טבלה 2. איכות מי ההשקיה ב-3 עונות ההשקיה 01-99 (ממוצעים וסטיות חקן לכל המדגמים).

שפירים		קולחים		מדד
ס.ת.	ממוצע	ס.ת.	ממוצע	
0.10	1.19	0.29	1.97	EC dS·m ⁻¹
1.10	7.09	1.65	8.86	Cl meq·l ⁻¹
1.19	6.61	2.15	9.62	Ca+Mg meq·l ⁻¹
0.74	4.81	2.61	7.83	Na meq·l ⁻¹
0.62	2.69	1.57	3.69	SAR
0.06	0.12	0.83	1.30	K mg·l ⁻¹
0.64	0.55	3.18	3.93	P mg·l ⁻¹
26.67	17.37	3.02	1.82	N(NO ₃) mg·l ⁻¹
23.33	16.50	12.80	14.99	N(NH ₄) mg·l ⁻¹
-	0.12	0.08	0.22	B mg·l ⁻¹

המעקב אחרי השפעות הטיפולים כלל בדיקות קרקע וצמח:

בדיקות הקרקע

בשני בלוקים: מיצויי תמיסת קרקע בעזרת משאבים בעומקים 30 ו- 60 ס"מ במרחק של כ- 20 ס"מ מטפטפת או ממתז מתחת לנוף בצד צפון של השלוחה (כד"כ ניתן היה למצות את תמיסת הקרקע רק בטיפולי הטפטוף). המדידות נעשו מספר פעמים בעונה. ההכרח לצמצם במספר ימי המדידה מנע תאום מועדי המדידה וההשקיות בטיפולים השונים וחלק מההבדלים בין הטיפולים והשונות בתוך טיפול נבע מהמרחק בזמן מההשקיה. **בארבעה בלוקים:** פרופילי מליחיות מיצויי עיסות רוויות ממדגמי קרקע שנלקחו באביב ובסתיו בכל החלקות לעומק 60 ס"מ ובמיקום דומה לזה של המשאבים. התאמת שיטת ה-TDR לניסוי שריד: בדיקות in-situ של רטיבות ומליחות הקרקע בעזרת TDR נעשו מספר פעמים בעונה ב-4 חתכים מצפון לטפטפת במרחקים של 20 ו-40 ס"מ ועומקים של 20 ו-50 ס"מ בחזרה אחת בטיפולים 2, 3, 8, ו-9 (שלוחה אחת או שתיים עם קולחים ושטיפה לפרקים או בכל השקיה, ללא חזרות). בנוסף הותקנה חלקה לכויל קריאות TDR למוליכות תמיסת הקרקע. החלקה בגודל 1.0*0.6 מ מדופנת עם מחיצות פלסטיק שחודרות לעומק 0.6 מ בקרקע למניעת תנועת מים אל ומהצדדים. חלקה זו הושקתה במי מוביל דרך מספר טפטפות גדול ששמרו על הצפה. אספקת המים הייתה ממיכל של 1 מ³ שמולא אחת לשבוע והספיק ל 5 עד 6 ימים.

בדיקות הצמח

קליטת מים נמדדה בשיטת גל החום ב-4 עצים מחלקה אחת בטיפולי 2 שלוחות מושקים עם קולחים עם שטיפה לפרקים או כל השקיה (טיפולים 8 ו-9). היקף הגזעים נמדד באביב של כל שנה בדיוק של 1 מ"מ בעזרת סרט

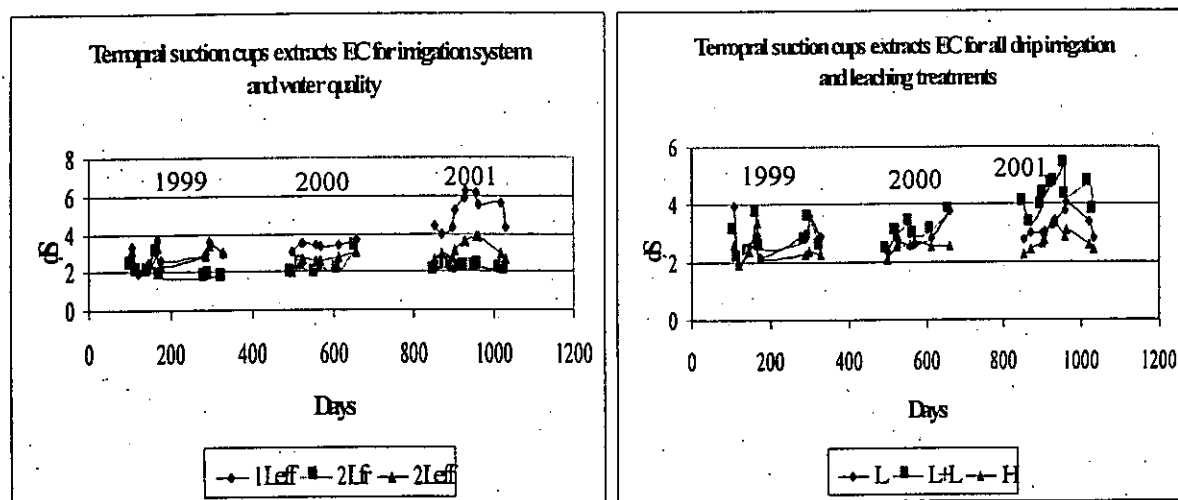
מדידה בכל העצים בניסוי (ממוצע לטיפול מייצג 16 עצים). היקף פרי נמדד רק ב-99 ב-6 טיפולים: 1 ו-2 שלוחות קולחים בכל ממשקי ההשקיה והשטיפה. המדידה בעזרת טבעת סרט בדיוק של 0.5 מ"מ ב-8 פירות לחלקה בצד דרום של העצים (כל ממוצע מייצג 32 פירות). יכול נקטף בסוף מרץ או תחילת אפריל של כל שנה מכל 4 העצים בחלקה ביחד. בתרמיל קטיפ אחד בכל חלקה נקבעו המשקל ומספר הפירות וחושב משקל פרי ממוצע.

תוצאות

בדיקות קרקע

נתוני מליחות של מיצויי תמיסת קרקע בעזרת משאבים – באיור 2 מובאים המהלכים העונתיים, הממוצעים לגורמים הראשיים, של המוליכויות החשמליות של תמיסת הקרקע בשנים 99 – 01. המליחות עולה לאורך השנים בחלקות מי קולחים ולא במים שפירים. המליחות בכל שנה והעליה במליחות משנה לשנה גדולות יותר בטיפולי שלוחה אחת מאשר בטיפולי שתי שלוחות (איור 2 שמאל), מה שמתאים להיפותזה של מחקר זה שהגדלת נפח ההרטבה מורידה את מליחות הנפח המורטב. בהשוואת ממשקי ההשקיה והשטיפה (איור 2 ימין) המליחות מזערית בטיפולים עם שטיפה כל השקיה, ברמת ביניים במנת המים המצומצמת וברמה מירבית בטיפולי השטיפות לפרקים. התוצאה נוגדת את הנחת העבודה ונדונה בהמשך. העליה לאורך השנים מתבטאת גם באביב (תחילת הקווים) ומעידה על שטיפה מוגבלת בחורף. ההבדלים בין אביבי 99 ו-01 לעומת 00 תואמים הבדלים בכמויות הגשם של 328 ו-361 לעומת 477 מ"מ בהתאמה. מעניינת שטיפת היתר בגלל תוספת של 120 עד 150 מ"מ גשם.

איור 2. מהלכי המוליכות החשמלית של תמיסות הקרקע בשנים 99 – 01 בהשפעת גודל מנת ההשקיה ועיתוי השטיפה (ימין) ושיטת ההשקיה ואיכות המים (שמאל). (ממוצעים של משאבים בעומקים של 30 ו-60 סמ' בשתי חזרות)



בטבלה 3 מובאים הממוצעים וסטיות התקן של מדידות מיצויי המשאבים בכל הטיפולים והעומקים בכל שנה בתקופת הדו"ח. סטיות התקן הגדולות בגלל הבדלים עונתיים ומספר משאבים שונה שפעלו בכל דיגום. נתוני ה-EC עולים עם השנים כשעיקר העליה בין 00 ל-01. מבחינת היונים הנבדקים סדר העליה: $Na < Ca < Cl$ וללא שינוי ב-SAR. ייתכן ואי-עליית ה-EC בשנת 00 בגלל שטיפה חורפית רבה יותר. אפשרות נוספת היא שמנות ההשקיה הקטנות בשנת 00 (טבלה 1, איור 1) היא הגורם להמלחה מעטה ביותר בשנה זו.

טבלה 3. ממוצעים וסטיות תקן לכל מדידות תכולות ויחס המומסים במיזויי המשאבים בטיפול הטפטוף בשנים 99-01.

ממד	1999		2000		2001		כל המדידות	
	ממוצע	ס.ת.	ממוצע	ס.ת.	ממוצע	ס.ת.	ממוצע	ס.ת.
EC dSm	2.61	0.90	2.77	1.16	3.43	2.27	3.03	1.74
Cl meq/l			14.95	7.00	21.27	19.55	17.38	13.62
Na meq/l			11.81	5.31	13.55	10.56	12.76	8.60
Ca+Mg meq/l			14.95	4.63	18.49	10.94	16.89	8.83
SAR			4.30	1.53	4.24	1.88	4.27	1.73

בטבלה 4 מובאים הממוצעים וסטיות התקן של כל המדידות של מדדי המומסים במיזויי המשאבים בתקופת הדו"ח עבור גורמי הניסוי – שיטות טפטוף (ללא טיפולי ההשקיה במתזים) ואיכות המים וממשק ההשקיות והשטיפות. לשונות הנובעת מגורמי הניסוי למעלה מתווספת השונות בין השנים ומרחק בימים מההשקיה. בשתי שלוחות היו ה-EC וה-Cl גבוהים יותר בקולחים מאשר במי מוביל וה-Na וה-Ca היו משום מה נמוכים יותר. בשלוחה אחת לעומת שתי שלוחות קולחים היו ה-EC וה-Cl גבוהים במידה רבה וה-Na, Ca ו-SAR במידת מה. בהשוואת ממשקי ההשקיה והשטיפה היו המוליכות וריכוזי הכלוריד גבוהים ביותר בטיפול שטיפות לפרקים (L+L) ונמוכים ביותר בטיפולים עם שטיפה מתמדת (H), וריכוזי ה-Na וה-Ca גבוהים ביותר בטיפול L (ללא שטיפה), ברמות ביניים בטיפול L+L ונמוכים ביותר בטיפול H. כדי להבין את ההבדלים האלה וגם את ההבדלים בין ממצאים ממיזויי משאבים וממיזויי מידגמי קרקע, שמובאים בהמשך, דרושה הבנה טובה יותר של משמעות שיטות המיזוי השונות ושל דיגום במרחק 20 ס"מ מטפטפת או ציר מתז בכל המקרים.

טבלה 4. השפעות משתני הניסוי על הממוצעים וסטיות התקן של מדידות תכולות ויחס המומסים במיזויי המשאבים בשלוש שנות הדו"ח בטיפול הטפטוף. (EC מ 3 שנים ויותר המדדים מ-2 שנים).

ממד	1LE		2LF		2LE		L		L+L		H	
	ממוצע	ס.ת.	ממוצע	ס.ת.	ממוצע	ס.ת.	ממוצע	ס.ת.	ממוצע	ס.ת.	ממוצע	ס.ת.
EC dSm	3.94	2.10	2.20	0.95	2.62	0.92	2.59	1.15	3.83	2.55	2.53	0.82
Cl meq/l	24.52	19.76	12.37	5.88	14.69	4.78	16.16	7.89	21.67	20.89	14.22	4.99
Na meq/l	11.18	10.71	12.02	13.24	9.98	6.70	14.15	13.14	10.06	6.78	7.61	4.57
Ca+Mg meq/l	13.38	11.20	14.83	15.12	12.85	8.94	15.67	13.92	13.09	9.21	10.80	6.51
SAR	5.18	2.12	3.00	0.78	4.22	1.00	4.14	1.16	4.88	2.49	3.82	1.00

מליחות מיזויי עיסות רוויות של מדגמי קרקע - בטבלה 5 מובאים נתוני בדיקות הקרקע מאוקטובר בשלוש שנות הדו"ח בתגובה לשיטות ההשקיה ואיכות המים (ממוצעי הגורמים, בשלוש רמות השטיפה, לעומקים של עד 60 ס"מ במרחק 20 ס"מ מטפטפת או מתז מתחת לנוף בצד צפון של השורה). ב-00 הייתה המליחות נמוכה יותר מאשר ב-99 או 01. גם במיזויי משאבים ראינו זאת. אנו מיחסים הבדלים אלה להבדלים בשטיפה החורפית (כמויות הגשם לפי סדר יורד: $00 < 01 < 99$) ואולי גם למנות ההשקיה הקטנות (טבלה 1). בשנת 99 הייתה המליחות גבוהה במיוחד בטיפול מי מוביל. אין לנו הסבר לזה. בהשוואה בין שיטות ההשקיה בקולחים, המליחות וה-SAR לפי סדר יורד: $1LE < 2LE < M$ בשנים 99 ו-00, וב-01 ערכים נמוכים ביותר ב-2LE. התוצאה של השנה האחרונה, ולא של שנים קודמות, תואמת את היפותזת העבודה של השפעת הנפח בטפטוף ותואמת גם את ממצאי המשאבים. המליחות הגבוהה יותר במתזים אינה תואמת את השפעת הנפח המורטב ונובעת, כנראה, מפילוג שונה מאד של המים ואופי שונה של תנועת המים בחתך במרחק 20 ס"מ מטפטפת או מזקף המתז. כדי לבדוק הגדלה נוספת של הנפח המרטב לעומת שתי שלוחות צריך להחליף את המתזים ב-3 שלוחות טפטוף.

טבלה 5. השפעות שיטת ההשקיה ואיכות המים על הממוצעים של תכולות ויחס המומסים במיצויי עיסות רוויות של מדגמים בסחיו של שנים 01-99 (כל ערך ממצע 12 מדגמים עד עומק של 60 ס"מ).

M			2LE			2LF			1LE			מדד
01	00	99	01	00	99	01	00	99	01	00	99	
4.17	2.26	3.34	2.23	2.35	2.66	2.54	1.79	3.79	3.51	2.18	2.25	EC dSm
31.8	14.1	24.1	12.6	13.6	15.8	17.0	11.0	16.9	22.7	11.7	14.0	Cl meq/l
20.0	12.6	17.2	11.0	10.3	14.3	11.4	6.8	13.3	14.2	7.8	12.0	Na meq/l
20.9	11.7	19.4	12.0	14.6	14.6	15.7	12.4	31.6	20.4	15.2	13.8	Ca+Mg meq/l
6.41	5.39	5.76	4.92	3.99	5.71	4.24	2.61	3.25	4.58	2.93	4.77	SAR

בחינת השפעות ממשקי ההשקיה והשטיפה (טבלה 6) מראה בכל השנים מליחות ו - SAR בסדר יורד: $H < L$. זאת בהתאם להנחת העבודה ששטיפות גדולות לפרקים תהיינה יותר יעילות משטיפות בכל ההשקיות. ההבדל בין ממצאי מיצויי המשאבים ומדגמי הקרקע דורש הסבר. נראה שההסבר טמון בהתפלגויות המרחביות של תכולת המים והמליחים בקרקע, כולל ההשפעות האפשריות של מבנה הקרקע על תמיסת הקרקע הנדגמת במשאבים לעומת התמיסה שמגיעה לשיווי משקל שונה עם כל נפח הקרקע בעיסה.

טבלה 6. השפעות ממשק ההשקיה והשטיפה על הממוצעים של מדידות תכולות ויחס המומסים במיצויי עיסות רוויות במדגמי הסחיו של שלוש שנות הדו"ח עד עומק של 60 ס"מ (כל ערך ממצע 12 דגימות).

H			L+L			L			מדד
01	00	99	01	00	99	01	00	99	
3.22	1.92	2.85	2.76	2.13	2.42	3.35	2.40	3.76	EC dSm
21.7	11.0	17.5	18.2	12.5	13.7	23.1	14.2	22.0	Cl meq/l
14.7	8.4	13.3	12.6	8.6	12.2	15.1	11.3	17.1	Na meq/l
17.7	11.8	18.3	15.2	13.8	15.8	18.8	14.9	25.5	Ca+Mg meq/l
5.14	3.57	4.73	4.74	3.37	4.65	5.23	4.35	5.24	SAR

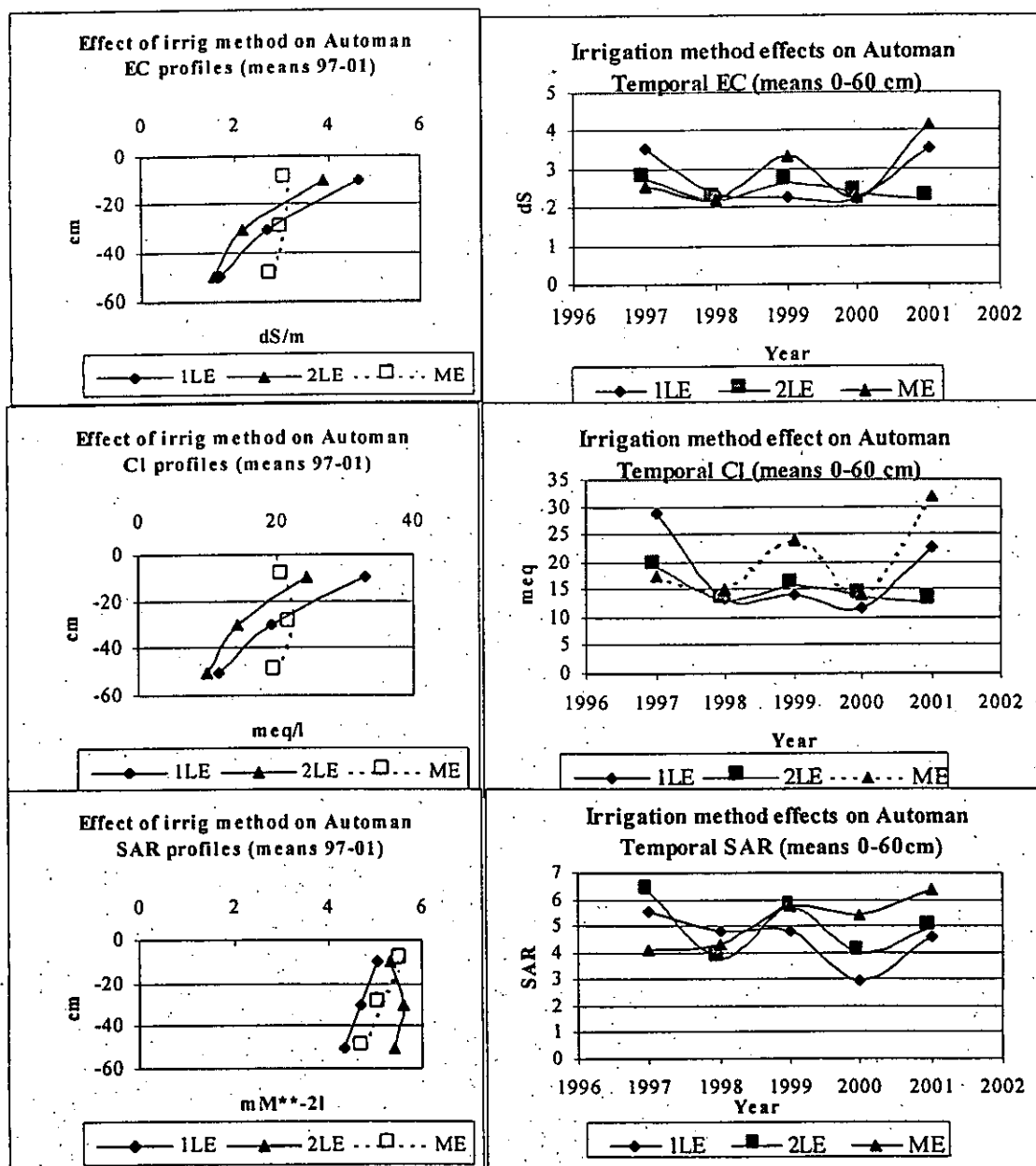
באיוורים 3 עד 5 מובאים הפרופילים הממוצעים של בדיקות הקרקע בעונות הסחיו ב-3 שנות הניסוי לשלושת גורמי הניסוי - שיטות השקיה, איכות מים ומשטר שטיפה.

אזור 3 שמשווה שיטות השקיה עם קולחים מראה שוני בצורת הפרופילים בין טפסוף בו הריכוזים יורדים עם העומק למתזים בהם הפרופילים אחידים. בשכבה העליונה טיפולי הטפסוף מלוחים יותר מטיפולי המתזים, ועמוק יותר טיפולי המתזים מלוחים יותר. ה-SAR כמעט אחיד בעומק גם בטפסוף בגלל עליה ביחסי ריכוז הנתרן לריכוז הסידן, שמפצה על הירידה בריכוזיהם המוחלטים עם העומק (ראה טבלה 5). המהלכים הרב שנתיים של תכולת המליחים בכל העומק הנמדד מראים תנודות שנתיים עם עליה משמעותית בשנת 01. התנודות בטיפולי M ו- 1L גדולים מהתנודות בטיפולי 2L. ההבדלים בין טיפולי הטפסוף מתאימים להנחת העבודה שגידול הנפח המורטב יקטין את קצבי ההמלחה. התנהגות טיפולי M שונה. נראה שבמקום הדיגום כמויות המים החודרות לעומק בהתזה גדולות מאלו שבטפסוף ושדגם הזרימה בקרקע שונה ומשפיע על הסעת המליחים. המוליכות והריכוזים בסדר יורד: $2L < 1L < M$. ה-SAR בסדר יורד: $1L < 2L < M$.

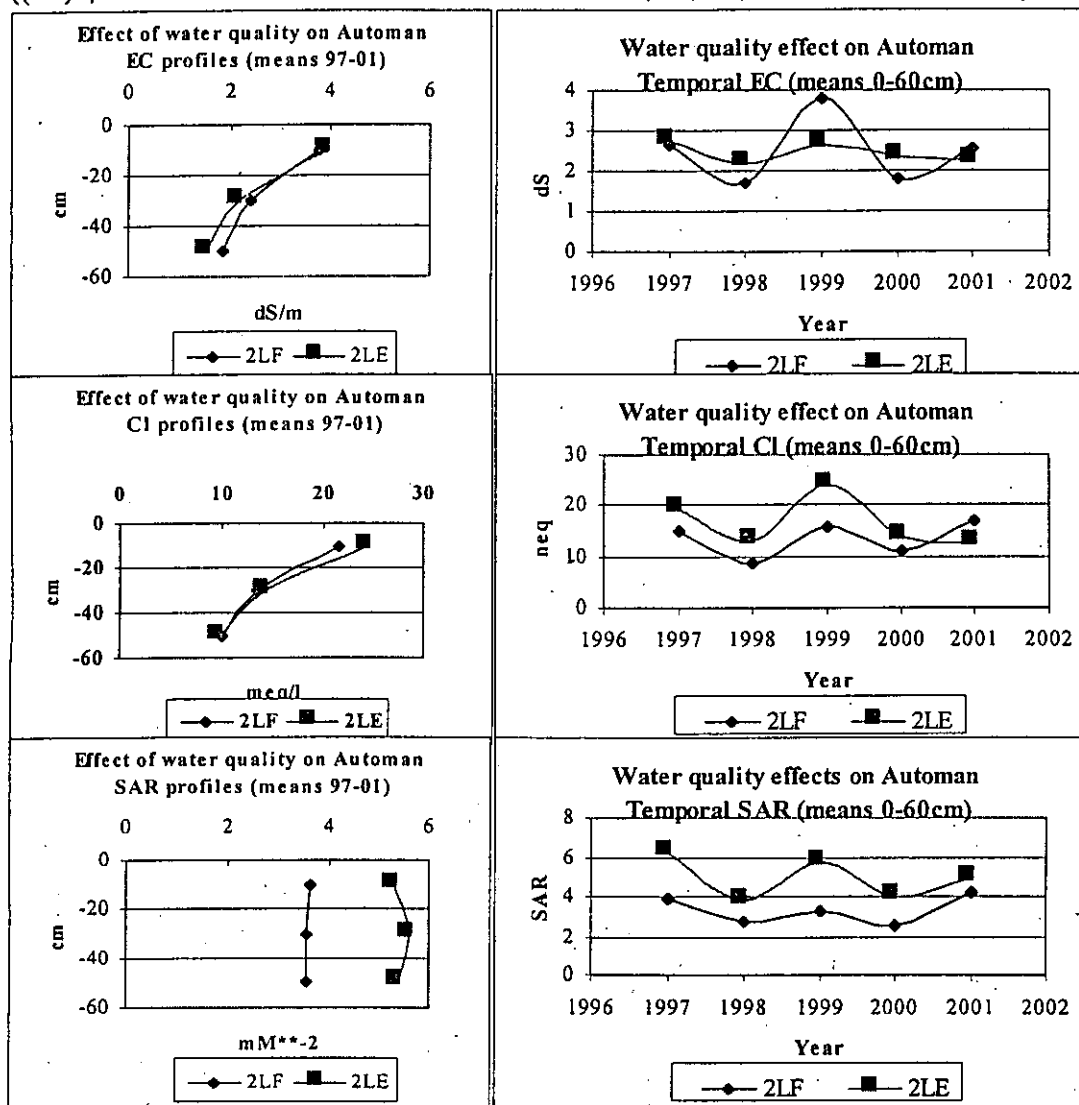
אזור 4 שמשווה בין איכויות המים בהשקיה בשתי שלוחות טפסוף מראה פרופילי מליחות דומים לשני סוגי המים ו-SAR גבוה יותר בקולחים. הדמיון בריכוזים מצביע אולי על צריכה גדולה יותר של מי מוביל מאשר של קולחים. ההבדל ב-SAR מתאים להבדלים בהרכבי המים (ראה גם טבלאות 1 ו-5). גם כאן רואים תנודות שנתיים במליחות כשהמוליכויות וריכוזי ה-Cl חוצים לאורך השנים (לא ברור למה) וה-SAR תמיד יותר גבוה בקולחים.

איור 5 שמשווה מנות מים עונתית והחלוקה שלהם לעיתויי שטיפה מראה בשכבה העליונה מליחות בסדר יורד: $L+L < H < L$ ומליחות בעומקים גדולים יותר ו-SAR בכל העומקים: $L+L = H < L$. המליחות הנמוכה יותר בשכבה העליונה בטיפול $L+L$ תומכת בהנחת העבודה ששטיפה בפעילות יותר יעילה כשמתחילים לשכבה העליונה וסה"כ תכולת המלחים בפרופיל הנמדד. הדמיון בין שני הטיפולים הרטובים יותר, בלי השפעה לחלוקה העונתית, מראה שהתנועה לעומק הייתה דומה בשני הממשקים וההבדלים ביניהם בגלל תנועה לטרלית או בגלל הבדלים שנגמרים בעומק של 20 ס"מ. נפח המים להשקיה אחת לטפטפת היה בתחום 7.5 עד 20 ל'. נפח המים בפעילות השטיפה לפרקים באמצע הקיץ הגיע ל-150 או 75 ליטר לטפטפת ב-1 או 2 שלוחות בהתאמה.

איור 3. השפעת שיטת ההשקיה על מליחות והרכב מיצוי עיסות רוויות בסופי עונות ההשקיה בקולחים. פרופילים ממוצעים לעונות 97-01, כשכל ערך ממצע 60 דגימות משמאל. המהלך הרב שנתי של ממוצעים על עומק 0-60 ס"מ, כשכל ערך ממצע 45 דגימות מימין (מרחק כ-20 ס"מ מאבזור הקצה, חלקות קולחים E, IL שלוחות טפטוף אחת, 2L שתי שלוחות טפטוף, M מתוים).



איור 4. השפעת איכות המים על מליחות והרכב מיצויי עיסות רוויות בסופי עונות ההשקיה. פרופילים ממוצעים לעונות 97-01, כשכל ערך ממצע 40 דגימות משמאל. המהלך הרב שנתי של ממוצעים על עומק 0-60 ס"מ, כשכל ערך ממצע 30 דגימות מימין (מרחק כ-20 ס"מ מטפטפת, חלקות קולחים E ומי מוביל F. בכל הטיפולים: שתי שלוחות טפטוף (2L)).

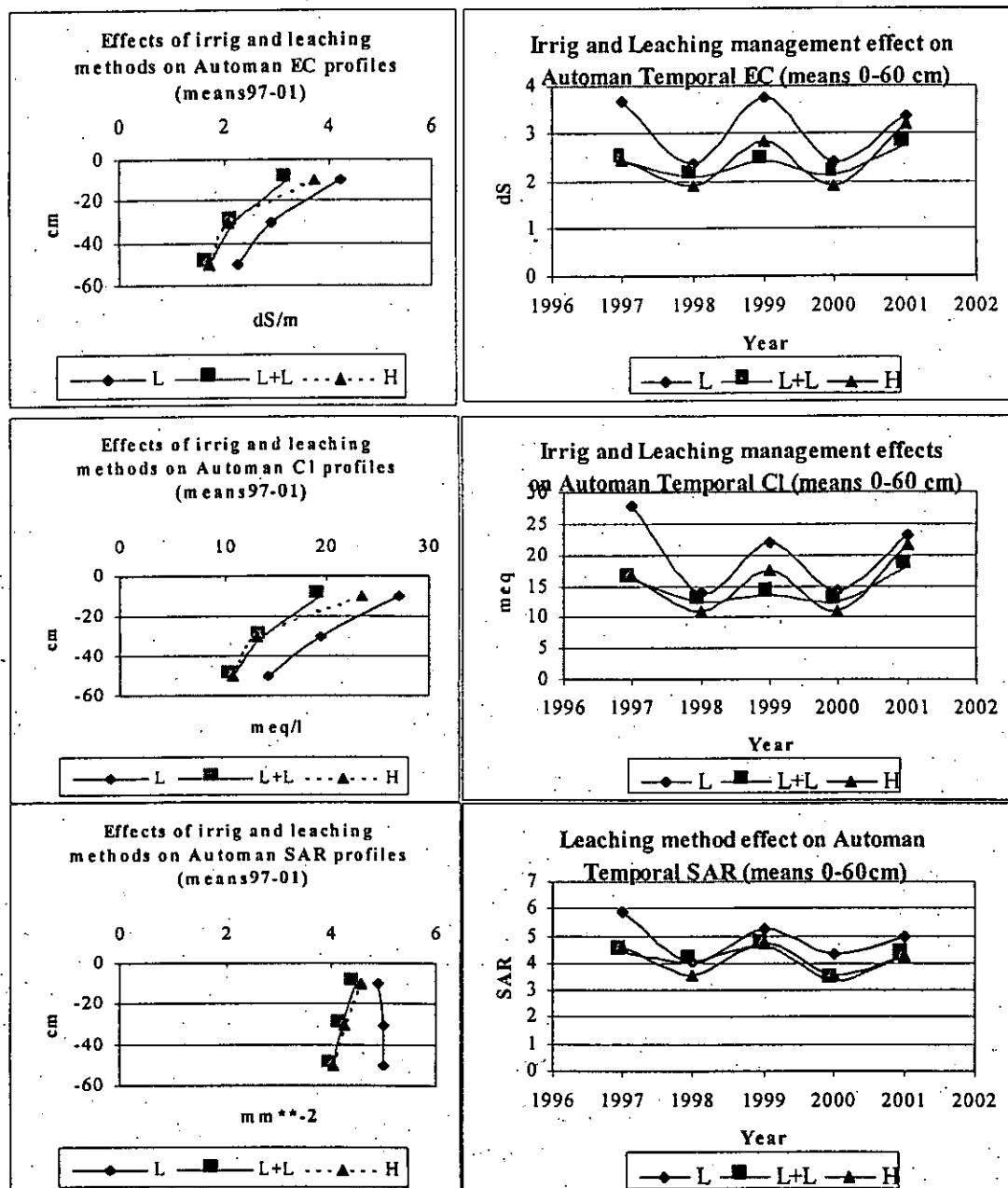


באיור 6 מושווים הפרופילים הממוצעים של מדדי המליחות בטיפולי 1 או 2 שלוחות בקולחים ב-3 השנים 99-01. המליחות גבוהה יותר עם שלוחה אחת. בשתי השיטות בשכבה העליונה מליחות מירבית במנה גדולה כל השקיה ומזערית בטיפולי שטיפות לפרקים. ההבדלים בין שיטות השטיפה תואמים את הנחות העבודה. לעומת זאת, המליחות הנמוכה יותר בשכבה העליונה והגבוהה יותר בעומק בטיפולים היבשים גם בשלוחה אחת וגם בשתי שלוחות (בטיפולי LE) לעומת HE נוגדת את ממצאי הממוצעים ל-5 עונות של כל הטיפולים, שכוללים גם מתזים (M) ומים שפירים בשתי שלוחות (LF) מראה שחשוב לבחון טוב יותר את ההשתנויות של המליחות במרחב ובזמן גם כשמדובר בטפטוף תכוף. המליחות הנמוכה מתחת לעומק 20 ס"מ נובעת כנראה בגלל כמות המלח הקטנה שמגיעה לשם בכל השקיה ובגלל דליפה לעומק גדול מ-60 ס"מ בעונת הגשמים.

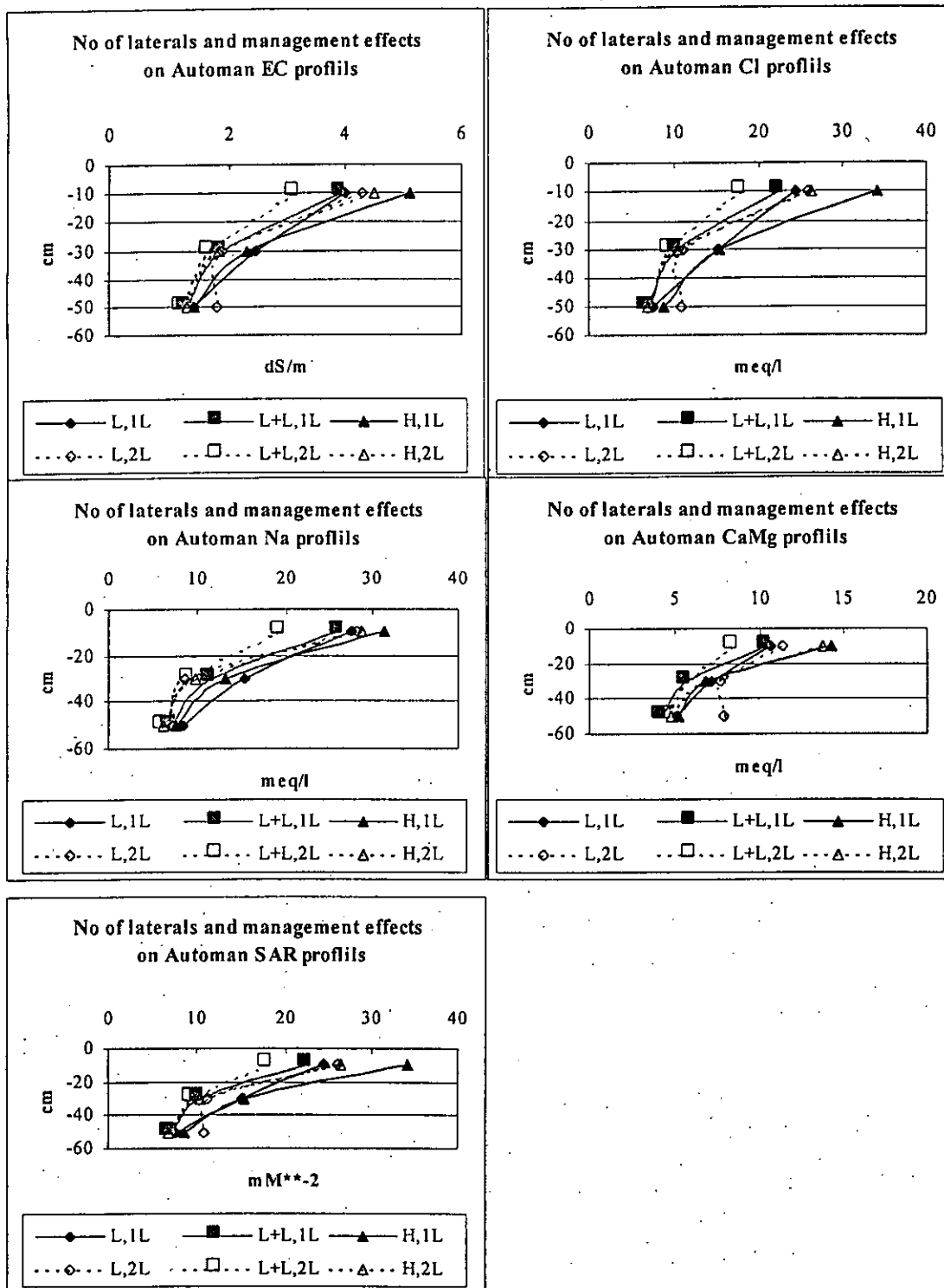
מדידות ה-TDR לתכולת הרטיבות והמוליכות החשמלית הגושית נערכו רק בחזרה אחת (לכן לא מוצגות התוצאות שנתקבלו), ולעתים קרובות לא אפשרה המוליכות החשמלית הגבוהה של הקרקע את קביעת תכולת הרטיבות שלה. ככלל, תכולת הרטיבות הנפחית במרחקים של 10 ו-40 ס"מ מהטפטפת (בניצב לשלוחה)

ובעומקים של 20 ו-50 ס"מ היתה גבוהה מאד במהלך עונת ההשקיה, בסביבות 0.5 עד 0.6 (בטיפול הנדקים: 2, 3, 8 ו-9). תופעה מעניינת שנצפתה היא שבסוף עונת הגשמים ותחילת עונת ההשקיה היתה הקרקע יבשה יותר (מכולת רטיבות נפחית של 0.3 לערך) בקרבת הטפטפת (מרחק של 10 ס"מ מהשלוחה, בעומקים של 20 ו-50 ס"מ) מאשר במרחק של 40 ס"מ מהשלוחה (0.5 לערך).

איור 5. השפעת ממשקי השטיפה על מליחות והרכב תמיסת הקרקע בסופי עונות ההשקיה. פרופילים ממוצעים לעונות 97-01, כשכל ערך ממצע 80 דגימות משמאל. המהלך הרב שנתי של ממוצעים על עומק 0-60 ס"מ, כשכל ערך ממצע 60 דגימות מימין (מרחק כ-20 ס"מ מאביזר הקצה, מים E ו-F, שיטות השקיה 1L ו-2L ו-M). מנות מים: קטנות (L), גדולות (H) או קטנות עם השלמה בסוף כל חודש את החסר לגדולות (L+L).



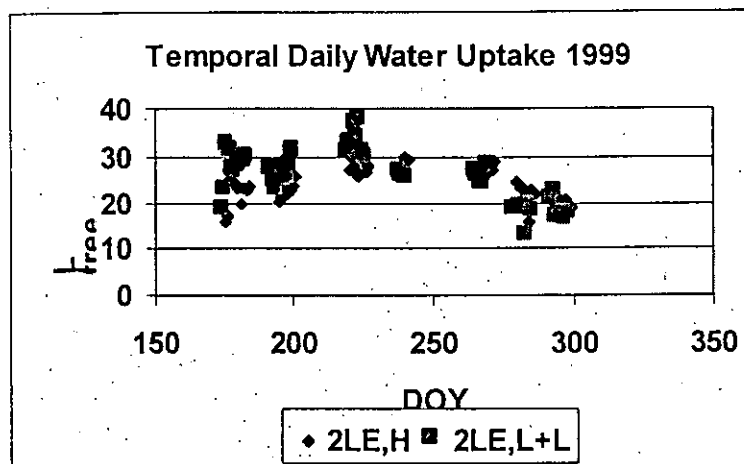
איור 6. פרופילי המליחות הממוצעים ל-3 שנות הדו"ח בסתיו, בשלוחה אחת או שתיים (מי קולחים) בממשקי השקיה ושטיפה שונים (כל נקודה ממוצע של 4 מדידות).



תגובת הצמח

קליטת מים – ב-99 נמדדה הקליטה בשיטת גל החום רק ב-4 עצים של חלקה אחת בטיפולים: 2 שלוחות עם שטיפה חודשית (טיפול 8 2LE,L+L) או שטיפה בכל השקיה (טיפול 9, 2LE,H). המהלכים העונתיים של קליטת המים ב-99 (איור 7) מראים קליטה רבה יותר בטיפול השטיפה החודשית במשך רב הקיץ, עם עליה בקליטה עד אוגוסט וירידה אח"כ. כן נמדדה עליה בקליטת המים בתגובה לפעילות השטיפה החודשית עד אוגוסט. בטבלה 7 מובאים נתוני קליטת המים לתקופות בהן היו מדידות בטיפולים 8 ו-9 (2LE,L+L ו-2LE,H) בשנים 98 ו-99 ולטיפולים 2 ו-3 (1LE,L+L ו-1LE,H) ב-98. בשתי השנים ובשתי שיטות ההשקיה היתה הקליטה רבה יותר בטיפולי L+L מאשר בטיפולי H, מה שמתאים להבדלים במליחות עיסה רוויה. כמוכן היתה הקליטה ב-2 שלוחות רבה מהקליטה בשלוחה אחת, מה שמתאים להבדלים במליחות ותואם את ההבדלים בצמוח הגזע, אבל לא את חוסר ההבדל ביכול קליטת המים המירבית לעץ (מחושבת לדונם) הייתה פחות מ-2.5 מ'מ ליום, בעוד המנה המרבית הגיעה ל-4 מ'מ ליום. ביחוד גדול ההבדל בין הכמות הנקלטת ומנות ההשקיה לקראת סוף הקיץ כשהקליטה פוחתת, מה שמסביר את הירידה במליחות בסוף העונה (איור 2).

איור 7. נתוני קליטת מים יומית בקיץ 99 (ליטר לעץ). השקיה בקולחים עם שתי שלוחות ושטיפה חודשית (טיפול 8) או בכל השקיה (טיפול 9) (ממוצעים של 4 עצים בטיפול).

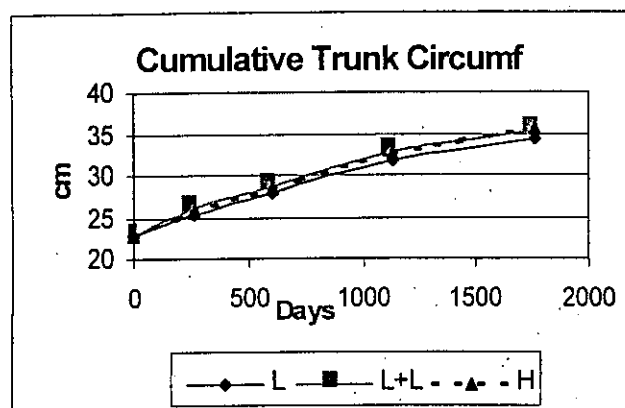


טבלה 7. השפעות מספר השלוחות וממשקי השטיפה על קליטת המים ע"י העצים. נתונים לתקופות שונות בשנים 98 ו-99 (כל טיפול מייצג נתוני 4 עצים באותה חלקה וכל ערך מייצג את הממוצע שלהם כפול מספר ימי המדידה, לפחות 16 ימים x עץ).

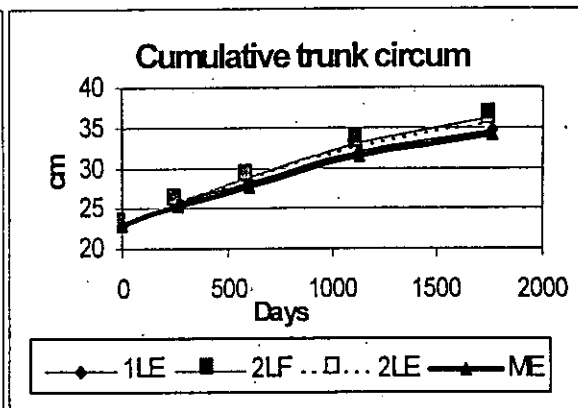
2LE,H		2LE,L+L		1LE,H		1LE,L+L		תקופה
סח	ממוצע	סח	ממוצע	סח	ממוצע	סח	ממוצע	
				4.4	19.4	5.5	20.4	26.4.98-29.11.98
				4.4	21.0	5.5	21.7	31.5.98-16.9.98
5.5	25.0	4.8	28.4					8.6.98-16.9.98
				2.9	25.3	2.3	29.0	14.5.68-31.5.68
2.7	33.4	2.2	34.3					8.6.98-20.6.98
				1.9	23.4	1.9	22.9	20.6.98-29.6.98
				3.0	26.1	2.4	23.2	30.6.98-30.7.98
5.5	31.7	4.1	35.0					10.7.98-13.7.98
6.0	24.1	10.7	25.2					24.6.99-26.10.99
3.8	27.9	12.2	30.9					20.7.99-29.8.99

גידול היקף הגזע - באיורים 8 ו-9 מובאים המהלכים של גידול היקף הגזעים כממוצע למשתני הטיפול הראשיים (ניתוח שונות בטבלה 8). הגזעים גדלו לאט יותר בטיפולי שלוחה אחת או מתזים בהשוואה לטיפולי 2 שלוחות (איור 8). הפחיתה בגידול הגזע במתזים תואמת פחיתה ביבול (איור 12) ומליחות יותר גבוהה (איור 3). ייתכן שעצים המושקים במתזים סבלו גם מעקת מים, כיוון שבחלקות המתזים לא יכולנו לינוק תמיסת קרקע בעזרת משאבים. לעומת זאת בטיפולי שלוחה אחת לא הייתה פחיתה ביבול לעומת 2 שלוחות, למרות ההבדלים במליחות, ולא היו הבדלים בין מי מוביל וקולחים עם שתי שלוחות. בהשוואת ממשק ההשקיה והשטיפה (איור 9) נמצאה ירידה בגידול הגזע במנת המים המופחתת ולא נמצאו הבדלים בין שטיפה קבועה וחודשית. נראה שלהבדלים הקטנים במליחות בגלל עיתוי שטיפה לא הייתה השפעה. הפחיתה בגידול הגזע והיבול בטיפולי L מראות שמנות המים הקטנות היו קטנות מידי. נראה שרגישות היבול והצמח לעיתוי השטיפה הייתה קטנה. את ההבדלים בצמח הגזע בין טיפולי שלוחה אחת ושתי שלוחות ניתן אולי ליחס לרגישות גדולה יותר של הצמח משל הניבה למליחות. בהמשך המחקר רצוי להגדיל את מנות ההשקיה, כך שגם במנות הקטנות לא יהיה מחסור במים ושההבדלים בין הטיפולים יהיו רק במליחות הקרקע.

איור 9. השפעות ממשקי ההשקיה והשטיפה על היקף הגזע (ס"מ) החל מ-1996.



איור 8. השפעות שיטת ההשקיה ואיכות המים על היקף הגזע (ס"מ) החל מ-1996.

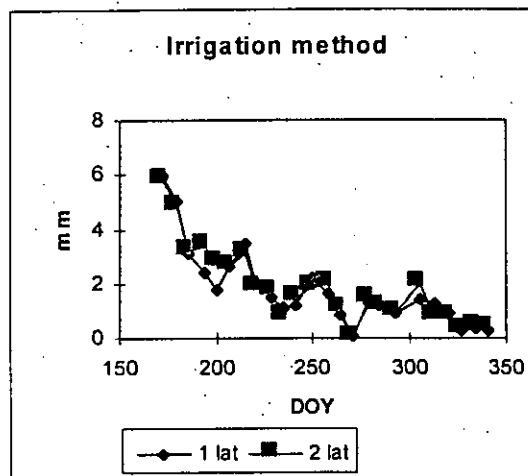


טבלה 8 השפעות שיטות ההשקיה, איכות המים, ממשק ההשקיה והשטיפה על היקף הגזעים בשנת 2001: (ניתוח שונות של 9 טיפולי קולחים שמהווים 3 שיטות x 3 ממשקים מימין ושל 6 טיפולים שמשווים קולחים לשפירים ב-3 ממשקי השקיה משמאל).

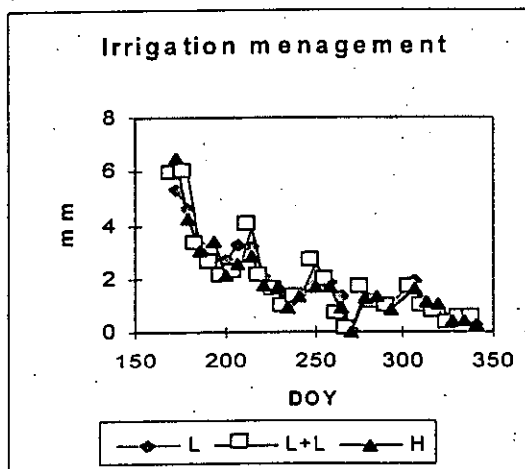
פיקטור	בהשקיה בקולחים	בשתי שלוחות
	בגלל שיטת השקיה	בגלל איכות מים
1LE	34.67ab	
2LF		36.15
2LE	35.81a	35.82
ME	34.22b	
בגלל ממשק השקיה ושטיפה		
L	34.16b	35.17b
L+L	35.14ab	35.83ab
H	35.40a	36.95a
אינטראקציה	ns	ns

היקף הפרי גדל בקצבים משתנים לאורך העונה עם האצה בטיפול L+L לאחר השטיפות מעבר לטיפול L או H. בסה"כ גידול הפרי ב-2 שלוחות יותר מהיר כאשר היה ביניהם הבדל. נראה כמדד רגיש שדורש יותר דיוק במדידה.

איור 10. השפעת שיטת ההשקיה על תוספת היקף הפרי השבועית (מ"מ) ב-99.

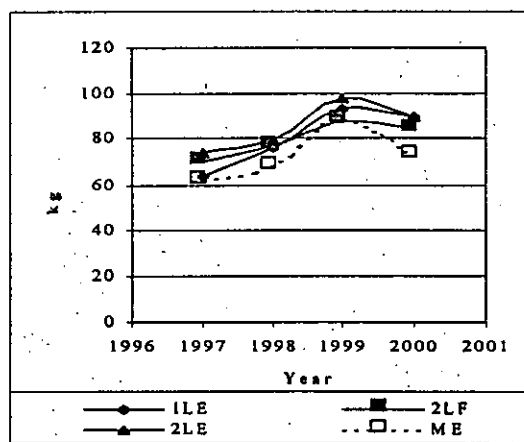


איור 11. השפעות ממשקי ההשקיה והשטיפה על תוספת היקף הפרי השבועית (מ"מ) ב-99.

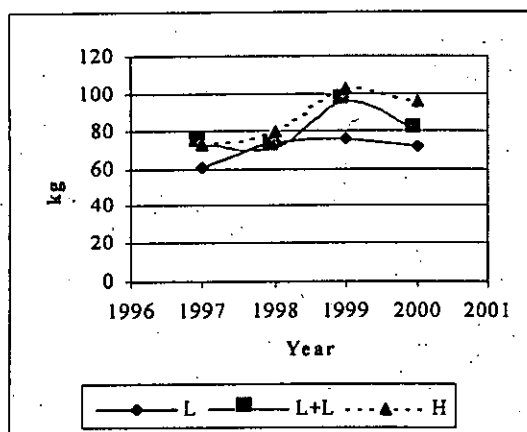


היבול. היבולים גדלו מתחילת הניסוי עד 1999 בהתאמה לפרדס צעיר. הבדלים בין טיפולי הטפסוף נראים משנת 1998 ונחיתות המתזים נראית כבר ב-1997. הבדלים במשקל היבול בשנים 99-00 (יבול שנת 01 ייקטף בתחילת אפריל 02) היו יותר בגלל ממשק ההשקיה והשטיפה מאשר בגלל שיטת ההשקיה ואיכות המים (איורים 12,13).

איור 12. השפעות שיטת ההשקיה ואיכות המים על משקל היבול (ק"ג/עץ) עם השנים.

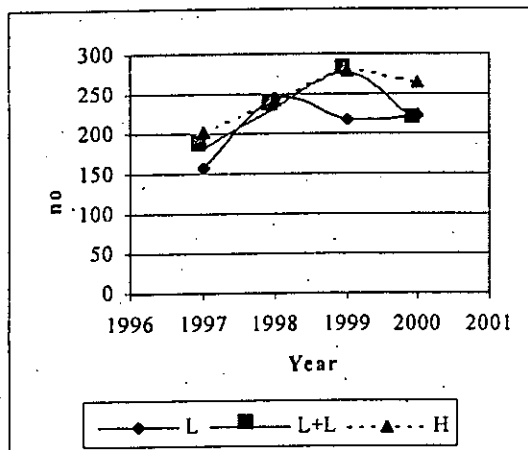


איור 13. השפעות ממשקי ההשקיה והשטיפה על משקל היבול (ק"ג/עץ) עם השנים.

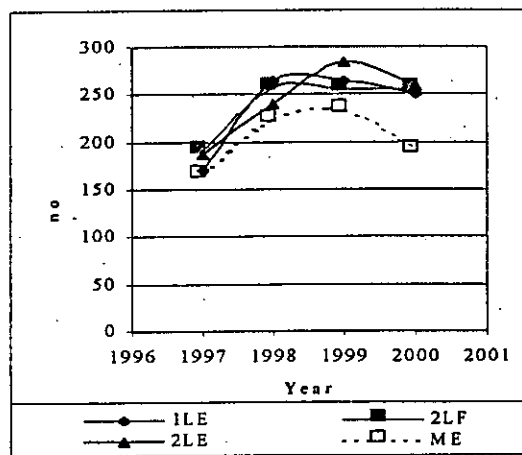


במנת ההשקיה הקטנה היו היבולים נמוכים יותר. בשנת 2000 קיבלו טיפולי L+L מנה שהייתה בין אלו של טיפולי L וטיפול H (איור 1), ולכן כנראה היבול קטן בהשוואה לטיפול H. בהשוואה של שיטת השקיה ואיכות מים היו טיפולי המתזים נחותים כל השנים, בשלוחה אחת התחילו נמוך והיו קצת יותר נמוכים משתי שלוחות עם קולחים. בשלוחה אחת הייתה המליחות גבוהה במקצת בהשוואה לשתי שלוחות, אך לא ברור אם במידה מספקת לגרימת פחיתה ביבול במשך זמן של 3 שנים. היבול נמוך במקצת במים שפירים, ייתכן ובגלל הזנה לא מספקת בפרדס אורגני בדישון עם זבלים מאושרים לעומת אספקת חומרי הזנה בקולחים. ההשפעה על היבול יותר בגלל השפעה על מספר הפירות (איורים 14,15) מאשר על משקל הפירות (איורים 16,17). למעשה, יש אפילו גידול במשקל הפרי הממוצע, כשקטנים משקל היבול הכללי ומספר הפירות.

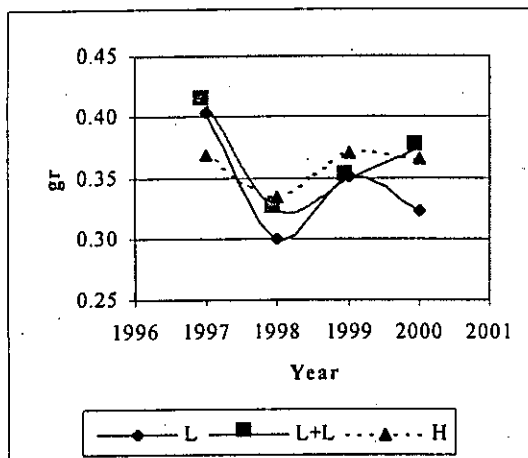
איור 15. השפעות ממשקי ההשקיה והשטיפה על מספר הפירות לעץ עם השנים.



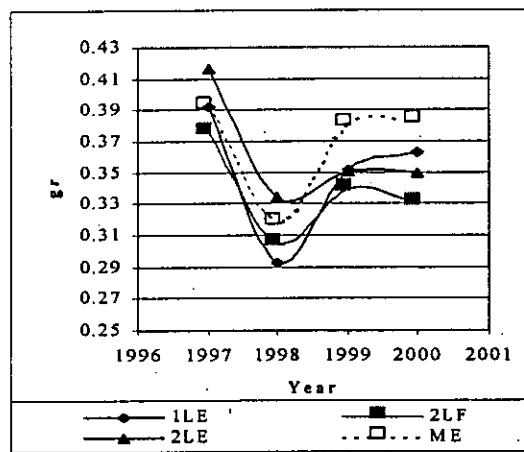
איור 14. השפעות שיטת ההשקיה ואיכות המים על מספר הפירות לעץ עם השנים.



איור 17. השפעות ממשקי ההשקיה והשטיפה על משקל פרי ממוצע (גר) עם השנים.



איור 16. השפעות שיטת ההשקיה ואיכות המים על משקל פרי ממוצע (גר) עם השנים.



בטבלאות 9 ו-10 מובאים נתונים לקטיף אפריל 01 (יבול 00) והיבול המצטבר ל-4 שנים (97-00). בטבלה 9 משווים את איכויות המים בשתי שלוחות ב-3 ממשקי ההשקיה והשטיפה. ב-00 לא היה כל הבדל מובהק בגלל איכות מים, וביבול המצטבר ל-97-00 היו הפירות גדולים באופן מובהק בקולחים. גם ב-00 היו הפירות בקולחים גדולים יותר (אך לא בצורה מובהקת). השפעת ממשקי ההשקיה והשטיפה על גודל הפירות לא הייתה מובהקת. אבל, ב-00 היו פירות טיפולי L קטנים בהרבה. ההשפעה על משקל היבול ומספר הפירות הייתה בסדר עולה: $L > L+L > H$ גם ב-00 וגם במצטבר. את ההבדל בין מי מוביל לקולחים אנו מייחסים להבדלים בדישון. בעונת 00 עברו טיפולי המוביל לדשנים מתאימים לחקלאות אורגנית, שגרמו לירידה משמעותית ברמת החנקן בעלים ב-01 (טבלה 11). התגובה לממשקי ההשקיה והשטיפה מראה קשר חזק בין היבול ומספר הפירות ומנת המים העונתית ולא בגלל עיתוי השטיפה. בכל השנים טיפולי L+L קבלו קצת פחות מים וב-00 הרבה פחות מים מטיפולי H (טבלה 1, איור 1). בטבלה 10 משווים שיטות ההשקיה בקולחים (1LE, 2LE, ME) ב-3 ממשקי ההשקיה והשטיפה. כאן ההבדל בגודל הפירות לא מובהק, אם כי הפירות במתזים גדולים יותר. היבולים במתזים נמוכים בהשוואה לטיפולי טפטוף בהם אין הבדל בין 1 או 2 שלוחות. למרות הפירות הגדולים יותר במתזים, מספרם הקטן גרם ליבול (משקל כולל לעץ) נמוך. ההבדלים בגלל ממשקי ההשקיה ושטיפה דומים לאלה שתוארו בטבלה 9.

בטבלה 11 מובאים נתוני אנליזות העלים מסתיו 01 לפי הגורמים שיטות השקיה ואיכות מים ולפי ממשקי השקיה ושטיפה. הבדלים שניתן לציין: כלוריד גבוה בטיפולי שלוחה אחת עם קולחים ונמוך בטיפולי שתי שלוחות עם מים שפירים. הרמה הגבוהה בשלוחה אחת התאימה להנחת העבודה שהקטנת הנפח המורטב תגדיל סכנת מליחות. הבדל היחסי בין קולחים, ללא מוביל גדול מההבדל ביניהם בתכולת הכלוריד במים או בבדיקות הקרקע. בורון גבוה יותר בקולחים בלי הבדל בין גורמים אחרים. הרמה בקולחים מתחת לערכים מזיקים. חנקן נמוך מאד במי המוביל, מה שמצביע על דישון לא נכון בדשנים שמתאימים לחקלאות האורגנית.

טבלה 9. השפעות הגורמים איכות המים וממשק השטיפה על משקל הפרי הממוצע, מספר ומשקל הפרות לעץ (נתוני 00 ונתונים מצטברים ל 00-97).

שיטה ואיכות מים		פרי ממוצע (קג)		מספר פירות לעץ		ק"ג לעץ	
		00	00-97	00	00-97	00	00-97
איכות מים							
מוביל	2LF	0.330	0.338b	256	959	82	319
קולחים	2LE	0.350	0.363a	259	972	90	341
ממשק שטיפה							
ללא	L	0.315	0.346	240b	873b	76c	293c
לפרקים	L+L	0.354	0.356	246b	965ab	81b	332b
כל השקיה	H	0.350	0.349	290a	1058a	100a	365c
אינטראקציה		ns	ns	ns	ns	ns	ns

טבלה 10. השפעות הגורמים שיטת ההשקיה וממשק השטיפה על משקל הפרי הממוצע, מספר ומשקל הפרות לעץ בחלקות מי קולחים (נתוני 00 ונתונים מצטברים ל 00-97).

שיטה ואיכות מים		פרי ממוצע (קג)		מספר פירות לעץ		ק"ג לעץ	
		00	00-97	00	00-97	00	00-97
שיטת השקיה							
שלוחה אחת	1LE	0.363	0.350	250a	950a	91a	323a
שתי שלוחות	2LE	0.350	0.363	259a	972a	88a	341a
מתים	ME	0.383	0.369	190b	810b	73b	290b
ממשק שטיפה							
ללא	L	0.350	0.358	219b	813b	71c	282b
לפרקים	L+L	0.370	0.356	230ab	966a	83b	330a
כל השקיה	H	0.376	0.368	251a	953a	85a	342a
אינטראקציה		ns	3%	2%	5%	2%	ns

טבלה 11. השפעת איכות המים, שיטת ההשקיה וממשק ההשקיה והשטיפה על תכולת המינרלים בעלים בסתיו 01. (אנליזות נעשו על דוגמאות מעורבות מ-4 החזרות בכל טיפול ולכן לא נעשה נתוח סטטיסטי).

פקטור	Ca	Mg	Na	Cl	B	N(NO3)	K	P
	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	%	%
שיטת השקיה ואיכות המים								
1LE	2.24	0.30	0.09	0.91	106	57	0.24	0.035
2LF	2.34	0.30	0.09	0.53	68	28	0.30	0.038
2LE	2.35	0.30	0.09	0.70	117	57	0.31	0.037
ME	2.71	0.28	0.10	0.69	113	52	0.35	0.039
ממשקי השקיה ושטיפה								
L	2.46	0.30	0.08	0.69	101	46	0.29	0.037
L+L	2.39	0.29	0.09	0.70	101	46	0.31	0.038
H	2.39	0.29	0.10	0.73	101	53	0.30	0.037

סיכום דו"ח המחקר

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתכנית העבודה.

בחנית ההנחה שצמצום נפח ההרטבה יגדיל את מליחותו. בחנית ההנחה ששטיפה לפרקים יעילה יותר משטיפה כל השקיה. בחנית תגובת היבול לממשקי ההשקיה והשטיפה ואיכות המים. בחנית שינויים במליחות הקרקע בתגובה לטיפולים. התאמת שיטות (TDR) in situ להערכת פילוגי הרטיבות והמליחות בנפחים המורטבים. (המחקר עסק בכל המטרות).

2. עיקרי הגיוניים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.

פרופילי המליחות והיבולים מראים הבדלים ניכרים במשטר המלחים, וכנראה גם המים ובתגובת היבול להתזה או טפטוף עם יתרון ברור לטפטוף. צמוח הגזע כנראה רגיש יותר מהיבול לעקות מים ומלח. נתוני היבולים המצטברים תומכים בהנחת היסוד שהעצים סובלים יותר בטפטוף בנפח קטן. לא נמצא יתרון ברור לשטיפה לפרקים, ייתכן שבגלל הפעלת השטיפות באותו עיתוי בכל נפחי ההרטבה. יש לבחון את האפשרות לרווח את השטיפות כשנפחי ההרטבה גדלים. התברר שיש לשפר את ההערכה של פילוג המליחות והרטיבות.

3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.

ההשקיה במתזים אינה יעילה והפחיתה יכול בהשוואה לטפטוף. שלוחה אחת העלתה את מליחות הקרקע והפחיתה את היבולים לעומת שתי שלוחות. השטיפה מעלה את היבול והעיתוי שלה לא משפיע עליו. נראה ששטיפה לפרקים הייתה יעילה יותר בהדחת המלחים, אולם ההבדל לא הספיק כדי לקבל תגובה של הצמח. דרוש כימות טוב יותר של התגובות של העצים ומליחות הקרקע. ניתן להשיג זאת זאת ע"י מדידות קליטת מים טובות וקריאות מרחביות של המליחות והרטיבות בקרקע עם רגשי TDR מלוות בדיגום קרקע מרחבי במספר טיפולים קיצוניים.

4. הבעיות שנוותרו לפתרון.

כימות צריכת המים – צריך להגדיל את מספר העצים הנמדדים בשיטת גל החום. דרוש כימות עקות רטיבות ומליחות הקרקע. יש להמשיך לבחון את התאמת סוללות TDR למטרה זו אחרי התאמה של השיטה במעבדה ובשדה לקרקעות התופחות והמוליכות (חשמל) של העמק. הגדרת ערכי סף של: גידול פירות, קליטת מים, מליחות הקרקע, לעיתוי פעימות השטיפה. התאמת תכיפות וגודל פעימות השטיפה לגודל נפח ההרטבה.

5. האם הוחל כבר בהפצת הידע.

הנתונים הובאו לידיעת צוות ההדרכה עם דגש על יתרון טפטוף על התזה ושתי שלוחות על שלוחה אחת. הידע הועבר גם למגדלים בעמק במפגשים בשה"מ עפולה ובמרכז חקלאי העמק. החומר נמצא בהכנה לפרסום.