

תגובת צמחי לאוקדנדרון (*Leucadendron*) למנת המים ולתדירות ההשקיה בצפון הארץ.

ד"ר אבנר זילבר, ד"ר שמואל אסולין, אירית לבקוביץ ושושנה סוריאנו-המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה. מנהל המחקר החקלאי בית דגן, מנשה לוי, נטע דוד, מנשה כהן-מו"פ צפון, מיג"ל, יחיאל שטיינמץ, איתן שלמה-שה"מ, משרד החקלאות.

תקציר

המטרה הכללית של המחקר הייתה לבחון את ההשפעה של מנת המים (בתנאים של מנת דשן אחידה לכל הטיפולים) על היבול של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים שנשתלו בתוך תעלות עם טוף בקרקע. בניסוי שדה שנערך באבני איתן ברמת הגולן נמצא כי הפחתה במנת המים הביאה לירידה בייצור חומר טרי ויבש מחד ולעלייה בכמות הענפים הראויים לשיווק מאידך. מכאן, ניתן לקבל יבול מסחרי עם 40 אחוז ממנת המים המקובלת אולם, ההשפעות ארוכות הטווח של הפחתה במנת המים עדיין לא נבדקו. תכולת הרטיבות בקרקע הייתה הגורם העיקרי שהשפיע על היבול הטרי, על קוטר הראש ועל איכות הענפים. שינויים בתכולת הרטיבות בקרקע השפיעו על 94 אחוז מהשונויות בייצור החומר הטרי בניסוי. שמירה על מנת דשן קבועה לכל הטיפולים לא גרמה להמלחה או לנזק אחר לצמחים אולם, ריכוז יסודות המזון במי ההשקיה של טיפולים שהושקו במנת מים מופחתת היה גבוה בהרבה מהמקובל ומומלץ עבור צמחי 'ספארי סנסט'. נפח הקרקע המורטב על ידי טיפולים שהושקו במנת מים מופחתת היה נמוך באופן משמעותי בהשוואה לנפח המורטב במנת מים מלאה וכתוצאה מכך ה- pH בקרקע ירד והקליטה של מספר יסודות המזון על ידי הצמח עלתה. ייתכן כי שיפור התנאים בריוספירה שנגרם בעקבות השמירה על מנת דשן אחידה לכל הטיפולים הפחית את הנזק של צמצום במנת המים. מכאן, ניתן לשפר גם את היבול של צמחים שהושקו במנת מים מלאה על ידי הגדלה במנת הדשן. בשנים הבאות יש לאמת הנחה זו, ללמוד משטר הדישון האופטימלי לצמחי 'ספארי סנסט', את השפעת הגומלין בין מנת המים והדשן, את היישום של דשן זרחני בתדירות השקיה נמוכה ולבדוק את הצורך בהוספת מגניון לתערובות הדישון. הדשייה מתאימה מופחתה את הצורך בתעלות טוף בגידול 'ספארי סנסט' בקרקע אבני-איתן. רוב השורשים היו בעומק של 20-40 ס"מ אולם, מחשיפת שורשים ומקריאות ננסיומטרים נלמד כי הצמח מנצל מים ויסודות מזון גם מעומק של 90 ס"מ, ולעובדה זו חשיבות רבה בתכנון משטרי ההשקיה בעתיד. יש לבחון בשנים הבאות את האפשרות להגדיל את מספר הענפים המשווקים של צמחים במנת מים מלאה על ידי טיפולים אגרוטכניים כגון קיטום וגזום על מנת להגיע לתועלת כלכלית מרבית.

מבוא ותיאור הבעיה

בעשור האחרון התרחבו מאוד השטחים של צמחים מעוצים ממשפחת הפרוטאיים המשמשים כמטעי פרחים לקטיפה בישראל. ההצלחה העיקרית בגידול צמחים ממשפחה זו היתה עד כה בצמחים מהסוג לאוקדנדרון (*Leucadendron*), בעיקר ב'ספארי סנסט' (הכלאה של *L. salignum* עם *L. laureolum*) היקף השטחים הנטועים של 'ספארי סנסט' בשנת 2000 היה כ- 2000 דונם, רובם ברמת הגולן ובגליל העליון. ברוב השטחים ברמת הגולן הצמחים נשתלו בתוך תעלות שמולאו בטוף. שיטה זו מבטיחה קליטה טובה של השתילים ומאפשרת תנאי הזנה נאותים לצמחים (זילבר וחוברין, 1995).

כמות המים ומשטר ההשקיה הנדרשים ליבול מיטבי של צמחי 'ספארי סנסט' בישראל לא נבדקה עד כה בצורה יסודית ומקיפה. מנת המים היומית הניתנת בהמלצת מדריכי הגידול למטעים בוגרים היא 900-1100 מ³ לדונם לשנה (שטיינמץ, 1998; 2000). המקור של רוב מי ההשקיה העומדים לרשות חקלאי רמת הגולן הוא במי נגר עיליים, הנאגרים במאגרים פתוחים. ברוב השנים, כמות המים הנאגרת ברמת הגולן מספיקה לצורכי השקיה של כל השטחים המעובדים. אולם, בשנים שחונות נוצר גירעון גדול במים בגלל מילוי חלקי בלבד של המאגרים וחוסר יכולת להעלות כמויות גדולות של מים מהכנרת לרמת הגולן. בתנאים אלו מנותבים כמעט כל המים העומדים לרשות החקלאים לגידולי מטע עתירי הכנסה. לכן נשאר רק כמות זעומה של מים להשקית גידולי שדה ומטעים פורחים של 'ספארי סנסט'. בצורות מלאות או חלקיות הגורמות למחסור במים ברמת הגולן אינן נדירות (תדירות של 5-10 שנים), ולכן התגובה של צמחי לאוקדנדרון למחסור במים ובחינת מנת המים המזערית, ותדירות ההשקיה האופטימלית הדרושות על מנת לקיים את הגידול בעונה שחונה ללא גרימת נזק עתידי מעוררות עניין רב.

ההשפעות הישירות של מנת המים ותדירות ההשקיה הן על הדיות וההתאדות מפני השטח, על התפלגות תכולת הרטיבות בחתך הקרקע ועל משרעת התנודות סביב תכולת הרטיבות הממוצעת. בנוסף להשפעות הישירות מנת המים ותדירות ההשקיה משפיעות על ה-pH בתמיסת הקרקע ועל ריכוז יסודות המזון בקרקע בכלל ובסביבת השורש בפרט. להשפעות עקיפות אלה משמעות גדולה, במיוחד בגידול צמחי 'ספארי סנסט'. חקלאים ומדריכים רבים ייחסו בעבר תופעות של ליקויי צמיחה שונים כגון "עלעלת" ("rosetting"; "little leaf") לריכוזי זרחן גבוהים בקרקע ולכן הוגבל גידול ספארי סנסט בישראל לקרקעות בהן ריכוזי הזרחן המתמצה בביקרבוט היה נמוך מ-15 ח"מ (שיטת אולסן). במחקר שהסתיים לא מכבר (זילבר וחובריו, 1994, 1995) נמצא כי 'ספארי סנסט' אינו רגיש לזרחן (עד רמה של 25 מ"ג P\ל' במי ההשקיה) והתקבל קשר הדוק בין תגובת הצמח לבין: משטר הדישון, ה-pH וריכוזי יסודות המזון בבית השורשים (Silber et al., 1998, 2000b, c). היבול המכסימלי הושג כאשר ה-pH בתמיסת בית השורשים (טוף) היה 6 ± 0.2 , וערכי ה-pH השונים התקבלו בעקבות שינויים בכמות האמון בתמיסת ההשקיה. כאשר ה-pH היה גבוה מ-7 היבול נפגע והצמחים סבלו מ"עלעלת" (זילבר וחובריו, 1995). ריכוזי יסודות הקורט בעלי צמחים שסבלו מ"עלעלת" היה נמוך בהשוואה לצמחים שהתפתחו בצורה נורמלית ולכן יתכן כי ה"עלעלת" והפגיעה ביבול נגרמו בגלל הפרעה בקליטת יסודות קורט על ידי הצמחים. זאת למרות שריכוזי יסודות הקורט במי ההשקיה היה מספק.

תדירות ההשקיה יכולה להשפיע בצורה בלתי ישירה על זמינות יסודות המזון ועל התפתחות הצמח. בר-יוסף וחובריו (2000 א', ב', ג') מצאו כי צמצום מרווחי ההשקיה בגידול פרח שעווה בקרקע בשטח פתוח הביא לירידה מובהקת ב-pH של תמיסת הקרקע ולעלייה בריכוז הממוצע של זרחן, אמון ומנגן. הירידה ב-pH נגרמה קרוב לודאי על ידי הריכוז הגבוה יותר של האמון בקרקע שנבע מרציפות ההוספה. הריכוז הגבוה של האמון גרם להגדלת קצב קליטתו על ידי הצמח, ומתוך כך להגברת קצב שחרור פרוטונים על ידי השורשים ולירידה ב-pH. החשיבות של תהליך זה גדלה ככל שהמרווח בין שתי השקיות עוקבות קטן ומאפשר פחות זמן לתהליכי ניטריפיקציה. ה-pH בתמיסת המצע הינו גורם חשוב הקובע לעיתים רבות את ההתפתחות של גידולי שדה ומטע רבים ולכן שליטה על ה-pH באמצעות הקטנת המרווח בין ההשקיות עשויה להגביר את היבול ויעילות קליטת יסודות הזנה של צמחים רבים.

בניסויים שתוארו לעיל הצמחים הושקו בהתאמה לדיות המרבית והשפעת הגומלין בין ריכוזי יסודות המזון במי ההשקיה לבין כמות המים המסופקת לא נבדקה. מכאן, משטר הדישון האופטימלי במקרה של הפחתה במנת המים אינו ברור. יישום ריכוזי הדשן שנמצא אופטימלי בניסויים הקודמים גם כאשר מנת המים מופחתת עלול להביא לפגיעה בצמחים בגלל כמות נמוכה מדי של יסודות מזון המסופקת דרך המים (ריכוזי כמות מים), או כתוצאה מעליה ב-pH נגרמת בעקבות הפחתה בכמות האמון. לעומת זאת, עלייה בריכוזי הדשן על מנת לשמור על כמות קבועה של יסודות מזון עלולה להביא לפגיעה בצמחים כתוצאה מהמלחה. בניסוי מקדים בצמחים שגדלו באדניות בשנה שעברה (לוי וחובריו, 2001) נלמד כי שמירה על מנת דשן אחידה לכל הטיפולים לא גרמה להמלחה או לנזק אחר. בגלל הרגישות הגבוהה של צמחי 'ספארי סנסט' ל-pH בבית השורשים (Silber et al., 1998, 2000b, c), נבחנה ההשפעה של מנת המים על הגידול בתנאים של כמות אחידה של יסודות המזון. פירושו של דבר, הפחתה במנת המים גררה אחריה עליה בריכוזי הדשן.

המטרה הכללית של מחקר זה הייתה לבחון את ההשפעה של מנת המים (בתנאים של מנת דשן אחידה לכל הטיפולים) על היבול של צמחי 'ספארי סנסט' מושרשים שנשתלו בתוך תעלות עם טוף בקרקע אבני איתן. המטרות הייחודיות היו לבחון את: (א) תדירות ההשקיה והקשר בין תדירות ההשקיה ומנת מים מופחתת לבין היבול ואיכותו; (ב) השפעת מנת המים ותדירות ההשקיה על פרוס המים, ה-pH, יסודות המזון ומערכת השורשים בשכבת הטוף והקרקע.

שיטות וחומרים

הניסוי התבצע במתכונת של בלוקים באקראי בתחנת הניסיונות באבני איתן. שתילי 'ספארי סנסט' לא מורכבים נשתלו בראשית חודש ספטמבר 1999 בתוך תעלות שמולאו בטוף (תעלות בצורת V, רוחב – 30 ס"מ, עומק – 15 ס"מ, טוף אדום 0-8 מ"מ, בנפח של 30 מ³ לדונם). בניסוי נבחנו שני גורמים עיקריים: מנת המים [גבוהה (-) 100%W1 מצריכת המים של הצמח + 20% להדחת מלחים], בינונית (W2 - 70% מ - W1), ונמוכה (-) 40%W3] ואופן פיזור המים [שלוחה אחת (I1) ושתי שלוחות (I2)]. בנוסף, נבחנה ההשפעה של תדירות השקיה בינונית (F1 - אחת-שלוש פעמים ביום, כוללת בעונה ובהתפתחות הצמח) בהשוואה לתדירות נמוכה (F2 - השקיה כל שלושה ימים) במנת מים בינונית (W2).

סמוך לחלקת הניסוי הוצבו כלים (ליזימטרים) בנפח של 750 ל' שמולאו בקרקע אבני איתן. חמישה צמחים נשתלו במרכז של כל כלי, במרחק של 70 ס"מ אחד מהשני. הכלים הונחו בשיפוע של 2 אחוז לפחות על מנת להבטיח ניקוז תקין וכוסו בכד גיאותרמי למניעת האידוי. תיאור מלא של מערכת הליזימטרים ניתן למצוא בדו"ח קודם (לוי וחוברין, 2001). דיות (טרנספירציה) הוגדרה כהפרש בנפח התשטיפ בין כלים ללא צמח לבין כלים עם צמח. צריכת מים מלאה הוגדרה כמנת השקיה הגורמת לנקז של 20 אחוז (להדחת מלחים). הטיפולים בניסוי היו: (1) W1I1F1 – מנת מים גבוהה (100%), קו טפטפות אחד של "נען" 40 ס"מ בין הטפטפות, ספיקה של 1.6 ל'שעה שהונח על תעלת הטוף, תדירות השקיה יומית. (2) W2I1F1 – מנת מים בינונית (70%), קו טפטפות אחד כמו בטיפול 1, השקיה יומית. (3) W3I1F1 – מנת מים נמוכה (40%), קו טפטפות אחד כמו בטיפול 1, השקיה יומית. (4) W2I1F2 – מנת מים בינונית (70%), קו טפטפות אחד כמו בטיפול 1, השקיה כל שלושה ימים. (5) – W1I2F1 מנת מים גבוהה (100%), שני קווי טפטפות של "נטפים" (20 ס"מ בין הטפטפות, ספיקה של 0.7 ל'שעה) שהונחו על הטוף, השקיה יומית. (6) W2I2F1 – מנת מים בינונית (70%), שני קווי טפטפות שהונחו על הטוף, השקיה יומית. (7) W3I2F1 – מנת מים נמוכה (40%), שני קווי טפטפות שהונחו על הטוף, השקיה יומית.

ההשקיה והדישון של הצמחים הייתה אחידה לכל הטיפולים בניסוי מהשתילה עד לחודש מרץ 2001. הטיפולים בניסוי החלו בראשון לאפריל 2001 ונמשכו עד לאסיף היבול. הטיפול השוטף נעשה כמקובל בגידול 'ספארי סנסטי' בגולן. כמות הדשן שסופקה לכל הטיפולים הייתה אחידה (נספח 1). הדשן סופק במנה אחידה לאורך כל ההשקיה באמצעות משאבות מנתיות. שלוש פעמים במהלך העונה רוססה העלווה של כל הצמחים בניסוי בתמיסה המכילה ברזל, מנגן ואבץ גופריתי (ריסוס עד נגר בריכוז של 0.2 אחוז, ללא משטח).

בתאריך 15.8.01 נדגמו העלים העליונים והתחתונים בכל ענף. החומר הצמחי יובש בתנור מאוורר במשך שבוע בטמפרטורה של 60°C, החומר היבש נטחן דק ועבר שריפה רטובה ב- H₂SO₄-H₂O₂ לקביעת ריכוז זרחן, נתרן ואשלגן ברקמות הצמח וב- HClO₄-HNO₃ לקביעת סידן, מגנזיום ויסודות הקורט. חנקן כללי וזרחן נקבעו באוטואנלייזר, אשלגן ונתרן בפוטומטר להבה, סידן, מגנזיום, ברזל, אבץ ומנגן במכשיר ICP. בשבוע הראשון של חודש ספטמבר 2001 נלקחו מדגמי קרקע לקביעת הרטיבות הגרבימטרית מארבעה אתרים ליד הצמח: (Site 1) 30 ס"מ ניצב מהצמח (Site 2), בין שני צמחים בשורה (Site 3), ו- 30 ס"מ ניצב לשורה, בין שני צמחים (Site 4). בכל אתר נלקחה קרקע משלושה עומקים: 0-20, 21-40 ו- 41-90 ס"מ. מדגמי הקרקע הטריים הוכנסו לקופסאות פח לשמירת הרטיבות, נשקלו, יובשו במשך שבוע בתנור בטמפרטורה של 105°C ונשקלו שנית. דגימות מאתרים 3 ו- 4 נלקחו גם לבדיקות כימיות. המדגמים הובאו ליובש אווירי, נכתשו, נופו ל- 2 מ"מ ומוצו במים מזוקקים ביחס (משקלי) מוצק:מים של 5:1. אמון, חנקה, כלור וזרחן נבדקו באוטואנלייזר; אשלגן, נתרן, סידן, מגנזיום, ברזל, מנגן ואבץ במכשיר ICP. חשיפת שורשים נעשתה בתאריך 16.10.01.

האסיף בוצע ב- 27.11.01. הצמחים נחתכו בגובה קבוע מהתחתית והענפים נספרו, נשקלו ונמדדו גם קוטר הראש. המיון המסחרי בוצע על ידי מספר חקלאים מנוסים בהתאם לדרישות של שווקי חו"ל: גודל הראש הוא מרכיב חשוב ביותר בשווי המסחרי של המוצר והשאיפה היא להגיע לפרופורציה מתאימה בין גודל הראש לאורך הענף. ענפים עם ראש קטן נחתכו כך שארכם יהיה בפרופורציות הנדרשות ולכן, התפלגות אורך הענפים המשווקים היא תוצאה של גודל הראש ואיכותו. בנוסף, בוצעה הערכת איכות כללית של הענפים על ידי ארבעה מדריכי גידול שבחנו את ההופעה הכללית של הענף, צבע, צורת הראש והפוטנציאל המסחרי (1) – ענף באיכות נמוכה, לא מתאים לשיווק, (5) – ענף באיכות הגבוהה ביותר). התוצאות נותחו במבחן שונות בשיטת GLM של SAS. הבדל מובהק בין הטיפולים נקבע לפי ערך ה- LSD שהתקבל במבחן זה. אומדן הפרמטרים במודלים השונים נעשה על ידי תכנית NLIN מספריית SAS.

תוצאות

יבול והתפתחות הצמח

הפחתה במנת המים לצמחים גרמה לירידה מובהקת במשקל הנוף הכללי אך לא השפיעה (סטטיסטית) על מספר הענפים הכללי ועל מספר הענפים הראויים לשיווק מסחרי (Tot, FW, Mrkt – בהתאמה, נספח 2). ריכוז החומר היבש היה 40±0.3 אחוז מהחומר הטרי והוא לא הושפע מהטיפולים בניסוי (אינו מוצג). קוטר הראש הושפע באופן מובהק ממנת המים והיה גדול יותר בטיפולים שהושקו במנת מים מלאה. לעובדה זו חשיבות כלכלית רבה מכיוון שאיכות הענף והמחיר שמקבל החקלאי נקבעים בעיקר על פי גודל הראש. הקשר בין קוטר הראש (ס"מ) לבין איכות הענפים (הערכה איכותית בין 1 ל- 5) היה מובהק (R²=0.81). טיפולי ההשקיה השפיעו גם על התפלגות אורך הענפים (נספח 2), אולם התפלגות זו משקפת בעיקר את גודל הראש (שיטות וחומרים). אופן פיזור המים לא השפיע על היבול, מספר הענפים או איכותם (נספח 2).

דיות

ההתאדות הפוטנציאלית מגיית (Pan) - נתוני השרות המטאורולוגי לתחנת אבני איתן מחושב לפי 620 בדונם, אזור (1) הייתה לא יציבה בחודשים אפריל-מאי כתוצאה משינויים חדים במזג האוויר (חמסינים) אך התייצבה לאחר מכן והגיעה לערכים של 8.5-10.5 מ"מ ליום (איור 1). ההתאדות ירדה בהדרגה מראשית חודש אוגוסט והגיעה עד ל- 4-3 מ"מ בסוף חודש נובמבר. הדיות המצטברת של צמחים בשדה נאמדה מנתוני הדיות של צמחים שגדלו בליזימטרים. אומדן זה מתבסס על דמיון בהתפתחות הצמחים במהלך העונה ועל יכול דומה שנאסף מצמחים שהושקו במנת מים זהה (אינו מוצג). הנחנו כי ההבדל בשיטת פיזור המים (שלוחה אחת ושתי שלוחות) לא השפיע על הדיות. בליזימטרים לא היו צמחים שגדלו בתנאים דומים לאלו של צמחים שהושקו בתדירות נמוכה (טיפול 4: IIW2F2) ולכן לא חושבה הדיות לצמחים מטיפול זה. גידול איטי של הצמחים במהלך חודשים אפריל-מאי הביא לדיות יומית נמוכה (1-3 ל' לצמח), אולם לקראת סוף חודש מאי הצימוח נעשה נמרץ יותר ובעקבות זאת עלתה הדיות היומית בהדרגה והגיעה בחודשים יולי-אוגוסט (ימים 90-150) לערכים של 7-8.5 ל' לצמח (איור 1). לאחר מכן חלה ירידה הדרגתית ומתונה בדיות עד לאסוף (איור 1). מנת המים היומית לצמחים בהשקיה מלאה (טיפול W11F1) הגיעה בחודש יולי ל- 8-10 ל' לצמח (איור 1) והייתה דומה להתאדות הפוטנציאלית מגיית. לאחר מכן, הירידה במנות המים הייתה איטית מאשר הירידה בהתאדות הפוטנציאלית. לאורך כל התקופה ההתאדות מגיית הייתה גבוהה מהדיות המחושבת על פי נוסחת Penman-Monteith (נתוני השרות המטאורולוגי אינו מוצג). טיפולי ההשקיה השפיעו על יעילות ניצול המים (WUE – ל' דיות/ק"ג חומר יבש לצמח) והיא הייתה גבוהה יותר בצמחים שהושקו במנת מים נמוכה (נספח 3).

פירוס הרטיבות ומתח המים בקרקע

טיפול ההשקיה השפיעו באופן מובהק על תכולת הרטיבות הגרבימטרית בקרקע (איור 2, נספח 4). הפחתה במנת המים הביאה להקטנה ניכרת בהתפשטות המים האופקית ולכן תכולת הרטיבות היחסית (יחס בין תכולת הרטיבות שנמדדה לתכולת הרטיבות בטיפול שהושקה במנת מים מלאה) בקרבת הטפטפת בטיפול שהושקה במנת מים של 40 אחוז הייתה 84 אחוז, והיא ירדה ל- 65 אחוז במרחק של 30 ס"מ בניצב לצמחים (ממוצע ל- Site 1 ו- Site 3, וממוצע ל- Site 2 ו- Site 4, בהתאמה, שלוחת טפטוף אחת איור 3). שכבת הקרקע העליונה הושפעה באופן המובהק ביותר מהפחתה במנת המים ותכולת הרטיבות היחסית הייתה 67, 75 ו- 80 אחוז בעומק של 20-0, 40-21, ו- 90-41 ס"מ. בהתאמה. השפעת מנת המים על תכולת הרטיבות היחסית בטיפולים שהושקו בשתי שלוחות טפטוף הייתה דומה ולכן אינה מוצגת. מכאן, נפח הקרקע המורטב על ידי טיפולים שהושקו במנת מים מופחתת היה נמוך באופן משמעותי בהשוואה לנפח המורטב במנת מים מלאה.

מתח המים בקרקע עלה (ערכים שליליים למתח המים) כתלות בדיות, במנת המים ובעומק השכבה (איור 4). הדיות בחודש אוגוסט הייתה גבוהה ומתח המים בקרבת הצמח בשכבה העליונה בטיפול שהושקה במנת מים מלאה היה 5-4 (Site 1, 20-0 ס"מ, שלוחת טפטוף אחת), והוא עלה ל- 8-14 קילו פסקל בשכבה התחתונה (61-90 ס"מ). בטיפולים שהושקו במנות מים מופחתות (70 ו- 40 אחוז) מתח המים היה 5-10 ו- 35-40 בשכבה העליונה, בהתאמה ו- 40-50 ו- 70-75 קילו פסקל בשכבה התחתונה, בהתאמה (איור 4). במרחק של 30 ס"מ מהצמח מתח המים בקרקע היה גדול יותר (אינו מוצג), בהתאמה לתכולת המים הגרבימטרית (נספח 4). מתח המים בטיפולים שהושקו בשתי שלוחות טפטוף היה במגמה דומה למתח המים שנמדד הטיפולים שהושקו בשלוחה אחת (אינו מוצג). מתח המים בטיפול שהושקה כל שלושה ימים (טיפול W21F2) הושפע מאוד מהזמן שחלף מההשקיה והוא עלה בשכבות העליונות (0-60 ס"מ) לערכים של 40-50 לפני חידוש ההשקיה (איור 5), בהשוואה ל- 5-15 קילו פסקל בטיפול שהושקה במנת מים זהה אך בתדירות יומית (טיפול W21F1).

מוליכות חשמלית, Hp, וריכוז יסודות מזון בקרקע

המוליכות החשמלית, ה-pH, והריכוז של חלק מיסודות המזון בתמיסת הקרקע הושפעו ממנות המים (נספח 5). הפחתה במנת המים גרמה לירידה בנפח הקרקע המורטב (איור 2) והביאה לעלייה מובהקת במוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע (ממוצע כללי של 0.22, 0.27, 0.37 dS/m בטיפולים שהושקו במנת מים מלאה, 70 ו- 40 אחוז, בהתאמה, נספח 5). ערכים אלו אינם גבוהים ולכן סביר להניח כי ההפחתה במנת המים והעלייה בריכוז הדשן תוך כדי שמירה על מנת דשן קבועה לכל הטיפולים לא גרמה להמלחה או לנזק אחר שהשפיע על התפתחות הצמחים. העלייה במוליכות החשמלית נגרמה בגלל עלייה בריכוז חנקן, אשלגן, סידן מגניון ונתרן בתמיסה שנבעה

כאמור לעיל מצמצום נפח הקרקע המורטב (חנקת: 7, 10, 18; אשלגן: 4.9, 5.3, 6.5; סידן: 14, 21, 27; מגניון: 3.0, 3.5, 5.4; נתרן: 6.1, 6.7, 7.9 מ"ג/ל, במנת מים של 100, 70 ו- 40 אחוז, בהתאמה). טיפולי ההשקיה השפיעו באופן מובהק על ה-pH בקרקע והוא ירד מ- 7.44 ל- 7.32 ול- 7.28 (ממוצע כללי) בעקבות הפחתת מנות המים מ- 100, ל- 70 ול- 40 אחוז, בהתאמה (נספח 5). ה-pH ירד בגלל עלייה בריכוזי האמון והקטיונים שהשפיעה על תהליכי הניטרופיקציה ושחרור הפרוטונים על ידי הצמח. ה-pH בקרבת הצמח בשכבת הקרקע העליונה (0-20 ס"מ) היה 7.0, 6.8 ו- 6.2 בטיפולים שהושקו במנת מים של 100, 70 ו- 40 אחוז (שלוחת טפטוף אחת) בהתאמה, ואילו במרחק של 50 ס"מ מהצמח (בין שני צמחים מתחת לקו הטפטפות) ה-pH עלה ל- 7.6, 6.9 ו- 6.6, בהתאמה. ה-pH הבלתי מופר (ללא השקיה ודישון) של קרקע אבני איתן בשכבה 0-20 ס"מ הוא 7.5. לכן, הירידה המשמעותית ב-pH בקרבת הצמח מלמדת כי לשחרור פרוטונים על ידי שורשי הצמח היה תפקיד משמעותי בהחמצת בית השורשים.

הפחתה במנות המים הביאה לירידה (לא מובהקת) בריכוז הזרחן, זאת בניגוד לעלייה בריכוז יסודות המזון שסופקו דרך המים כחנקת ואשלגן (נספח 5). ריכוזי הסידן והמגניון בתמיסת הקרקע באבני איתן היו נמוכים יחסית (ממוצע כללי של 20 ו- 3.8 מ"ג/ל, בהתאמה), ולכן סביר להניח כי לתהליכי הספיחה הייתה חשיבות רבה יותר מאשר לתהליכי השקיעה. מכאן, הפחתה במנת המים הביאה להגדלה בכמות הזרחן המוספת לנפח קרקע מורטב מחד, אך גרמה מאידך, לעלייה בספיחה כתוצאה מהירידה ב-pH.

ריכוז יסודות מזון בצמח

הריכוזים הממוצעים של חנקן, זרחן ואשלגן בעלים העליונים והתחתונים (Top ו- Bottom, בהתאמה) היו: 12.8, 1.22, 5.6 ו- 17.7, 1.88, 9.4 ג'ק"ג, בהתאמה (נספח 6). ריכוז כל יסודות המזון בעלים מכל טיפולי ההשקיה היה בתחום מקובל עבור צמחי 'ספארי סנסט' ובהתאמה לתוצאות שהתקבלו במחקרים קודמים (זילבר וחובריו, 1994; 1995). טיפולי ההשקיה (W) השפיעו אמנם באופן מובהק על הריכוז של מספר יסודות מזון (נספח 6) אולם בעלים הצעירים והמתפתחים או בעלים המבוגרים לא נמצא יסוד כלשהו בחסר. ריכוזי מגניון, ברזל ומגנז בעלים העליונים עלו באופן מובהק בעקבות הפחתת מנת המים (2.5, 2.5, 2.9 ג'ק"ג, 174, 118, 92 ו- 178, 215, 286 מ"ג/ק"ג, במנות מים של 100, 70 ו- 40 אחוז, בהתאמה) אולם סביר להניח כי תוצאה זו אינה ישירה אלא עקיפה, כתוצאה מהירידה ב-pH (יפורט בהמשך). ריכוז האשלגן בעלים העליונים ירד עם הירידה במנת המים (6.1, 5.6, 4.8 ג'ק"ג, בהתאמה) בגלל עלייה בריכוז הקטיונים האחרים (סידן, מגניון ונתרן). ריכוז הנתרן בעלים היה גבוה יחסית למקובל בצמחים אחרים ולריכוז האשלגן (ממוצע של 5.4 ו- 5.6 ג'ק"ג בעלים העליונים, בהתאמה) ונגרם כנראה בגלל החלפה חלקית של אשלגן בנתרן בעלים כפי שהוצע על ידי Walters et al. (1991). על סמך ידע קודם (זילבר וחובריו, 1994) אנו מניחים כי לריכוז הנתרן הגבוה בעלים לא הייתה השפעה מזיקה בשום טיפול בניסוי זה. ריכוז המגניון בעלים היה נמוך בכל הטיפולים (2.6 ו- 1.9 ג'ק"ג ממוצע בעלים העליונים והתחתונים, בהתאמה). העובדה כי ריכוז המגניון בעלים התחתונים היה נמוך מאשר בעלים העליונים מצביעה על מחסור אפשרי ביסוד זה. הגדלת מרווח ההשקיה לשלושה ימים (טיפול 4) הביא לירידה מובהקת בריכוז הזרחן והמגנז בעלים העליונים והתחתונים ובריכוז החנקן בעלים התחתונים בהשוואה לצמחים שהושקו במנת מים זהה (טיפול 2) ובאותה שיטת השקיה (זרחן: 1.28, 0.79 ו- 0.73 ג'ק"ג עלים עליונים ותחתונים בהתאמה; מגנז: 231, 90 ו- 138, 216 מ"ג/ק"ג, עלים עליונים ותחתונים בהתאמה; חנקן: 18.6, 13.7 ג'ק"ג, בהתאמה). הירידה בריכוזי הזרחן והמגנז היא תוצאה של ירידה בזמינות היסודות בתמיסת הקרקע כתוצאה מהגדלת מרווח הזמן בין שתי השקיות עוקבות. שיטת ההשקיה (שלוחה אחת לעומת שתיים) לא השפיעה בצורה מובהקת על שום יסוד מזון, פרט לעלייה מובהקת בריכוז האבץ בעלים התחתונים של צמחים מטיפול 5 (נספח 6). ריכוז האבץ בעלים העליונים של צמחים אלו לא היה שונה מאשר בצמחים מטיפולים אחרים ולכן הסיבה להבדל אינה ברורה.

פירוס מערכת השורשים בקרקע

השורשים של צמחים מכל הטיפולים עברו את שכבת הטוף ללא הפרעה ורוב מערכת השורשים התרכזה בקרקע בשכבה של 20-40 ס"מ, וברדיוס של 30 ס"מ מהצמח (תמונה 1). בשכבת הטוף לא התרכזו יותר שורשים בהשוואה לקרקע ופירוס השורשים בקרקע היה בהתאמה טובה לפירוס המים. בטיפולים שהושקו במנת מים מלאה נמצאו שורשים לבנים בעומק של 90 ס"מ, ואילו בטיפולים שהושקו במנת מים מופחתת מערכת השורשים התרכזה בעיקר בחלק העליון (0-30 ס"מ) וכמעט ולא נמצאו שורשים בעומק גדול מ- 50 ס"מ. לא נמצאו שורשים במרחק אופקי גדול מ- 40 ס"מ מהצמח.

דיון ומסקנות

הפחתה במנת המים הביאה לירידה בייצור חומר טרי ויבש מחד ולעלייה בכמות הענפים הראויים לשיווק מאידך. מכאן, ניתן לקבל יבול מסחרי עם 40 אחוז ממנת המים המקובלת אולם, ההשפעות ארוכות הטווח של הפחתה במנת המים אינן ידועות עדיין. פריצה של ענפים חדשים בצמחי 'ספארי סנסט' מתרחשת באביב, כאשר הקרקע רוויה במים לאחר החורף והצמח גזום ולכן, טיפולי ההשקיה לא השפיעו על מספר הענפים הכללי. בצמחים שהושקו במנת מים מלאה היו ענפים גדולים וארוכים שגרמו להצללה ודיכוי של שאר הענפים על אותו צמח ועובדה זו השפיעה על מספר הענפים הראויים לשיווק מסחרי. ניתוח אורתוגונאלי בשיטת רגרסיה בשלבים (Stepwise regression) הראה כי תכולת הרטיבות בקרקע הייתה הגורם העיקרי שהשפיע על היבול הטרי (איור 5). הרגרסיה מלמדת כי 94 אחוז מהשוונות בייצור החומר הטרי בניסוי מוסברים בשינויים בתכולת הרטיבות בקרקע וכי כל שינוי של אחוז אחד ברטיבות העלה/הוריד את היבול הטרי ב - 0.145 ק"ג לצמח (בתחומי הרטיבות שנבחנו בניסוי). משטרי ההשקיה השפיעו גם על קוטר הראש ועל איכות הענפים ולכן יש לבחון בשנים הבאות את האפשרות להגדיל את מספר הענפים המשוקים של צמחים במנת מים מלאה על ידי טיפולים אגרוטכניים כגון קיטום וגיזום על מנת להגיע לתועלת כלכלית מרבית.

שמירה על מנת דשן קבועה לכל הטיפולים לא גרמה להמלחה או לנזק אחר לצמחים אולם, ריכוז יסודות המזון במי ההשקיה של טיפולים שהושקו במנת מים מופחתת היה גבוה בהרבה מהמקובל ומומלץ עבור צמחי 'ספארי סנסט'. נפח הקרקע המורטב על ידי טיפולים שהושקו במנת מים מופחתת היה נמוך באופן משמעותי בהשוואה לנפח המורטב במנת מים מלאה וכתוצאה מכך ה - pH בקרקע ירד והקליטה של מספר יסודות המזון על ידי הצמח עלתה. ייתכן כי שיפור התנאים בריוספירה שנגרם בעקבות השמירה על מנת דשן אחידה לכל הטיפולים הפחית את הנזק של צמצום במנת המים. מכאן, ניתן לשפר גם את היבול של צמחים שהושקו במנת מים מלאה על ידי הגדלה במנת הדשן. בשנים הבאות יש לאמת הנחה זו, ללמוד משטר הדישון האופטימלי לצמחי 'ספארי סנסט', את השפעת הגומלין בין מנת המים והדשן, את היישום של דשן זרחני בתדירות השקיה נמוכה ולבדוק את הצורך בהוספת מגניון לתערובות הדישון.

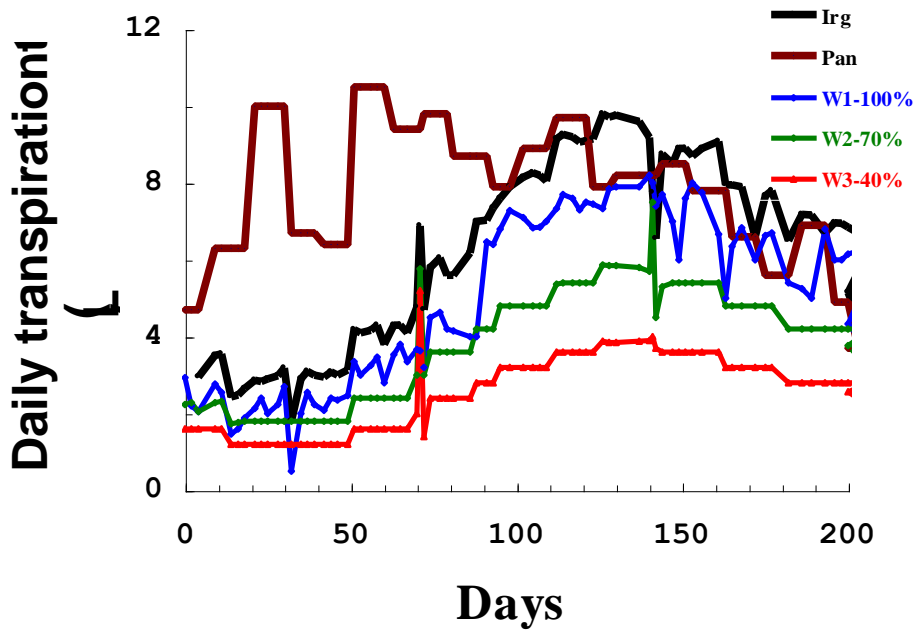
הדשייה מתאימה מפחיתה את הצורך בתעלות טוף בגידול 'ספארי סנסט' בקרקע אבני-איתן. רוב השורשים היו בעומק של 20-40 ס"מ אולם, מחשיפת שורשים ומקריאות טנסיומטרים נלמד כי הצמח מנצל מים ויסודות מזון גם מעומק של 90 ס"מ, ולעובדה זו חשיבות רבה בתכנון משטרי ההשקיה בעתיד.

רשימת ספרות

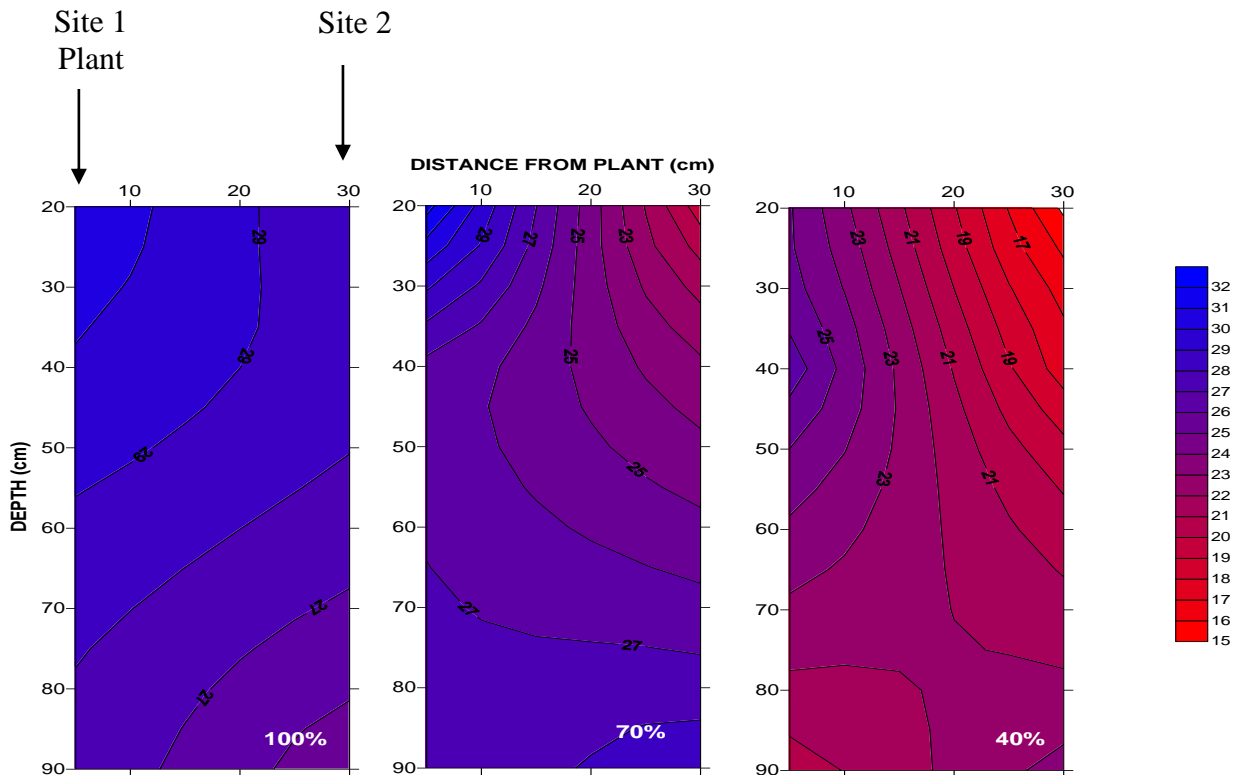
1. בר-יוסף ב., זילבר א., מרקוביץ ט., לבקוביץ א., מור א., טולדו ש., ורואי נ. 2000 א'. פרח שעווה: תגובת הצמח לדישון חנקני דרך המים, מרווחי השקיה ודישון עלותי בברזל: I. יבול ענפים פורחים וריכוז כלורופיל בעלים. *פרחים*, בטאון ארגון מגדלי הפרחים בישראל, שנה ט"ו, גיליון 9.
2. בר-יוסף ב., זילבר א., מרקוביץ ט., לבקוביץ א., מור א., טולדו ש., ורואי נ. 2000 ב'. פרח שעווה: תגובת הצמח לדישון חנקני דרך המים, מרווחי השקיה ודישון עלותי בברזל: II. הצטברות חומר יבש, תצרוכת מים ויסודות מזון. *פרחים*, ביטאון ארגון מגדלי הפרחים בישראל, שנה ט"ו, גיליון 12.
3. בר-יוסף ב., זילבר א., מרקוביץ ט., לבקוביץ א., מור א., טולדו ש., ורואי נ. 2000 ג'. פרח שעווה: תגובת הצמח לדישון חנקני דרך המים, מרווחי השקיה ודישון עלותי בברזל: III. מצב המים ויסודות המזון בקרקע. *פרחים*, ביטאון ארגון מגדלי הפרחים בישראל, שנה ט"ז, גיליון 2.
4. זילבר א., ר. גנמור, ש. דוידוב, ש. גלעד, ב. מיצ'ניק, וי. בן יעקב. 1994. השפעת ריכוז יסודות הזנה על התפתחות ספארי סנסט ('Safari Sunset'). דו"ח שנתי למדען הראשי של משרד החקלאות.
5. זילבר א., ר. גנמור, ש. דוידוב, ש. גלעד, ב. מיצ'ניק, א. אקרמן וי. בן יעקב. 1995. השפעת ריכוז זרחן וחנקן והיחס בין אמון לחנקן על התפתחות צמחי ספארי סנסט שתולים בבורות טוף. דו"ח שנתי למדען הראשי של משרד החקלאות.
6. שטיינמץ י. 1998. הנחיות גידול לאוקדנדרון ספארי סנסט וזנים נוספים לאזור הגולן והגליל. שנתון תשנ"ח תחום פרחים מו"פ צפון.
7. שטיינמץ י. 2000. השקיית ספארי סנסט - ניתוח ומסקנות ביניים מקיץ תשנ"ט. פרסום פנימי משרד החקלאות מחוז גליל גולן.

8. Silber A., J. Ben-Jaacov, and Ganmore-Neumann R. 1998. Effects of nutrient addition on growth and rhizosphere pH of *Leucadendron* 'Safari sunset'. *Plant and Soil*, 199; 205-211.
9. Silber, A., R. Ganmore-Neumann, and J. Ben-Jaacov. 2000a. The response of three *Leucadendron* cultivars (Proteaceae) to phosphorus levels. *Sci. Hortic.*, 84, 141-149.
10. Silber, A., A. Ackerman, B. Mitchnick, R. Ganmore-Neumann, and J. Ben-Jaacov. 2000b. The response of *Leucadendron* 'Safari Sunset' to the fertilization regime. *J. Agric. Sci.* 135, 27-34.
11. Silber, A., A. Ackerman, B. Mitchnick, R. Ganmore-Neumann, and J. Ben-Jaacov. 2000c. pH dominates *Leucadendron* 'Safari sunset' growth. *HortScience*, 35(4), 647-650.
12. Walters, C. M., Jooste, J. H. and Raitt, L. N. (1991). Aspects of the sodium and potassium nutrition of the fynbos shrub *Leucadendron salignum* L. (Proteaceae). *South African Journal of Botany* 57(4), 181-185.

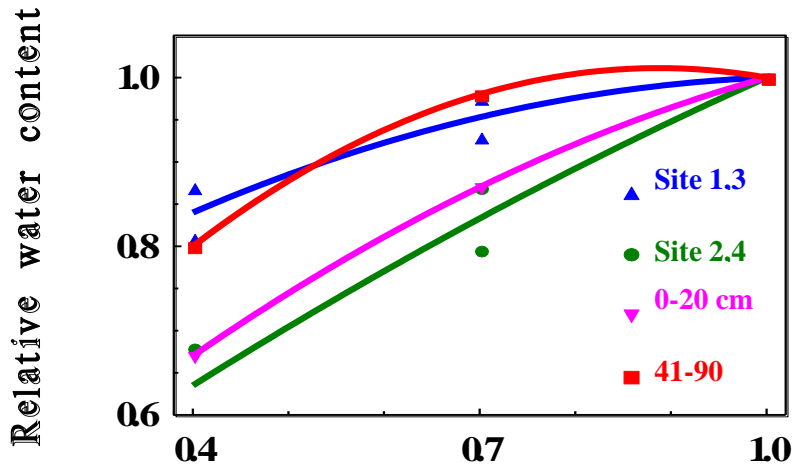




איור 1. מנת המים היומית במהלך העונה (Irg.), ההתאדות פוטנציאלית מגיגית (Pan) - נתוני השרות המטאורולוגי לתחנת אבני איתן מחושב לפי 620 צמחים בדונם), והדיות היומית של צמחים במנת מים מלאה, 70 ו- 40 אחוז (W1, W2, W3 - בהתאמה). תחילת הטיפולים (יום האפס) הייתה ב- 1.4.01.



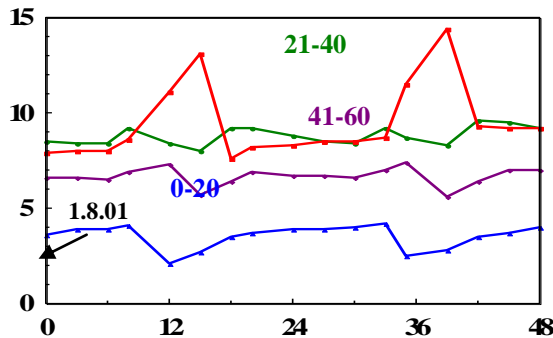
איור 2. פירוס הרטיבות כתלות ב: מנת המים (100, 70 ו- 40 אחוז, W1I1F1, W2I1F1, W3I1F1 - בהתאמה), מרחק מהטפטפת (Site 1 ליד הצמח, Site 2 30 ס"מ בניצב לשורה, ראה נספח 5) ובעומק. הדיגום נעשה ב- 15.8.01 לפני ההשקיה היומית.



Water application

איור 3. השפעת מנת המים בהשקיה על תכולת המים הגרבימטרית היחסית (תכולת מים שנמדדה בקרקע מחולקת בתכולת המים בטיפול שהושקה במנת מים מלאה) באתרים: מתחת לקו הטפטפות (Site 1, 3), בניצב לקו הטפטפות (Site 2, 4), בעומק 0-20 ו- 41-90 ס"מ. מוצגים רק נתונים מטיפולים שהושקו בשלוחה אחת (I1). הדיגום נעשה לפני ההשקיה היומית, בתאריך 15.8.01.

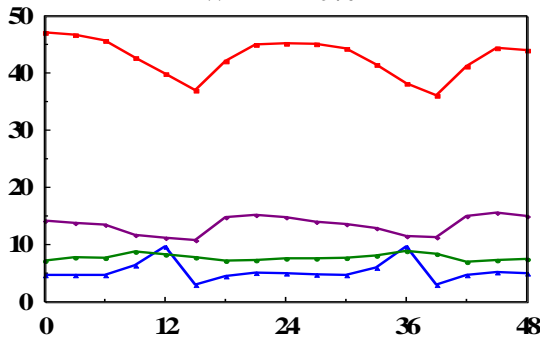
W1I1F1-100%



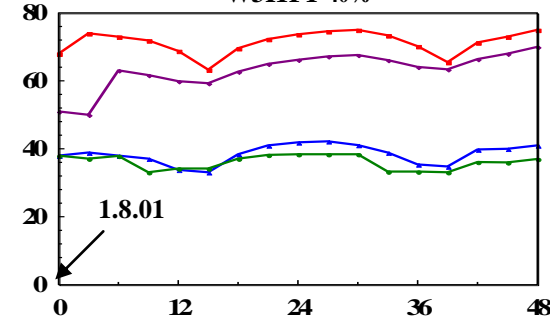
איור 4. מתח המים שנמדד ע"י טנסיומטרים שהוצבו קרוב לצמח (Site 1) בארבעה עומקים בקרקע בתקופה של דיות מירבי. מוצגים שלושה טיפולים שהושקו בקו טפטוף אחד ובשלוש מנות מים (100, 70 ו- 40 אחוז).

Water tension (-kPa)

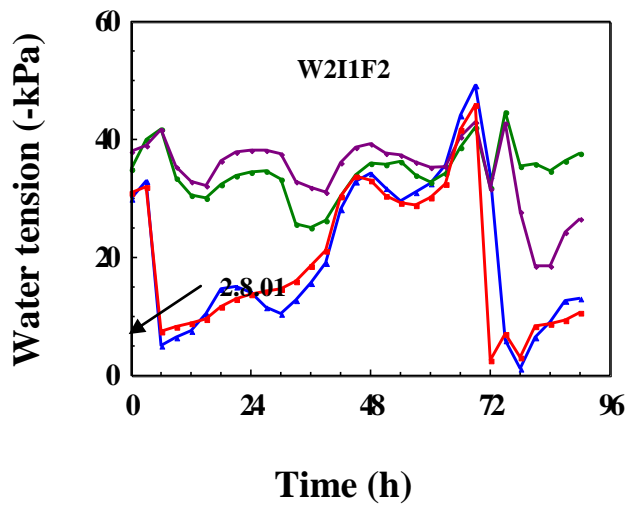
W2I1F1-70%



W3I1F1-40%



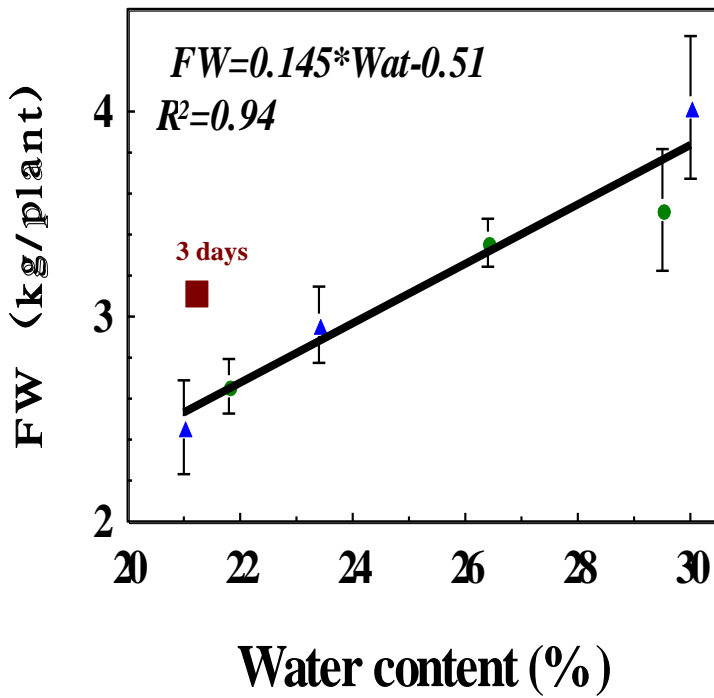
Time (h)



איור 5. מתח המים שנמדד ע"י טנסיומטרים שהוצבו קרוב לצמח (Site 1) בארבעה עומקים בקרקע בתקופה של דיות מירבי בטיפול שהושקה כל שלושה ימים.



תמונה 1. פירוס מערכת השורשים של צמח שהושקה ב – 70 אחוז ממנת המים בשלוחת טפטוף אחת. עיפרון מצוין את המעבר משכבת הטוף לקרקע הטבעית. היחידות בסרגל משמאל הן בס"מ. הדיגום נעשה ביום 16.10.01.



איור 6. השפעת תכולת המים הממוצעת בקרקע על יכול החומר הטרי. התוצאות מטיפול 4 (ריבוע גדול) לא נכללו בניתוח זה בגלל השוני בתדירות ההשקיה.

נספח 1. פירוט הטיפולים בניסוי.

ריכוז מחושב של יסודות מזון במי טפטפת ⁴			כמות מצטברת של יסודות מזון ³			טיפול מנת מים ¹ השקיה מצטברת ²		
K	P	N	K	P	N	(ל'צמח)	(%)	
(מ"ג/ל)			(ג'צמח)					
51	15.2	70	65	19.5	90	1282	100	1
85	25.6	117	70	20.9	96	819	70	2
142	42.4	195	70	20.9	96	493	40	3
78	23.3	108	65	19.5	90	837	70	4
52	15.5	71	65	19.5	90	1261	100	5
88	26.5	122	65	19.5	90	737	70	6
156	46.7	214	70	20.9	96	448	40	7

¹ - מנת מים של 100 אחוז הוגדרה כמנת המים הגורמת לנקוז יומי של 10-20 אחוז מכלים עם צמחים בליזימטרים.
² - השקיה מצטברת (ל'צמח) בפועל מראשון לאפריל עד ל - 30 בנובמבר 2001.
³ - כמות מצטברת (ג'צמח) בפועל מראשון לאפריל עד ל - 30 בנובמבר 2001.
⁴ - ריכוז יסודות הקורט במי הטפטפת: ברזל - 1 מ"ג/ל כ- EDTA; מנגן - 0.6, אבץ - 0.3, נחושת - 0.05, ומוליבדן - 0.3 מ"ג/ל, כולם ככילט EDTA; בורון - 0.3 מ"ג/ל. היסודות על בסיס EDTA הוספו עם הדשן המורכב.

נספח 2. השפעת הטיפולים על: משקל טרי (FW), מספר ענפים כללי וראוי לשיווק (Tot – Mrkt, בהתאמה), איכות הענף (Qual[&]), קוטר הראש (Diam) ומספר ענפים שארכם מעל ל – 70, בין 70 ל – 60, בין 60 ל – 50, ופחות מ – 50 ס"מ (<70, 60-70, 50-60, <50, בהתאמה).

Treatment	FW	Tot	Mrkt	Qual ^{&}	Diam	>70	60-70	50-60	50<
	kg/plant	Branches./plant			cm		Branches./plant		
1	3.52	28	23	4.3	6.78	7.3	6.5	5.4	4.3
2	3.36	28	26	4.5	6.54	8.9	4.3	8.6	4.1
3	2.66	30	29	3.7	5.96	6.5	5.9	7.6	8.7
4	3.12	27	25	3.8	6.62	10.0	5.4	5.1	4.7
5	4.02	27	23	4.4	6.94	10.8	5.8	4.2	2.0
6	2.96	28	24	4.1	6.74	5.9	6.4	7.8	3.9
7	2.46	28	25	3.1	5.68	3.1	2.4	10.5	8.8
Mean	3.16	28	25	4.0	6.47	7.5	5.3	7.5	5.2
F (df=24)	***	NS	NS	***	***	*	*	*	***
LSD _{0.05}	0.718	6.5	5.6	0.44	0.402	4.28	2.74	4.16	2.62
Analysis of variance									
W1	3.77	27	23	4.4	6.86	9.1	6.2	4.8	3.2
W2	3.16	28	25	4.3	6.64	7.4	5.4	8.2	4.0
W3	2.56	29	27	3.4	5.82	4.8	4.2	9.0	8.7
F (df=24)	*	NS	NS	**	***	NS	NS	NS	**
I1	3.18	29	26	4.2	6.43	7.6	5.6	7.2	5.7
I2	3.14	27	24	3.9	6.45	6.6	4.9	7.5	4.8
F (df=24)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*, **, *** - מובהק ברמת הסתברות של $P \leq 0.05$, 0.01 ו- 0.001 , בהתאמה; NS - לא מובהק. & - מדד איכותי של הענף (גודל ראש, צבע, הופעה כללית): 1 - איכות נמוכה; 5 - איכות גבוהה.

נספח 3. השפעת טיפולי ההשקיה על הדיות המצטברת בעונה (מחושבת מנתוני ניסוי לזימטרים) ועל מדד יעילות ההשקיה (WUE – דיות נדרשת ליצירת ק"ג חומר יבש בצמח).

טיפול	דיות מצטברת (ל'צמח)	WUE (ל'ק"ג חומר יבש)
1	1016	726
2	800	662
3	493	456
5	1016	635
6	737	614
7	448	448

נספח 4. השפעת הטיפולים על פירוס הרטיבות הגרבימטרית בקרקע בעומק של 0-20, 21-40 ו- 41-90 ס"מ בארבעה אתרים: ליד הצמח (Site 1), 30 ס"מ בניצב לצמח (Site 2), בין שני צמחים בשורה (Site 3) ו- 30 ס"מ בניצב לשורה, בין שני צמחים, (Site 4). הדיגום נעשה לפני ההשקיה היומית בתאריך 15.8.01.

Treatment	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	Mean ^{&}
	Site 1			Site 2			Site 3			Site 4			
g/100 g Soil													
1	30.7	29.9	27.7	28.1	28.5	25.3	30.9	30.5	29.1	31.0	30.6	31.4	29.5
2	32.4	26.7	27.2	19.4	23.2	28.8	29.4	28.1	27.2	23.3	24.8	25.9	26.4
3	25.1	26.6	20.4	14.8	17.5	23.4	26.7	27.7	24.4	14.4	17.3	22.9	21.8
4	21.5	23.0	29.4	15.2	18.8	20.0	21.5	21.8	22.6	16.9	22.9	20.6	21.2
5	32.8	28.4	27.5	31.8	31.5	28.8	31.4	29.5	25.5	32.2	32.3	28.7	30.0
6	24.4	25.8	23.7	23.2	18.0	24.1	22.7	22.8	23.2	23.8	24.7	24.2	23.4
7	22.1	22.0	21.8	17.1	18.7	23.5	20.6	23.2	23.6	17.0	19.2	23.6	21.0
Mean	27.0	21.4	25.4	21.4	22.9	24.9	26.2	26.2	25.1	22.7	24.5	25.3	24.8
F (df=24)	NS	**	NS	**	**	NS	*	**	NS	***	**	*	*** ^{&}
LSD _{0.05}	9.73	5.94	7.57	9.15	7.44	6.64	7.15	4.96	6.21	7.56	7.12	5.98	2.07
W1	31.7	29.2	27.6	29.9	30.0	27.1	31.2	30.0	27.3	31.6	31.5	30.1	29.8
W2 [#]	28.4	26.3	25.4	21.3	20.6	26.5	26.0	25.4	25.2	23.6	24.8	25.1	24.9
W3	23.6	24.3	21.1	15.9	18.1	23.5	23.6	25.4	24.0	15.7	18.3	23.3	21.4
F (df=24)	NS	NS	*	*	*	NS	NS	NS	NS	***	**	*	*** ^{&}
I1 [#]	29.4	27.7	25.1	20.8	23.1	25.9	29.0	28.8	26.9	22.9	24.2	26.8	25.9
I2	26.4	25.4	24.3	24.1	22.8	25.5	24.9	25.1	24.1	24.4	25.4	25.5	24.8
F (df=24)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS ^{&}

*, **, *** - מובהק ברמת הסתברות של $P \leq 0.05$, 0.01 ו- 0.001 , בהתאמה; NS - לא מובהק.
[#] - התוצאות מטיפול 4 לא נכללו בניתוח זה בגלל השוני בתדירות ההשקיה.
[&] - ממוצע כללי לטיפול, 409 ד"ח במבחן F לבחינת השפעת הטיפולים, 354 ד"ח במבחן F לבחינת השפעת מנת המים ואופן פיזור המים (W ו- I, בהתאמה).

נספח 5. השפעת הטיפולים בניסוי על מוליכות חשמלית, Hp וריכוז יסודות מזון במיצוי מימי של קרקע (v/w=1:5). התוצאות הן ממוצע של דיגום משני אתרים: קרוב לצמח (Site 1) ובין שני צמחים בשורה (Site 2), ומשלושה עומקים: (D1) 0-20, (D2) 21-40 ו- (D3) 41-90 ס"מ (D3). הדיגום נעשה ב-15.8.01.

Treatment	EC	PH	NH ₄	NO ₃	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn
	dS m ⁻¹							mg L ⁻¹				
1	0.19	7.47	0.8	6	0.59	5.0	12	2.9	5.7	4.0	0.25	0.06
2	0.28	7.28	0.6	10	0.51	5.2	17	3.4	6.7	2.2	0.37	0.06
3	0.40	7.08	1.1	21	0.44	7.4	30	6.1	8.1	1.1	0.55	0.11
4	0.20	7.33	1.7	7	0.39	5.3	13	2.7	5.6	3.7	0.33	0.03
5	0.25	7.41	0.8	9	0.08	4.7	16	3.1	6.6	3.1	0.29	0.03
6	0.27	7.37	0.7	10	0.13	5.4	26	3.6	6.6	2.9	0.47	0.05
7	0.36	7.47	0.6	15	0.10	5.6	25	4.8	7.8	1.8	0.10	0.04
Mean	0.28	7.34	0.9	11	0.32	5.5	20	3.8	6.7	2.7	0.34	0.05
F (df=199)	***	*	NS	***	NS	NS	***	***	***	***	NS	NS
LSD _{0.05}	0.075	0.255	0.92	4.4	0.471	2.11	8.2	1.08	1.12	1.41	0.31	0.064
Analysis of variance												
W1	0.22	7.44	0.8	7	0.33	4.9	14	3.0	6.1	3.6	0.27	0.05
W2 [#]	0.27	7.32	0.7	10	0.32	5.3	21	3.5	6.7	2.5	0.43	0.05
W3	0.37	7.28	0.8	18	0.27	6.5	27	5.4	7.9	1.5	0.33	0.07
F (df=174)	***	*	NS	***	NS	*	***	***	***	***	NS	NS
I1 [#]	0.29	7.27	0.8	12	0.51	5.9	20	4.1	6.8	2.5	0.39	0.08
I2	0.29	7.42	0.7	11	0.10	5.2	22	3.8	7.0	2.6	0.29	0.04
F (df=174)	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	*	*	NS	NS
Site 1	0.28	7.32	0.9	12	0.28	5.5	21	3.8	6.8	2.4	0.43	0.06
Site 2	0.27	7.37	0.9	11	0.36	5.5	18	3.8	6.6	3.0	0.25	0.04
F (df=204)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
D1	0.38	7.05	1.1	18	0.52	9.9	12	5.1	8.7	2.7	0.29	0.11
D2	0.26	7.28	0.9	11	0.17	4.2	18	3.5	6.5	2.9	0.39	0.03
D3	0.20	7.70	0.7	5	0.27	2.3	19	2.8	5.0	2.5	0.33	0.02
F (df=204)	***	***	NS	***	NS	***	NS	***	***	NS	NS	***

*, **, * - ***: מובהק ברמת הסתברות של $P \leq 0.05$, 0.01 ו- 0.001 , בהתאמה; NS - לא מובהק.
- התוצאות מטיפול 4 לא נכללו בניתוח זה בגלל השוני בתדירות ההשקיה.

נספח 6. השפעת הטיפולים על ריכוז יסודות המזון בחלק העליון והתחתון של הענפים (Top ו-Bottom, בהתאמה). הדיגום נעשה בתאריך 15.8.01.

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn
			g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹		
			Top						
1	11.5	1.26	6.3	6.0	2.5	5.2	87	43	177
2	13.2	1.28	5.8	6.5	2.6	5.9	121	42	231
3	13.9	1.29	4.9	5.6	2.8	5.7	214	54	312
4	10.9	0.79	6.3	6.8	2.5	5.0	91	34	90
5	13.4	1.48	6.0	6.7	2.5	4.6	97	41	180
6	12.9	1.21	5.4	6.5	2.4	4.6	116	31	199
7	13.8	1.26	4.6	7.7	3.0	6.4	135	53	260
Mean	12.8	1.22	5.6	6.7	2.6	5.4	123	43	207
F (df=24)	**	***	**	*	**	**	**	*	***
LSD _{0.05}	2.74	0.235	0.92	1.04	0.26	0.89	67.0	12.4	47.0
			Analysis of variance						
W1	12.5	1.37	6.1	6.3	2.5	4.9	92	42	178
W2 [#]	13.1	1.24	5.6	6.5	2.5	5.4	118	37	215
W3	13.8	1.27	4.8	7.2	2.9	6.0	174	53	286
F (df=24)	NS	NS	**	NS	*	NS	*	NS	***
I1 [#]	12.9	1.28	5.7	6.4	2.6	5.6	141	46	240
I2	13.4	1.32	5.3	6.9	2.6	5.3	116	42	213
F (df=24)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
			Bottom						
1	17.6	2.13	9.2	8.5	1.7	6.7	298	33	146
2	18.6	2.08	10.0	9.6	1.8	6.5	363	52	216
3	20.1	2.17	10.4	9.3	2.0	7.0	391	72	305
4	13.7	0.73	8.7	10.3	1.9	7.0	410	61	138
5	19.0	2.62	10.0	9.7	2.0	6.7	449	124	109
6	15.9	1.54	8.5	9.9	1.9	6.3	510	45	142
7	18.6	1.98	9.2	10.6	1.9	6.3	401	45	163
Mean	17.7	1.88	9.4	9.7	1.9	6.9	406	62	174
F (df=24)	***	***	NS	NS	NS	NS	***	***	***
LSD _{0.05}	2.09	0.685	3.98	2.09	0.27	2.40	242.9	25.1	58.7
			Analysis of variance						
W1	18.3	2.37	9.6	9.1	1.9	6.7	374	79	128
W2 [#]	17.3	1.77	9.2	9.8	1.9	6.4	447	49	179
W3	19.4	2.08	9.8	10.0	1.9	7.7	396	59	234
F (df=24)	*	*	NS	NS	.NS	NS	NS	**	***
I1 [#]	18.8	2.10	9.9	9.1	1.9	6.8	357	52	222
I2	17.9	2.05	9.2	10.1	1.9	7.1	453	72	138
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	***	NS

*, **, *** - מובהק ברמת הסתברות של $P \leq 0.05$, 0.01 ו- 0.001, בהתאמה; NS - לא מובהק.
 # - התוצאות מטיפול 4 לא נכללו בניתוח זה בגלל השוני בתדירות ההשקיה.