

תגובת צמחי 'ספארי סנסט' למנת המים והשפעת הגומלין בין מנת המים למנת הדשן בתנאים של השקיה גירעונית

2005

אבנר זילבר, שמואל אסולין, יחזקאל כהן, אירית לבקוביץ ושושנה סוריאנו - המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה. מנהל
המחקר החקלאי, ת. ד. 6, בית דגן 50250.
מנשה לוי, מנשה כהן, נטע דויד - מו"פ צפון, מיג"ל אזור תעשייה דרומי קרית שמונה, ת.ד. 90000 ראש פינה 12100;
יחיאל שטיינמן, איתן שלמה, שה"מ, משרד החקלאות;

תקציר

המטרה הכללית של מחקר זה הייתה לבחון את ההשפעה של מנת המים על צמחי 'ספארי סנסט' בוגרים ולבחון את אסטרטגית הדישון בתנאים של השקיה גירעונית. בשנת 2003 נבחנה ההשפעה של מנת המים בשתי אסטרטגיות דישון: (א) שמירה על ריכוז קבוע במים (הפחתה במנת המים גוררת הפחתה במנת הדשן); ו - (ב) שמירה על מנת דשן קבועה (הפחתה במנת מים גוררת עליה בריכוז הדשן במים). המטרות הייחודיות היו: (א) בחינת התגובה לכמויות מים; (ב) בחינת השפעת הגומלין בין משטר הדישון לבין מנת המים על פרוס המים, ה-pH ויסודות המזון בקרקע; (ג) בחינת ההשפעה של מנת המים על פרוס מערכת השורשים; ו - (ד) בחינה של תדירות ההשקיה.

נמצא כי הפחתת מנת המים ל-70 אחוז לא פגעה ביבול או באיכותו (אורך ענפים וגודל ראש) אך הפחתה נוספת ל-40 אחוז הביאה לפגיעה משמעותית ביבול החומר הטרי והיבש. בנוסף, הפחתה במנת המים גרמה לירידה במספר הענפים באורך 80 ס"מ ובגודל הראש. לירידה זו משמעות כלכלית רבה מכיוון שאיכות הענף והמחיר שמקבל החקלאי נקבעים בעיקר על פי אורך הענף וגודל הראש. טיפולי הדישון לא השפיעו באופן מובהק על היבול או איכותו. טיפולי ההשקיה השפיעו על תכולת הרטיבות הגרבימטרית בקרקע ועל מתח המים בקרקע שנמדד באמצעות טנסיומטרים. מערכת השורשים של צמחים שהושקו במנת המים המלאה מלאה את כל חתך הקרקע ולכן לא היה הבדל בתכולת המים מתחת לצמח ובין שני צמחים בשורה. רוב השורשים היו בעומק של 20-50 ס"מ אולם, מחשיפת שורשים ומקריאות טנסיומטרים נלמד כי הצמח מנצל מים ויסודות מזון גם מעומק של 120 ס"מ, ולעובדה זו חשיבות רבה בתכנון משטרי ההשקיה בעתיד.

בשנת 2004 נבחנו שתי אסטרטגיות השקיה: (א) השקיה אופטימלית בחצי הראשון של עונת הגידול שהביאה לצימוח נמרץ ולאחר מכן, (כאשר הענפים הגיעו לאורך של כ-80 ס"מ, חודש אוגוסט) הפחתה במנת המים ועצירת הגידול; ו-(ב) השקיה גירעונית בחלק הראשון של העונה שהביאה לעצירת הגידול ולאחר מכן (מחודש אוגוסט עד האסוף), עלייה במנת המים שהביאה להגדלת ה"ראש". בנוסף, נבחנו ההשפעות של עקת מים קצרה (שבועיים) ושל שילובים שונים של אסטרטגיות א' ו-ב'. המסקנות מניסויים אלו היו: (1) עקת מים בכל שלב שהוא של הגידול: קבועה (לאורך כל העונה), תקופתית (בראשית העונה או בסוף העונה) או זמנית (תקופות קצרות באמצע העונה) פגעה באיכות הענפים והביאה לירידה במספר הענפים האיכותיים ("ראש" גדול מ-7.1 ס"מ); (2) עקת מים בסוף העונה (חודשים ספטמבר-אוקטובר) הביאה לירידה משמעותית בגודל ה"ראש"; (3) עקת מים בראשית העונה (חודשים מאי-יולי) הביאה לירידה במספר הענפים הראויים לשיווק, אך לא השפיעה על גודל ה"ראש"; (4) מדידה רצופה של מדדים צמחיים (קצב התארכות ענפים, שינויים בעובי גבעול) וקרקעיים (מתח מים באמצעות טנסיומטרים ותכולת מים גרבימטרית) היא כלי הכרחי לבקרה on line של גירעון המים בצמח ויישום מושכל וחכם של משטר "השקיה גירעונית מבוקרת"; (5) ניתן ל"כמת" את ההשפעה של מנת מים מופחתת על הצימוח, היבול ואיכותו, מכאן, ממצאי מחקר זה יכולים להוות בסיס לתכנון הקצבות המים לגידול בשנים בהן כמות המשקעים יורדת (בצורת) וכמות המים במאגרים אינה יכולה לספק את הדרישה; (6) מועד ההבשלה של ה"ראש" היה תלוי בגודלו (ראשים גדולים הבשילו ראשונים). הסיבה לתופעה זו אינה ברורה (שלטון קודקודי?, עיתוי או מיקום פריצת העין בראשית העונה?); ו - (7) הבנת הגורמים המשפיעים על היווצרות ה"ראש" (אינדוקציה של פריחה? אחר?) הינה תנאי הכרחי לשיפור משטר ההשקיה בעתיד.

מבוא ותיאור הבעיה

בשני העשורים האחרונים התרחבו מאוד השטחים של צמחים מעוצים ממשפחת הפרוטאיים המשמשים כמטעי פרחים לקטיף בישראל. ההצלחה העיקרית בגידול צמחים ממשפחה זו הייתה עד כה בצמחים מהסוג לאוקדנדרון (*Leucadendron*), בעיקר ב'ספארי סנסט' (הכלאה של *L. salignum* עם *L. laureolum*) היקף השטחים הנתועים של 'ספארי סנסט' בשנת 2002 היה כ- 2000 דונם, רובם ברמת הגולן ובגליל העליון. כמויות המים ומשטר ההשקיה הנדרשים ליבול מיטבי של צמחי 'ספארי סנסט' לא נבדקו עד כה בצורה יסודית ומקיפה. בהמלצת מדריכי הגידול מנת המים היומית הניתנת למטעים בוגרים בשיא העונה היא 8-12 ל"צמח (900-1400 מ"ק לדונם לשנה). 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 מהכינרת לרמת הגולן. בתנאים אלו מנותבים כמעט כל המים העומדים לרשות החקלאים לגידולי מטע עתירי הכנסה. לכן נשארת רק כמות זעומה של מים להשקיית גידולי שדה ומטעים פורחים של 'ספארי סנסט'. בצורות מלאות או חלקיות הגורמות למחסור במים ברמת הגולן אינן נדירות (תדירות של 5-10 שנים), ולכן חשוב ללמוד את התגובה של צמחי לאוקדנדרון למחסור במים על מנת לקיים את הגידול בעונה שחונה ללא גרימת נזק עתידי.

מחקר זה הוא המשך למחקר בשם: "תגובת צמחי לאוקדנדרון (*Leucadendron*) למנת המים ולתדירות ההשקיה בצפון הארץ" (תכנית 01 0025 640) שמומן על ידי המדען הראשי בשנים 1999-2002. ממצאי מחקר זה הראו כי הפחתה במנת המים לצמחים צעירים (שנה שנייה ושלישית) הביאה לירידה בייצור חומר טרי ויבש ובכמות הענפים הראויים לשיווק. בנוסף, הפחתת מנת המים הביאה לירידה בקוטר ה"ראש" ולירידה זו משמעות כלכלית רבה מכיוון שאיכות הענף והמחיר שמקבל החקלאי נקבעים בעיקר על פי גודל ה"ראש". ניתוח אורתוגונאלי בשיטת רגרסיה בשלבים (*Stepwise regression*) הראה כי תכולת הרטיבות בקרקע הייתה הגורם העיקרי שהשפיע על היבול הטרי. הרגרסיה הצביעה כי 99 אחוז מהשונות בייצור החומר הטרי של צמחים הייתה תוצאה של שינויים בתכולת הרטיבות בקרקע. אולם, הפחתה במנת המים לא השפיעה על מספר הענפים הכללי. פריצה של ענפים חדשים מתרחשת באביב (לפני ההתחלה של טיפולי ההשקיה) על רקע של קרקע רוויה וצמח גוזם ולכן טיפולי ההשקיה לא השפיעו על כמות הענפים הכללית.

המטרה הכללית של מחקר ההמשך (המחקר הנוכחי) הייתה לבחון את ההשפעה של מנת המים על צמחים בוגרים ולבחון את אסטרטגיית הדישון בתנאים של השקיה גירעונית. ככלל, משטר הדישון המיטבי בתנאים של השקיה גירעונית אינו מובן מאליו. שמירה על ריכוז קבוע של דשן שנמצא מיטבי בתנאים של מנת מים מיטבית גם כאשר מנת המים יורדת, עלול להביא לפגיעה בצמחים בגלל כמות לא מספקת של יסודות מזון במים (כמות דשן = ריכוז x מנת מים). בנוסף, בגידולים בהם ה-pH מבוקר באמצעות כמות האמון במי ההשקיה, הפחתה בכמות הדשן (בעקבות הפחתה במנת המים) עלולה להביא נזק לצמחים כתוצאה מעליה ב-pH. לעומת זאת, עלייה בריכוז הדשן על מנת לשמור על כמות קבועה של יסודות מזון עלולה להביא לעלייה במוליכות החשמלית ולפגיעה בצמחים כתוצאה מהמלחה. מכאן, אסטרטגיית הדישון הנבחרת בתנאים של השקיה גירעונית איננה מוחלטת והיא תלויה מאוד בסוג הגידול.

בשנים 2002-2003 נבחנה ההשפעה של מנת המים על צמחי 'ספארי סנסט' בשתי אסטרטגיות דישון: (א) שמירה על ריכוז קבוע במים (הפחתה במנת המים גוררת הפחתה במנת הדשן); ו- (ב) שמירה על מנת דשן קבועה (הפחתה במנת מים גוררת עלייה בריכוז הדשן במים). המטרות הייחודיות היו: (א) בחינת התגובה לכמויות מים; (ב) בחינת השפעת

הגומלין בין משטר הדישון לבין מנת המים על פרוס המים, ה-pH ויסודות המזון בקרקע; ו - (ג) בחינת ההשפעה של מנת המים על פרוס מערכת השורשים.

לאור התוצאות שהושגו בשנים 2002-3 שונו הטיפולים ונבחן משטר של "השקיה גירעונית מבוקרת" (Regulated Deficit Irrigation) שמשמעותו: הפחתה במנת המים בתקופות מוגדרות ומכוונות על פי שלבים פיזיולוגיים בהתפתחות הצמח. בענף הפרחים נהוג להשרות עקת מים מבוקרת לזמנים קצובים על מנת להביא להקדמת הפריחה ולכן הוצע לבחון את ההשפעה של "השקיה גירעונית מבוקרת" בשלבים שונים של הגידול על התפתחות הצמחים ובעיקר, על עיתוי הבשלת ה"ראש" וגודלו. ה"ראש" האדום והדקורטיבי של ענפי ה'ספארי סנסט' מורכב מעלי חפה המתפתחים בסוף עונת הגידול (החל מאמצע-סוף אוקטובר) וסביר להניח כי התפתחותו קשורה לתהליכי היווצרות הפרחים (Ben-Jaacov and Silber, 2005). בשנים 2004-5 נבחנו שתי אסטרטגיות השקיה: (א) השקיה אופטימלית בחצי הראשון של עונת הגידול שתביא לצימוח נמרץ ולאחר מכן (ראשית חודש אוגוסט), הפחתה במנת המים ועצירת הגידול (כאשר הענפים הגיעו לאורך של כ-80 ס"מ); ו - (ב) השקיה גירעונית בחלק הראשון של העונה שתביא לעצירת הגידול, ולאחר מכן (מחודש אוגוסט עד האסוף), עלייה במנת המים שתביא להגדלת ה"ראש" (בהנחה שאורך הענף יהיה מספק). בנוסף, נבחנו ההשפעות של עקת מים קצרה (שבועיים) ושל שילובים שונים של אסטרטגיות א' ו-ב'.

שיטות וחומרים

מחקר זה הוא המשך למחקר בשם: "תגובת צמחי לאוקדנדרון (*Leucadendron*) למנת המים ולתדירות ההשקיה בצפון הארץ" (תכנית 640 0025 01) שמומן על ידי המדען הראשי. 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 8-0 מ"מ, בנפח של 30 מ"ק לדונם). על תעלות הטוף הונח קו טפטפות אחד של "נען" 40 ס"מ בין הטפטפות, ספיקה של 2 ל"שעה. מדידת מתח המים בשכבות הקרקע השונות בקרבת הצמח ובין שני צמחים התבצעה באמצעות טנסיומטרים דיגיטליים שחוברו למערכת מרכזית הנשלטת על ידי מחשב. בנוסף, נמדדו באמצעות "פיטומוניטורים" הגורמים הבאים: (א) תנאים מטאורולוגיים (קרנינה, טמפרטורה, לחות); (ב) טמפרטורת עלה; ו - (ג) קוטר גזע. מדדים אלו ספקו אינפורמציה רציפה על מצב המים בצמח ועל השפעת הטיפולים בניסוי על מצבי עקה בצמח במהלך היממה. החומר הצמחי מכל הדיגומים יובש בתנור מאוורר במשך שבוע בטמפרטורה של 60°C, החומר היבש נטחן דק ועבר שריפה רטובה ב- $H_2SO_4-H_2O_2$ לקביעת ריכוז זרחן, נתרן ואשלגן ברקמות הצמח וב- $HClO_4-HNO_3$ לקביעת סידן, מגניון ויסודות הקורט. חנקן כללי וזרחן נקבעו באוטואנלייזר, אשלגן ונתרן בפוטומטר להבה, סידן, מגניון, ברזל, אבץ ומנגן במכשיר בליעה אטומי. מדגמי הקרקע הטרניים הוכנסו לקופסאות פח לשמירת הרטיבות, נשקלו, יובשו במשך שבוע בתנור בטמפרטורה של 105°C ונשקלו שנית. בנוסף, נלקחו מדגמים לבדיקות כימיות. המדגמים ששמשו לבדיקות כימיות הובאו ליובש אווירי, נכתשו ונופו ל- 2 מ"מ. הקרקע המנופה טולטלה במשך שעה עם מים מזוקקים ביחס (משקלי) מוצק:מים של 5:1, ולאחר סרכוז בצנטריפוגה וסינון נאסף התסנין ונשמר לבדיקות כימיות. פירוט נוסף ניתן למצוא בדו"ח הסיכום השנתי. ממוצעים (לעשרה ימים) של טמפרטורות מקסימום ומינימום וקרנינה גלובלית בשנים 2003 ו- 2004 מוצגים באיור 1.

בשנת 2003 נבחנו שני גורמים עיקריים: (א) מנת המים (שלוש רמות); ו - (ב) אסטרטגית הדישון (ריכוז קבוע של דשן בהשוואה לכמות קבועה של דשן במים). מנות המים שנבחנו היו: גבוהה (W1: 100% מצריכת המים של הצמח), בינונית (W2: 70% מ - W1), ונמוכה (W3: 40% מ - W1); אסטרטגיות הדישון שנבחנו היו: ריכוז קבוע של דשן במים

(הפחתה במנת המים גוררת הפחתה במנת הדשן: ריכוז דשן כנהוג לגידול - C1), וכמות קבועה של דשן במים (הפחתה במנת מים גוררת עליה בריכוז הדשן במים: $C2=C1/0.7$ - במנת מים בינונית; ו- $C3=C1/0.4$ במנת המים הנמוכה). בנוסף, נבחנה באופן חלקי ההשפעה של תדירות ההשקיה (השקיה יומית בהשוואה להשקיה כל שלושה ימים במנת המים הבינונית) וההשפעה של עלייה במנת הדשן במנת המים הגבוהה. ההשקיה היתה יומית פרט לטיפול 4 שהושקה כל שלושה ימים. הטיפולים בנוסוי מפורטים בטבלה 1.

טבלה 1. פירוט הטיפולים בשנת 2003.

ריכוז מחושב של יסודות מזון במי טפטפת ⁵			כמות מצטברת של יסודות מזון לעונה ⁴			מנת מים מצטברת לעונה ³	מנת השקיה ²	טיפולים ¹
K	P	N	K	P	N	(ל'צמח)	(%)	
(מ"ג/ל)			(ג'צמח)					
47	13.4	58	80	23	100	1719	100	W1C1F1 -1
67	19.2	83	80	23	100	1199	70	W2C2F1 -2
117	33.6	146	80	23	100	685	40	W3C3F1 -3
67	19.2	83	80	23	100	1199	70	W2C2F1 - ⁶ 4
70	20.4	87	121	35	150	1719	100	W1C2F2 -5
42	14.2	52	50	17	62	1199	70	W2C1F3 -6
42	14.0	52	29	9.6	36	685	40	W3C1F3 -7

¹ - גורם נבדק:

טיפולים 1-3: בחינת ההשפעה של מנת המים בתנאים של מנת דשן קבועה (לצמח).

טיפולים 1, 6, 7: בחינת ההשפעה של מנת המים בתנאים של שמירה על ריכוז קבוע של דשן במים.

טיפולים 1, 5: בחינת ההשפעה של ריכוז דשן במים בתנאים של מנת מים מלאה.

טיפולים 2, 4: בחינת ההשפעה של תדירות ההשקיה בתנאים של הפחתה במנת המים ומנת דשן קבועה.

² - מנת מים של 100 אחוז הוגדרה כמנה האופטימלית לצמח ונקבעה על פי מצב הצמח, מתח המים הנמדד באמצעות טנסיומטרים, וטמפרטורת העלה.

³ - השקיה מצטברת (ל'צמח) בפועל בין התאריכים 1.4.03 ל- 30.11.03.

⁴ - כמות מצטברת (ג'צמח) בפועל בין התאריכים 1.4.03 ל- 30.11.03.

⁵ - דשן גופר 5-2-5 ("דשנים וחומרים כימיים"), שבו היחס המשקלי בין היסודות הצרופים (N:P:K) הוא 5:0.87:4.1

והיחס אמון:חנקן 30:70. ריכוזי יסודות הקורט במי הטפטפת: ברזל - 1 מ"ג/ל, מגנז - 0.6, אבץ - 0.3, נחושת -

0.05, ומוליבדן - 0.3 מ"ג/ל, כולם ככילט EDTA; בורון - 0.3 מ"ג/ל.

⁶ - השקיה כל שלושה ימים.

בשנת 2004-5 שונו הטיפולים ונבחנו משטרים של עקת מים מבוקרת. משטר ההשקיה בטיפולים 1, 3 – 4 היה זהה למשטר בשנה הקודמת והם שימשו כביקורת. טיפולים של עקת מים מבוקרת נבחנו על צמחים שהושקו בשנים הקודמות במנת מים של 70% או מלאה (טיפולים 2, 6, טיפול 5, בהתאמה, טבלה 1). צמחים מטיפולים 1, 2, 5 ו- 6 הניבו בשנת 2003 יכול דומה ולאחר הגיזום החורפי הצימוח הווגטיבי שלהם היה זהה. לכן, למרות טיפולי העבר השונים צמחים אלו ייצגו אוכלוסייה צמחית אחידה. טיפול 7 שהושקה בשנים הקודמות במשטר מים של 40%, הושקה בתחילת העונה במנה של 40% (כמו טיפול 3) ולאחר מכן במנת מים מלאה (ראה סכמת טיפולים).
הטיפולים בשנת 2004 מפורטים להלן:

1- מנת מים מלאה לאורך כל העונה. מנת מים מלאה הוגדרה כמנה האופטימלית לצמח ונקבעה על פי מצב הצמח, מתח המים הנמדד באמצעות טנסיומטרים, טמפרטורת העלה ושינויים בעובי הגבעול, סה"כ מים מצטבר לעונה: 1870 ל'צמח.

2- מנת מים מלאה עד 1.8.04, הפסקת השקיה לשבועיים, ולאחר מכן, מנת מים מלאה עד סוף העונה, סה"כ מים מצטבר לעונה: 1743 ל'צמח.

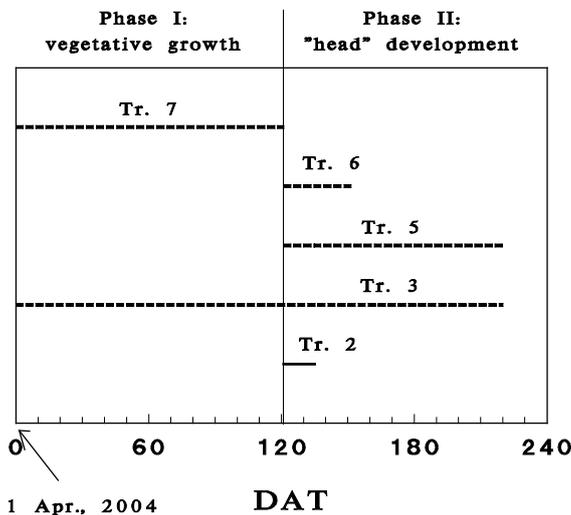
3- מנת מים מופחתת לאורך כל העונה (40%), סה"כ מים מצטבר לעונה: 950 ל'צמח.

4- השקיה כל שלושה ימים במנת מים מופחתת (כ-70%), סה"כ מצטבר לעונה: 1434 ל'צמח.

5- מנת מים מלאה עד 1.8.04, לאחר מכן, 40% עד סוף העונה, סה"כ מים מצטבר לעונה: 1395 ל'צמח.

6- מנת מים מלאה עד 1.8.04, 40% במשך חודש (עד 1.9.04), לאחר מכן, מנת מים מלאה עד סוף העונה, סה"כ מים מצטבר לעונה: 1683 ל'צמח.

7- מנת מים מופחתת עד 1.8.04, לאחר מכן, מנת מים מלאה עד סוף העונה, סה"כ מים מצטבר לעונה: 1484 ל'צמח.



סכימה של הטיפולים בניסוי (לא כולל טיפול 4): פרק זמן בו הושקה הטיפול בהשקיה גרעונית, קו מרוסק – מנה מים של 40%, קו מלא – הפסקת השקיה לשבועיים (טיפול 2).

בשנת 2005 היו תקלות רבות במערכת ההשקיה והדישון בגלל ריכוז גבוה של מרחפים במי ההשקיה. תקלות אלו גרמו לסתימה של טפטפות רבות ושל משאבות הדשן וכתוצאה מכך פיזור המים והדשן היה מאוד לא אחיד. הפיזור הלא אחיד של מים ויסודות מזון במרחב (שונות גדולה בין טפטפות מאותו טיפול הממוקמות בחלקות שונות בשדה) ובזמן (אי אחידות בכמויות היוצאות מהטפטפות במהלך ההשקיה או בין ימים שונים כתוצאה משונות בספיקה) הביאו לסטייה גדולה מהכמויות המתוכננות, במיוחד בחלק הראשון של עונת ההשקיה (חודשים אפריל-יולי) ולכן לא נאספו נתונים בשנה זו.

תוצאות

שנת 2003 – השפעת מנת המים ואסטרטגית הדישון על משטר המים ויסודות המזון בקרקע, קליטה של מים ויסודות מזון על ידי הצמח ועל היבול

תנאי אקלים, מנת המים בהשקיה ודיות במהלך שנת 2003

תנאי שרב קשים בראשית חודש מאי הביאו לעלייה חדה בהתאדות הפוטנציאלית מגיית (Pan - נתוני השרות המטאורולוגי לתחנת אבני איתן) לערכים של 11-13 מ"מ ליום (17.7-21.0 ל'צמח ליום, מחושב לפי 620 בדונם, איור 2). מאמצע מאי ועד לסוף אוגוסט ההתאדות הפוטנציאלית הייתה יציבה יחסית בערכים של 7-8.5 מ"מ ליום (12-15 ל'צמח ליום). בחודשים מאי-אוגוסט הצמחים גדלו בצורה נמרצת ובעקבות זאת מנת ההשקיה המרבית עלתה מ - 4 ל'צמח ליום בראשית מאי עד ל - 13 ל'צמח ליום ב - 30.7.03. מתאריך 11.9.03 מנת המים ירדה בעקבות כתוצאה מירידה רצופה בהתאדות הפוטנציאלית מגיית והאטה בקצב הגידול (איור 2). מקדם ההשקיה (מנת מים בהשקיה מחולקת בהתאדות הפוטנציאלית מגיית) עלה בהתמדה כתוצאה מגידול נוף הצמחים מחד והירידה בהתאדות הפוטנציאלית מגיית מאידך, והגיע לערך שיא של 1.07 בראשית חודש אוגוסט (איור 2). לאורך כל התקופה ההתאדות מגיית הייתה גבוהה מהדיות המחושבת על פי נוסחת Penman-Monteith (נתוני השרות המטאורולוגי אינו מוצג).

פירוס הרטיבות ומתח המים בקרקע 2003

חתך הקרקע היה רווי לפני תחילת הצימוח החדש (חודש אפריל) כתוצאה מגשמי החורף מחד וצריכת מים קטנה בעקבות גיזום הנוף מאידך. שינויים בפרוס הרטיבות בנפח הקרקע החלו רק עם תחילת הצימוח האינטנסיבי בחודש מאי בעקבות תחילת הטיפול. טיפולי ההשקיה השפיעו על תכולת הרטיבות הגרביטרית בקרקע (איור 3) ועל מתח המים בקרקע שנמדד באמצעות טנסיומטרים (איור 4). תכולת הרטיבות בחתך הקרקע המוצגת באיור 3 הושפעה באופן ישיר ממנת המים ובאופן עקיף מצפיפות השורשים. השורשים של צמחים שהושקו במנת מים של 40 אחוז התרכזו רק מתחת לצמח ולא התפשטו למרחב, זאת למרות שבין שני צמחים בשורה הייתה מוצבת טפטפת (המרחק בין שני צמחים בניסוי היה 80 ס"מ והמרחק בין שתי טפטפות היה 40 ס"מ). לכן, תכולת המים בחתך הקרקע מתחת לצמח הייתה נמוכה בהרבה מתכולת המים בין שני צמחים (Tr 3 pl) – Tr 3 pl* (איור 3, בהתאמה). גם בטיפול שהושקו במנת המים הבינונית ניתן היה להבחין בתופעה דומה, אם כי ההבדל בתכולת המים בין שני האתרים היה קטן בהרבה (Tr 2 pl) – Tr 2 pl* (איור 3, בהתאמה). מערכת השורשים של צמחים שהושקו במנת המים המלאה מלאו את כל חתך הקרקע ולכן לא היה הבדל בתכולת המים מתחת לצמח ובין שני צמחים בשורה (Tr 1 pl) – Tr 1 pl* (איור 3, בהתאמה). השינויים במתח המים במהלך היממה מוצגים באיור 4. השקיה במנת מים מלאה (טיפול 1) הביאה למתח מים נמוך בכל חתך הקרקע, לעומת זאת, מנת מים גירעונית (טיפול 3) הביאה למתח מים גבוה, במיוחד בשכבה התחתונה (איור 4).

מוליכות חשמלית, pH, וריכוז יסודות מזון במיצי מימי של קרקע במהלך הניסוי

לאחר הדיגום (ליד הצמח או בין שני צמחים בשורה) לא הייתה השפעה מובהקת ולכן מוצגים בטבלה 2 רק נתונים מהדיגום ליד הצמח. כפי שניתן לראות מהטבלה, השפעת הטיפולים על המוליכות החשמלית, ה-pH ועל ריכוז יסודות המזון במיצי המימי הייתה משמעותית יותר בשכבת הקרקע העליונה (0-20 ס"מ) והיא נחלשה עם העומק. שינוי גורם אחד בלבד בטיפול הניסוי, ז.א. מנת מים (ריכוז אחיד של יסודות מזון, טיפולים 1, 6 ו-7) או מנת הדשן (מנת מים

אחידה, טיפולים 1 ו-5, 2 ו-6, 3 ו-7) הביאו לעלייה במוליכות החשמלית של מיצויי הקרקע, אבל ההשפעה הייתה לא מובהקת סטטיסטית. לעומת זאת, שינוי בו זמני של מנת המים וריכוז הדשן (כמות דשן קבועה, טיפולים 1, 2 ו-3) הביא לעלייה מובהקת במוליכות החשמלית (טבלה 2). השפעת הטיפולים על המוליכות החשמלית ירדה עם העלייה בעומק ובשכבת הקרקע 60-90 ס"מ היא לא הייתה שונה מהערכים שהיו לפני תחילת הניסוי. השפעת הטיפולים על ה-pH הביא לשינוי ב-pH בשכבה העליונה אך שינוי בו זמני של שני גורמים (מנת מים או ריכוז דשן) הביא להשפעה חזקה יותר וההשפעה ירדה עם העלייה בעומק השכבה.

ריכוזי האמון במיצויי הקרקע היו נמוכים (4.3, 4.0 ו-2.4 מ"ג/ק"ג קרקע בשכבות קרקע 0-20, 20-60 ו-90-60 ס"מ, בהתאמה), כתוצאה מתהליכי ניטריפיקציה וספיחה על שטחי הפנים. לכן, למרות ריכוז גבוה של אמון במי ההשקיה והבדלים משמעותיים בכמות המיושמת במים השפעת הטיפולים הייתה לא מובהקת. תהליכי הניטריפיקציה הביאו לעלייה גדולה בריכוזי החנקן במיצויי הקרקע, במיוחד בשכבה העליונה (טבלה 2). חנקה כמעט ואינה נספחת על שטחי פנים או מעורבת בתהליכי שקיעה ולכן סביר כי ההבדלים הגדולים בריכוזי החנקן בשכבות הקרקע היו תוצאה של ספיחה מהירה של אמון שהוסף במי ההשקיה בשכבות הקרקע העליונות והצטברות חנקה כתוצאה מתהליכי הניטריפיקציה לאחר מכן. עלייה בריכוז החנקן במים (טיפולים 1, 2 ו-3) הביאה לעלייה מובהקת בריכוז החנקן במיצויי הקרקע ואילו ההשפעה של טיפולי ההשקיה הייתה לא מובהקת.

עלייה בריכוזי האשלגן בתמיסות ההשקיה הביאה לעלייה בריכוזי האשלגן במיצויי הקרקע, שפחתה עם העלייה בעומק (טבלה 2). ריכוזי הזרחן במיצויים המימיים היו נמוכים מאוד (1.5 מ"ג/ק"ג קרקע) והם לא הושפעו מהבדלים בטיפולים או מעומק הדיגום, כנראה בגלל ספיחה מהירה על שטחי פנים ושקיעה של מלחים קשי תמס עם סידן. אקטיביות Ca^{2+} ו- PO_4^- במיצויים המימיים הייתה גבוהה מקבועי ההתמוססות של Ca-P מוכרים (Hydroxyapatite, β TCP, OCP). ריכוז הנתרן, הסידן והמגנזיום במי ההשקיה היו אחידים לכל הטיפולים ולכן ההבדלים המובהקים בריכוז של יסודות אלו במיצויים המימיים מיוחסים להבדלים בין הטיפולים, בעיקר למנת המים (טבלה 2).

יבול והתפתחות הצמח 2003

הטיפולים בניסוי השפיעו באופן מובהק על משקל החומר הטרי והיבש אך לא על מספר הענפים. כפי שדווח בשנים הקודמות, פריצה של ענפים חדשים בצמחי 'ספארי סנסט' מתרחשת באביב, כאשר הצמח גזום והקרקע רוויה במים מגשמי החורף ולכן טיפולי ההשקיה לא משפיעים על מספר הענפים הכללי. הפחתת מנת המים ל-70 אחוז לא פגעה ביבול או באיכותו (אורך ענפים וגודל ראש) אך הפחתה נוספת ל-40 אחוז הביאה לפגיעה משמעותית ביבול החומר הטרי והיבש (איור 5). בנוסף, הפחתה במנת המים גרמה לירידה במספר הענפים באורך 80 ס"מ ובגודל הראש (איור 6). לירידה זו משמעות כלכלית רבה מכיוון שאיכות הענף והמחיר שמקבל החקלאי נקבעים בעיקר על פי אורך הענף וגודל הראש. בנוסף, הפחתת מנת המים ל-40% גרמה לפגיעה בגודל הראש ולאבדן השלטון הקודקודי שהתבטאה בפריצה של ענפי צד שפגעו באיכות הענף המשווק. אחוז החומר היבש של הענפים היה בתחום של 34-35 והוא לא הושפע מהטיפולים בניסוי. טיפולי הדישון לא השפיעו באופן מובהק על היבול או איכותו. ריכוז כל יסודות המזון בעלים מכל טיפולי ההשקיה היה בתחום מקובל עבור צמחי 'ספארי סנסט' ובהתאמה לתוצאות שהתקבלו במחקרים קודמים (זילבר וחובריו, 1994; 1995; לוי וחובריו, 2002) ולכן לא פורט.

שנת 2004 – השפעה של מנת המים ושל עקות מים מבוקרות במהלך הגידול על משטר המים בקרקע, גידול הצמח והיבול

ההתאדות הפוטנציאלית מגיגית, כמות המים שניתנה לצמחים שהושקו במנת מים מלאה (טיפול 1) ומקדם ההשקיה בשנת 2004 מוצגים באיור 7.

פירוס הרטיבות ומתח המים בקרקע 2004

חתך הקרקע היה רווי לפני תחילת הצימוח החדש (חודש אפריל) כתוצאה מגשמי החורף מחד וצריכת מים קטנה בעקבות גיזום הנוף מאידך. שינויים בפרוס הרטיבות בנפח הקרקע החלו רק עם תחילת הצימוח האינטנסיבי בחודש יוני. טיפולי ההשקיה השפיעו על תכולת המים הגרביטרית בקרקע ועל מתח המים בקרקע שנמדד באמצעות טנסיומטרים (איורים 8 ו-9, בהתאמה). תכולת המים בקרקע של כל הטיפולים שהושקו במנת מים מלאה עד 1.8.05 (לפני תחילת ההפעלה של טיפולי עקת המים: טיפולים 1, 2, 5, ו-6) הייתה דומה (רק תכולת המים בקרקע בטיפול 1 ו-5 מוצגת באיור 8), והיא הייתה גבוהה באופן מובהק מתכולת המים של טיפולים שהושקו במנת מים של 40% (טיפולים 3 ו-7). תכולת המים (משקלי) ברוויה, קיבול שדה וכמישה שחל קרקע אבני איתן על פי עקום התאחיזה למים הוא 50, 35 ו-18 אחוז, בהתאמה. מכאן, תכולת המים בקרקע בטיפולים שהושקו במנת מים נמוכה (טיפולים 3 ו-7 בתחילת העונה, טיפולים 3 ו-5 בסוף העונה) הייתה קרובה לנקודת הכמישה וסביר להניח כי היא הגבילה את הצימוח ואת היבול (טבלה 3). לאחר ההפעלה של עקת מים מבוקרת, תכולת המים בחתך הקרקע ירדה מאוד (טיפולים 5 ו-6) והייתה דומה לזו של טיפול שהושקה כל העונה במנת מים של 40% (טיפול 3, איור 8). לחילופין, עלייה במנת המים הביאה לעלייה בתכולת המים (השוואה בתכולת המים של טיפול 7 בין 29.7.04 ו-29.8.04, איור 8).

מתח המים בקרקע שנמדד באמצעות טנסיומטרים היה נמוך (10-20 קילו פסקל) בטיפולים שהושקו במנת מים מלאה ועלה לערכים של 50-70 קילו פסקל בטיפולים שהושקו במנת מים נמוכה (אינו מוצג). השפעת מנת המים בהשקיה על מתח המים בקרקע הייתה מיידית. הפסקת ההשקיה לתקופה של שבועיים הביאה לעלייה רצופה במתח המים בקרקע, בעיקר בשכבות 0-60 ס"מ, ואילו חידוש ההשקיה הביא לנפילה חדה במתח, לרמה שלפני הפעלת עקת המים (טיפול 2, איור 7). חשיפת שורשים לימדה כי רוב מערכת השורשים של הצמח התרכזה בשכבה 0-60 ס"מ ולכן מתח המים בקרקע עלה מיידית בשכבה זו ואלו מתח המים בשכבה 60-120 ס"מ עלה לאט יותר והיה נמוך בהשוואה לשכבת הקרקע העליונה (איור 9). הפעלה של עקת מים מתונה (הקטנת מנת המים ל 40 אחוז מהמנה האופטימלית) הביאה לעלייה רצופה במתח המים בשכבת הקרקע העליונה (טיפול 5, איור 9). לאחר כ-25 ימים מתח המים בקרקע התייצב, כנראה בגלל התאמת הצמח לתנאי עקת המים (עצירת הגידול).

יבול והתפתחות הצמח 2004

היבול (משקל טרי ויבש, מספר ענפים ואיכות ענפים לשיווק) בשנת 2004 היה דומה ליבול שהתקבל בשנת 2003 בטיפולים דומים (מנת מים מלאה: טיפול 1, מנת מים מופחתת לאורך כל העונה: טיפול 3). הטיפולים בניסוי השפיעו באופן מובהק על משקל החומר הטרי והיבש, על איכות הענפים (גודל "ראש") ועל תאריך ההבשלה (טבלה 3, איור 10). עקת מים בכל שלב שהוא של הגידול: לאורך כל העונה (טיפול 3), בראשית העונה (טיפול 7), בסוף העונה (טיפול 5) או לתקופות קצרות באמצע העונה (טיפולים 2 ו-6) פגעה באיכות הענפים וגרמה לירידה במספר הענפים האיכותיים ("ראש" גדול מ-7.1 ס"מ, טבלה 3, איור 10). הענפים עם "ראש" גדול הבשילו ראשונים ובשלושת הקטיפים הראשונים (27.10.04, 8.11.04, ו-21.11.04, ימים 209, 221, ו-234, בהתאמה, איור 10) נקטפו רק ענפים עם קוטר "ראש"

גדול. כמות הענפים המשווקים הייתה תלויה בעיקר במצב המים בראשית העונה. עקת מים בראשית העונה (טיפול 7) הביאה להפחתה מובהקת בכמות הענפים המשווקים ולמרות עלייה במנת המים מחודש אוגוסט עד לסוף העונה, מספר הענפים המשווקים של טיפול 7 היה דומה למספר הענפים המשווקים של טיפול 3 (עקת מים כל העונה). לעומת זאת, גודל ה"ראש" הושפע בעיקר ממנת המים בסוף העונה. עלייה במנת המים בסוף העונה הביאה להגדלה משמעותית בגודל ה"ראש", ולחילופין, הקטנה במנת המים בסוף העונה הביאה לירידה בגודלו (טיפול 7 בהשוואה לטיפול 3, טיפול 5 בהשוואה לטיפול 1, טבלה 3, איור 10, בהתאמה).

מדידות של קצב התארכות הענפים ושינויים בקוטר הגבעולים לימדו כי שינוי משטר ההשקיה, הפחתה או עלייה במנת המים, השפיעו באופן מיידי על הצמחים. השריה של תנאי עקה (הפסקת ההשקיה לשבועיים – טיפול 2) הביאה לירידה חדה בקצב התארכות הגבעול ובהתעבות הגבעול ולחילופין, הפסקת העקה ע"י חידוש ההשקיה הביא לעלייה חדה בשני מדדים אלו (טיפול 2, מסומן בחיצים באיורים 11 ו-12, בהתאמה). עלייה במנת המים לטיפול שהושקה במנת מים נמוכה מראשית העונה (טיפול 7) הביא להגדלה ניכרת בקצב התארכות הענפים (איור 11), זאת למרות שבכל יתר הטיפולים קצב התארכות הענפים היה במגמת ירידה, כנראה בגלל תנאים אקלימיים (ירידה בקרינה ובאורך היום).

ריכוז יסודות מזון בצמח

הטיפולים בניסוי לא השפיעו על ריכוז יסודות המזון בעלים בכל שלוש הדיגומים. הריכוזים הממוצעים של יסודות מזון בעלים העליונים (עלים מפותחים בראש הענף) בראשית הגידול (28.6.04) היו: חנקן: 1.20, זרחן: 0.16, אשלגן: 0.59, נתרן: 0.45, סידן: 0.42 ומגניזיום: 0.22, ג'100 ג' חומר יבש, בהתאמה, וריכוזי הברזל, אבץ ומנגן היו 35 ו-191 מ"ג/ק"ג חומר יבש, בהתאמה. ריכוזים אלו הם בתחום המקובל עבור צמחי 'ספארי סנסט' ובהתאמה לתוצאות שהתקבלו במחקרים קודמים (זילבר וחובריו, 1994; 1995; לוי וחובריו, 2002). טיפולים של עקת מים מבוקרת לא השפיעו על ריכוז יסודות המזון בעלים והריכוזים הממוצעים בעלים העליונים לכל הטיפולים ב-1.9.04 היו: חנקן: 0.82, זרחן: 0.11, אשלגן: 0.49, נתרן: 0.45, סידן: 0.62 ומגניזיום: 0.24, ג'100 ג' חומר יבש, בהתאמה, וריכוזי הברזל, אבץ ומנגן היו 96, 64 ו-302 מ"ג/ק"ג חומר יבש, בהתאמה. ריכוז יסודות המזון בעלים התחתונים היה: חנקן: 1.54, זרחן: 0.32, אשלגן: 1.10, נתרן: 1.00, סידן: 0.94 ומגניזיום: 0.15, ג'100 ג' חומר יבש, בהתאמה, וריכוזי הברזל, אבץ ומנגן היו 292, 80 ו-526 מ"ג/ק"ג חומר יבש, בהתאמה.

מסקנות

1. עקת מים בכל שלב שהוא של הגידול: קבועה (לאורך כל העונה), תקופתית (בראשית העונה או בסוף העונה) או זמנית (תקופות קצרות באמצע העונה) פגעה באיכות הענפים והביאה לירידה במספר הענפים האיכותיים ("ראש" גדול מ – 7.1 ס"מ).
2. עקת מים בסוף העונה (חודשים ספטמבר-אוקטובר) הביאה לירידה משמעותית בגודל ה"ראש".
3. עקת מים בראשית העונה (חודשים מאי-יולי) הביאה לירידה במספר הענפים הראויים לשיווק, אך לא השפיעה על גודל ה"ראש".
4. מדידה רצופה של מדדים צמחיים (קצב התארכות ענפים, שינויים בעובי גבעול) וקרקעיים (מתח מים באמצעות טנסיומטרים ותכולת מים גרביטרית) היא כלי הכרחי לבקרה on line של גירעון המים בצמח ויישום מושכל וחכם של משטר של "השקיה גירעונית מבוקרת".

5. ניתן ל"כמת" את ההשפעה של מנת מים מופחתת על הצימוח, היבול ואיכותו, מכאן, ממצאי מחקר זה יכולים להוות בסיס לתכנון הקצבות המים לגידול בשנים בהן כמות המשקעים יורדת (בצורת) וכמות המים במאגרים אינה יכולה לספק את הדרישה.
6. מועד ההבשלה של ה"ראש" היה תלוי בגודלו (ראשים גדולים הבשילו ראשונים). הסיבה לתופעה זו אינה ברורה (שלטון קודקודי?, עיתוי או מיקום פריצת העין בראשית העונה?).
7. הבנת הגורמים המשפיעים על היווצרות ה"ראש" (אינדוקציה של פריחה? אחר?) (?) הינה תנאי הכרחי לשיפור משטר ההשקיה בעתיד.

רשימת ספרות

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 מוגש למדען הראשי של משרד החקלאות.

זילבר א., ר. גנמור, ש. דוידוב, ש. גלעד, ב. מיצ'ניק, א. אקרמן וי. בן יעקב. 1995. השפעת ריכוז זרחן וחנקן והיחס בין אמון לחנקה על התפתחות צמחי 'ספארי סנסט' שתולים בבורות טוף. דו"ח שנתי מוגש למדען הראשי של משרד החקלאות.

לוי, מ., כהן, מ., שטיינמן, י., שלמה, א., אסולין, ש., לבקוביץ, א., סוריאנו, ש., וזילבר, א. 2003. תגובת צמחי לאוקדנדרון (*Leucadendron*) למנת המים ולתדירות ההשקיה בצפון הארץ. דו"ח סופי לתכנית 640 0025 02 מוגש למדען הראשי של משרד החקלאות.

Ben-Jaacov, J. and Silber, A. 2005. *Leucadendron* A major Proteaceous floricultural crop. *Hortic. Rev.*, in press.

טבלה 2. מוליכות חשמלית, pH, וריכוז יסודות מזון במיצוי מימי (1:5) של קרקע (קרוב לצמח). הדיגום נעשה בתאריך

.15.8.2003

Treatment	EC dS m ⁻¹	pH	NO ₃ -N	K	Na mg kg ⁻¹	Ca	Mg
0-20 cm							
1	0.24	7.4	41	35	34	63	19
2	0.40	7.2	83	45	47	109	22
3	0.51	6.2	147	73	55	168	40
5	0.28	7.3	70	47	35	54	12
6	0.23	7.3	45	29	42	109	21
7	0.29	7.2	49	36	60	211	42
Mean	0.33	7.1	73	44	45	119	26
Tr ¹	0.0070	0.0013	<0.0001	0.0063	<0.0001	0.0002	0.0001
LSD _{0.05} ²	0.225	0.75	38.4	32.1	13.9	93.7	17.7
20-60 cm							
1	0.17	7.4	28	18	27	51	11
2	0.27	7.4	47	16	33	91	18
3	0.47	6.8	133	31	45	200	37
5	0.30	7.3	35	17	34	69	12
6	0.22	7.3	32	20	35	79	15
7	0.24	7.4	36	18	34	90	17
Mean	0.28	7.3	52	20	34	97	18
Tr ¹	0.0495	0.0403	<0.0001	0.0182	0.0338	0.0121	0.0173
LSD _{0.05} ²	0.291	0.55	50.1	12.8	14.5	118.1	21.6
60-90 cm							
1	0.17	7.7	22	11	24	66	12
2	0.21	7.7	27	10	25	78	13
3	0.19	7.8	25	10	24	72	13
4	0.28	7.5	43	14	29	100	17
6	0.19	7.9	24	15	25	314	15
7	0.22	7.7	28	10	27	98	16
Mean	0.21	7.7	28	12	26	121	14
Tr ¹	0.04992	0.3621	0.0464	0.1652	0.2605	0.1614	0.4494
LSD _{0.05} ²	0.105	0.52	20.6	7.7	8.0	313.2	8.8
Depth ³	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.3457	<0.0001

¹Probability>F for treatments; ²LSD for comparing any pair of treatment; ³Probability > F for soil layer depth.

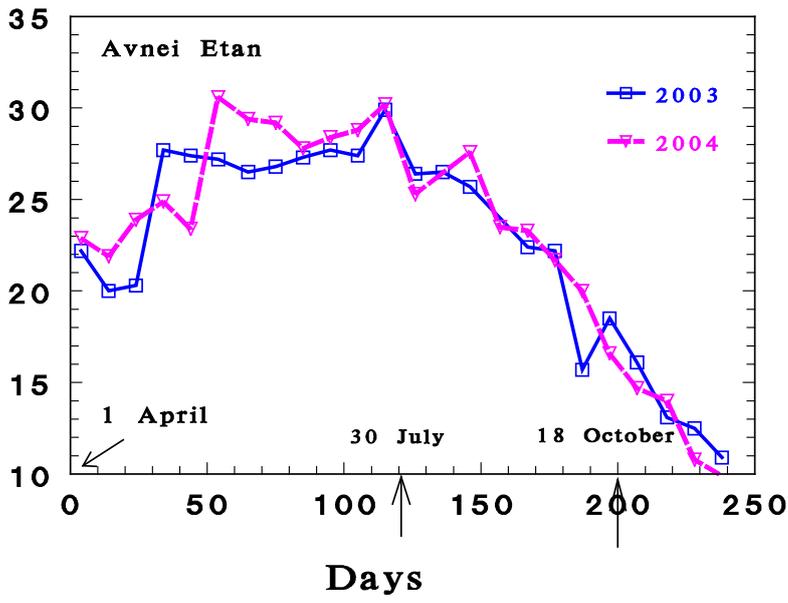
טבלה 3. השפעת הטיפולים על: משקל טרי כללי וראוי לשיווק (FW-Total ו FW-Mrkt, בהתאמה), משקל יבש (DW-Total), מספר ענפים בכל קבוצת מיון על פי גודל הראש, וכללי (Total) לשנת 2003

Treatment	¹ FW- Total	² FW- Mrkt	³ DW- Total	⁴ H0	⁵ H1	⁶ H2	⁷ H3	⁸ H4	⁹ Total
	kg/plant			Branches/plant					
1	6.4	4.3	2.1	45.1	12.3	12.6	14.0	4.4	88.3
2	6.3	4.3	2.1	48.3	12.5	9.7	9.6	4.5	84.6
3	4.1	3.3	1.4	41.5	11.2	12.6	1.7	0.7	69.0
4	5.4	3.9	1.8	40.3	12.2	16.4	11.6	2.1	82.6
5	4.8	3.7	1.7	42.1	14.3	14.4	6.7	0.5	78.0
6	6.1	4.3	2.0	38.2	12.4	11.2	12.2	7.0	80.9
7	6.1	3.9	2.0	33.2	13.6	8.4	10.5	1.6	67.4
Mean	5.6	3.9	1.9	41.2	12.8	12.2	9.5	2.9	78.7
F	***	*	***	*	ns	ns	***	***	*
LSD _{0.05}	1.20	0.76	0.41	14.19	7.57	8.36	6.84	3.51	20.09

¹ – משקל טרי כללי; ² – משקל טרי של ענפים משווקים; ³ – משקל יבש כללי; ⁴ – מספר ענפים לצמח עם "ראש" קטן מ 4 ס"מ; ⁵ – מספר ענפים לצמח עם "ראש" של 4-5.5 ס"מ; ⁶ – מספר ענפים לצמח עם "ראש" של 5.6-7 ס"מ; ⁷ – מספר ענפים לצמח עם "ראש" של 7.1-9 ס"מ; ⁸ – מספר ענפים לצמח עם "ראש" גדול מ 9 ס"מ; ⁹ – סה"כ ענפים משווקים לצמח.

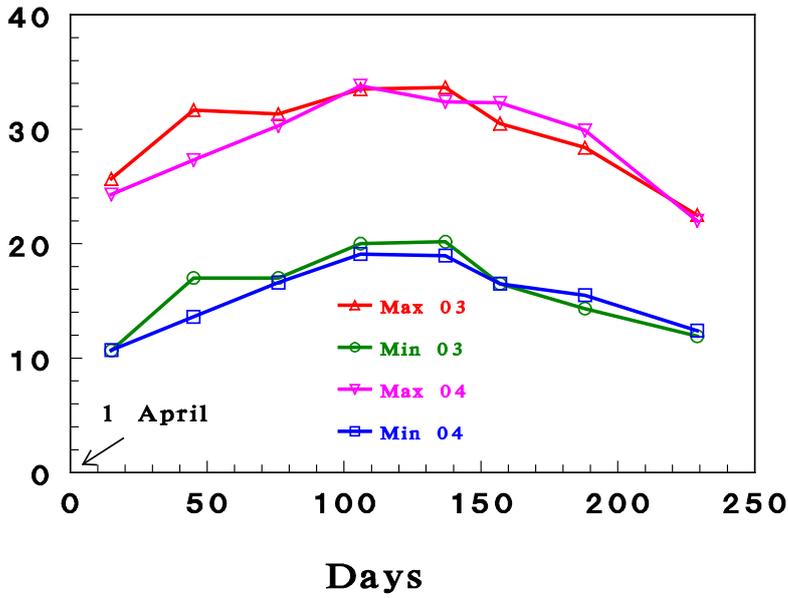
*, **, ***: מובהק ברמת הסתברות של $P \leq 0.05$, 0.01 ו 0.001, בהתאמה; ns - לא מובהק.

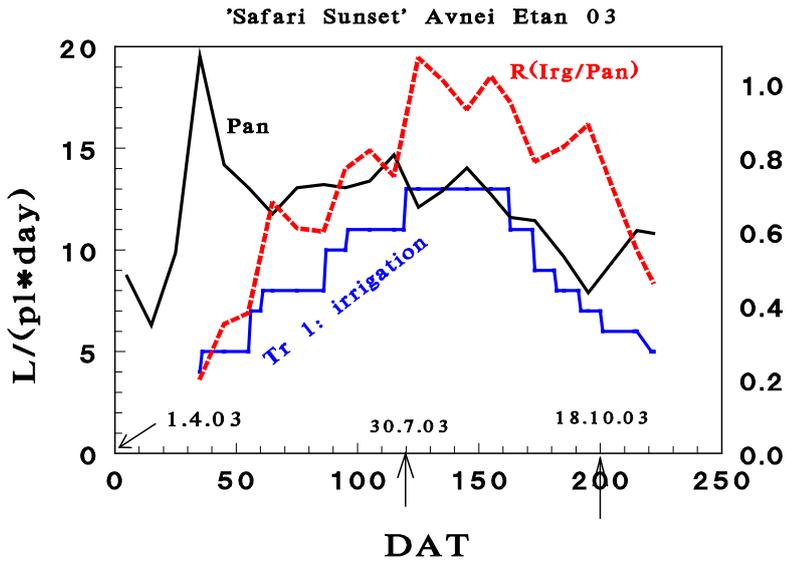
Global Irradiance (MJ/m²)



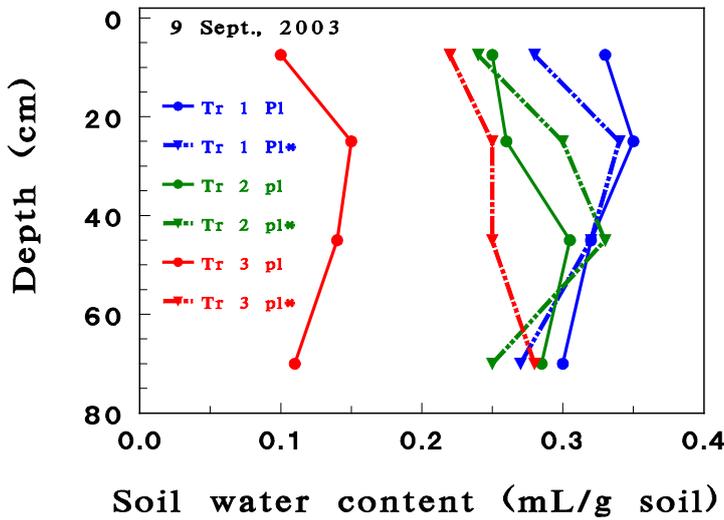
איור 1. קרינה גלובלית
 וטמפרטורות מקסימום ומינימום
 יומיים (ממוצע לעשרה ימים)
 במהלך עונת גידול 2003 ו-
 2004 באבני איתן (נתונים סופקו
 ע"י השרות המטאורולוגי).

Air temperature (°C)

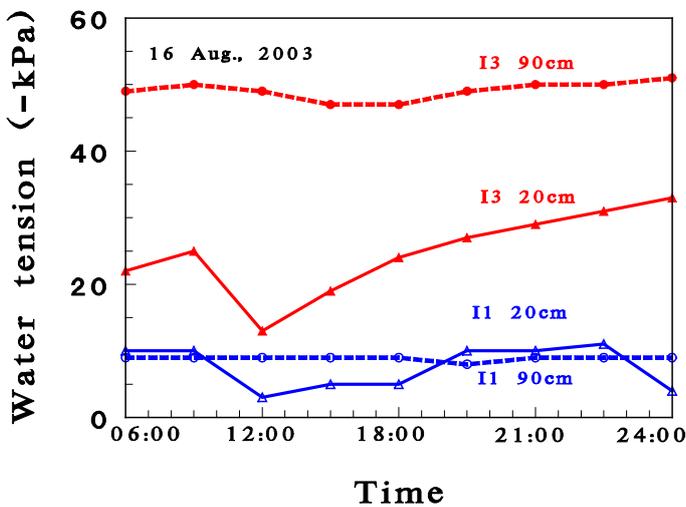




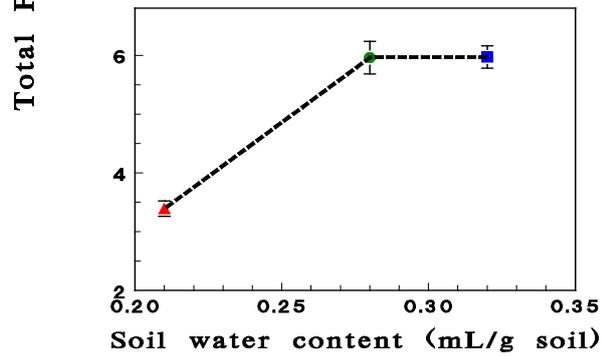
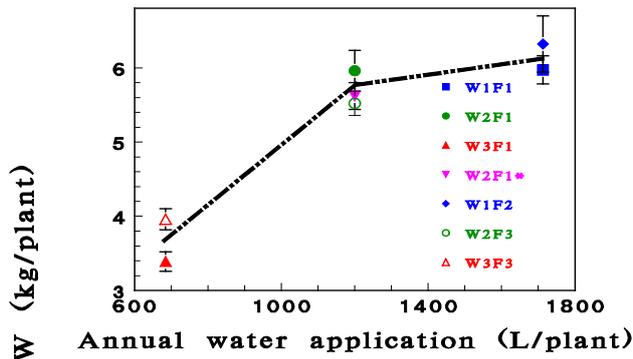
איור 2. מנת המים היומית שנתנה במהלך שנת 2003 לטיפול שהושקה במנת מים מלאה (Tr. 1), התאדות פוטנציאלית מגיית (Pan) - נתוני השרות המטאורולוגי לתחנת אבני איתן, מחושבת לפי 620 צמחים (בדונם), ומקדם ההשקיה (R - מנת מים מחולקת בהתאדות הפוטנציאלית מגיית). יום האפס: 1.4.03.



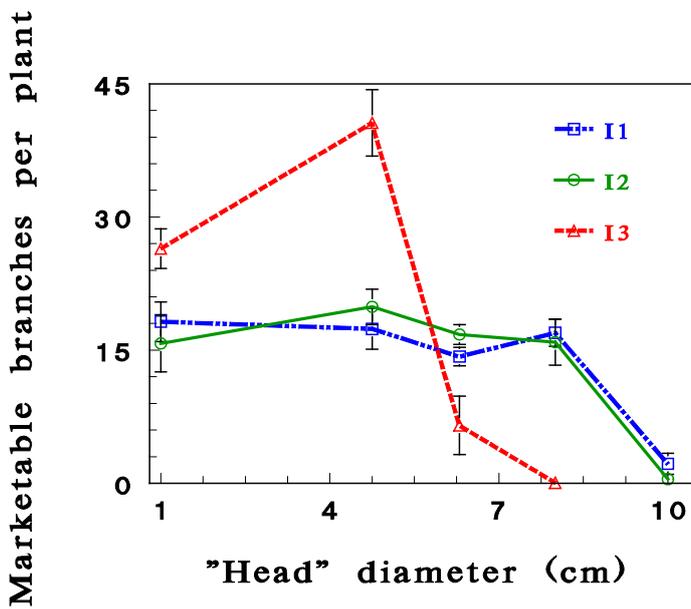
איור 3. השפעת מנת המים על פירוס המים בחתך הקרקע מתחת לצמח (pl), ובין שני צמחים בשורה (pl*) בשנת 2003. Tr 1: מנת מים מלאה; Tr 2: מנת מים של 70 אחוז; ו-Tr 3: מנת מים של 40 אחוז. פירוט הטיפולים ניתן למצוא בטבלה 1.



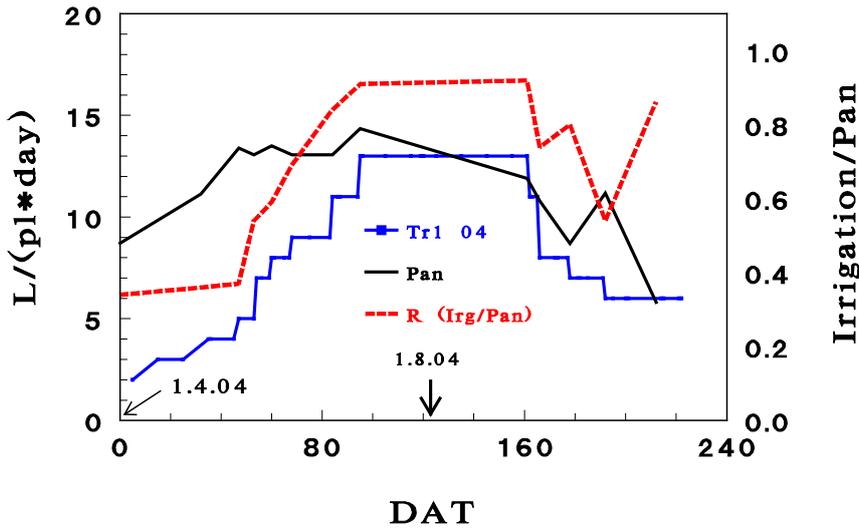
איור 4. שינויים במתח המים בקרקע בעומק 20 ו-90 ס"מ ליד צמחים שהושקו במנת מים מלאה (I1) ובמנה של 40% (I3) בשנת 2003.



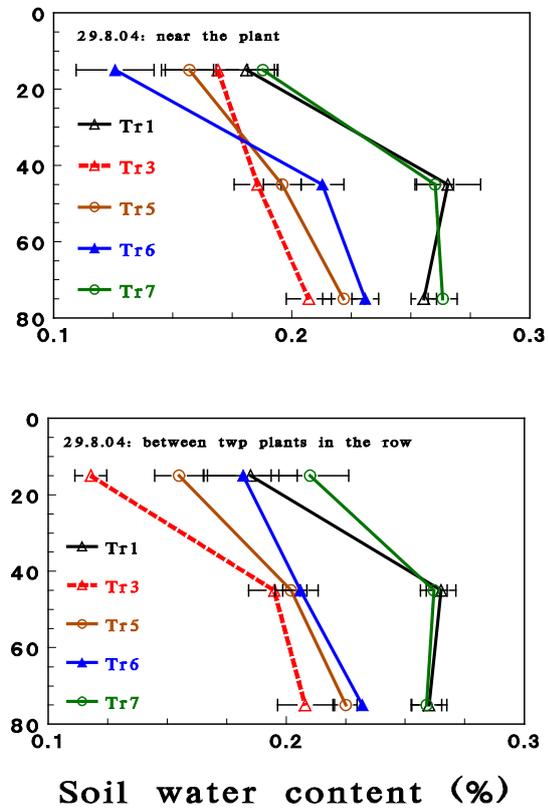
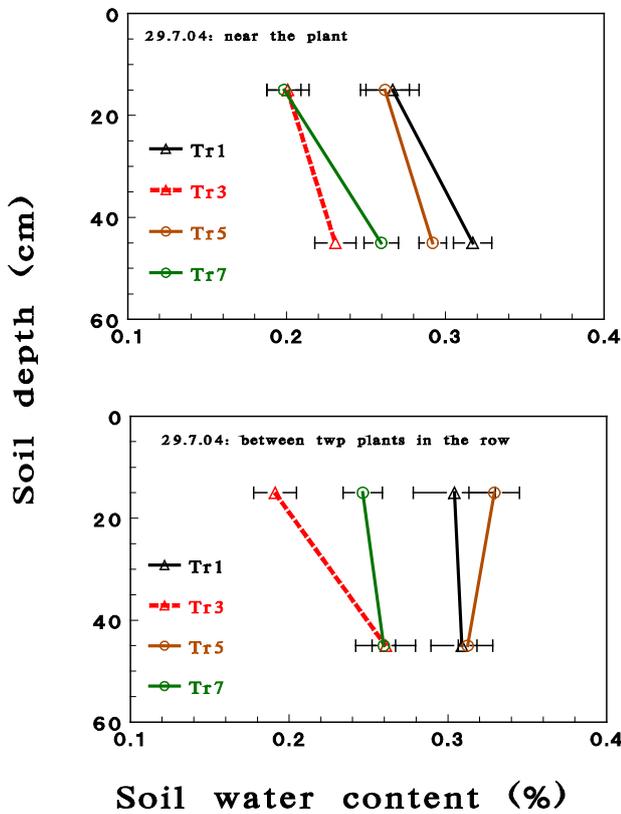
איור 5. עליון: התלות בין יבול החומר הטרי לבין מנת המים בשנת 2003; תחתון התלות בין יבול החומר הטרי לבין תכולת המים הממוצעת בקרקע (טיפולים 1, 2 ו-3). פירוט הטיפולים ניתן למצוא בטבלה 1.



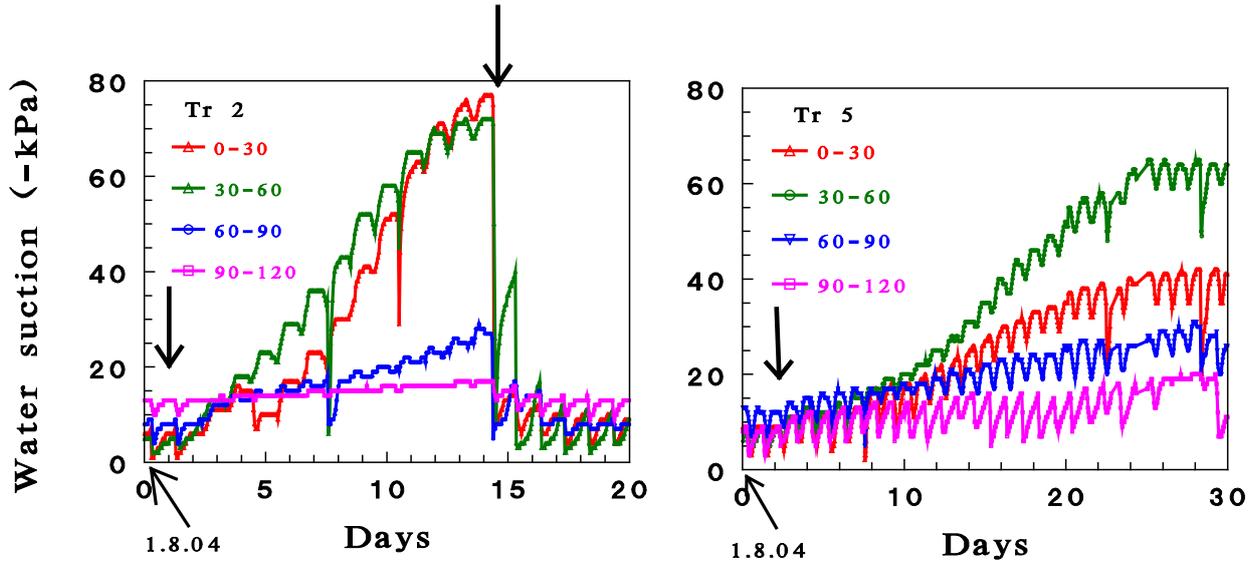
איור 6. השפעת מנת המים על כמות הענפים בכל דרגה של קוטר ה"ראש" בשנת 2003.



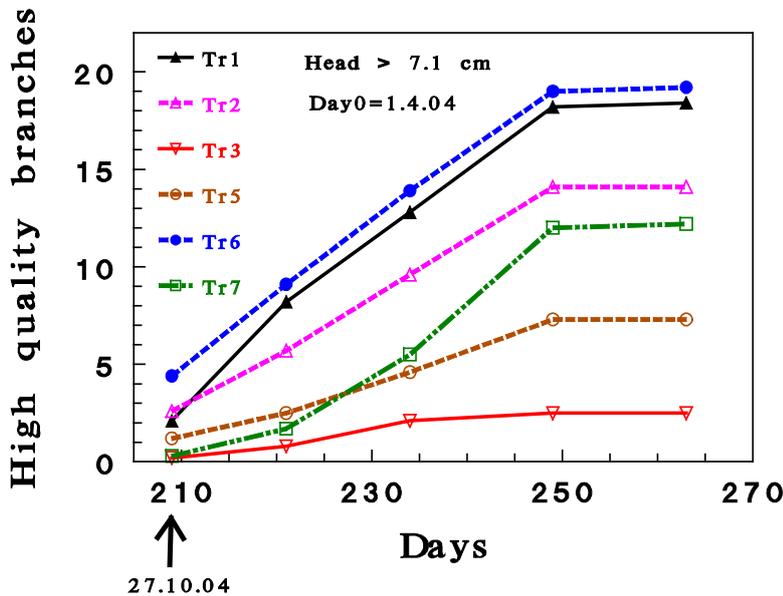
איור 7. מנת המים היומית שנתנה במהלך עונת 2004 לצמחים שהושקו במנת מים מלאה (Tr. 1), התאדות פוטנציאלית מגיגית (Pan) - נתוני השרות המטאורולוגי לתחנת אבני איתן, מחושבת לפי 620 צמחים בדונם), ומקדם ההשקיה (R) - מנת מים מחולקת בהתאדות הפוטנציאלית מגיגית). יום האפס: 1.4.04



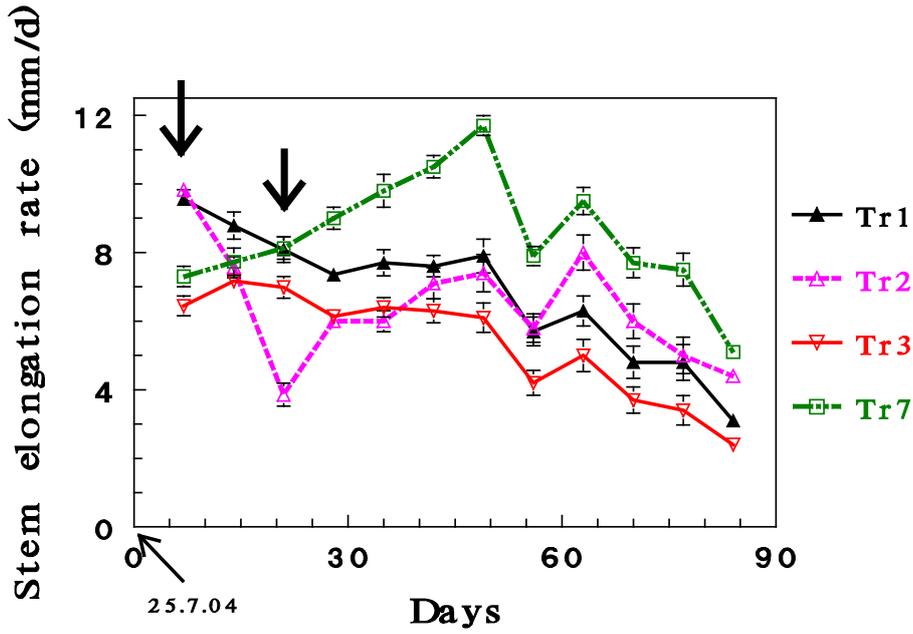
איור 8. השפעת מנת המים על פירוס המים בחתך הקרקע. שמאל; לפני תחילת הפעלת טיפולים של עקת מים מבוקרת (29.7.04) ימין; חודש לאחר הפעלת טיפולים של עקת מים מבוקרת (29.8.04). עלינו: מתחת לצמח; תחתון: בין שני צמחים בשורה.



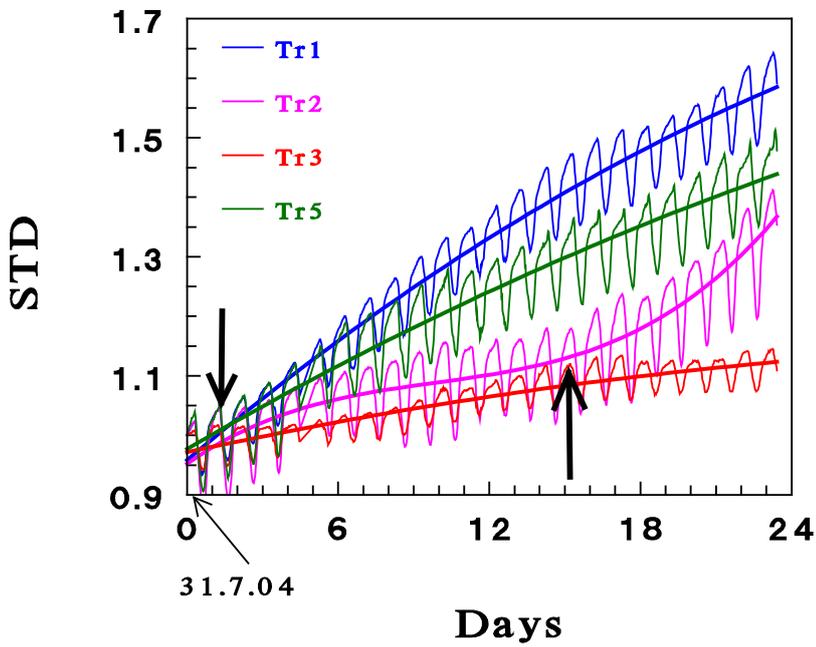
איור 9. השפעת שינויים במשטר המים על מתח המים בשכבות הקרקע השונות (ס"מ) בשנת 2004. שמאל: הפסקה מוחלטת של ההשקיה לתקופה של שבועיים (טיפול 2), וחיזור ההשקיה לאחר מכן (מסומן בחיצים). ימין: הקטנת מנת המים ל-40% מהמנה המיטבית (טיפול 5).



איור 10. השפעת טיפולי ההשקיה על המספר המצטבר של ענפים איכותיים ("ראש" גדול מ-7.1 ס"מ) לצמח בתאריכי קטיף שונים בשנת 2004.



איור 11. השפעה של עקת מים מבוקרת על קצב ההתארכות (מ"מ ליום) של ענפים במהלך עונת 2004.



איור 12. השפעה של עקת מים מבוקרת על קוטר גבעולים במהלך חודש אוגוסט 2004. STD הוא השינוי בקוטר הגבעול יחסית ליום האפס (31.7.04).