

השפעת ממשק ההשקייה על יבול של עצי אבוקדו

Response of avocado to irrigation management

צוות המחבר: אדולפו לויין, ראוון דור, עמי קינן, נאור עמוס, לוי מנשה, מו"פ צפון; שמואל אסולין, כפיר נרקיס, אירית לבקוביץ, המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מנהל המחבר החקלאי; מיקי נוי - ש"מ, אלון סמרק, מדע הצמחה, הפוקולטה לחקלאות, אוניברסיטת זילבר, הדר כהן, דורון רום, נעם יהיאלי

Adolfo Gabriel Levin - Northern R&D: P.O. Box 90000 Rosh Pina 12100, E-mail:

adolfolevin@gmail.com

Reuven Dor - Northern R&D: P.O. Box 90000 Rosh Pina 12100, E-mail: reuvend@migal.org.il

Amos Naor - Northern R&D: P.O. Box 90000 Rosh Pina 12100, E-mail: amosnaor51@gmail.com

Shmuel Assouline - Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, The Volcani Center, P.O. Box 6, Bet Dagan 50250. E-mail: vwshmuel@agri.gov.il

המצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר:

תוכן עניינים

תקציר	3
הציגת הבויה	3
מטרות המחקר	3
שיטות העבודה	3
תוצאות עיקריות	3
מבוא	4
מטרות המחקר	5
שיטות העבודה	5
תוצאות	6
מצב המים בקרקע ובצמחי	6
יבול 2013	7
מסקנות עיקריות	7
נספחים	9
רשימת ספרות	14

הציגת הביעיה

הבעיה המרכזית של גידול אבוקדו בישראל ובעולם היא יבול הפירות הנמור. הסיבות לפריוון הנמור של עצי אבוקדו אינן ברורות, ולמרות מחקרים רבים ואינטנסיביים, היבולים בעשרות השנים האחרונות לא חזו את "מדרגת" 2 טון לדונם בממוצע רב שניתי (בזון האס). חלק גדול מהחוקרים ומකברניטי הענף בישראל ובעולם מיחסים לפירות הנמורנה נשירה חזקה של פרחים, חנטים ופירות.

מטרות המהקר

המטרה הכללית של מחקר מוצר זה היא להגדיר בניסוי שדה את משק ההשקייה המיטבי לאורך העונה הנדרש להשתתת יבול גבוה של פירות אבוקדו. המטרות הפרטניות הן: (א) בחינת שיעור ההשקייה בשלב המשיפוי על נשירת פירות; (ב) בחינת שיעור ההשקייה המיטבי לאחר שלב נשירת הפירות; (ג) בחינת התהליכים בפרי וברקמות הניתוק המתרחשים לקראת נשירה, ואת אופן ההשפעה של משתר ההשקייה על תהליכיים אלה. המטרות של הניסוי המקדים היו: (א) בחינת עיתוי תחילת ההשקייה לאחר החורף; ו - (ב) תדירות ההשקייה במהלך העונה.

שיטות העבודה

הניסוי המקדים כלל שישה טיפולים: (1) תחילת השקייה כאשר מתח המים הנמדד באמצעות טנסיומטרים המוצבים מתחת לטפטפות בעומק של 20 ס"מ הגיע למתח של 30 סנטיבר; (2) תחילת השקייה כאשר מתח המים הנמדד באמצעות טנסיומטרים המוצבים מתחת לטפטפות הגיע למתח של 50 סנטיבר; (3) תחילת השקייה כאשר מתח המים הנמדד באמצעות טנסיומטרים המוצבים מתחת לטפטפות הגיע למתח של 75 סנטיבר; (4) תחילת השקייה עם סיום הפריחה; (5) תדירות השקייה גבוהה (10-5 פעימות ביום) במהלך הגידול. כמוותמים לגידול בהתאם להמלצות האוצר; (6) תדירות השקייה נמוכה (כל שלושה ימים) במהלך הגידול. כמוותמים לגידול בהתאם להמלצות האוצר.

תוצאות עיקריות

שנת 2013 הייתה שנת היבול הראשונה והיא אופיינה בשונות גדולות בין העצים שהיו אופיינית לחלות צעירות באיזור. עם תחילת הפריחה החלה נשירת עליים חזקה שלא הייתה תלולה בטיפולים וחלק גדול מהעצים אבדו את רוב עליהם. היבול הממוצע היה 1063 ק"ג לדונם והשפעת הטיפולים על היבול הייתה לא מובהקת.

העלייה במתה המים בשכבה הקרה העליונה ובאזור הקרוב לצמח מלמדת כי מערכת השורשים העיקרית של הצמח נמצאת באזור הקרוב לצמח ולטפטפת. נראה כי שימוש בטנסיומטרים יכול לשמש לקביעת תחילת ההשקייה באביב אך מחקר נוסף נדרש לקביעת ערך הסף של מתח המים בקרקע.

הדמיון בקצב גידול הגזע בין עצים שגדלו בלויזיטרים בעומק הירדן (צמח) לבין עצים שגדלו בעכו מצבי (אולי) כי להבדלים האקלימיים השוררים בשני אזורים גידול אלו השפעה קטנה יחסית בהשוואה לתהליכיים הפיזיולוגיים (פריחה, נשטה, שלבי גידול פרי) המתרחשים בעז.

מבוא

אבוקדו הוא גידול חשוב מאוד בישראל ובשנים האחרונות קיימת מגמה ברורה בכל העולם (כולל בישראל) של עלייה בהיקף הנטיעות. מומחי שיווק מעריצים כי הפוטנציאלי העולמי לפירות זה רחוק מאוד ממצוי ולכן אין סכנה של הצפה בעקבות העלייה בכמות המשווקות הצפויות עם העלייה בשטחים הנטוועם. הבעה המרכזית של גידול אבוקדו בישראל ובעולם היא יכול הפירות הנמוך. הציגו הוגטטיבי של עצי אבוקדו הוא בדרך כלל נמרץ, אולם למורות זאת, יבול הפירות הוא נמוך וגיע עד 2-1 טון לדונם בלבד. הסיבות לפרינו הנמוך של עצי אבוקדו אינן ברורות, ולמרות מחקרים רבים ואינטנסיביים, היבולים בעשרות השנים האחרונות לא הגיעו אף "מדרגת" 2 טון לדונם בממוצע רב שניתי (בזון האס). חלק גדול מהחוקרים ומברניטי הענף בישראל ובעולם מיחסים לפירות הנוכחית נשירה חזקה של פרחים, חנטים ופירות (Garner&Lovatt, 2008), כנראה בגל חוסר יכולת של הצמח לספק מים ויסודות מזון חיוניים בפרק זמן קצרים וקריטיים למלעים חזקים אלו (Whiley, 2002; Whiley&Wolstenholme, 1990; Wolstenholme, 1986).

מקובל בדרך כלל כי לעצי אבוקדו מערכת שורשים שטחת וכי מערכת השורשים הפעילה מטרכota בעיקר בחלק העליון של הקרקע (Michelakis et al., 1993; Salgado&Cautín, 2008). לא ברור האם מערכת השורשים השטחת היא תוצאה של מחסור ביוזן חיוני בקרקע, התנגדות מכאנית של הקרקע שמקשה על החדרה לעומק של שורשי האבוקדו, מחסור בחמצן, או תוכנה אופיינית של עץ האבוקדו שאינה תלויה בגורמי משק.

במחקר שМОמן על ידי המدعן הראשי (301-0499) ותיכנית המשך (301-0687) שהסתיים בשנת 2010 בוצע ניסוי בצללים (לייזמטרים) בצמח, עמק הירדן שטחוטתו היו לבחון את משק ההדשה הנדרש להשגת יבול גובה של פירות אבוקדו. במחקריהם אלו נבחנו הגורמים הבאים: (א) תדריות השקיה – גובהה (30-10) השקיות ביום (Irg1), לפי מנת המים הכללית; (ב) נפח (כלי יומיים (Irg2); (ג) גמר השקיה בשעות 08-0900; (ד) נפח מצע (Irg3); ו- (ב) נפח מצע – 200 ליטר ו-100 ליטר לצמח. התוצאות העיקריות שהתקבלו היו:

א. שנת 2010 הייתה השנה שבעל מלאה. הפריחה והחניטה היו טובות והשפעת הטיפולים עליהם (טיפול השקיה ונפח כלים) הייתה זניחה. באמצע יוני החלה נשירה חזקה של פירות צעירים. עצמת הנשירה הייתה בתלות לטיפולים לפי הסדר: Irg1>Irg2>>Irg3. מכאן, ההשפעה העיקרית של הטיפולים (משטר השקיה, נפח מצע) על יבול הפירות הייתה מוגבלת לא ישירה. הטיפולים בניסוי השפיעו בעיקר על כמות הפירות שנשירה (מחצית יוני עד מלחית يول). יבול הפירות של עצים שהושקו בצורה אופטימלית (Irg1) היה 40 ק"ג לעומת 200 ליטר ו-30 ק"ג בעץ במיכל של 100 ל' (איור 5 אמצע). בחישוב של 111 עצים לדונם היבול של עצים אלו הוא 4.4 ו- 3.3 טון לדונם בעצים במיכל 200 ו-100 ל' בהתאם. יבול זה גבוה בהרבה מהוביל המקובל בישראל (1-2 טון לדונם) והוא תוצאה ישירה של הפחתת הנשירה באמצעות יוני.

ב. "שלב קבוע" זה של הוביל באבוקדו קשור כנראה לתהליכי פיסיולוגיים בהתפתחות המוקדמת של הפרי, המאפיינת בקצב גידול מהיר מאוד (איור 4, Stage I). קצב הגדיל המהיר בשלב הראשון הוא תוצאה של תוספת תאים חדשים במקביל לגידול של תאים קיימים ואילו בשלב השני מאופיין בגידול של תאים קיימים בלבד. בפועל השרשים גרמו לנשירת פירות הצעירים בטיפולים (Irg2 ו-Irg3) בהם עקמת המים הייתה יותר גבוהה (Cowan et al., 1997; Dahan et al., 2010).

ג. כמות האנרגיה בפירות אבוקדו (חלבונים, שומנים וסוכרים, כולל בזוזע) מוערכת בכ- 8 MJ/kg (Wolstenholme, 1986) ומכאן האנרגיה הנדרשת לוביל של 40 ק"ג לעין היא מעל MJ 320, דהיינו, מעל 35,000 MJ לדונם. שיעור הקרןינה הפוטוסינטטי (PAR) המctrbeta מוחודש מרץ עד דצמבר בעمق הירדן הוערכה

בכ- MJ 6,000,000 (נתוני השירות המטאורולוגי) ומכאן, כמות האנרגיה האצורה בפירות של עצים שהושקו בטיפול (Irg1) הסתכמה כ- 1.2% מהקינה הפוטוסינטטי. זה ערך גבוה מאוד יחסית, יוכל להיות שהוא מסמן את הגבול העליון של היבול המרבי של עצי אבוקדו. ההשפעה המובהקת של הטיפולים בניסוי על עצמת הנשירה מזכיבה על התפקיד של משטר השקיה ונפח בית השורשים בתהליכיים אלו. עלם צעירים ופירות מהווים מבלע חזק לסתורים וכן ייתכן כי בדומה לירידה בקצב התובות הגזע שנצפתה בניסוי (איור 9, עצים עם פירות), גם כמות הסוכרים שנעה המערכת הלא פרודוקטיבית (שורשים) ירידת התקופה של הופעת מבלעים חזקים בנוף (גלי לבולב, פריהה, התפתחות פרי). ולכן, מחזוריות הגידול של מערכת השורשים הפוכה מזו של הנוף כפי שנמצא גם במחקראים אחרים (Ploetz et al., 1991).

ד. מקובל להשתמש במשוואת Pennman-Monteith לחישוב מקדם ההשקייה האופייני לגידול (מנת מים בהשקיה מחולקת באופוטרונפרץיה הפוטנציאלית). מאפיינו גידול המוגדרים במשוואת Pennman-Monteith הם רק גובה נוף, בלבד והתנודות הנוף למעבר מים (מושפע מתכונות העלוה כגון שטח עלה, מספר הפינויות וגדלים וכו'). מכאן, ההתייחסות לצמח היא ככל אוסף צינורות פסיביים כאשר הצמח משפיע רק על מספר הצינורות (שטח נוף) וקורטם (התנודות למעבר מים). מקדמי גידול אלו הם פשוטים, ללא התייחסות להשפעה של תהליכיים פיזיולוגיים כגון פריהה, חנטה ותפתחות זרעופרי על צריכת המים וכן יכולם לאפיין רק גידולים פשוטים (עשבוניים) ומשום כך, ההתאמנה שלהם לשימוש בעצים עם פירות היא בעייתית. מצאי המחקר הנוכחי מצביעים כי להשפעה של תהליכיים פיזיולוגיים ייחודיים כגון התפתחות פרי או זרע על צריכת המים היא משמעותית מאוד ולן לא ניתן להזניחם.

מטרות המחקר

המטרה הכלכלית של מחקר מוצר זה היא להציג בניסוי שדה את ממוקד ההשקייה המיטבי לאורך העונה הנדרש להשגת יבול גבוה של פירות אבוקדו. המטרות הפרטניות הן: (א) בחינת שיעור ההשקייה בשלב המשפיע על נשירת פירות; (ב) בחינת שיעור ההשקייה המיטבי לאחר שלב נשירת הפירות; (ג) בחינת התהליכים בפרי וברקמות הניתוק המתרחשים לקרה נשירה, ואת אופן ההשפעה של משטר ההשקייה על תהליכיים אלה. מטרות הניסוי המקדים היו: (א) בחינת עיתוי תחילת ההשקייה לאחר החורף; ו - (ב) תדיות ההשקייה במהלך העונה.

שיטות העבודה

התוכנו המקורי היה לבצע את הניסוי במתע בוגר בקיבוץ מגל. אולם, עם תחילת ההכנות לביוץ המחקר בקיץ 2012 התברר כי החלקה נגועה ב"אמברוזיה" ולכן לא ניתן לבצע מחקר בחלקה זו. החלטנו לבצע את המחקר בחווות המטעים בגליל המערבי (עכו). העצים נטועים על גודדות ומרוחה הנטעה הוא 4X6 מטר (41.7 עצים לדונם). כל הכנות על דגניה 117 עם עצי אטינגר כמפרה (עץ שלישי כל שלוש שורות). העצים בחלוקת הניסוי היו עדין צעירים (נטיעת 2010) ולן החלטנו לדוחות את תחילת טיפולי ההשקייה לאביב 2014 ולבצע בשנת 2013 ניסוי מקדים. הניסוי המקדים התבצע על שורות הגבול של הניסוי העיקרי על מנת לא לפגוע בעצי המדידה של הניסוי העיקרי. הניסוי המקדים כלל שישה טיפולים:

- (1) תחילת השקיה כאשר מתח המים הנמדד באמצעות טנסימטרים המוצבים מתחת לטפטפות בעומק של 20 ס"מ הגיע למתה של 30 סנטימטר;
- (2) תחילת השקיה כאשר מתח המים הנמדד באמצעות טנסימטרים המוצבים מתחת לטפטפות הגיע למתה של 50 סנטימטר;
- (3) תחילת השקיה כאשר מתח המים הנמדד באמצעות טנסימטרים המוצבים מתחת לטפטפות הגיע

למתח של 75 סנטיבר; (4) תחילת השקיה עם סיום הפריחה; (5) תדיירות השקיה גבוהה (10-5 פעימות ביום) במהלך עונת הגידול. כמוות מים לגידול בהתאם להמלצות האזור; (6) תדיירות השקיה נמוכה (כל שלושה ימים) במהלך עונת הגידול. כמוות מים לגידול בהתאם להמלצות האזור.

עד אמצע אפריל 2013 מנת המים היומיית לטיפולים א-ד הייתה חצי מההתאות הפוטנציאלית באזור (נתוני תhanaה מטאורולוגית הממוקמת בעכו). אמצע אפריל ההשקיה הייתה בהתאם להנחיות של מערכת הדריכה באזור (הדר כהן).

ההשקיה הייתה באמצעות שתי שלוחות טפטוף לעצ. 1.6 ליתר לטפטפת מרווה של חצי מטר. התנאים המטאורולוגיים (נתוני השירות המטאורולוגי) באיזור הניסוי במהלך אביב 2013 מוצגים בספה I.

מדידות ועקב: טנסימטרים – מעקב אחר פוטנציאל המים בביות השורשים בעזרת טנסימטרים דיגיטליים שהוצבו בעומק של 20-30, 60-50 – 80-90 ס"מ בשתי חזרות. בנוסף, בוצעו מדידות של מתח מים בקרקע באזור הטפטפת, 50 ס"מ ניצב לטפטפת ו-100 ס"מ ניצב לטפטפת. בכל מקום ממוצע שלושה עומקים 30, 60 ו-90 ס"מ. מוקמו שני סטים של טנסים ומטרים במתכונת הנ"ל. דנדرومטרים – בכל טיפול מוקמו שתי דנדромטרים תוצרת פיטח, כל אחד עם שני רגשים, הוצבו בשני בלוקים שונים (סה"כ 4 רגשים לטיפול). מדידות פיסיולוגיות – השפעת טיפול ההשקיה על פוטנציאל המים בגזע בשעת הצהרים נבחנה במהלך הניסוי.

היבול נאוסף בשלושה עצים בכל בלוק (סה"כ 15 עצים טיפול) בסוף נובמבר 2013. הפירות מכל עץ נאספו, נספרו ונקלו (כ"א לחוד).

תוצאות

מצב המים בקרקע ובצמחייה

מתח המים בשכבה העליונה של הקרקע החל לעלות מסוף חודש ינואר 2013 והגיע בתאריך 20 לפברואר לערך הסף הראשון של 30 סנטיבר (נספה 2 עליון, ייחדות בקילו-פסקל). שבועיים לאחר מכן (6 למרץ 2013) מתח המים בקרקע הגיע לערך הסף השני (50 סנטיבר, טיפול 2) ושבוע לאחר מכן החלה ההשקיה הטיפול 4 (סיום פריחה, נספה 2 עליון). ההשקיה הטיפולים 5 ו-6 החלה ביום 19 למרץ (בדומה למשק הנהוג באזור החלה) ואילו הטיפול 3 החלה ההשקיה רק ב-10 לאפריל 2013. תחילת ההשקיה (כל טיפול בفرد) הביאה לירידה חדה במתוך המים בקרקע לערכיהם נמוכים מ-10 סנטיבר (שכבה עליונה – 20 ס"מ) שנמשכו כל במהלך הניסוי (נספה 2 עליון). מתח המים בשכבה העליונה ירד עם תחילת ההשקיה ועלה עם סיומה בדף קבוע ואחד (רק 10 ימים מוצגים בספה 2 אמצע). טיפולים שהושקו כל יום (כל הטיפולים פרט לטיפול 6) התנודה הייתה יומית ואילו הטיפול שהושקה כל שלושה ימים (טיפול 6) התנודה הייתה בהתאם. בשכבה התחתונה (עומק 60 ס"מ) התנודות במתוך המים היו נמוכות בהשוואה לשכבה העליונה (נספה 2 תחתון). מתח המים קרוב לעצ (מרחך אפס) היה הגובה ביותר והוא ירד ככל שהمرחך מהען עלה ל-50 ו-ל-100 ס"מ מהען (נספה 3 עליון ותחתון). מנת ההשקיה היומיית במהלך שנת 2013 בהשוואה לדיווח המוחשב (משוואת Pennman-Monteith) מוצגת בספה 4.

פוטנציאל המים בגזע (בשעות הצהרים) של טיפולים 1-5 בחודשים מרץ אפריל היה נמוך יחסית (0.4-0.6 מגה-פסקל) ורק טיפול 3 לפני תחילת ההשקיה (7 אפריל) הוא הגיע לערך של 0.88 מגה-פסקל (נספה 5 עליון). השפעת תדיירות ההשקיה (טיפולים 5-6) על פוטנציאל המים בגזע במהלך הניסוי הייתה זניחה (נספה 5 תחתון). הכיווץ המרבי של הגזע (MDS – Maximum Daily Shrinkage) בעצים ללא השקיה (טיפול 3 בחודשי האביב (מרץ-אפריל), היה גבוה בدر"כ מזה של עצים שהושקו (טיפול 1), אבל הגורם העיקרי שהשפיע על עצמת הכיווץ

היה טמפרטורת האוויר (נספח 6 עליון). השפעת טיפול ה השקיה (עיתוי תחילת ההשקיה והתדיירות כאחד) על קצב הגידול הומי של הגזע הייתה זניחה ולא משמעותית (אינו מוצג). ראשית יוני ועד סוף הניסוי הגורם העיקרי שהשפע על קצב הגידול היה עומס הפרי, דהיינו, גידול מרוסן בעצים עם פירות ונמרץ בעצים ללא פירות (אינו מוצג). כללית, קצב הגידול הומי של הגזע בניסוי היה דומה לה של עצים שגדלו בליזומטרים בצתה (נספח 6, תחתון), דהיינו, עד ראשית יוני (יום 150) מהוויתו בקצב הגידול המבatta כנראה תנודות בחלוקת המוטמעים בין מערכת השורשים למערכת הפרודוקטיבית (גלי צימוח העולה וההפרות), ולאחר מכן, גידול מרוסן המשפע בעיקר מעומס הפירות על העץ (Silber et al, 2013a,b).

יבול 2013

שנת 2013 הייתה שנת הבול הראשונה והיא אופיינה בשונות גדולות בין העצים שהוא אופיינית לחיקות צעירות באיזור. עם תחילת הפריחה החלה נשירה עליים חזקה שלא הייתה תלואה בטיפולים וחלק גדול מהעצים אבדו את רוב עליהם. הבול הממוצע היה 1063 ק"ג לדונם והשפעת הטיפולים על הבול הייתה לא מובהקת (טבלה 1).

טבלה 1. השפעת טיפול ה השקיה על מספר ומשקל הפירות לעץ (בסוגרים – שגיאת התקן לכל טיפול) בשנת 2013.

טיפול	פירות לעץ	משקל פרות (ק"ג)	פרי ממוצע (ג)	
1	100.8 (24.48)	19.8 (4.46)	196.7	
2	98.4 (15.53)	20.6 (2.79)	209.2	
3	150.4 (11.67)	31.0 (2.20)	206.2	
4	118.3 (17.28)	23.4 (2.55)	197.6	
5	112.1 (32.13)	22.7 (5.93)	202.9	
6	162.8 (17/94)	30.9 (3.30)	202.5	
ממוצע	125.8	25.5	202.4	
F טיפולים	NS	NS		
LSD_{0.05}	18.35	101.93		
F בלוקים	NS	NS		

¹ – רמת מובהקות סטטיסטית: NS - איננו מובהק ברמת הסתרות של $P \leq 0.05$; ² – ההבדל המובהק הקטן ביותר

(Least significant difference)

מסקנה עיקריות

- אנו מניחים כי השונות הגדולה ביבול 2013 נבעה מנשירת העלים והחנטים בתקופת הפריחה. הסיבות לנשירת עלים\חנטים זו אינן ידועות והן מיוחסות לעתים לדישון לא מספק בתקופת הסתיו. כל ניסיון להביא לאופטימיזציה של הגידול מחייב למצוא את הסיבות לנשירת העלים באביב ולפתח משק השקיה-דישון שיביא למניעת או לפחות להפחיתה של תופעה זו.
- העליה במתה המים באביב (נספח 2 עליון) מציבה על צריכה מים. העליה במתה המים בשכבות הקרקע העליונה ובאזור הקרקע לצמח (נספח 3 מלמדת כי מערכת השורשים העיקרית של הצמח נמצאת באזור הקרקע לצמח

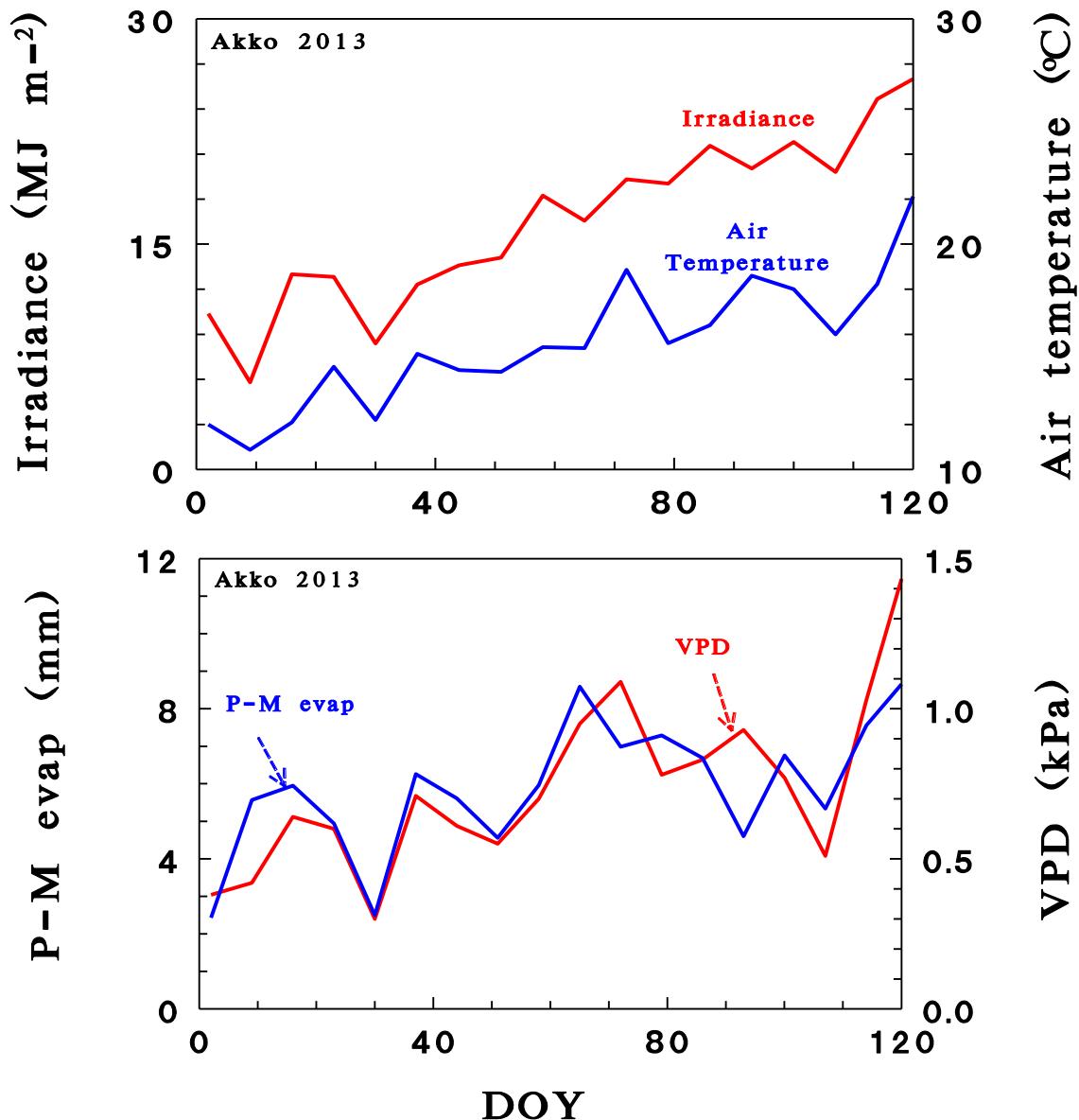
ולטפפת. נראה כי שימוש בטנסיומטרים יכול לשמש לקביעת עיתוי תחילת ההשקייה באביב אך מחקר נוסף נדרש נדרש נדרש לקבעת ערך הסף של מתח המים בקרקע.

•

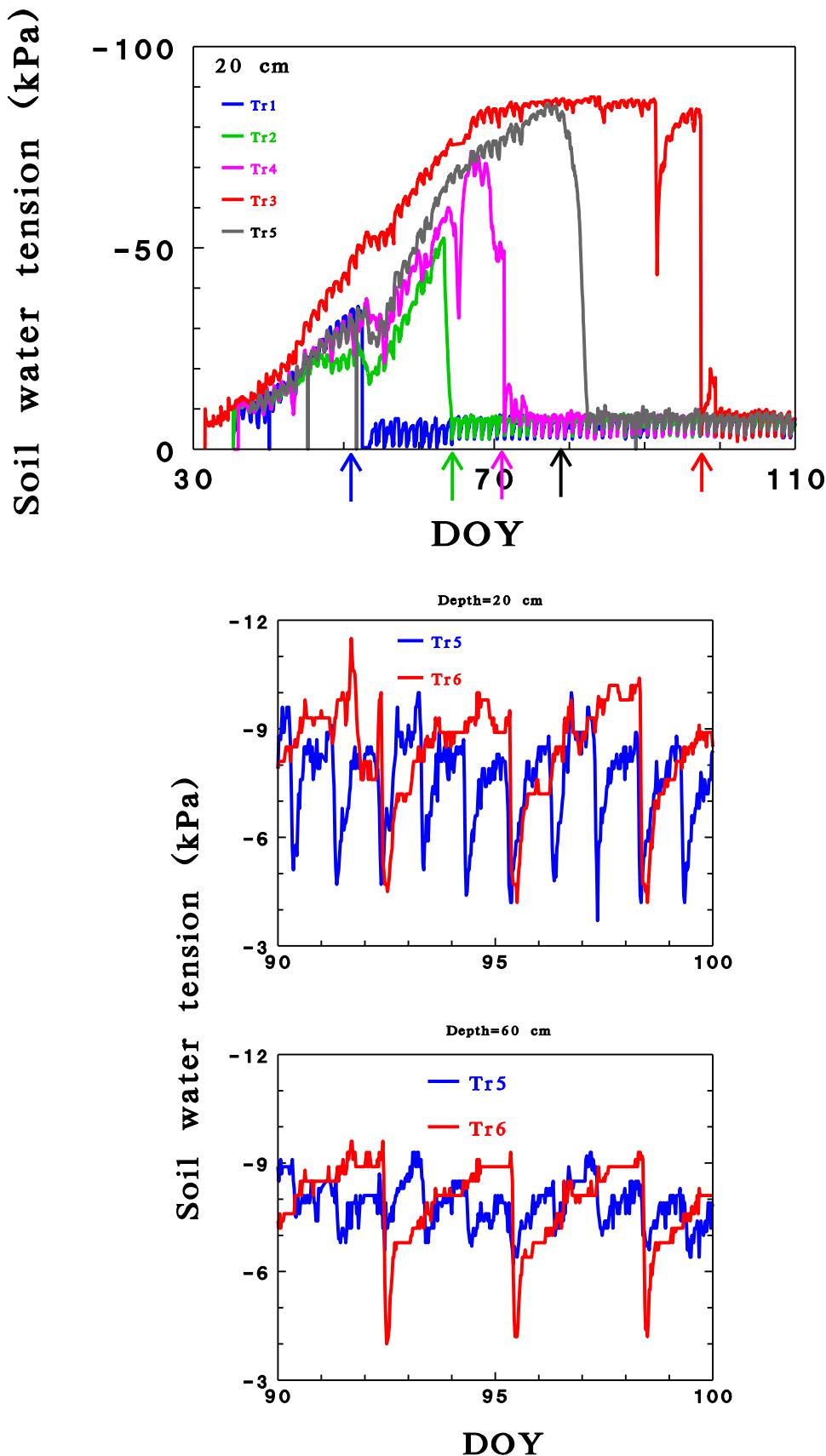
השפעת תדירות ההשקייה (השוואה בין טיפול חמש לטיפול שש) על מתח המים בקרקע (נספח 2 עליון ותחתון), על פוטנציאל מים בגזע (נספח 5) ואו על מידת הcioווז המרבי של הגזע (אינו מוצג) הייתה שולית. אולם, סביר היה כי הניסוי הנוכחי אינו מייצג מטע בוגר ולכן נדרש מחקר נוסף לקבעת תדירות ההשקייה המיטבית לעציו אבוקדו בוגרים.

•

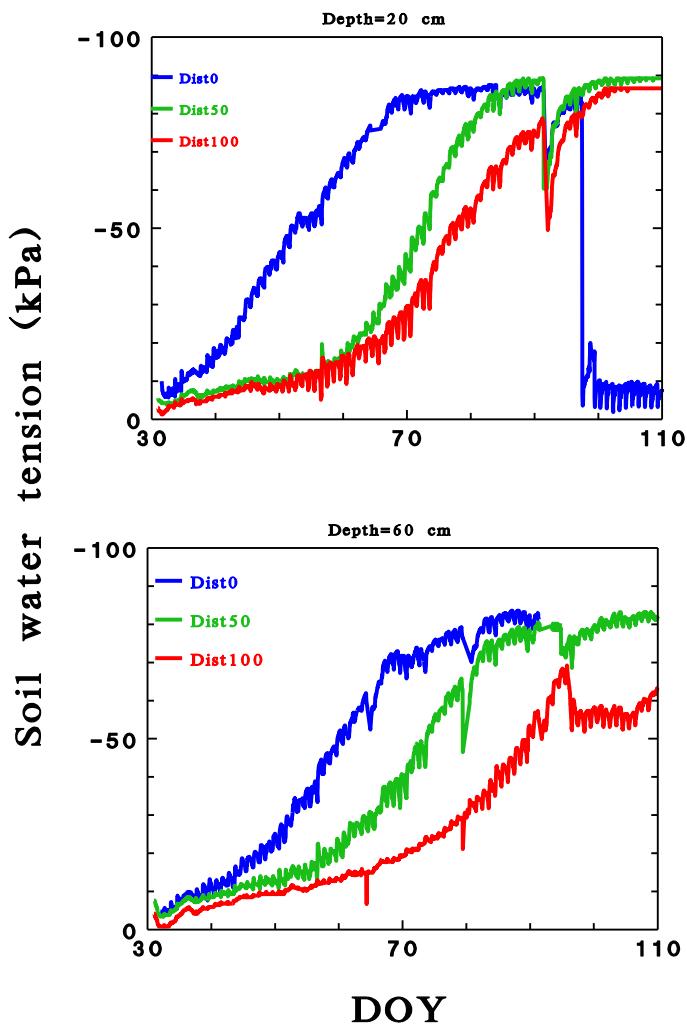
הcioויז המירבי של הגזע (MDS) בתקופת האביב הושפע מאוד משינויים חדים בטמפרטורה (נספח 6 עליון). השפעה זו הייתה חזקה יותר בעצים ללא השקייה (טיפול 3). יתרון וממצא זה נובע מפעולות נמרצת יותר של העץ בימים חמימים ולכן הוא יכול לשמש ככלי לבקרה ההשקייה. הדמיון בקצב גידול הגזע בין עצים שגדלו בליזימטרים בעמק הירדן (צמח) לבין עצים שגדלו בעכו מצבע (אול') כי להבדלים האקלימיים השוררים בשני אזורי גידול אלו השפעה קטנה יחסית בהשוואה לתהליכי הפיזיולוגיים (פריחה, חנטה, שלבי גידול פרי) המתרחשים בעץ. נושא זה מהיבר מחקר נוספת.



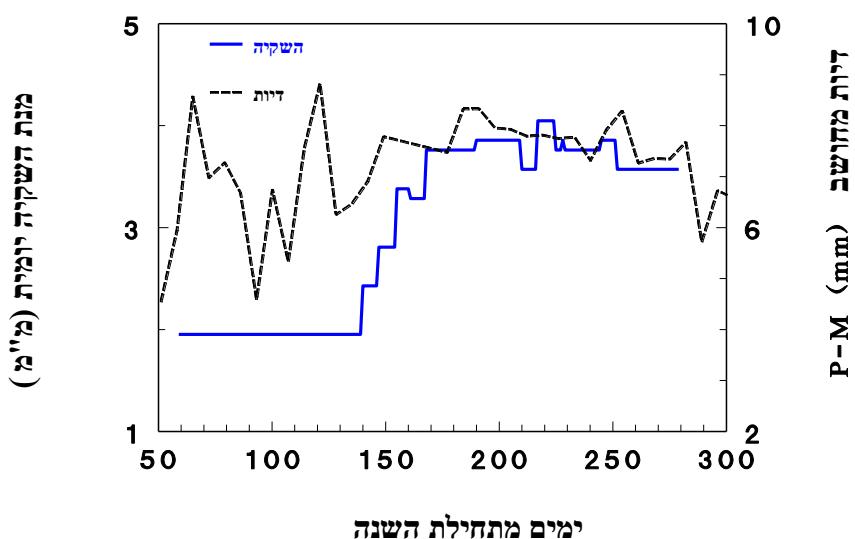
נספח 1. נתונים אלימיים (נתוני השירות המטאורולוגי) במהלך אביב 2013. עלין: טמפרטורת אוויר ממוצעת וקרינה גלובלית; תחתון: התאדות מחושבת (משוואת Penman-Monteith) וגרעון מרבי בלחץ אדים (VPD) DOY הוא היום השנה (יום 1 הוא 1 בינואר 2013).



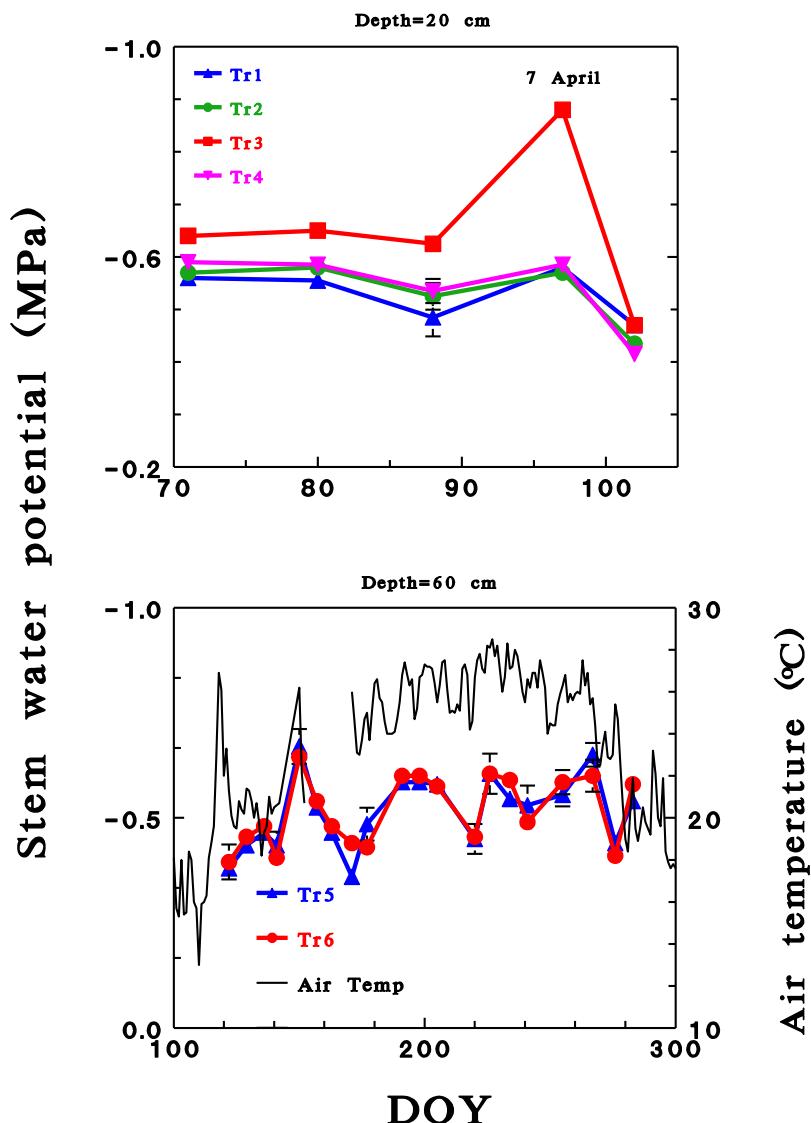
נספח 2. השפעת הטיפולים על מתח המים בקרקע שנמדד באמצעות טנסימטרים. עליון: טיפולים 1-5, חיצים מציננים את יום פתיחת ההשקייה לכל טיפול (טיפול 1: 20 פברואר; טיפול 2: 6 מרץ; טיפול 3: 10 אפריל; טיפול 4: 12 מרץ; טיפול 5: 19 מרץ); תחתון: טיפולים 5, 6; מתח מים בעומק 20 ו- 60 ס"מ.



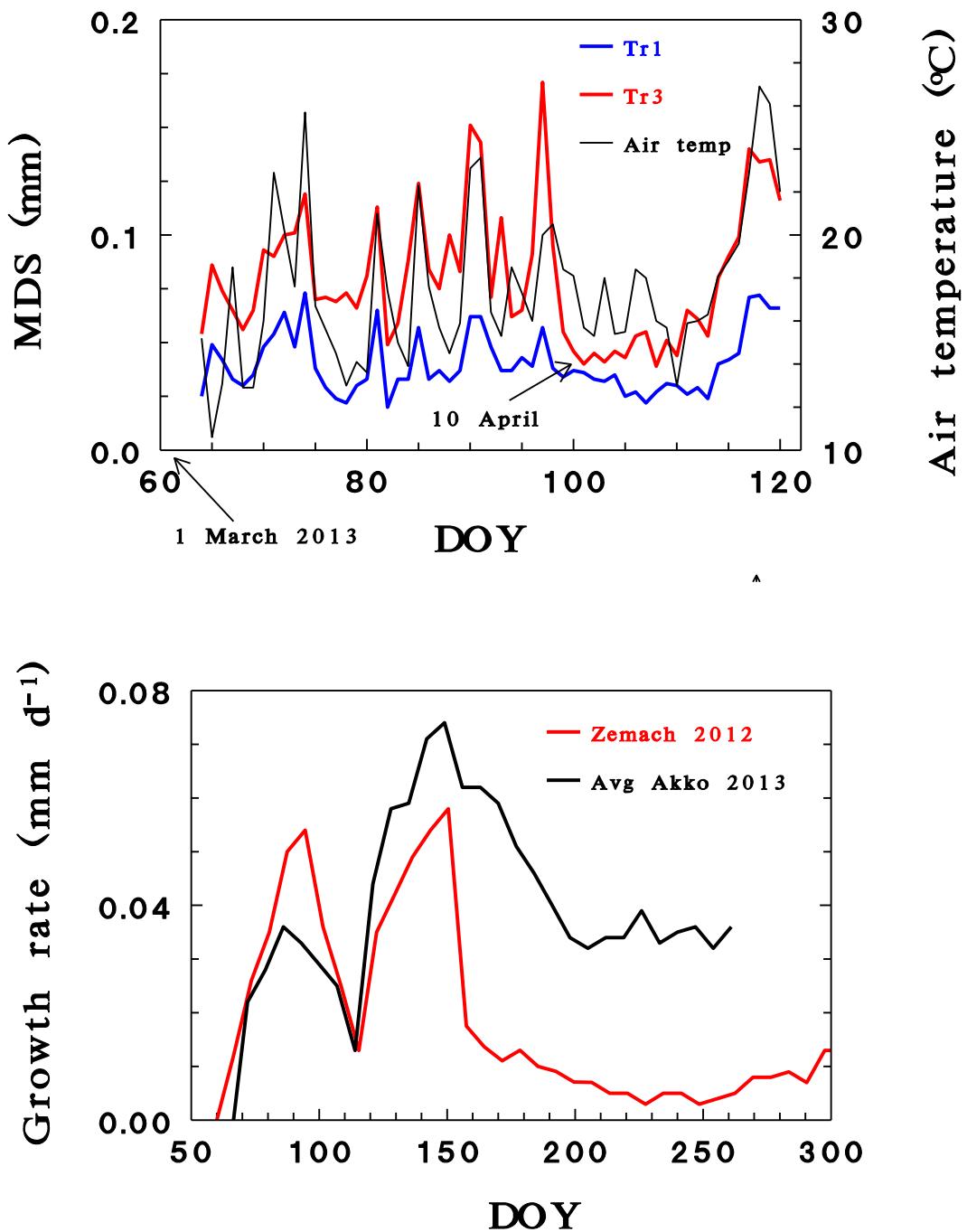
נספח 3. מתח המים בקרקע במרקם 0 – 150 ס"מ מהטפטפה. טיפול 3. עליון: עומק 30 ס"מ; תחתון: עומק 60 ס"מ.



נספח 4. מנת ההשקיה בהשוואה לדירות המוחשב (Penman-Monteith) היומית במהלך עונת 2013.



נספח 5. השפעת טיפולי ההשקייה על פוטנציאל מים בגזע בשעת הצהרים. עליון: טיפולים 1-4 (נבדלים בעיתוי תחילת ההשקייה באביב); מתחום: טיפולים 5-6 (נבדלים בתדרות ההשקייה בקיץ) (טיפול 5 – השקיה יומית; טיפול 6 – השקיה כל שלושה ימים; מנת מים יומית זהה. טמפרטורת האוויר בתקופה הנדונה מוצגת להשוואה).



נספה 6. עליון: השפעת טיפול החקיה (טיפולים 1 ו – 3 בלבד) על הכיווץ המרבי של הגזע במהלך האביב. טמפרטורת אוויר מוצגת להשוואה. תחתון: השוואה של קצב הגידול היומי של גזעים בין ניסוי עכו 2013 לבין ניסוי ליזימטרים צמה 2012.

רשימת ספרות

- Dahan, Y., Rosenfeld, R., Zadiranov, V., Irihimovitch, V. 2010. A proposed conserved role for an avocado fw2.2 gene as a negative regulator of fruit cell division. *Planta* 232, 663-676.
- Garner, L.C. and Lovatt, C.J. 2008. The relationships between flower and fruitb abscission and alternate bearing of 'Hass' avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 133, 3-10.
- Michelakis, N., Vougioucalou, E., and Clapaki, G. 1993. Water use, wetted soil volume, root distribution and yield of avocado under drip irrigation. *Agric. Water Manag.* 24, 119-131.
- Ploetz, R.C., Ramos, J.L., Parrado, J.L., Shepard, E.S. 1991. Shoot and root growth cycles of avocado in South Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 104, 21-24.
- Salgado, E., and Cautín, R. 2008. Avocado root distribution in fine and coarse-textured soils under drip and microsprinkler irrigation. *Agric. Water Manag.* 95, 817 – 824.
- Silber, A., Israeli, Y., Levi, M., Keinan, A., Chudi, G., Golan, A., Noy, M., Levkovich, I., Kfir, N., Naor, A., Assouline, S. 2013a. The roles of fruit sink in the regulation of gas exchange and water uptake: a case study for avocado. *Agricultural Water Management*, 116, 21-28.
- Silber, A., Naor, A., Israeli, Y., Assouline, S. 2013b. Combined effect of irrigation regime and fruit load on the patterns of trunk-diameter variation of 'Hass' avocado at different phenological periods. *Agricultural Water Management*, 129, 87-94.
- Whiley, A.W. 2002. Crop management. In: Whiley, A.W., Schaffer, B., Wolstenholme, B.N. (Eds.) *The Avocado: Botany, Production and Uses*. CBI Publishing, New York, pp. 231-258.
- Whiley, A.W., Wolstenholme, B.N. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production. *S. Afr. Avocado Grower's Assoc. Yrbk.* 13, 25-27.
- Wolstenholme, B.N. 1986. Energy costs of fruiting as a yield-limiting factor with special reference to avocado. *Acta Hortic.* 175, 121-126.