

פיתוח ממשק השקיה לאפרסמון מבוסס על אקלים וחיישני קרקע וצמח

Irrigation management for persimmon based on climatic, soil and plant measures

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ופיתוח הכפר

על ידי

שבתאי כהן¹, רון זליגמן¹, אשר בר-טל¹, עמוס נאור³, יוסי טנאי¹, עמי גיפס², אלדד סוקולובסקי²,

הוגו למקוף¹, ואברהם גרווה¹

¹המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

²שה"ס, משרד החקלאות

³מו"פ צפון

**Cohen Shabtai¹, Seligman, R.¹, Bar-Tal, A.¹, Naor, A.³, Tanny, Y.¹, Gips, A.²,
Sokolovski, E.², and A. Grava¹**

¹*Institute of Water and Soil, ARO, the Volcani Center*

²*Extension Service, Ministry of Agriculture*

³*Northern R&D Station*

דצמבר 2009

טבת תש"ע

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר

רשימת פירסומים:

א. תקציר

הצגת הבעיה:

אפרסמון הינו גידול חשוב ובדרך כלל רווחי במדינת ישראל הן ליצוא והן לשוק המקומי. למרות שגידולו בארץ החל כבר באמצע שנות השמונים, עד כה לא נעשה מחקר בסיסי על השקייתו, והמלצות ההשקיה הניתנות כיום מבוססות על הידע לגבי עצי פרי נשירים אחרים ואף נגזרות מממשק ההשקיה באבוקדו (שהינו ירוק עד). במטרה למלא חלל ידע ולסייע בפיתוח ממשק השקיה מושכל, התבצע ניסוי לבחינת תגובת אפרסמון למנות מים שונות תוך ניטור מדדים אקלימיים וצמחיים. תגובת הפרמטרים השונים למנות המים יכולים לשמש לגזירת ממשק לבקרת השקיה לפי טבלאות וניטור אוטומטי של פרמטרים צמחיים ואו סביבתיים.

מהלך ושיטות עבודה:

הניסויים התבצעו בעמק חפר במטע אפרסמון מסחרי מושקה בקולחין עירוניים. אישור לביצוע המחקר ב-2006 הגיע מאוחר מדי כדי להפעיל טיפולי השקיה בשנה הראשונה של המחקר, קיץ תשס"ו. באותה שנה התבצעו מדידות של מדדי מצב המים בצמח בעזרת חיישנים שונים ובוצע מחזור ייבוש על 4 עצים תוך מעקב אחר מדדי מצב המים ועקה. לקראת קיץ תשס"ז נבנתה תשתית לניסוי השקיה, ומדידות שגרתיות של מרכיבי קרקע, פרמטרים צמחיים, ומדדי מצב מים בצמח התבצעו בעונת תשס"ז. רמות ההשקייה היו 0.5, 0.75, 1.0 ו-1.25 מהטיפול המשקי, המבוסס על המלצות אזוריות של כ-700 מ"מ לעונה. בשנת תשס"ז היתה עלייה ביבול עם כמות ההשקיה בלי סימני התיישרות עקום התגובה. לכן בשנה שלישית של הפרוייקט בתשס"ח ניתנו מנות לפי מקדמים 0.7, 1, 1.3 ו-1.7. בתוצאות התקבלו תגובה ליניארית של היבול למנות ההשקיה אך בשיפוע תגובה הקטן מעונה קודמת. כתוצאה מכך, הוחלט להמשיך את הטיפולים לשנה נוספת. השנה השלישית של ניסוי ההשקיה אישרה את התוצאות הנ"ל. בדו"ח זה אנו מציגים את התוצאות העיקריות של הפרוייקט. רוב העבודה נעשתה ע"י מר טל קנטי, סטודנט לתואר שני בפקולטה לחקלאות.

תוצאות עיקריות:

רמות ההשקיה השפיעו באופן מובהק על רוב הפרמטרים שנמדדו: פרמטרים קרקעיים, צמחיים, ויבול. יוצא מן הכלל הוא איכות פרי (מוצקות בתנאי קירור) לאחר קטיף שלא הושפעה. ככלל, נצפתה עלייה בפעילות של העץ, כולל יבול וצריכת מים, עם העלייה ברמת ההשקייה. הקשר בין יבול לרמת ההשקיה היה קרוב לליניארי עם סימני התיישרות הקו בין שני הטיפולים השקיה הגבוהים ביותר, כלומר מקדמים 1.3 ו-1.7 מהטיפול המשקי. בקרקע נצפתה המלחה מובהקת במשך העונה בטיפול היבש. אבל ערכי המליחות היו נמוכים מרמות שאמורות להשפיע על פעילות עצי אפרסמון ונעשתה שטיפת קרקע לפי הצורך. לכן נראה שההשפעות שנצפו בין טיפולי ההשקיה השונים נבעו מהשקיה ולא המלחה. מספר פרמטרים שעקבנו אחריהם הראו שבתחילת העונה, ובעיקר ביוני, היה יחסית יבש כאשר יותר מאוחר בעונה התפתחו עודפי מים.

בוצע ניתור אינטנסיבי של פרמטרים קרקעיים וצמחיים, הכוללים מדידות תכולת מים ומתח מים בקרקע (TDR וטנסיומטרים), התכווצות גזע (דנדרומטרים), זרימת מים בגזע, פוטנציאל מים בעלים,

ומוליכות ופוטוסינתזה של עלים. כמו כן בוצע כיול של המערכת למדידת זרימת מים בגזע בניסוי עם שתילי אפרסמון בחממה.

מסקנות והמלצות:

עצי אפרסמון רגישים מאוד למנת ההשקיה שבין 0.5 ל-1.7 מהמנה המומלצת. היבולים וגודל הפרי עלו עם מנת ההשקיה עם התיישרות מסוימת במנה של מקדם 1.3 מהמומלץ (או מקדם פנמן 0.9, סביבות 900-1000 מ"מ). יש לערוך ניתוח כלכלי לפי הגרפים שבדו"ח כדי להחליט באיזה רמת השקיה כדאי לעבוד.

מספר תוצאות הצביעו על אי התאמה של המהלך העונתי של מקדמי ההשקיה המומלצות. בעיקר היו סימני יובש בתחילת העונה וסימני עודפים בסוף הקיץ. נראה שניתן להעלות את המקדמים בתחילת העונה (מאי ויוני) ולהוריד אותם בהמשך. אנו ממליצים להמשיך בניסויים עם שינוי לוח ההשקיה או לקבוע לוח חדש לאחר ניסוי השקיה המיועד לשמור על רמת פוטנציאל מים קבוע במשך העונה העיקרית. כמו כן יש מקום לערוך ניסויים נוספים לבחינת בקרת השקיה אוטומטית לפי העקומות והמתאמים בין המדדים הפיסיולוגיים שמופיעים בדו"ח.

ב. מבוא

אפרסמון (*Diospyros kaki* L) הינו גידול חשוב של כ-16000 דונם ובדרך כלל רווחי במדינת ישראל הן ליצוא (כמחציתו) והן לשוק המקומי. מקור האפרסמון למרגלות הרי מרכז סין ויפן. במזרח הרחוק הוא גדל במשך אלפי שנים לפני שהוא עבר לחקלאות המערב לפני כ-150 שנה (Mowat and George, 1996). העץ נשיר וגדל באזורים רבים מאקלים טרופי ועד ממוזג. הוא עמיד לקור וקרה, ואף דורש תקופת צינון בחורף ע"מ לשבור תרדמה. מאידך הוא עמיד לטמפרטורות גבוהות יותר מאשר תפוחי עץ, ענבים, ואפרסקים אבל בטמפרטורות גבוהות מאוד איכות הפרי נפגעת בדומה לפרות גלעיניים כמו אפרסק, הפרי של האפרסמון מוגדר כ-Berry ואמור להתפתח לפי עקום סיגמואידלי כפול, כאשר בשלב הראשון והשלישי הגדילה מהירה, ובשלב השני ההתפתחות איטית. יש לציין שעקומי גידול הפרי שמדדנו (ראו בהמשך) לא הדגימו צורת גידול זו בצורה מובהקת. העץ נחשב לרגיש יחסית למליחות ובורון, אבל לאחרונה נאלצו מגדלים רבים בכל זאת לעבור להשקיה בקולחין.

למרות שגידולו בארץ החל כבר באמצע שנות השמונים, עד כה לא נעשה מחקר בסיסי על השקייתו, והמלצות ההשקיה הניתנות כיום מבוססות על הידע לגבי עצי פרי נשירים אחרים ואף נגזרות מממשק ההשקיה באבוקדו (שהינו ירוק עד). הזנה אשלגנית חנקנית של אפרסמון נבחנה בפרוייקט 204-0384 של המדען הראשי בראשות יצחק קליין (קליין חוב', 2001). הניסוי כלל 3 רמות של שני המרכיבים הנ"ל בניסוי פקטוריאלי מלא וחמש חזרות. לא נמצאה השפעה מובהקת של רמת ההזנה על יבול ואיכות פרי. המטע הושקה לפי ההמלצות האזוריות (בגבעת עדה) בכ-1000 מ"מ בעונה, ונמצאו עדויות שהצריכה בפועל היתה פחותה, כך שלדעת קליין (משיחה אישית) דרישת ההשקיה בפועל היא פחותה.

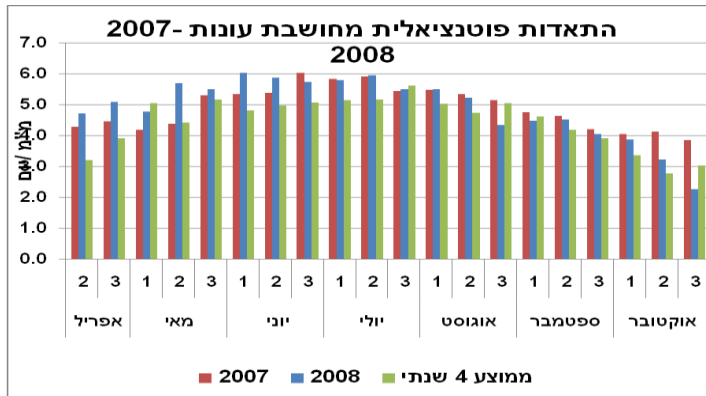
במטרה למלא חלל ידע ולסייע בפיתוח ממשק השקיה מושכל, הפרוייקט הנוכחי בוחן תגובת אפרסמון למנות מים שונות תוך ניטור מדדים אקלימיים וצמחיים. נערך ניסוי השקיה בו מבוצעת השקיה לפי מקדמים שונים המופעלים על מנות ההשקיה המקובלות באזור (700 מ"מ). תוך כדי הניסוי בוצע ניטור של מדדי עקת מים צמחיים וקרקעיים. תקופות קצרות של הצמאה בחלקות בודדות עזרו לקבוע את הרגישות של החיישנים השונים. לאחר שנתיים של ניסוי נקבע המלצות לגבי מקדמי השקיה וספים של חיישני העקה השונים.

ג. עיקרי הניסויים בתקופת הדו"ח

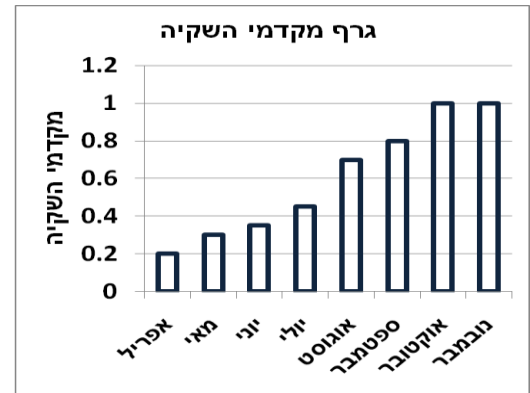
נבנה ניסוי בחלקת אפרסמון מזן "טריומף" מסחרית בגבעת חיים המושקית במי קולחין. החלקה מנטיעת 1998, מרחקי נטיעה 6 X 4 מ', מושקית ב-2 שלוחות טפטפות עם ספיקה של 1.6 ליטר לשעה כל 30.3 ס"מ לאורך השלוחה. הקרקע קלה (80% חול, 10% מקטע חרסיתי Sandy Loam) המטע הניב יבול של כ-3.5 עד 4 טון לדונם בתשס"ו כאשר 80% באיכות יצוא. בקיץ הראשון של הניסוי (תשס"ו-2006) השטח לא חולק לטיפולים ונעשה מעקב אחר פרמטרים שונים בעצים וגם בוצע מחזור ייבוש שבו לא ניתנה כל השקיה למספר עצים למשך שבועיים.

טבלה 1. מקדמי השקייה לטיפול המשקי וטיפולי השקיה מתוכנן ובפועל בשלושת עונות הניסוי:							
טבלת מקדמי השקיה לאפרסמון – בטיפול המשקי							
	נובמבר	אוקטובר	ספטמבר	אוגוסט	יולי	יוני	מאי
	1	1	0.8	0.7	0.45	0.35	0.3
	0.2						
עונה				טיפול			
				T1	T2	T3	T4
יחס למשקי - מתוכנן	2007	0.5	0.75	1.0	1.25		
	2008	0.7	1.0	1.3	1.7		
	2009	0.7	1.0	1.3	1.7		
Tx/Penman בפועל	2007	0.35	0.45	0.66	0.80		
	2008	0.52	0.70	0.89	1.14		
	2009	0.45	0.56	0.75	0.94		
כמות (מ"מ) בפועל	2007	365	548	730	913		
	2008	511	730	949	1241		
	2009	466	575	769	969		

איור 1ב'. התאדות פוטנציאלית מחושבת לפי מודל פנמן.



איור 1א. מקדמי השקיה (יחסית להתאדות פוטנציאלית) בטיפול המשקי



טבלה 2. התאדות פוטנציאלית

התאדות פוטנציאלית מחושבת ע"פ פנמן (מ"מ / יום)																				
	אפריל		מאי			יוני			יולי			אוגוסט			ספטמבר			אוקטובר		
עשרת	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2008	4.7	5.1	4.8	5.7	5.5	6.0	5.9	5.7	5.8	6.0	5.5	5.5	5.2	4.3	4.5	4.5	4.1	3.9	3.2	2.3
2007	4.3	4.5	4.2	4.4	5.3	5.4	5.4	6.0	5.8	5.9	5.5	5.5	5.3	5.2	4.8	4.6	4.2	4.0	4.1	3.9
ממוצע 4 שנה	3.2	3.9	5.1	4.4	5.2	4.8	5.0	5.1	5.2	5.2	5.6	5.0	4.7	5.1	4.6	4.2	3.9	3.4	2.8	3.0

לקראת קיץ 2007 נבנה ניסוי השקיה. השטח חולק ל-6 בלוקים, 16 עצים לחלקה מרובעת ו-24 חלקות. מפת הניסוי הובאה בדו"ח שנה א' של הניסוי. השקיה לפי הטיפולים החלה בעונת ההשקיה של 2007 כאשר בעונה זאת טיפולי ההשקיה היו 0.5, 0.75 ו-1.25 ממנת ההשקיה המקובלת באזור (טיפול משקי). יכולי אותו שנה עלו עם כמות ההשקיה בלי סימן של התיישרות הקו בקשר שבין יכול לכמות ההשקיה. לכן בעונה 2008 ו-2009 הועלו מקדמי ההשקיה והטיפולים היו 0.7, 1.0, 1.3 ו-1.7. למרות שהפרייקט אושר ל-3 שנים, הארכנו את הניסוי (בלי תוספת תקציב) לשנה רביעית (2009) ע"מ להשלים 3 שנים של טיפולי השקיה ומדידת יכולים מכיוון שזמן זה נחשב זמן מינימאלי לניסוי השקיה במטעים. תוכנית ההשקיה בטבלה 1 ואיור 1א'. איור 1ב' וטבלה 2 מביאים את ההתאדות הפוטנציאלית מחושבת לפי מודל פנמן-מונטית ונתוני אקלים שנמדדו במטע במשך הניסוי. פרטים על הדישון מובאים בטבלה 3. ערכים אלה פותחו לפי המלצות שה"ם ע"י רון וליגמן

בתחילת הניסוי ועמי גיבס בעונת 2008-9.

טבלה 3. תוכנית הדישון לניסוי.

	חודשי [ק"ג לדונם]											סה"כ
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
N	0.0	0.0	0.0	4.1	3.7	2.4	2.4	2.0	0.4	0.0		15
P ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	2.1	1.9	1.0	1.0	0.8	0.2	0.0		7
K ₂ O	0.0	0.0	0.0	4.9	4.9	5.9	5.9	5.1	0.8	0.0		28
CaO	0.0	0.0	0.0	6.6	9.9	9.9	9.9	6.6	3.3	0.0		46
MgO	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	1.0	0.0		14

לגבי רמת הדישון - בחישוב מנת היסודות הכוללת (טבלה 3) נלקחה בחשבון כמחצית מהמנה המגיעה במי הקולחים (על פי ממוצעי היסודות במי הקולחין במהלך העונה אשתקד ומנת ההשקיה המתוכננת).

הבסיס לניסוי היה רמת ההשקיה המשקית (טיפול 1.0 או 100%). בזמן כתיבת הצעת המחקר כמות זאת נעה סביבות 1000 מ"מ לעונה. בתחילת ביצוע הניסוי באזור השרון הורידו את ההשקיה באפרסמון לכ-700 מ"מ לשנה. כמויות ההשקיה בניסוי הותאמו לכמות זאת (ראה טבלה 1). ביצוע ההשקיה בפועל מובא גם בטבלה 1, המציגה את ההשקיה המצטברת בכ"א מהטיפולים. באזור 1' השמאלי מובא היחס בפועל בין ההשקיה להשקיית הטיפול המשקי, והיחס בין מנת ההשקיה להתאדות מחושבת לפי נוסחת פנמן אור-יום. בהמשך הדו"ח בד"כ המונח מקדם השקיה מציין את היחס בין ההשקיה להתאדות פוטנציאלית לפי נוסחת פנמן-מונטית. ניתוח שעוני המים הראה שהביצוע סטה מהיחסים שתוכננו בכ-5% (תוצאות לא מובאות).

כמצוין לעיל הניסוי נערך ב-4 עונות השקיה כאשר בראשונה לא בוצעו טיפולי השקיה. במשך שלושת העונות הראשונות נעשה מעקב אחר פרמטרים קרקעיים, צמחיים ואקלימיים בעזרת מערך של חיישנים שונים, אוגרי נתונים ומדידות ידניות מסוגים שונים.

טיפול ב"קולטור" (תכשיר עם ג'יברלין) במשך העונה ב-2007 גרם להבכרת היבול והמעטה באחוז "פיתם אדום", פגם בפרי שמתפתח בתקופת הבשלת הפרי ואשר הגורם לו לא ידוע. בעונות 2008 ו-2009 לא בוצע טיפול ב"קולטור" כדי לאפשר בדיקה האם יש קשר בין משטר ההשקיה להופעת פיתם אדום. שיטת הבדיקה הייתה להשאיר ענפים מסומנים בכל טיפול עם הפרי לאחר הקטיף ולבדוק התפתחות פיתם אדום במשך התקופה שלאחר הקטיף. במקומות שהענפים נשארו כמתוכנן לא נצפה הבדל באחוזי פיתם אדום בטיפולים השונים. לצערנו בהרבה מקרים הפועלים קטפו מהענפים המסומנים ולא התאפשרה לנו בדיקה יותר מסודרת של הנושא הנ"ל.

מערך ניטור אוטומטי של פרמטרים אקלימיים, קרקעיים וצמחיים

- נבנה מערך למדידה אוטומטית של פרמטרים אקלימיים, קרקעיים וצמחיים במטע. המרכז של המערך מוקמה בין בלוק 2 לבלוק 3 וכלל מספר אוגרי נתונים, מולטיפלקסרים, וקופסאות אלקטרוניות לוויסות מתח חשמלי למערכות השונות. החיישנים שהותקנו בשטח כללו:
 - תחנה מטאורולוגית: מד קרינת שמש (Kip and Zonen), מדי טמפרטורה ולחות אוויר, ומד רוח (שבשבת)
 - מדי זרימה בגזע מסוג גראנייר (thermal dissipation). 16, 24, ו-32 חיישנים ב-2006, 7, ו-8 בהתאמה. מדי זרימה בגזע מסוג פולס חום – 8 ב-2008.
 - מדי התכווצות גזע מסוגים LVDT ו-Strain Gauge – 6, 20, ו-28 ב-2006, 7, ו-8.
 - מדי טמפ' נוף אינפרא אדום מסוג IRTC – 4 ב-2006
 - מדי מצב מים בקרקע - טמנסיומטרים עם מתמר אלקטרוני – 24 ב-2008
 - מדי מצב מים בקרקע - חיישני TDR מחוברים למערכת TDR100 – 18 ב-2008

מדירות פרמטרים נוספים – מוליכות עלים, פוטנציאל מים בעלים, מדד שטח עלים והקף גזע.

פוטנציאל מים בגזע נמדד כל שבועיים, ובנוסף לכך נמדדו גם מהלכים יומיים. פוטנציאל מים לפני הזריחה, של הגזע ושל עלים מוארים ומוצלים נמדדו בעזרת תא לחץ מסוג Arimad.

במספר מועדים בשלושת העונות 2006-2008 נמדדו מוליכות עלים ופוטנציאל גזע בעזרת פורומטר

LI1600 ומד פוטנציאל גזע LI6400. מדד שטח עלים נמדד ב-3 מועדים ב-2008 בעזרת מד אור ארוך

מסוג Sunscan בשיטת (Li et al. (2002). הקף גזע נמדד בעזרת סרט מדידה במשך העונה.

מדירות יחסי איזוטופים של פחמן

עלים חשופים שהתפתחו במשך הקיץ נאספו מהטיפולים, הוכנו לבדיקת איזוטופים יציבים במעבדה והועברו לבדיקה בספקטרומטר מאסה במעבדה של פרופ' דן יקיר במכון וייצמן.

מדירות התפתחות פרי

נעשה מעקב אחר התפתחות פרי במשך העונה של 2008 בעזרת מד גודל פרי ידני עם רשם אוטומטי

מסוג EFM של חברת GUSS דרום אפריקה (<http://www.gusstoday.com/datalogger.html>). סומנו

480 פרות (10 פרות לעץ X 48 עצים) בתחילת העונה וגודל פרי נמדד כפעם בשבועיים. אותו מד גודל

פרי שימש למדידת גדלים במדגם הפרות בקטיף.

מדירות נשירת פרי – פיזרנו 96 מגשים מתחת ל-24 עצי מדידה ב-12 חלקות בבולקים 1-4 בזמן

הפריחה. נעשה מעקב אחר נשירת פרי בספירה.

מדירות יבול ואיכות פרי - בזמן הקטיף (בדרך כלל היו שני קטיפים כל שנה) כל הפרי מעצי המדידה

נשקל בשטח וגודל פרות במדגם של תרמיל אחד לעץ נמדד. מהמדגם הזה נלקח מגש או שניים של פרי

למעבדה של פרופ' דב פרוסקי במכון לאחסון. שם בוצעו מדירות של איכות פרי בתנאי אחסון. בזמן

הקטיף הקוטפים עצמם מבצעים מיון וזורקים כמויות גדולות של פרי בגלל בעיות צבע וצורת פרי,

ובעיקר פרות עם בליטות ("בובות") וצורות לא רגולריות. כדי למדוד כמות פרי זה שמנו מגשים מתחת

לעצים והקוטפים קטפו פרי פסול לשם. שקלנו את הפרי הזה וכימתנו את הכמות של הפרי הפסול.

בדיקות קרקע ועלים - בכל עונה נלקחו דגימות עלים לפי המלצות שה"ם ודגימות קרקע מהחלקות

בעומקים 0-30, 30-60 ו-60-90 ס"מ עומק. אלה נשלחו למעבדת שרות שדה בחדרה. הם מדדו בקרקע

אחוז רוויה, pH, מוליכות חשמלית, כלוריד, נתרן, סידן+מגנזיום, SAR ו-K במיצוי PAR ופרוס

חלקיקים. בעלים נבדקו תכולת N, P, B, Na, Ca, Mg, Cl, K.

השקיה אוטומטית – בתוכנית המחקר התכוונו בשנה השלישית של המחקר להפעיל טיפול שבו נבקר את

ההשקיה באופן אוטומטי בעזרת אחד או יותר מהפרמטרים שמדדנו בשנים הקודמות. כמצוין בהמשך, לא

נמצא בשנה הראשונה של ניסוי ההשקיה (שהייתה בפועל השנה השנייה של הפרויקט) טיפול השקיה

אופטימאלי. סימנים של אופטימום רק נמצאו בשנה השלישית של הפרויקט ומכיוון שההמשך בשנה הרביעית

(בלי תוספת תקציב) היה רק למעקב אחר הניסוי השקיה לא התאפשרה הפעלת טיפול אוטומטי. לעומת זאת,

מהקשרים שמופיעים בדו"ח הזה ובעבודת המאסטר של טל קנטי שתתבסס על התוצאות של הפרויקט, יש

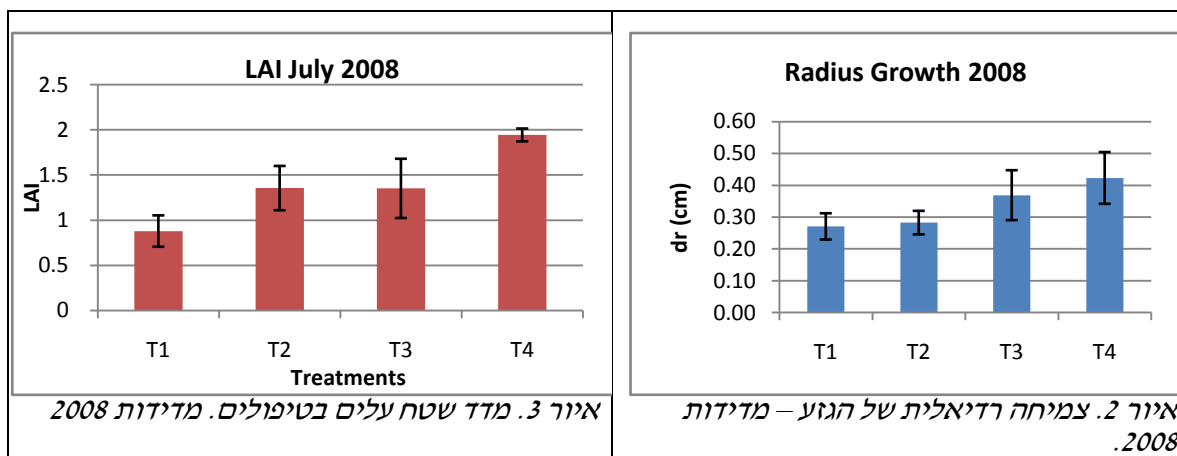
מספיק מידע ע"מ לקבוע כמה חיישנים דרושים וספים מתאימים להשקיה לפי טנסיומטרים, דנדרומטרים, תא לחץ, חיישני זרימת מים בגזע או שילוב ביניהם.

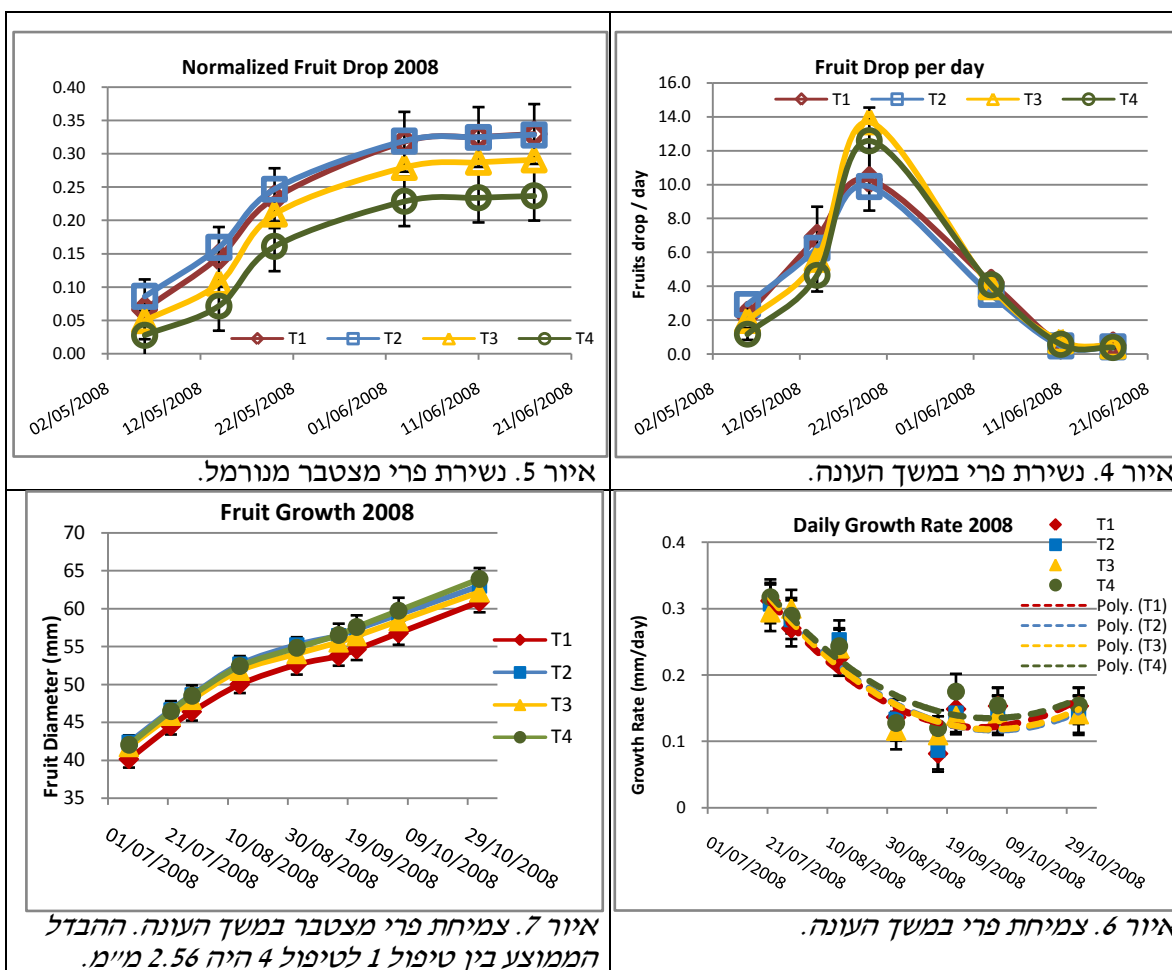
ד. תוצאות

פרמטרים של העצים

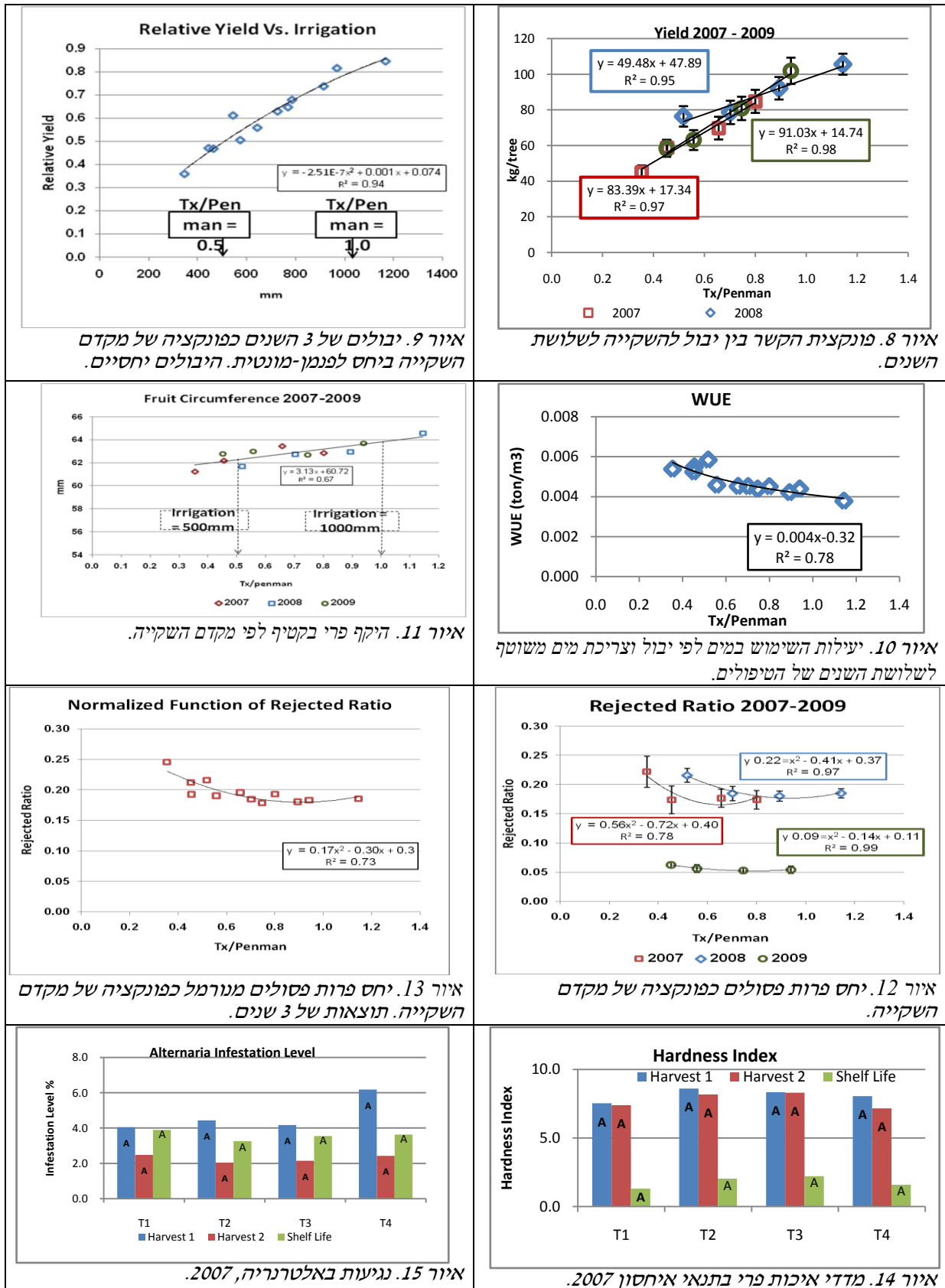
פרמטרים כלליים של צמיחת העצים שנמדדו בשנה השנייה של טיפולי ההשקיה מובאים באיורים 2 ו-3. צמיחה רדיאלית של הגזע בין 2007 ל-2008 (איור 2) וגם מדד שטח עלים היו רגישים למקדם ההשקיה. ההבדלים היו מובהקים בין הטיפול הנמוך (טיפול 1) לטיפול הגבוהה (טיפול 4) כאשר טיפולי הביניים לא היו שונים מהטיפולים האחרים. המגמה ברורה ואין סימנים של פגיעה בצמיחה ברמת השקיה גבוהה.

נשירת פרי הייתה מוגברת בשני רמות ההשקיה הנמוכות (איורים 4 ו-5). שם (טיפול 1 ו-2) הנשירה בתחילת העונה הייתה מוגברת וזה התבטא בסך הכול נשירה מצטברת יותר גבוהה (איור 5). לעומת זאת באמצע מאי הנשירה מהטיפולים הרטובים הייתה יותר גבוהה אבל זה לא שינה את המגמה הנ"ל. צמיחת פרות (איורים 6 ו-7) הושפעה ג"כ ע"י רמת ההשקיה וצמיחה בטיפול היבש היתה נמוכה באופן מובהק מזו של הטיפולים האחרים. הצמיחה הכי גבוהה נמדדה בטיפול הרטוב (טיפול 4). בשנים האחרונות מומלץ בחלק מהגידולים (ובעיקר בהדרים) לכוון את ההשקיה לפי קצב גדילת פרות (נ. רוטמן, דפי שה"ם). נראה שבאפרסמון ניתן להשתמש בשיטה זאת. ניתוח השונוות שבנתונים המוצגים באיור 7 מראה שעל מנת להבחין בהבדלים בגדלים של הפרות בסבירות של 95% בין טיפול 1 ל-4 דרושים מדידות של 116 פרות. אנו מציינים שבמקרה שלנו הפרות היו מסומנות מראש ולא מדובר במדגם אקראי כל פעם.





יבולים של שלושת השנים מובאים באיור 8 כפונקציה של מקדם ההשקיה. הנתונים ניתנים בק"ג לעץ. מרווחי הנטיעה 4X6 כך שהיו 42 עצים לדונם ולכן 100 ק"ג לעץ שווה ל4.2 טון לדונם. כמות יבול כזאת נחשבת מצוינת למטע שמדדנו, שלא היה מהטובים שבמטעי גבעות החורש. תוצאות היבול עלו עם רמת ההשקיה והראו מגמת התיישרות ברמות ההשקיה הגבוהות. ע"י נירמול היבולים ניתן להראות גרף משותף של יבול יחסי כפונקציה של כמות מים ומקדם השקיה (איור 9). נראה בכל



מקרה שתוספת השקיה במקרה זה ייתן יותר יכול. אבל התוספת ליחידת מים קטנה עם העלייה ברמת ההשקיה כפי שנראה כשמבטאים את היבול כיעילות השימוש במים (איור 10). דרוש ניתוח כלכלי ע"מ לקבוע באיזה רמת השקיה כדאי לעבוד בפועל.

פרמטר נוסף בקביעת כדאיות כלכלית של רמת השקיה היא גודל הפרי הממוצע בשיווק. נתון זה מובא באיור 11 המראה שגודל פרי ממוצע עלה באופן ליניארי עם רמת השקיה. לא ידוע לנו מה הדרישה בשוק לגבי גודל פרי ונראה שכל הטווח שקיבלנו הוא בגודל שיווקי. הופתענו מכמויות הפרי הפסולים בקטיף (איור 12). פרי זה נזרק על הרצפה בגלל שהפרי משווק לצורך אכילה של פרי טרי בלבד. נראה לנו שדרוש פיתוח של שימוש לפרי פסול לתעשייה, כפי שידוע מהספרות אך לפי מיטב ידיעתנו לא נמצא בארץ. בכל מקרה, אחוז פרי פסול היה רגיש לרמת ההשקיה וצפינו בשלושת השנים לאחוז גבוהה יותר בהשקיה נמוכה והתיישרות הקו בטיפולים הרטובים. ע"י ניסיון התוצאות ניתן לצייר קו משותף של קשר זה (איור 13) המראה שהאחוז הכי נמוך של פרי פסול מתקבל במקדם השקיה של סביבות 0.9.

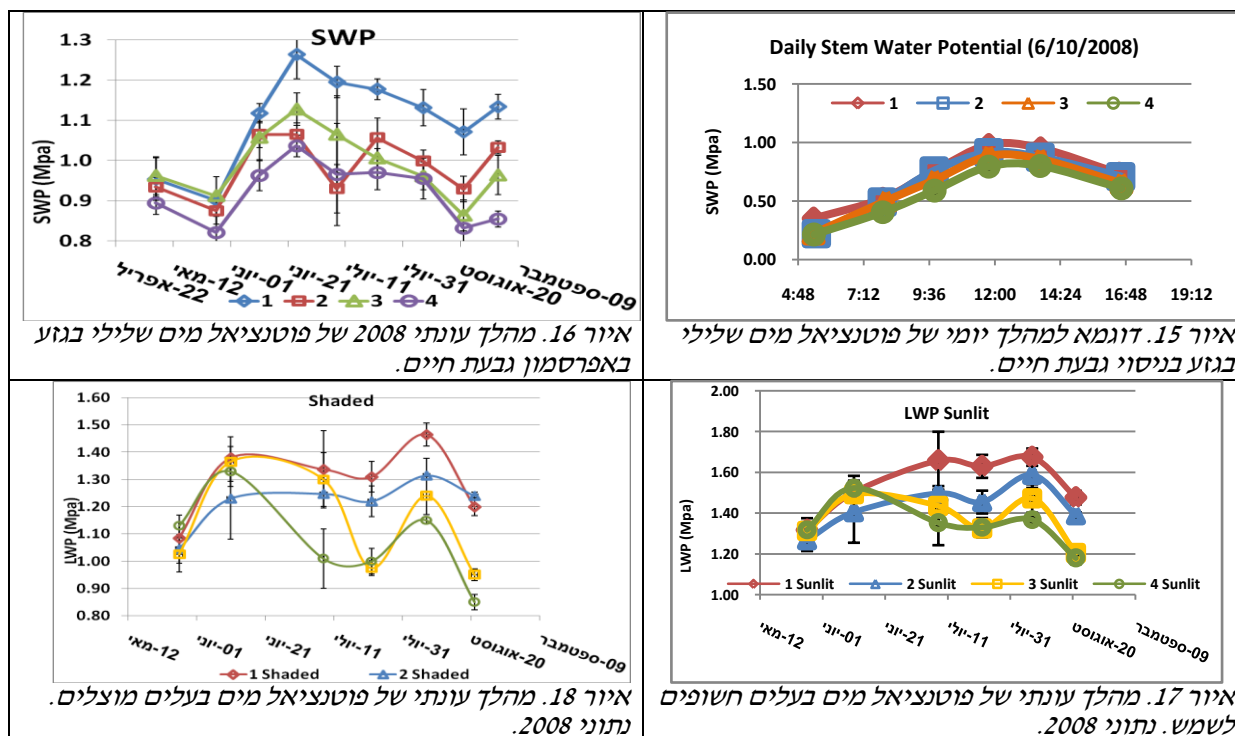
איכות פרי בתנאי איחסון ורמת הנגיעות באלטרנטיה לא הושפעו מרמת ההשקיה כפי שנצפה בתוצאות לדוגמא (2007) המובאות באיורים 14 ו-15. גם תוצאות משנים אחרות לא הראו כל הבדלים. העמודה המצויינת כ-Shelf life הוא מדידת איכות לאחר שהייה ממושכת של הפרי בתנאי מדף.

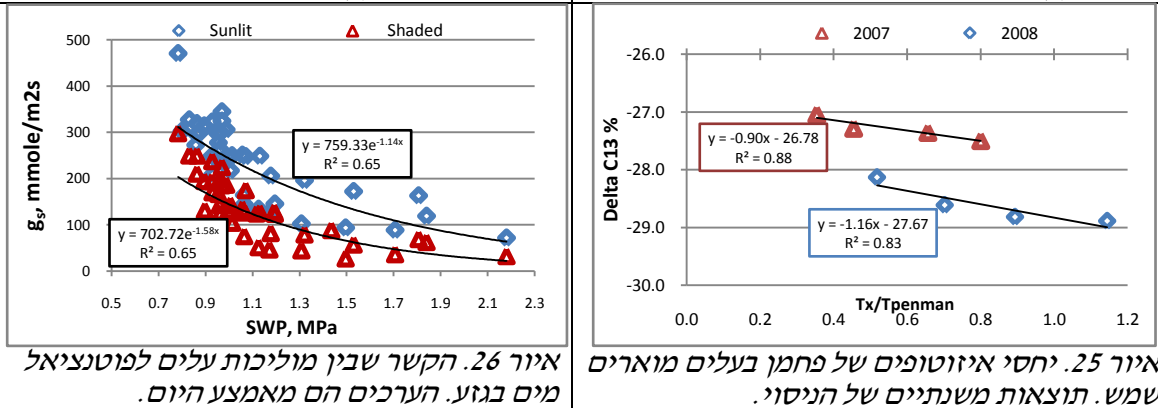
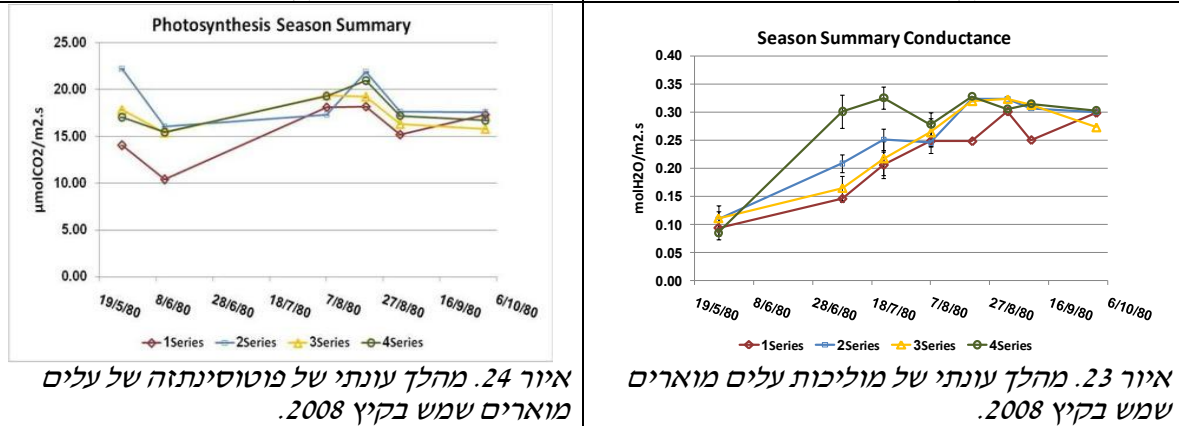
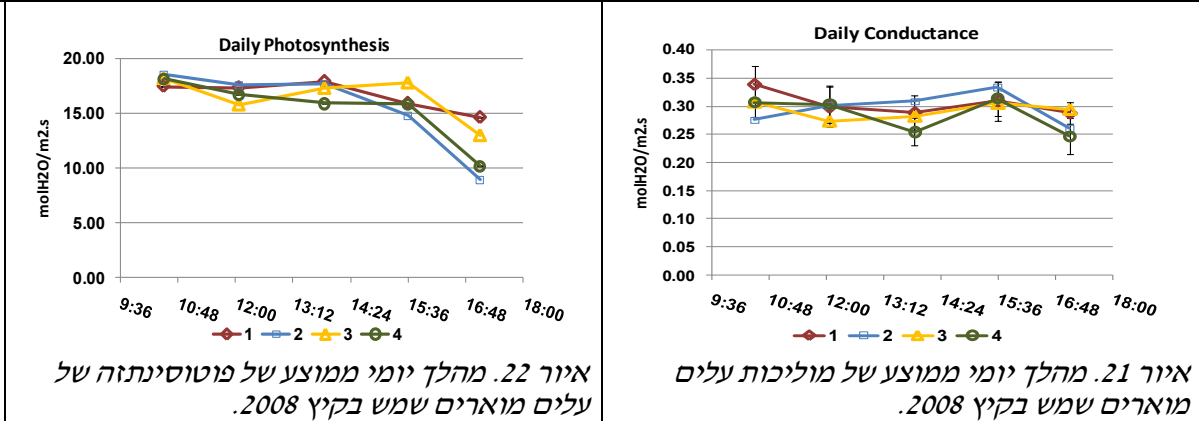
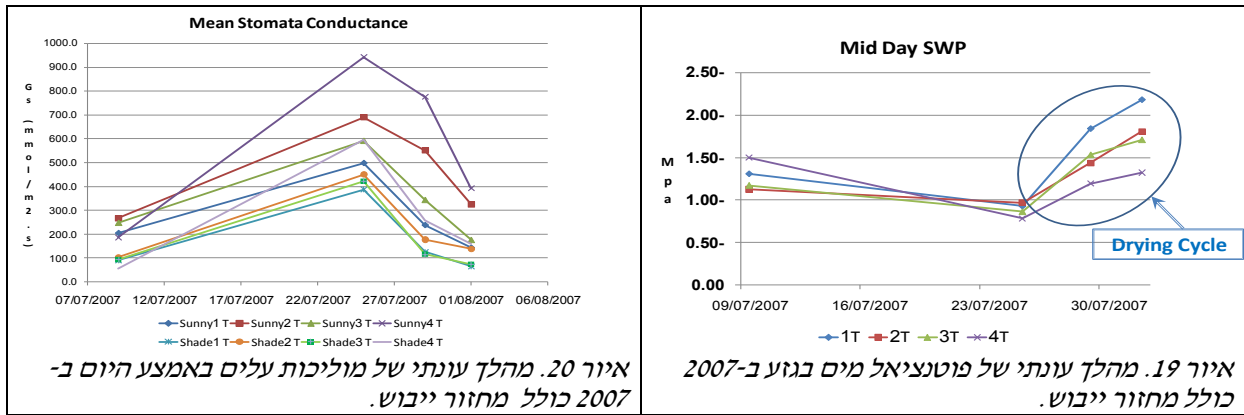
מדדי מצב מים בעץ:

אין כמעט בספרות דיווחים על ערכים של מדדי מצב מים בעץ עבור עצי אפרסמון ולכן לערכים שנמדדו בפרוייקט זה יש ערך מוסף. המדד הצמחי הנחשב הכי טוב לאפיון מצב המים בצמח הוא פוטנציאל מים של הגזע SWP (Naor, 2006). דוגמא למהלכים יומיים ועונתיים של SWP מובאים באיורים 15 ו-16. ערכים אלה דומים לערכים המוכרים בנשירים אחרים בתנאי השקיה בארץ. בתפ"ע, שנחקר רבות, קשה להגיד מה יהיו הערכים האופייניים ברמות השקיה כאלו באזור זה (שבו אין תפ"ע), אך ההתרשמות שלנו שערכי אפרסמון נמוכים בכ-0.3 מגה פסקל מאלו של תפ"ע. ההשפעה של רמת ההשקיה על הערכים ברורה בשני האיורים. ההבדלים הקטנים בין טיפול 2 ו-3 לא היו מובהקים ולא תמיד היו בכיוון הצפוי, כפי שהיינו מצפים מהבדלים לא מובהקים. במהלך העונתי (איור 16) נצפה ירידה ב-SWP מסוף יוני עד אמצע אוגוסט. נראה שהערכים הגבוהים ביוני נובעים מאי התאמה של משטר ההשקיה במקרה זה. צפינו בפועל התפתחות מהירה מאוד של הנוף של עצי אפרסמון בתחילת העונה וייתכן שבסוף יוני מקדם ההשקיה (שבטבלה 1 הוא פחות מ-0.5) נמוך מדי. לפי דעתנו היה צריך להעלות את מקדם ההשקיה מוקדם יותר בתחילת העונה. מהלכים עונתיים של פוטנציאל מים בעלים מוארים ומוצלים מובאים באיורים 17 ו-18. אלה מראים מגמות דומות למה שצויין עבור פוטנציאל מים בגזע. הוריאביליות של מדדים אלו גבוהה יותר עבור עלים מוארים ונמצאה בעלת ערכים נמוכים ביותר עבור פוטנציאל מים בגזע. פוטנציאל מים בגזע במחזור ייבוש ב-2007 מובא באיור 19. התגובה של מוליכות עלים לייבוש, שנמדד בעזרת פורומטר, היתה ברורה (איור 20). מהלכים יומיים של מוליכות עלים לאדי מים ופוטנצינל, שנמדדו עם מד פוטנצינל L16400, מובאים באיורים 21 ו-22. מדדים אלו לא היו

שונים באופן מובהק בין הטיפולים. נראה שאין להשתמש בפרמטרים אלו, הנמדדים על יחסית מעט עלים בודדים, לצורך חישה של מצב המים בצמח. מעניין שאף שהיו הבדלים מובהקים בצמיחה של העצים וביבולים, בכל זאת לא נצפו הבדלים ואפילו מגמות ברורות בפרמטרים אלו. אולי ההבדלים ביבולים ובצמיחה נבעו מהבדלים בחלק אחר של העונה, כגון תחילתה, מאשר במועדים שבהם נמדדו מוליכות עלים ופוטוסינתזה. במהלך העונתי של מוליכות עלים ופוטוסינתזה שנמדדו עם ה-LI6400 (איורים 23 ו-24) ניתן להבחין בהבדלים בעיקר בין הטיפולים הקיצוניים, והבדלים אלו היו יותר גבוהים בתחילת העונה. אולי זה נובע מאי התאמה של מקדמי ההשקיה, דבר שיגרום ליובש יותר גדול בטיפול היבש בתחילת העונה.

התגובה של מוליכות עלים למצב המים בצמח ברורה כשמסתכלים על פרמטרים יותר כוללנים, כמו יחסי איזוטופים של פחמן (איור 25) או הקשר שבין מוליכות עלים לבין פוטנציאל מים בגזע (איור 26). יחסי איזוטופים יציבים של פחמן נמצאו כבר במספר מחקרים שלנו על יחסי מים של צמחים כמדד רגיש מאוד למצב המים במשך תקופת הצמיחה של העלים שנדגמו. יש לתת את הדעת אם ואיך כדאי להשתמש במדד זה ברמה החקלאית.



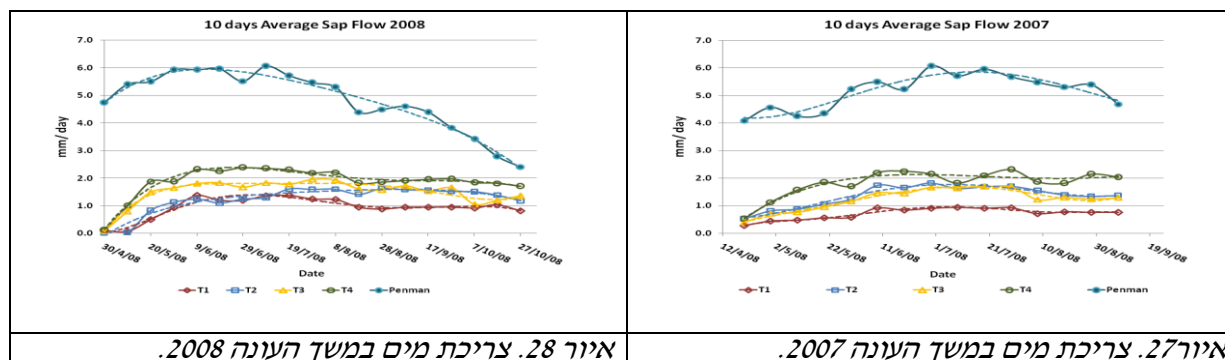


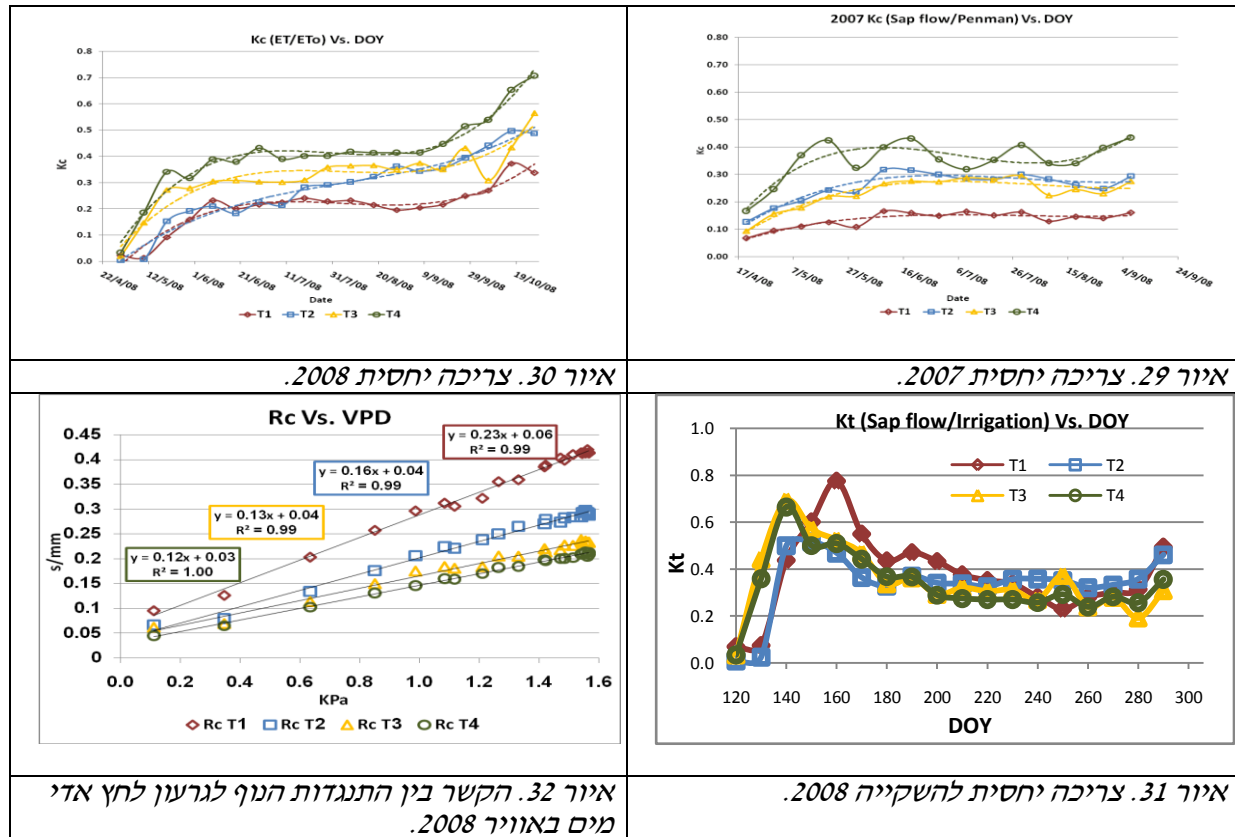
זרימה בגזע ודיות העצים:

חלק מהתוצאות של זרימה בגזע מובאות בדו"חות הקודמים של הפרויקט. לעומת זאת, אף שההבדלים היחסיים בין הטיפולים היו ברורים, התעוררה שאלה לגבי הערכים האבסולוטיים של הזרימה. בעונה השנייה של הפרויקט רכשנו מספר שתילים של אפרסמון וגידלנו אותם בבית רשת ובחממה ע"מ לכייל את שיטת גראנייה איתם. הכיול הזה התבצע בשנה האחרונה של הפרויקט והערכים המוצגים בדו"ח הזה לוקחים בחשבון גם את הכיול וגם את ההתפלגות של קצב הזרימה בגזע שנמדד בקיץ 2008 בעזרת מערכת פולס חום שהוצבה במטע (איור 36). בגלל מגבלת גודל הדו"ח פרטים נוספים על הכיול לא כלולים פה ויתפרסמו בעבודת המאסטר של טל קנטי.

בשתי העונות 2007 ו-2008 מדדנו בהצלחה מספר רב של עצים. מהלכים עונתיים ממוצעים עבור כל עשרה ימים מובאים באיורים 27 ו-28. אלה מראים על צריכה של עד קצת יותר מ-2 מ"מ ליום במטע. ערכים אלו מחושבים לפי שטח המטע כאשר אנו מציניים שחלק מהעצים היו יחסית קטנים, דבר שניתן לראות במדד שטח עלים הקטן. במקרים אלה שטח הכיסוי של הנוף היה גם קטן. צריכת המים היחסית להתאדות המחושבת לפי פנמן-מונטית מובאת באיורים 29 ו-30. בפועל, צריכת המים של העצים הסתכמה בפחות מחצי מכמות ההשקיה (איור 31). בתחילת העונה (1 ליוני הוא יום 152) העצים צרכו 70% עד 80% מההשקיה. תוצאות אלו מאשרות את הממצאים האחרים המראים שמקדמי ההשקיה בשימוש באפרסמון נמוכים מדי בתחילת העונה. לאחר יוני הצריכה היחסית ירדה לפחות מחצי מההשקיה. דבר זה מראה אולי על השקיית יתר יותר מאוחר בעונה.

תוצאה נוספת שמוסיפה עניין ושנתעמק בה בפרסומים נוספים, היא הקשר בין מוליכות הנוף המחושבת בעזרת מדידות זרימה בגזע ונתונים מטאורולוגיים, וגרעון לחץ אדי מים באוויר. קשר זה מובא באיור 32 עבור נתונים של אמצע היום בקיץ 2008. דננו בעבר בקשר הליניארי הזה שהופיע במחקר שלנו על צריכת מים בעצי תפוח (Cohen and Naor, 2002). בכל מקרה הקשר הזה מראה על וויסות חזק של הדיות באמצע היום בעצים אלו כך שהוא די דומה בימים שונים עם לחויות שונות. שיפוע הקווים הוא פרופורציונאלי להתנגדות ההידראולית של המערכת קרקע-שורש-נוף. התוצאות מראות על התנגדות גבוהה יותר בעצים בהשקיה מופחתת יחסית לזה של העצים עם יותר מים.

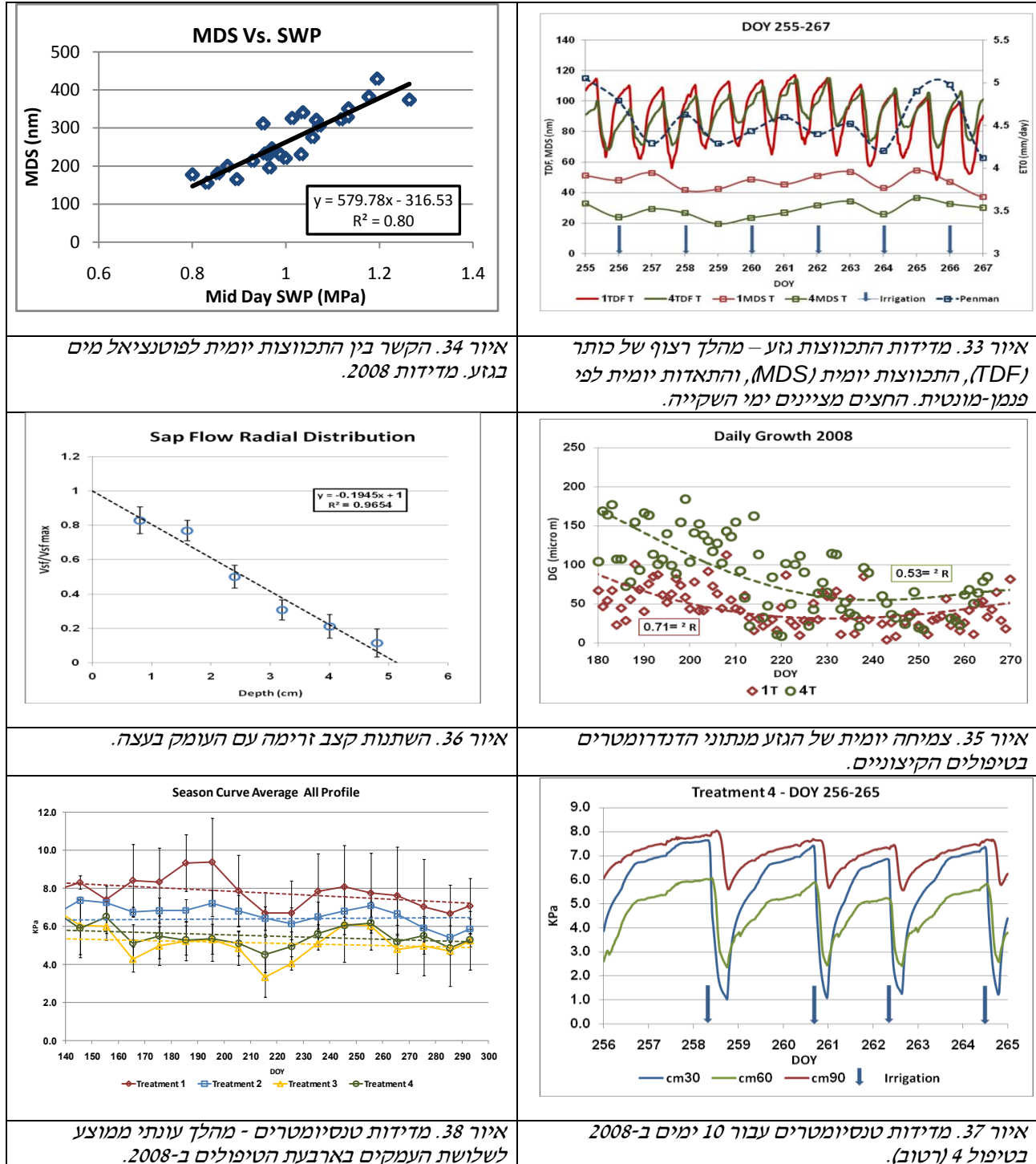




התכונות גזע ומדידות טנסיומטרים

המועמדים המובילים לשימוש בבקרת השקיה היום הם מדי התכונות גזע (דנדרומטרים) וטנסיומטרים המודדים מתח מים בקרקע. הסיבה לכך היא שעבור שני סוגי חיישנים אלה קיימים מערכות יחסית זולות המוציאות אות חשמלי שניתן לחבר למערכת ממוחשבת. אחת הבעיות היא קביעת הקשר שבין המדידות האלה לבין ערכים יותר מובנים ברמה של הצמח כגון יבול ופוטנציאל מים בגזע. בניסויים שלנו אפיינו את ההתנהגות של התכונות הגזע ופוטנציאל מים בקרקע בעצי אפרסמון בגבעת חיים.

דוגמא של רצף של 12 ימים של מדידות כוטר גזע בספטמבר 2008 מובאת באיור 33 יחד עם ההתכונות היומית המקסימאלית (MDS), התאדות לפי פנמן-מונטית, וציון של מועדי ההשקיה. כפי שנמצא ע"י חוקרים אחרים ההתכונות היומית רגישה ליובש האטמוספרי, ויש דמיון מסוים בין



הקו של פנמן לזה של MDS.

בעבר במדידות בהדרים צפינו ירידה ב-MDS ביום לאחר ההשקיה. פה גם ראינו ברוב המקרים ירידה במדד זה ביום השקיה כפי שמצופה ועליה בימים שלאחר מכן. אך יש לזכור שיום השקיה הוא מושג מעט פשטני מאחר וביום כזה כל הטיפולים מושקים אחד אחרי השני, בנפרד ולמשך מספר שעות, כך שטיפול 4 יכול לקבל מים רק לקראת אחר הצהרים ואנו לא בטוחים בסדר ההשקיה במהלך

העונה. לא נצפה תגובה כזאת באיור 33, אולי בגלל שההשקיה בשלב הזה של העונה עודפת (ראה תוצאות לעיל ובדיון). סיכום של תוצאות מכל העונה נותן קשר ברור וליניארי בין MDS לפוטנציאל מים בגזע (איור 34). קו זה יכול לשמש לנקודת מוצע בקביעת פרוטוקול להבחנה במחזורי מים ומועדי השקיה בעצי אפרסמון.

עוד מדד שאפשר לגזור ממדידות כותר גזע הוא צמיחה יומית של הגזע (Ortuno et al., 2010) מדד זה מחושב מההפרש בין הערכים הכי גבוהים במהלכים יומיים עוקבים. תוצאות של צמיחה יומית במשך הקיץ של 2008 בטיפולים הקיצוניים מובאות באיור 35. אלה מראות על הפרש ברור בין הטיפולים והאטה בצמיחה של הטיפול היבש. לעומת זאת ההבדלים מיום ליום גבוהים ונראה שיהיה קשה לקבוע הבדל בין טיפולים פחות קיצוניים. במקרה זה התוצאות הם מ-3 דנדרומטרים (מסוג LVDT) בכל טיפול, עובדה שהקשתה על הניתוח הסטטיסטי ואמינות המדידה. מדידות פוטנציאל מים בקרקע (מטנסיומטרים) לאותה תקופה (ספטמבר 2008) מובאות באיור 37 ומהלכים עונתיים ממוצעים לשלושת העומקים וארבעת הטיפולים מובאות באיור 38. הטנסיומטרים היו ב-3 עומקים עם שני תחנות בכל טיפול, כאשר הטנסיומטרים מוקמו 20 ס"מ מטפטפת מתחת לחופה אבל לא ליד הגזע. באיור 37 ניתן להבחין בהרטבה לאחר ההשקיה ופעילות יותר גבוהה בשכבות קרקע הגבוהות. הוצאת מים מהשכבה העמוקה (90 ס"מ) משמעותית, וזה אולי מראה שמערכת השורשים פעילה שם. במהלך העונתי ההבדלים בין הטיפולים הקיצוניים ברורים ולא היו הבדלים מובהקים בין טיפול 3 ו-4 שהם טיפולים רטובים. ההבדלים בין טיפול 1 לטיפולים 3 ו-4 היו מובהקים רוב הזמן. גם הרמה הבינונית של ההשקיה (טיפול 2) התקבלה באמצע והיתה שונה באופן מובהק חלק מהזמן מהטיפולים האחרים. תוצאות אלה בהחלט יפות ומראות שניתן להסתמך על מדידות טנסיומטרים, במיוחד אם היו מוסיפים עוד כמה תחנות במטע.

מליחות קרקע

איכות מי ההשקיה נמדדה כל שנה. דוגמא לתוצאות מובא בטבלה 4. מים אלה הם מי קולחין באיכות טובה עם מליחות יחסית נמוכה לקולחין, וראויים להשקיה. בעונה הראשונה של ניסוי ההשקיה (2007) בטיפולים היותר יבשים המינרלים ומלחים הצטברו במשך הקיץ בגלל העדר שטיפה (איור 39). בטיפול היבש ה-EC בשכבה העליונה של הקרקע עלתה מעל ל-1.8. כמו כן ה-SAR, שעלה עם העומק, הגיע לערכים בינוניים ומעלה בסוף העונה. בבדיקה בספרות נראה שרמות אלה של מליחות הם משמעותיות אך לא מקובל שהם משפיעים לרעה על יכולי אפרסמון אפילו שהוא נחשב רגיש למליחות.

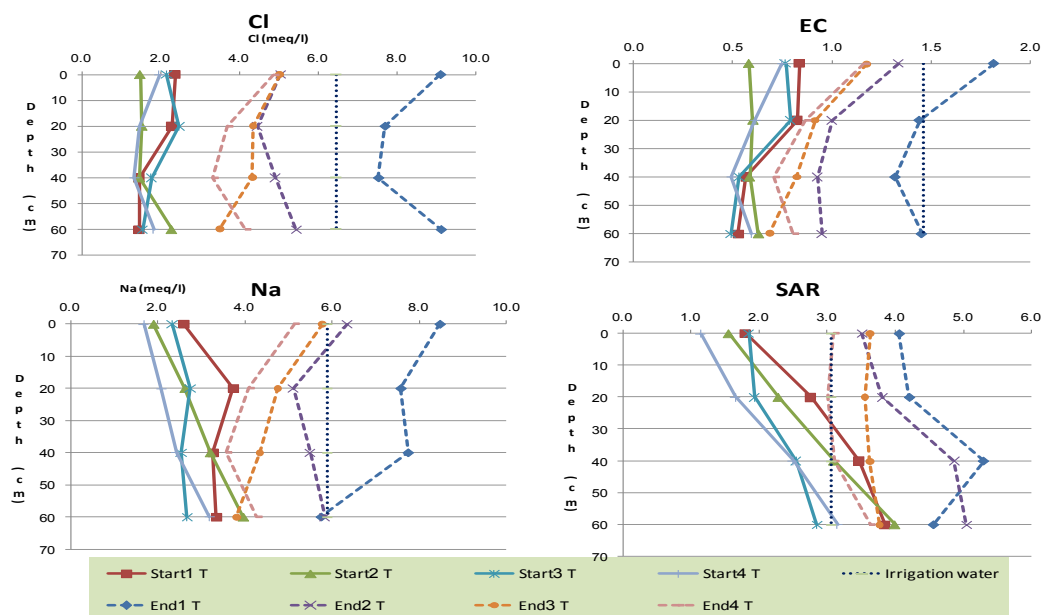
במהלך עונת 2008 עקבנו אחר המליחות. בספטמבר ביצענו בדיקות קרקע וראינו עליה במליחות עיסה רוויה בטיפולים היבשים לערכי גבול (2.5-2.2 EC). כתוצאה מכך ובכדי להימנע מהשפעות גומלין של מליחות ומים, ביצענו שטיפה של הפרופיל ע"י חיבור כמה מנות השקיה ביחד, ולאחר מכן דילוג מעל מחזור השקיה על מנת לשמור על המשך טיפולי השקיה ומנות המים המתוכננות. אימות בשטח לאחר מכן אשרר כי אכן התבצעה שטיפה של הפרופיל. בדיקות קרקע בסוף

העונה אכן הראו שמליחות הפרופיל גם בטיפול היבש לא הגיעה לערכים גבוהים שיכולים להשפיע על היבול.

טבלה 4. תוצאות של בדיקות מי המאגר קולחין ב-2007. תוצאות בשנים האחרות היו דומות.

אפרסמון – בדיקות איכות מי השקיה - קולחין															
date	ph	Ec	כלוריד	נתרן	ca+mg	mg	ca	SAR	N-NO ₃	N-NH ₄	N-total	P- total	K- total	B	HCO ₃
11/03/2007	7.2	1.47	234	6.1	7.8	2.23	5.57	3.09	7.3	0.5	15.2	1.6	10	0.08	6.2
04/06/2007	7.5	1.45	218	5.5	6.6	2	4.6	3.02	6.2	1.1	10.4	3.4	12	0.11	7.2
31/07/2007	7.2	1.47	234	6.1	7.8	2.23	5.57	3.09	7.3	0.5	15.2	1.6	10	0.08	6.2
average	7.3	1.5	228.7	5.9	7.4	2.2	5.2	3.1	6.9	0.7	13.6	2.2	10.7	0.1	6.5

איור 39. התפלגויות עם העומק של ריכוזי מלחים בקרקע בתחילה וסוף עונת ההשקיה, תוצאות מ-2007. תוצאות מבדיקות אחרות (כולל מינרלים) הראו מגמות דומות.



ה. דיון

יתכן שמחקר זה הוא הראשון בעולם ובטח הראשון בארץ שמאפיין את יחסי המים של עצי אפרסמון במטע מסחרי. אפיון זה כלל אפיון של פרמטרים של מים בקרקע, בצמח ובאטמוספירה. בגלל התכונה המיוחדת הזאת בחרנו להציג הרבה איורים בדו"ח זה. ניתוחים נוספים של התוצאות שהתקבלו יופיעו בעבודת המאסטר של טל קנטי בקרוב. סה"כ נראה שאפרסמון מתנהג כמו נשירים אחרים המוכרים לנו – כגון תפוז וגלעניים. ערכים שליליים של פוטנציאל מים שמדדנו היו יותר נמוכים ממה שמוכר לנו בתפוז בגליל ובגולן וגם יותר נמוכים מאלו שנמדדו בהדרים בארץ. בוצע ניסוי השקיה במשך שלוש שנים במבנה המקובל של בלוקים מחולקים באקראי והתוצאות מראות על עליה ביבול עם עליה ברמת ההשקיה עם סימני התיישרות הקו ברמות גבוהות של השקיה, סביבות מקדם פנמן-מונטית מעל ל-1. נראה שהאופטימום יהיה קצת מעל לזה אם היינו ממשיכים

להעלות את ההשקיה. דרוש ניתוח כלכלי ע"מ לקבוע איזה ערך לקבל, אבל לא נראה שיתחילו להשקות במקדמים גבוהים יותר.

לעומת הנ"ל נראה שהמהלך העונתי של המקדמים לא מתאים לגידול זה. לאור הממצעים בוצע שינוי בטבלאות ההשקיה בשנת 2009 – השינוי היה קל מאחר ולא רצינו לגרום לשינויים רבים מידי שיקשו על השוואה בין השנים. הסיבה לשינוי הייתה נעוצה בגרף אופיין הצריכה השנתית שהתקבלה ממדידות זרימה בגזע (איורים 27 ו-28). ראינו כי לאחר לבלוב מלא וחנטה מתרחשת התיישרות יחסית בצריכת המים במהלך חודשים יולי-אוגוסט, ורק לקראת ספטמבר מתרחשת עליה בצריכה היחסית. טבלאות ההשקיה המקובלות מאופיינות בעלייה ליניארית רציפה במהלך כל העונה. ב-2009 הוקטן מקדם ההשקיה ביולי.

נקודה אולי חשובה יותר היא קצב העלייה של המקדם בתחילת העונה. מספר ממצאים מראים שהתפתחות הנוף היא מהירה מאוד ושצריכת המים עולה יותר מהר מזו שמבוטאת במקדמי ההשקיה. צריכת המים נמצאת קרוב למקסימום כבר בסוף מאי (איורים 27 ו-28). היחס בין צריכה להשקיה מגיע למקסימום במאי (איור 31). לכן פוטנציאל מים בגזע (איור 16) היה גבוה (=שלילי יותר) ביוני וירד מיוני עד אוגוסט. הבדלים בפרמטרים אחרים גם היו גבוהים יותר לפני אמצע יולי – כגון מוליכות ופוטנציאל של עלים (איורים 23 ו-24). יש תמיד בעיה להעריך את מנת המים הנמצאת בתחילת העונה בקרקע שנשארה מגשמי החורף. אבל בכל זאת נראה שחלק מהתגובה שקיבלנו להשקיה נובעת מהעדר מים בתחילת העונה ועודף השקיה יותר מאוחר, וזה אולי הסיבה שקיבלנו סה"כ כמויות השקיה גבוהות. עוד סימן שבתחילת העונה ההשקיה הייתה קריטית היא בהתפתחות פרי (איור 7) שכבר היה שונה בין טיפולים בתחילת המדידות ביולי וההפרש הזה נשמר בהמשך העונה. נקודת העיתויים היא אחת מנקודות התורפה של הניסוי שלנו ואחת מהנקודות הפתוחות שנותרו למחקר עתידי והיא השפעת **תזמון** מנות המים על גידול ויבול ולא רק כמות.

כפי שצינו בהצגת התוצאות, פרמטרים אפשריים לבקרת השקיה אוטומטית בזמן הקרוב הם התכווצות הגזע (דנדרומטרים) ופוטנציאל מים של הקרקע (טנסיומטרים). עוד מדד אפשרי הוא טמפרטורת הנוף אותו בחנו בשנה הראשונה של הפרויקט (ראו בדו"ח שנה א' שהפרויקט הזה). בחנו שני סוגי דנדרומטרים – בנויים מ-LVDT ומ-Strain-gauge. לצערנו, הסוג השני עבד רק חלק קטן מהזמן ונראה שדרוש יותר פיתוח עד שתהיה גרסא סבירה של מכשיר כזה. עקרונית טכנולוגית Strain Gauge היא זולה וחשבנו שחיישנים כאלה יהיו זולים מאוד, אך החיישנים היחידים המסחריים מהסוג הזה עולים בערך כמו אלה מ-LVDT, שהם יותר מ-\$300 ליחידה. כפי שנמצא במחקר הזה ויובא בפרוט בעבודה של טל קנטי, דרושים מספר גדול של חיישנים כאלה ע"מ לאפיין מטע בצורה סבירה.

לגבי טנסיומטרים המצב היה יותר טוב. אנו בנינו את טנסיומטרים שלנו לבד מכוסות חרס, צינורות פשוטים ומתמרים מסחריים. החלקים עלו כ-\$100? ליחידה ולא כללו את מערכת הבקרה ואיסוף נתונים. ניתן גם לקנות טנסיומטרים מסחריים מספקים מקומיים ואלה עולים בין 1000 ל-2000 ₪ ליחידה. בעזרת שתי תחנות של טנסיומטרים בשלושה עומקים הצלחנו להבחין בהבדלים בין הטיפולים השונים חלק מהזמן ובין הטיפולים הקיצוניים כל הזמן. אומנם גם כאן בגלל בעיות טכניות

בציוד ושונות רבה נדמה לנו ששתי תחנות אינן מספיקות בעליל בכדי לאפיין מטע ולקבוע השקיה למטע שלם על פיהם. יש להגדיל את מספר החזרות. מצד שני ביישום מסחרי לא בטוח שצריך שלושה עומקים ושניים יהיו מספקים. למרות שהיה דרוש טיפול שבועי בטנסיומטרים הם נראים הכי מתאימים לשימוש מיידי כמכשירים למעקב אחר מצב המים בחלקה ולבקרת השקיה אוטומאטית מהתוצאות של הפרויקט הזה.

בעבודה פוטנציאל המים בגזע הסתמן כמדד העקבי, היציב והמובהק ביותר מבין המדדים אך כמות שהוא הוא לא מאפשר אוטומציה. חיבור בינו ע"י הקשרים שמצאנו לדנדרומטרים ייתכן ויאפשר זאת בעתיד. בנוסף ניתן לשקול שמוש בדנדרומרים או חיישני זרימת גזע ככלי בקרה על ידי יצירת טיפול ביקורת במטע (הוספת שלוחה או מספר טפטפות למספר עצים) והשקיה ע"פ יחסי המדדים הנ"ל בין טיפול משקי וטיפול הבקרה.

תודות

תודה לטל קנטי, סטודנט לתואר שני בפקולטה, שהשתתף ואף ניהל חלקים מפרויקט זה. חומר מעבודת הגמר שלו מופיע פה והעבודה שלו תרחיב בנושאים שנ"ל. תודה לסטודנטים האחרים שלנו עבור העזרה ובמיוחד לאורי דיקין. אחרון חביב תודה לכל צוות המטעים והשקיה של גבעות החורש עבור העזרה הרבה, כולל העמדת המטע לרשותנו. תבוא עליהם הברכה.

ספרות מצוטטת

- Naor, A. 2006. Irrigation Scheduling and Evaluation of Tree Water Status in Deciduous Orchards. Horticultural Reviews 32
- Cohen, S. and A. Naor (2002). The effect of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees; and predicting canopy from hydraulic conductance. Plant Cell and Environment 25(1):17-28.
- Ortuno M. F.; Conejero W.; Moreno F.; Moriana A.; Intrigliolo D. S.; Biel C.; Mellisho C. D.; Perez-Pastor A.; Domingo R.; Ruiz-Sanchez M. C.; Casadesus J.; Bonany J.; Torrecillas A. 2010. Could trunk diameter sensors be used in woody crops for irrigation scheduling? A review of current knowledge and future perspectives Agricultural water management 97: 1-11
- Li, F., S. Cohen, A. Naor, K. Shaozong and A. Erez (2002). Studies of canopy structure and water use of apple trees on three rootstocks. Agricultural Water Management 55(1): 1-14
- Mowat, A. .D., George, A. P. and Collins, R .J. 1997. Macro-climatic effects on fruit development and maturity of non-astringent persimmon (*diospyros kaki* l. Cv fuyu). Acta Hort. 436:195-202

1. פרסומים מדעיים

אין בינתיים.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה: בניית ניסוי השקיה ל-4 רמות במטע אפרסמון ב-6 חזרות ע"מ לקבוע דרישות מים של מטע אפרסמון. מעקב אחר המטע במצבים שונים. בניית מערך ניתור אקלים-קרקע-צמח ע"מ לקבוע דרישה אקלימית לאוויר-טרנספירציה פוטנציאלית וניתור מדדים של מצב מים של הצמח לקראת מימוש של מערכת השקיה אוטומטית. הרצת ניסוי ההשקיה תוך ניתור הפרמטרים הנ"ל.
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח: ניסוי ההשקיה רץ כמתוכנן עם ניתור של פרמטרים צמחיים, קרקעיים, ואקלימיים. יכול וגודל פרי עלו עם רמת ההשקיה וברמות גבוהות הראו סימני התיישרות. רמה אופטימאלית לאיכות פרי מקדם 0.9. צריכת מים, פוטנציאל מים, ומוליכות פיוניות הושפעו כצפוי מהטיפולים וערכי פוטנציאל מים היו דומים לידועים לנו מניסויים בתפוחי עץ. חלה המלחה של הקרקע בסוף העונה במיוחד בטיפול היבש. אבל ערכי ה-EC היו נמוכים מערכים שמקובל שמשפיעים לרעה על אפרסמון.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח: רמות ההשקיה גבוהות בעיקר בתחילת העונה. יש לבנות מחדש את טבלאות ההשקיה לגידול זה. ניתן לממש מערכת השקיה אוטומטית ניסויית על בסיס התכונות הגזע וטנסיומטרים ולעקוב אחר פוטנציאל מים בעצים לפי העקומות שנמצאו בפרויקט זה.
הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר: לא היה מספיק זמן לממש השקיה אוטומטית לפי התוצאות הנ"ל. יש לעשות זאת בפרויקט המשך אולי ברמה של שה"ם. מחקר עתידי על השפעת תזמוני ההשקיה (מקדמים יומיים וחודשיים על התפתחות העץ והיבול). מציאת שוק נוסף לפרי שתפתור את בעיית הפחת הגבוה מאוד יחסית של פרי שאינו בעל מאפיינים אסטטיים מושלמים אך באיכות טובה. סוגיית פיתם אדום שלא טופלה.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: לא הופץ ידע מהניסוי עדיין.
פרסום הדו"ח: ניתן לפרסם את הדו"ח ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)