

1.....	תוכן העניינים
2.....	שם המחקר ופרטי החוקרים
3.....	תקציר
4.....	מבוא
4-19.....	פירוט עיקרי הניסויים
19-20.....	דיון
22-23.....	סיכום עם שאלות מנחות

בדיקת הקשר בין ממשק ההשקיה ומשק המים של העץ להתפתחות ולכושר היצור של עצי תמר

Evaluating the relationship between water economy and production capacity of date palm trees

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ייעול השימוש במים ע"י

אור שפירא	מו"פ צפון
נפתלי לזרוביץ	חקלאות באזורים צחיחים אוניברסיטת בן גוריון בנגב
אלון בן גל	קרקע ומים מינהל המחקר החקלאי
אפי טריפּלר	תחנת ניסיונות יטבתה מו"פ ערבה דרומית
אמנון שוורץ	בוטניקה חקלאית האוניברסיטה העברית ירושלים
שבתאי כהן	קרקע ומים מינהל המחקר החקלאי
זהבה יהודה	קרקע ומים האוניברסיטה העברית ירושלים
יחזקאל מועלם	קרקע ומים האוניברסיטה העברית ירושלים

Or Shapira, Northern Research and Development shapiraor5@gmail.com

Naftali Lazarovich, Department of Dry land Agriculture Ben-Gurion University of the Negev lazarovi@bgu.ac.il

Alon Ben Gal , Soil and Water, Agricultural Research Organization Volcani Center bengal@volcani.agri.gov.il

Efi Tripler, Yotvata experimental station, Southern Arava Research and Development. tripler@agri.huji.ac.il

Amnon Schwartz, The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem schwartz@agri.huji.ac.il

Shabtai Cohen, Soil and Water, Agricultural Research Organization Volcani Center vwshep@volcani.agri.gov.il

Zehava Yehuda, Department of Soil and Water Science The Hebrew University of Jerusalem yehuda@agri.huji.ac.il

Yechezkel Mualem, Department of Soil and Water Science The Hebrew University of Jerusalem mualem@agri.huji.ac.il

נובמבר 2012

כסלו תש"עג



תקציר

הצגת הבעיה: ב-20 השנים האחרונות שולש שטחם של מטעי התמרים בארץ, ללא שינוי בכמות מי השקיה. ניסויי השקיה מתקשים לספק תשובות על תגובת התמר למנות מים שונות בגלל הזמן הרב הדרוש לקבלת תוצאות, העדר ידע פיזיולוגי בסיסי, של השטח הגדול הנדרש לביצוע ניסויים אשר יניבו תוצאות בעלות משמעות ומובהקות סטטיסטית. נראה כי המטעים מושקים בעודף. מטרת העבודה: לימוד הקשר בין תנאי הסביבה לבין מערכת היצור הצמחית קרי קיבוע פד"ח ויצור סוכרים. לימוד התגובה של עצי תמר למעבר מהשקיה במים מליחים להשקיה במים שפירים על מנת לבחון את האפשרות לטיוב מי ההשקיה באזור הערבה הדרומית תוך הבנה ומדידה כלכלית של העלות והתועלת. פיתוח וכיול מדדים העשויים לסייע בהכוונת ההשקיה תוך חיסכון במים. שיטות עבודה: במערכת ליזימטרים ביטבתה גדלים עצי תמר בוגרים ב-4 רמות מליחות שונות, התבצע מעקב אחרי צריכת המים, צימוח והנבה והפעילות פוטוסינטטית לאורך היום ולאורך חודשי השנה. בוצעה התאמה וכיול של חיישן גרניאר להערכת צריכת המים מול נתוני הליזימטרים. התבצע טיוב של מי ההשקיה לחלק מן העצים. בניסוי תומך נחקרה התגובה של המערכת הפוטוסינטטית של התמר לעקת מלח. תוצאות עיקריות: בתנאי הערבה הדרומית התמר רגיש למליחות החל מ-1.8 דצ"ס/מ' אך התגובה למליחות היא ברמת הפיוניות ולא נגרם נזק למערכת הפוטוסינטטית. בשנת המחקר הראשונה הסתמן כי לתקופות התפתחות הפרי השפעה על יעילות השימוש במים. אולם יתכן כי הגורם העיקרי המשפיע על יעילות השימוש במים קשור בטמפרטורה ובאורך היממה. פותח חיישן גרניאר יעודי לתמר המשלב חוזק מבני ואורך המספיק להחדרה עד למרכז הגזע. החיישן מספק אומדן רציף של צריכת המים בהתאמה טובה להתאדות הפוטנציאלית. טיוב מי ההשקיה הביא לשיפור משמעותי במשק המים של העץ, ללא תופעות שליליות במעבר חד באיכות המים, והעלה את היבול. מסקנות והמלצות לגבי ישום: החיישן שפותח יכול לשמש חוקרים בניסויי השקיה בשטח. מנתוני הליזימטרים חושב מקדם הגידול להשקיה על פי התאדות פוטנציאלית. יש מקום לבחון את הנושא במחקר המשך. לטיוב מי ההשקיה פוטנציאל להעלאת יבול.

הממצאים בדו"ח הינם תוצאות ניסויים. הניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים!

חתימת החוקר: _____

פרסומים שנבעו מהמחקר:

1. Sperling O., Shapira O., Cohen S., Tripler E., Schwartz A. and Lazarovitch N. (2012) Estimating sap flux densities in date palm trees using the heat dissipation method and weighing lysimeters. Tree Physiology 00, 1–8 doi:10.1093/treephys/tps070.

מבוא - ענף התמר (*Phoenix dactylifera L.*) הוא מענפי החקלאות הרווחיים והיציבים בישראל. בעשרים השנים האחרונות שולש שטחם של מטעי התמרים בארץ, זאת ללא שינוי בכמות מי השקיה העומדים לרשות המגדלים. ניסויי השקיה המבוססים על מקדמי התאדות שונים מתקשים לספק תשובות ברורות על תגובת התמר ויבולו למנות מים שונות, ונראה כי המטעים מושקים בעודף גדול. בנוסף חסר ידע בסיסי בנוגע לתגובת התמר למצבי רטיבות קרקע ולתנאים אקלימיים שונים. בתחנת הניסיונות ביוטבתה מתנהל ניסוי רב-שנים של גידול עצי תמר בליזימטרים, המאפשרים מעקב מדויקדק אחרי צריכת המים שלהם. העצים מושקים ברמות שונות של מליחות ומספקים מידע חדשני על תגובת התמר למליחות. במחקר זה עקבנו אחרי הגדילה וההנבה של העצים הנטועים בליזימטרים תוך כדי לימוד הקשר בין תנאי הסביבה (אקלים ואיכות המים) לבין מערכת הייצור הצמחית, קרי, קיבוע פד"ח וייצור סוכרים. נבחנה ההשפעה של השיפור באיכות מי ההשקיה על עצים שהושקו בעבר במים מליחים ברמות שונות באמצעות מעקב אחר תגובת מדדים צמחיים וקרקעיים שונים. ניסינו לפתח מדדים העשויים לסייע בהכוונת השקיה יעילה ולכילים.

המטרות הספציפיות הן: 1. פיתוח של מדדים צמחיים העשויים לסייע בבקרת ההשקיה ע"י איסוף מידע ONLINE (מדידת קצב זרימת המים בגזע בשיטת Granier), וקצב ההתארכות היומי של הלולב) וכיולם.

2. בחינת התגובות של המערכת הצמחית לתנאים מטאורולוגיים שונים ולמצבי מים שונים, קרי רמות שונות של מליחות ושל רטיבויות קרקע, מנות הדחה שונות ומועדי השקיה שונים, לקביעת ממשק השקיה מיטבי.

3. בחינת ההשפעה של טיוב מליחות מי ההשקיה על עצי מגיהול.

4. מטרת משנה של המחקר היא המשך בניית מאגר נתונים אודות שימוש במים של עצי מגיהול בערבה.

פירוט עיקרי הניסויים

כל התוצאות המוצגות נאספו לאורך 3 שנות המחקר מעצי תמר בוגרים הגדלים בתוך ליזימטרי שקילה (נפח כל ליזימטר 10 מ"ק) במו"פ ערבה דרומית ביטבתה. פרטים על מערכת הליזימטרים ניתן למצוא בדוחות מחקר קודמים (1). באתר 20 ליזימטרים בהם נטועים (נטיעה בשנת 2000) עצי תמר מזן מגיהול. העצים נתונים מאז הנטיעה למשטר של 4 רמות מליחות (מוליכות חשמלית: 1.5, 4, 8, 12, דצ"ס/מ') ו-5 ריכוזים עולים של בורון במי ההשקיה (0.3, 2, 5, 20, ו-40 מ"ג/ל').

תוכנית הטיוב - עד אוקטובר 2010 נמשכו מדידות מאזני המים והמלח, קצבי התפתחות הלולב והפרי ומדידת היבול הכללי, ללא שינוי באיכות המים על מנת לאפשר מדידות רציפות על פני שנה, של ממשק חילוף הגזים בעצים, בטרם ביצוע הטיוב במי ההשקיה. ריכוזי היונים בקרקע, במי הנקז, בגזע ובעלים נמדדו לפני התחלת הטיוב. בראשית אוקטובר 2010 בוצע טיוב קרקע בליזימטרים המושקים במים מליחים (4, 8, 12 דצ"ס/מ'), באמצעות שטיפתה עד להגעה לשיווי משקל (רמות המלח והבורון במי הנקז ידמו לרמות שבטיפול הביקורת). ארבעה מתוך 5 העצים בעלי היסטורית מלח זהה עברו להשקיה במי מוביל המים המותפלים, המגיעים לאתר ברמת מוליכות חשמלית של 0.7 דצ"ס/מ' (עם תנדטיות מסוימת סביב ערך זה). כל העצים מקבלים

ריכוז דשנים זהה, כך שהמוליכות החשמלית של מי ההשקיה בפועל היא 1.5 דצ"ס/מ' בערך, (עם תנודתיות מסוימת סביב ערך זה, הנובעת הן מאיכות המים המותפלים והן מאופן הספקת הדשן). הורדה של מליחות מי ההשקיה לכל הטיפולים נעשתה באותו זמן במעבר חד למים השפירים עם 1.5 דצ"ס/מ'.

עם הפעלת תוכנית הטיוב, תכולת הבורון חדלה להיות גורם נבחן לרמה הקיימת במי ההשקיה, קרי, 0.3 מ"ג/ל. כעת, דומה רמת המליחות הכללית של הטיפולים, שעברו טיוב, למליחות מי ההשקיה בטיפולי הבקרה. ריכוזי היונים נמדדו מידי חודש, בכדי לנטר תהליכים של שטף מומסים בקרקע, בעץ ובמי הנקז. עפ"י התוכנית המקורית, השפעת הטיוב, בכל רמת מוליכות חשמלית, אמורה הייתה להיבחן מול העצים אשר השקייתם במים מליחים, לפי כל המדדים של מערכת הניסוי: איופוטנספירציה, קצב התארכות לולב, ריכוזי יונים בעלים בגזע ובשורשים, מוליכות פיוניות, קיבוע פד"ח ומוליכות מי הנקז. לצערנו, שניים מהמדדים (מוליכות פיוניות וקיבוע פד"ח) לא נמדדו. דגימות גזע נלקחו טרם טיוב, וכמו כן 14, 28, ו- 50 ימים לאחריו. דגימות עלים ושורשים נלקחו גם כן, אבל שלא כדגימות הגזע, אנחנו ממשיכים לדגום אותם כל 6 חודשים. האנליזה של הדגימות הצמחיות עדיין לא הושלמה.

EC	B 2000-2010	Cl (%)		Na (%)		N (%)		K (%)		B (ppm)	
		2010	2012	2010	2012	2010	2012	2010	2012	2010	2012
(dS·m ⁻¹)	(ppm)										
1.5	0.2	1.12	1.12	0.04	0.02	1.68	1.61	0.89	0.76	47.3	37.5
1.5	2	0.75	0.58	0.05	0.02	1.6	1.93	0.89	0.99	156.82	30.5
1.5	5	0.96	0.92	0.01	0.03	1.44	1.78	0.8	0.87	583.6	26.5
1.5	20	0.82	0.9	0.02	0.03	1.67	1.93	1.29	0.91	2148.33	40
1.5	40	1.18	1.16	0.02	0.02	1.44	1.45	1.12	0.84	4458.76	53.25
4	0.2	1	0.8	0.03	0.01	2.11	1.4	0.71	1.07	52.65	24.25
4->1.5	2	0.52	0.76	0.04	0.01	2.07	1.58	0.78	0.91	151.15	36.5
4->1.5	5	1.06	1.04	0.04	0.02	2.03	1.41	0.97	1.11	544.8	37
4->1.5	20	1.22	1.14	0.02	0.02	1.7	1.66	1.08	0.91	1691.54	30.5
4->1.5	40	1.10	0.94	0.03	0.02	1.87	1.32	1.42	0.84	5279.66	76.5
8	0.2	1.12	0.92	0.04	0.04	1.81	1.62	1.13	0.87	122.91	27.75

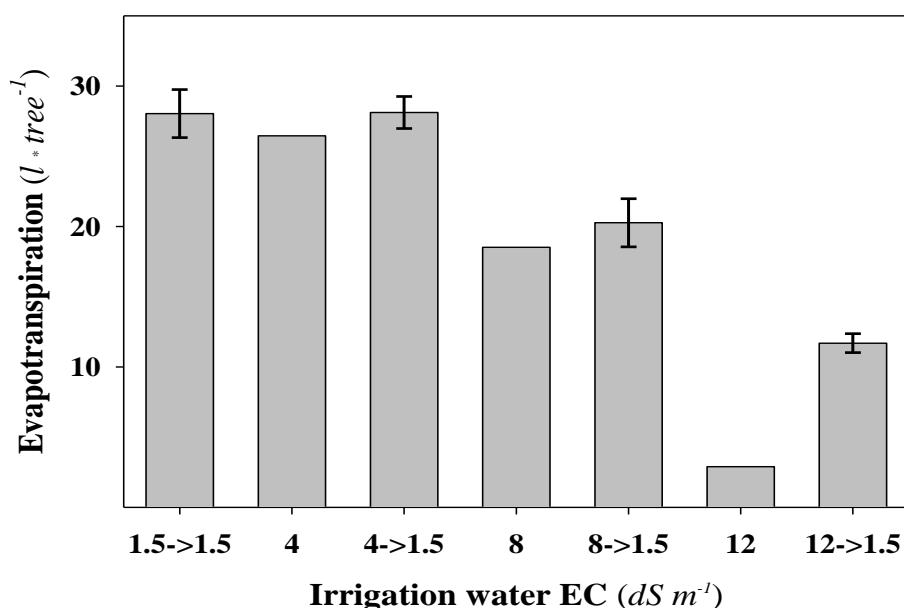
8->1.5	2	1.02	0.92	0.02	0.02	1.98	1.26	0.95	0.73	166.59	43.5
8->1.5	5	1	0.9	0.03	0.01	1.65	1.49	1.21	0.91	105.84	32.25
8->1.5	20	1.18	0.8	0.04	0.01	1.72	1.3	1.86	0.95	936.32	57
8->1.5	40	1.08	1.04	0.04	0.01	1.6	1.68	1.38	0.84	2605.75	61
12	0.2	0.52	0.82	0.01	0.04	1.13	1.25	0.61	0.76	50.08	21
12->1.5	2	1.1	0.66	0.04	0.02	1.58	1.33	0.97	0.91	94.79	32.75
12->1.5	5	0.76	0.64	0.04	0.04	1.08	1.22	1.17	0.76	281.97	59
12->1.5	20	0.86	0.64	0.03	0.02	1.33	1.37	1.21	0.95	1129.86	35.75

טבלה 1: תכולת יסודות בעלים, על בסיס חומר יבש, לפני הטיוב (2010) ושנתיים לאחר מכן (2012).

תכולת היונים בעלים המוצגת בטבלה 1, מצביעה על כך שרמות הכלור, הנתרן, האשלגן והחנקן לא הושפעו מהורדת מליחות המים. ריכוז הבורון בעלים ירד, מכיוון שעם תחילת תהליך הטיוב, ריכוזו במי ההשקיה ירד לרמה בה הוא מצוי במים המותפלים. תוצאות דומות התקבלו בעבר (2,3,4,5). מחקרים אלו הראו שלא קיים קשר בין תכולת היסודות בעלים לבין מליחות מי ההשקיה. נראה שהתמר אינו קולט יונים אלה ביחס לריכוזיהם בקרקע, אלא שומר על ריכוז קבוע של כל אחד מהם בעלים. סביר להניח שסלקטיביות זו מהווה חלק ממנגנון העמידות של התמר לרעילות ספציפית של יונים אלה בעקת מלח.

יבול ושימוש במים

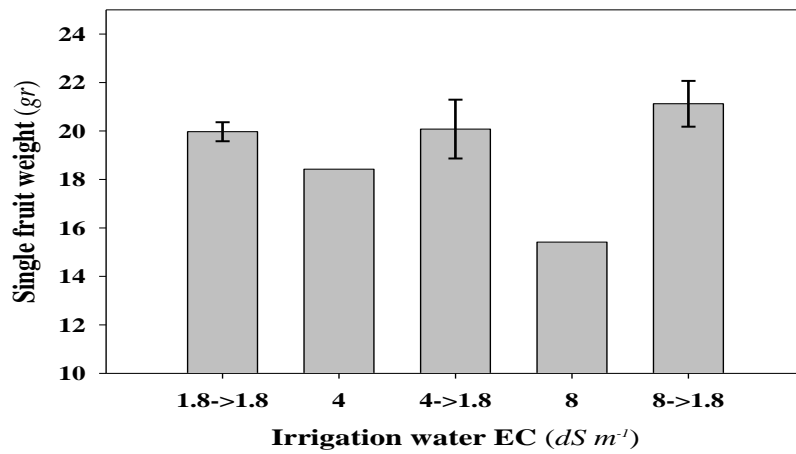
האופוטורנספירציה היומית הממוצעת באוגוסט-אוקטובר 2012, מוצגת באיור 2. רמת דיות לעץ יומית דומה (28 מ"ק) נמדדה בעצי הביקורת (1.5->1.5 EC) ובעצים שהוסבו ממליחות 4 ל-1.5 דצ"ס/מ'. החל מנטיעתם במים שפירים. כלומר, לא נמדדו הבדלים בשיעור הדיות בעצים שהושקו מנטיעתם ב-1999 במים באיכות של 4 ו-8 דצ"ס/מ', ומושקים החל מאוקטובר 2010 במים שפירים. הדיות, בעצים שהושקו בעבר בשתי רמות המליחות הגבוהות (4, 8 ו-12 דצ"ס/מ') והוסבו למים שפירים, גבוהה מזו הנמדדה בעצים בהם לא נערך הטיוב. באופן ספרתי הדיות של עצים שהושקו במים בעלי מוליכות חשמלית של 4, 8 ו-12 דצ"ס/מ' הייתה 26.45, 18.51 ו-2.93 מ"ק, בהתאמה. רמת דיות גבוהה מרמות אלו נמדדה בעצים מקבילים שמושקים החל מ-2010 במים שפירים: 28, 20.27 ו-11.7 מ"ק, בהתאמה. מכאן ניתן ללמוד כי השפעת טיוב מי ההשקיה הייתה גבוהה, עם הגדלת ההפער במליחות מי ההשקיה לפני ואחרי הטיוב, כלומר, הטיוב משמעותי בעצים שהוסבו מהשקיה במים במוליכות חשמלית של 12 ל-1.5 דצ"ס/מ', בהשוואה לעצים שהוסבו מ-4 ל-1.5 דצ"ס/מ'.



איור 2: קצב יומי ממוצע של שימוש במים אוגוסט-אוקטובר 2011, כתלות בתהליך הסבת איכות מי ההשקיה, ממים מליחים למים שפירים. רווחי השגיאה מציינים שגיאת תקן (n=4).

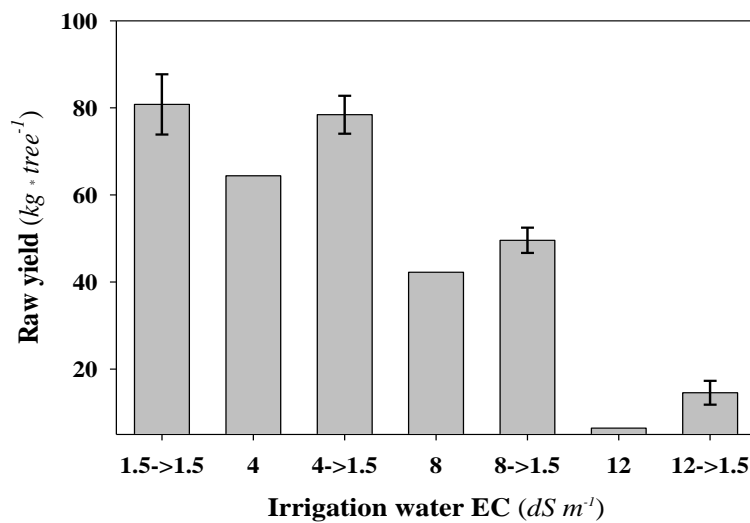
הטיוב הגדיל את משקל הפרי, ללא הבדל מהותי בהתפלגות איכות הפרי (דילוג שלב, שלפוח או מצב ההבשלה). באיור 3, המציג את משקל הפרי הבודד, כפונקציה של אופי הטיוב, ניתן לראות שמשקל הפירות, בעצים שמליחות ההשקיה ירדה מ-4 ל-1.8 דצ"ס/מ' (4->1.8), היה גבוה בכ-10% בהשוואה לעץ שלא טוייב. הגדלה ניכרת יותר של כ-25% נמדדה לגבי העצים במליחות 8 דצ"ס/מ'. משקל הפירות בעצים שאיכות מי ההשקיה הוסבה ממים מליחים למים שפירים היה דומה למשקל הפירות בטיפול הביקורת, קרי, עצים המושקים במים שפירים מיום הנטיעה.

היבול לעץ, המוצג באיור 4 היה גבוה בעצים שעברו טיוב, בהשוואה לעצים המושקים במים מליחים. שיפור של 121 ו-117% ברמת היבול הושג בעצים שהוסבו ממים בעלי מוליכות חשמלית 4 ו-8 דצ"ס/מ', להשקיה במים שפירים. היבול המרבי הושג בעצים שהושקו מנטיעתם במים שפירים (80.8 ק"ג לעץ). רמה זו הייתה גבוהה מרמת היבול בעצים שאיכות מי ההשקיה שלהם, קרי, 8 ו-12 דצ"ס/מ', שופרה ל-1.5 דצ"ס/מ'. הסיבה לכך נובעת מגודל הפיזי הקטן שנגרם עקב השפעת המליחות, של הנוף ומערכת הולכת המים והמוטמעים, בהשוואה לגודל הקיים בעצים המושקים במים שפירים.



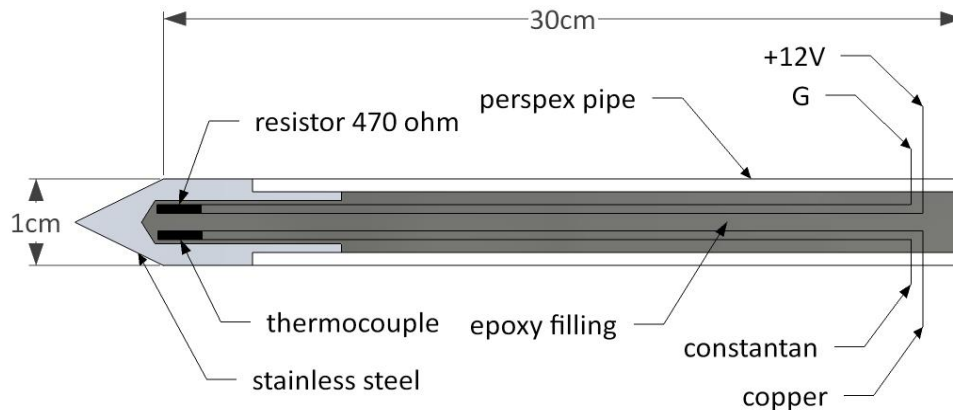
איור 3: משקל ממוצע של פרי בודד, כתלות בתהליך הסבת איכות מי ההשקיה, ממים מליחים למים שפירים. רווחי השגיאה מציינים שגיאת תקן (n=4).

רמות היבול ואיכות הפרי, בכל העצים הייתה דומה לרמות שנמדדו ב- 2011.



איור 4: יבול גלמי לעץ, כתלות בתהליך הסבת איכות מי ההשקיה, ממים מליחים למים שפירים. רווחי השגיאה מציינים שגיאת תקן (n=4).

הערכת צריכת המים של התמר בעזרת חיישן דעיכת חום (Heat Dissipation) - אחת ממטרות המחקר היא התאמת השימוש בחיישני גרניאר (6), למדידת זרימת המים בגזע התמר. בחינת ההיתכנות (ראה דו"ח 2010) העלתה כמה בעיות. רוב החיישנים שהוחדרו לגזעי תמר הפסיקו לתפקד לאחר זמן מה. בחינה של החיישנים העלתה כי המרכיבים המתכתיים (טרמוקפל ונגד) סבלו מקורוזיה קשה (כפי הנראה מתגובה עם הפרשות של הרקמה) שגרמה לניתוק המעגלים החשמליים. נקודה נוספת שעלתה היא התאמת מבנה החיישן להחדרה לעומק רב של עד 30 ס"מ דרך הרקמה הסיבית והרטובה של הגזע. לצורך כך נבנה חיישן יעודי לתמר, כפי שניתן לראות



באיור 5.

איור 5: חיישן גרניאר יעודי לתמר. בראש החיישן טרמוקפל (E type) ונגד. הנגד מחומם ע"י זרם ממקור מתח מיוצב. בתור חיישן רפרנס מוחדר חיישן זהה ללא נגד.

החיישן מוחדר עד למרכז הגזע לאחר קידוח במקדח בעל קוטר זהה לעומק המתאים (2 ס"מ מהמיקום הסופי) על פי מדידת היקף הגזע וחישוב הרדיוס. שני הס"מ האחרונים ננעצים בעזרת פטיש, כך שמתקבל מגע הדוק בין ראש החיישן לבין הרקמה. גם בחיישנים החדשים בהם הטקמוקפל מוטבע בתוך שרף אפוקסי, הופיעה תקלה שכיחה של ניתוקים בטרמוקפל ללא סיבה נראית לעין. בעיה דומה נצפתה בחיישני טמפרטורת קרקע שכללו טרמוקפל מסוג T והיו מוטבעים גם הם באפוקסי (מידע אישי אור שפירא). שימוש בחוט טרמוקפל מסוג E (במקום T)

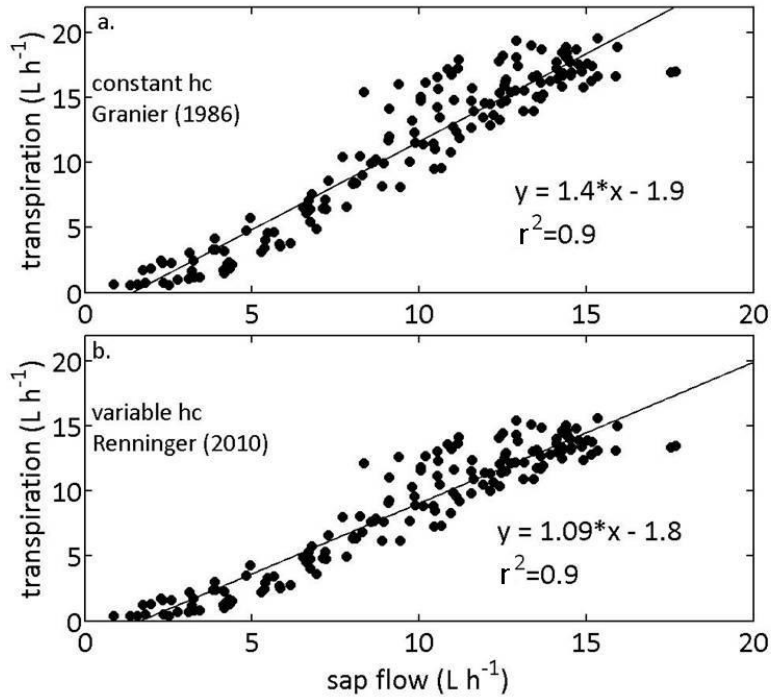
$$k = \frac{\Delta T_{\max} - \Delta T}{\Delta T}$$

פטר את הבעיה באופן מוחלט. קבוע הסעת החום (K) מחושב לפי

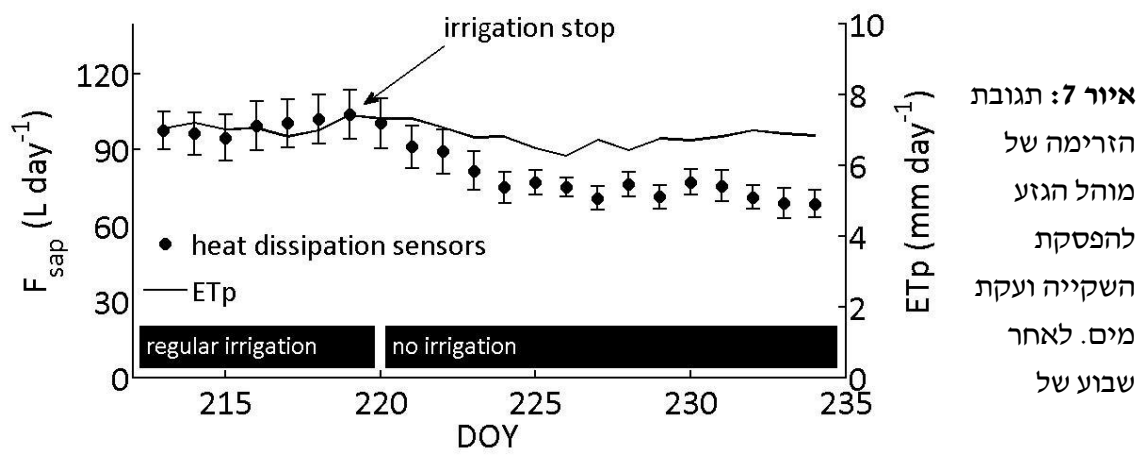
המשוואה: , כאשר דלתא T הוא הפרש הטמפרטורה בין החיישן המחומם לבין חיישן הביקורת בזמן נתון ודלתא T_{max} הוא אותו הפרש בתנאים של דיות אפסית (בדרך כלל בלילה). לפיכך קבוע הסעת החום אמור להיות בקשר עם מהירות זרימת המים בגזע וקצב הדיות. השוואת קבוע הסעת החום לקצב הדיות (ליטר לעץ לשעה) הנמדד ע"י המשקלים הראתה מתאם גבוה. אלא ששימוש במשוואתו של Granier (6), הראה הערכת חוסר (40%) של תנועת המים בעץ התמר.

תופעה זו צפויה היות ומשוואת Granier הנה אמפירית ומותאמת למוליכות הידראולית קבועה. שימוש במשוואה עדכנית יותר של Renninger (7), שהותאמה לדקלים ונסמכת על מוליכות הידראולית משתנה לרוחב הגזע (8), הניבה סטייה קטנה בהרבה. לכן, זרימת המים בגזע התמר תחושב להבא ע"פ משוואתה של Renninger (איור 6).

איור 6: זרימת המים בגזע ההתמר למול קצב הדיות לפי משוואת Granier המקורית (a) ולפי משוואתה המעודכנת של Renninger (b). רדיוס החתך המוליך נקבע כ-23 ס"מ לפי רדיוס הגזע פחות שכבה חיצונית לא מוליכה של 7 ס"מ.



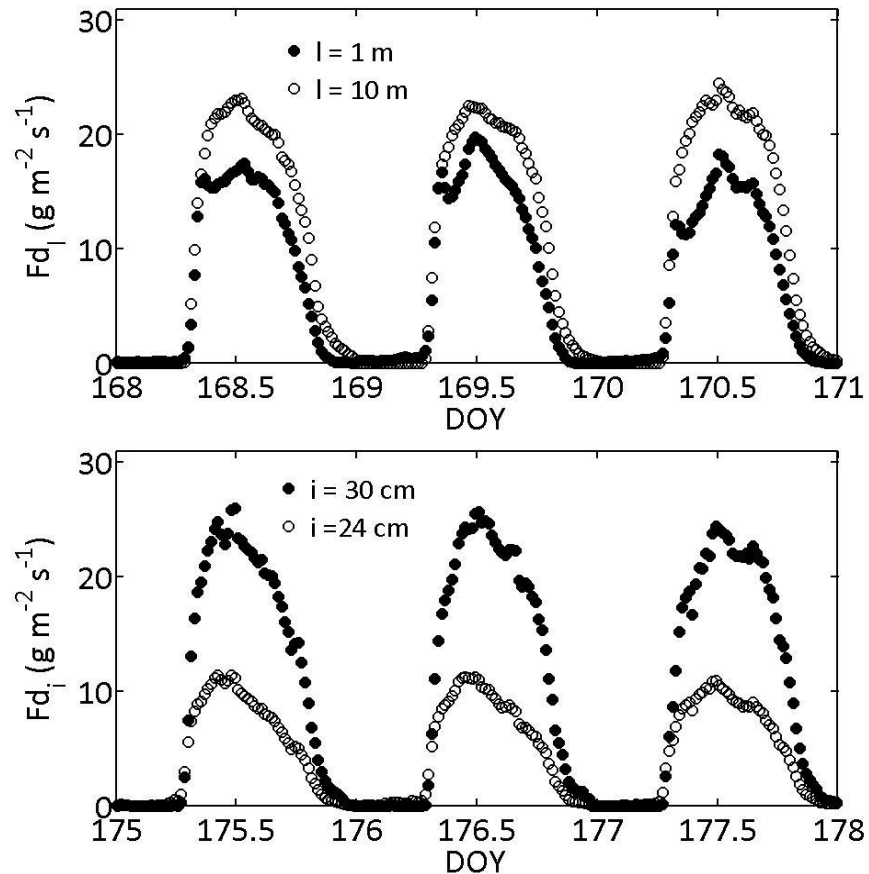
סכימה יומית של ערכי הזרימה בגזע התמר מראה התאמה טובה לדיות הפוטנציאלי אשר מחושב מנתוני הסביבה. אלא שהפסקת ההשקיה בחלקת הניסוי גררה ירידה ניכרת בדיות ובזרימת המים בגזע התמר. חיישן זרימת מוהל הגזע סיפק התראה כמעט מיידיית בנוגע לעקת המים כפי שניתן לראות באיור 7. צריכת המים האמיתית הלכה ופחתה ככל שעבר יותר זמן ממועד ההשקיה האחרון והצביעה על קבוע השקיה הולך ופוחת.



איור 7: תגובת הזרימה של מוהל הגזע להפסקת השקיה ועקת מים. לאחר שבוע של

אספקת מים סדירה ההשקיה הופסקה למשך כשבועיים. נתוני זרימת מוחל הגזע מוצגים למול הדיות הפוטנציאלי אשר נמדד ע"י תחנה מטרולוגית מקומית.

ע"מ לדייק בחישוב זרימת המים הכוללת בגזע ולקבל הערכה בעזרת חיישן בודד יש לאפיין את השונות המרחבית של השטפים בגזע (איור 8). הזרימה אינה אחידה לרוחבו של חתך הגזע אלא גבוהה במרכזו, נמוכה במעטפת ונפסקת כליל בשכבה החיצונית של הגזע. התמקדות בשני עומקים שונים בחתך, 24 ס"מ ו-30 ס"מ, הראתה פחיתה של 50% בשטף בהתאם למרחק ממרכז הגזע (איור 8b). שימוש בנתוני השונות הרוחבית חשובה במיוחד לחישוב יכולת ההסעה של חתך הגזע אשר ממנה נגזרת זרימת המים הכוללת (ראה איור 6). נמצאה גם שונות בזרימה בין גבהים שונים (איור 8b). במהלך רובו של היום זוהתה זרימה מואצת בחלקו העליון של גזע התמר. יתכן כי ההפרש בזרימה תלוי בשימוש בכושר הקיבול של הגזע ובזמינות המים העדיפה בחלק העליון לעומת השטף המגיע מחלקו התחתון של הגזע. חלקו התחתון של הגזע מבוגר בשנים רבות מהחלקים העליונים ותיתכן פחיתה במוליכות ההידראולית עם השנים. עובדה זו מאפשרת קצבי דיות גבוהים מאלו שמערכת השורשים והגזע התחתון יכולה לספק. מכאן, שקצבי הזרימה הגבוהים בגובה התמר אכן משקפים מעבר כמות עודפת של מים ביחס לבסיס הגזע. אפיון השונות בגובה החתך חשובה ביותר להארכת צריכת המים האמיתית בתמר ממדידה במיקום אחד, כמתבקש ביישום חקלאי.

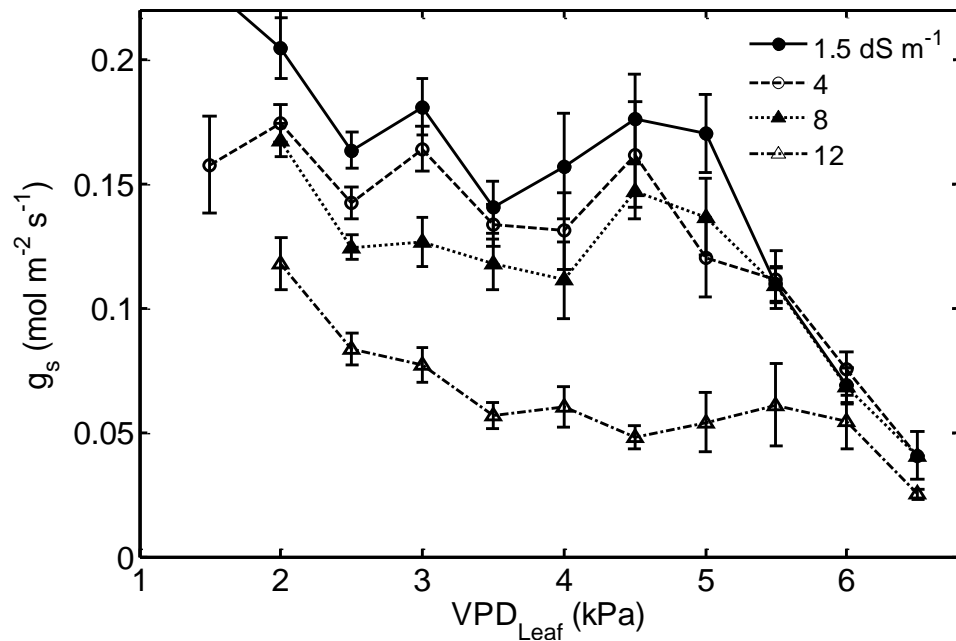


איור 8: שטף המים בגזע התמר כתלות בעומק וגובה החתך במשך שלושה ימים עוקבים. שטף המים נמדד בעומק של 24 ו-30 ס"מ בגבהים של 1 ו-10 מטרים מהקרע.

חילוף גזים

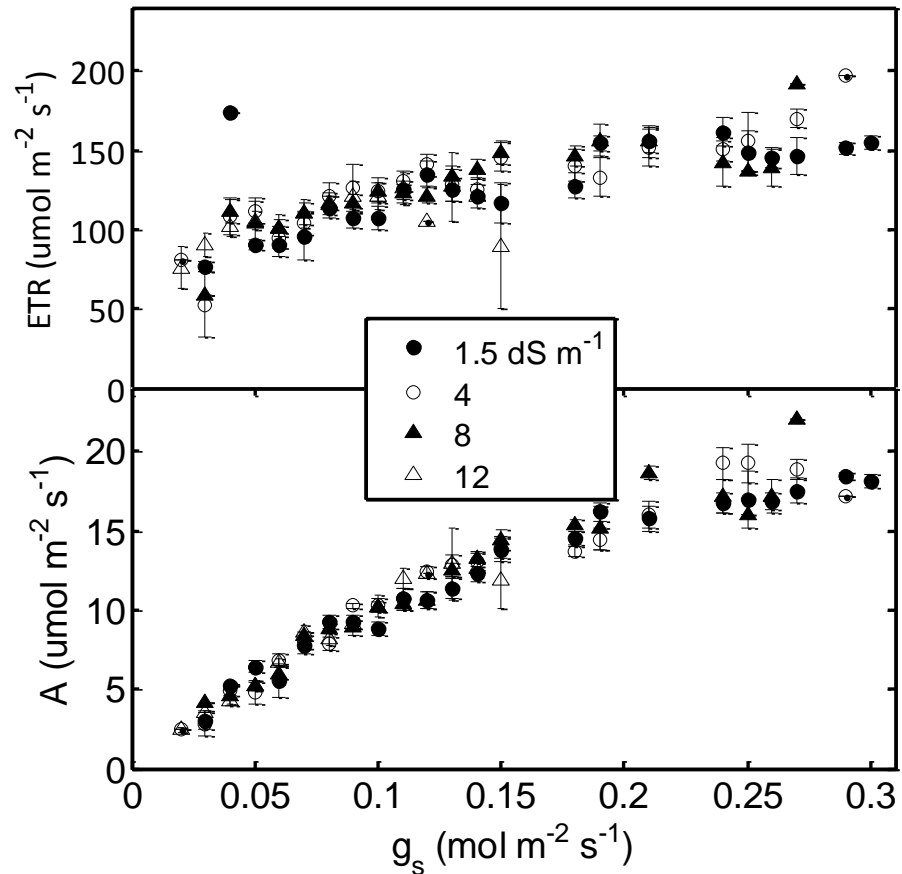
בשנה הראשונה של המחקר התבצעו מדידות מהלכים יומיים של חילוף גזים בעצי הניסוי. בסך הכול נאספו למעלה מ-900 מדידות הכוללות את כל העצים בתקופות שונות של השנה (אחת לחודש) ובזמנים שונים לאורך היממה. העצים ברמות הבורון השונות שימו חזרות לטיפול המליחות למעט הטיפול שכלל 40 מג' לליטר. עיבוד של בסיס הנתונים ומיון לפי קריטריונים שונים הביא לתוצאות המוצגות בהמשך. התלות בין צריכת המים האמיתית לבין תנאי הסביבה מוליכה להנחה ששינויים אקלימיים גוררים שינויים פיסיולוגיים בצמח. ואכן, מוליכות הפיוניות, אשר מבקרת באופן ישיר את צריכת המים של הצמח, מגיבה לשינוי בדרישה האטמוספרית לאדי מים (VPD). ככלל, נראה שמוליכות הפיוניות גבוהה ב-VPD נמוך; אלא שבתנאי הגידול בישראל מדובר במאפייני סביבה חורפיים ומכאן שבעלי עניין פחות. באשר לתנאי המאפיינים את הקיץ, VPD בין 3 ל-7 kPa, ישנו טווח מיטבי לתפקוד הפיוניות; 4.5 עד 5.5 kPa. טווח זה מצביע על התאמתו הגבוהה של דקל התמר לתנאי הסביבה הקיצוניים של בית הגידול המדברי כמו גם על הבקרה על צריכת המים כאשר תנאי הסביבה הופכים לקיצוניים במיוחד. עצים המטופלים

במליחות גבוהה (12 דצסי למטר) אינם מתמודדים כראוי עם עלייה ב-VPD המאפיינת את הקיץ, ומוליכות הפיוניות שלהם פוחתת באופן יוצא דופן.



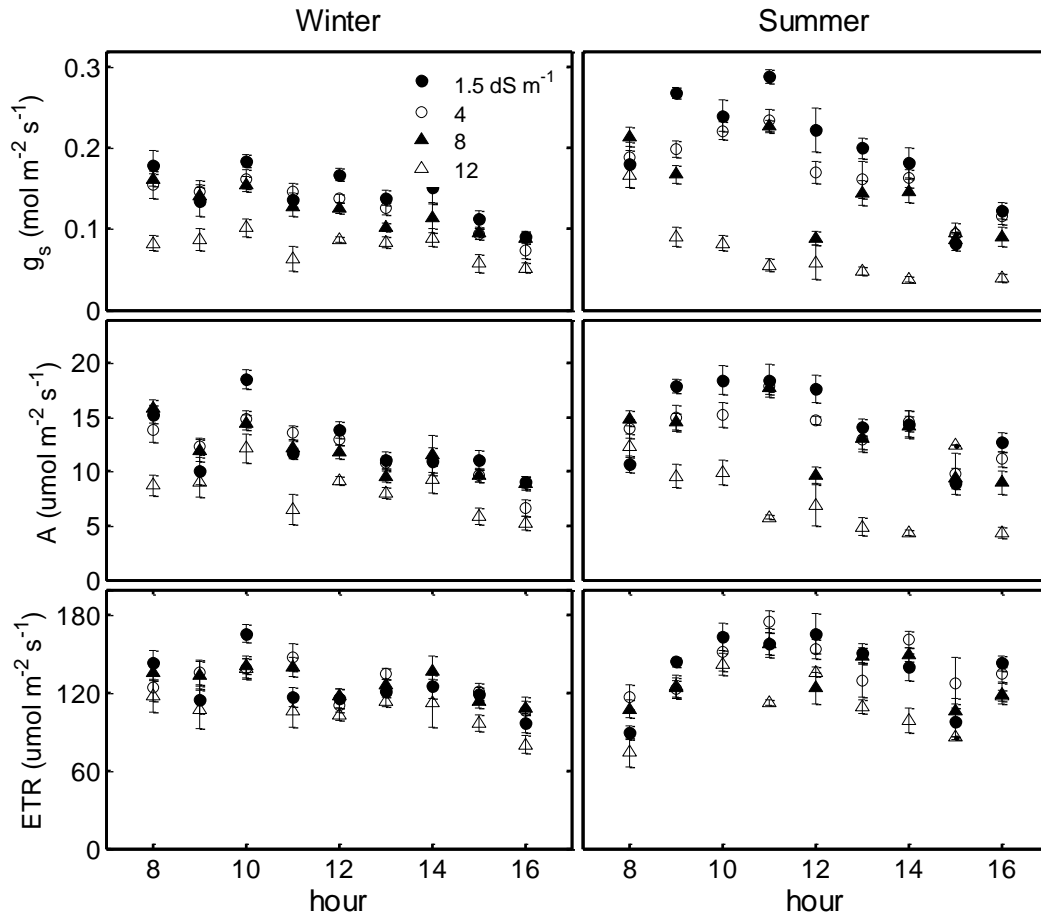
איור 9 : השפעת דרישה אטמוספרית לאדי מים (VPD_{leaf}) על מוליכות הפיוניות של צמחים המטופלים בארבע מליחויות; 1.5, 4, 8, ו-12 דצסי למטר, עיגול שחור, עיגול לבן, משולש שחור, ומשולש לבן בהתאמה. כל נקודה מייצגת נתונים שנמדדו מ-4 עצים (ממוצע ושגיאת תקן). סה"כ מספר המדידות למעלה מ-900.

באשר למדדים פיסיוולוגיים אחרים של דקל התמר : קצב קיבוע הפחמן וקצב מעבר האלקטרונים, כצפוי נראה שהם תלויים בתפקוד הפיוניות גם-כן. אלא שבעוד קליטת האלקטרונים ע"י המערכת הפוטוסינטטית מגיבה פחות לשינוי במוליכות הפיוניות, קצב קיבוע הפחמן מראה תלות מוחלטת בתפקוד הפיוניות. יתרה מזאת, גם בערכי מוליכות פיוניות נמוכים מאוד, קצב קליטת האלקטרונים מצביע על תפקוד מלא של המערכת הפוטוסינטטית. מכאן, שבתנאי מחסור במים זמינים לצמח, פעילות המערכת הפוטוסינטטית משנה את תפקודה לפעילות אשר תלויה פחות באיבוד מים, מקבעת פחות פחמן, ולא מפסיקה את תפקודה.



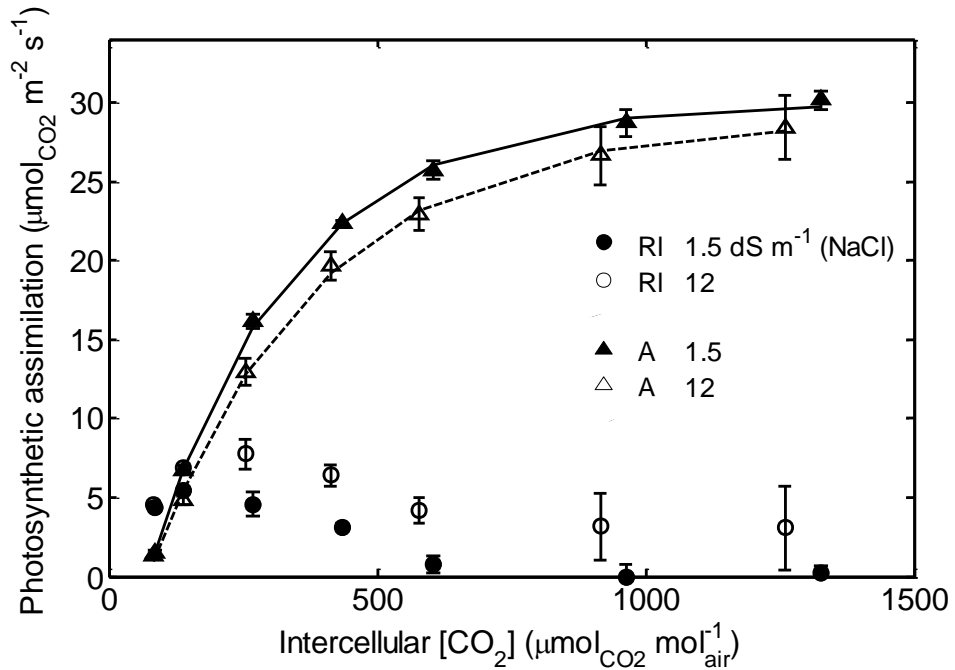
איור 10 : קצב קליטת האלקטרונים (למעלה) וקצב קיבוע הפחמן (למטה) כתלות במוליכות הפיוניות של ארבעה טיפולי מליחות; 1.5, 4, 8, ו-12 דצסי למטר, עיגול שחור, עיגול לבן, משולש שחור, ומשולש לבן בהתאמה. כל נקודה מייצגת נתונים שנמדדו מ-4 עצים (ממוצע ושגיאת תקן). סה"כ מספר המדידות למעלה מ-900.

הפעילות הפיסיולוגית של דקל התמר תלויה אם-כן בתנאי הסביבה המשתנים עונתית ובאיכות מי ההשקיה (איור 11). השינויים בין עונות השנה הנם חשובים להבנת הממשק; בחורף, בעת דרישה סביבתית נמוכה למים, טמפרטורה נמוכה וצימוח איטי, אין השפעה משמעותית גדולה לעקת המליחות. כלל הטיפולים הראו תפקוד נמוך במהלך החורף ללא תגובה משמעותית אף לשעות היום. אלא שבקיץ הטיפולים נבדלו מאוד. מוליכות הפיוניות וקצב קיבוע הפחמן הראו מהלך יומי ברור בשלושת הטיפולים הפחות קיצוניים, בעוד טיפול המליחות הגבוהה הראה פעילות מינימאלית. מכאן שעמידות התמר לתווך רחב של מליחות מוכיחה את עמידותו היחסית. לבסוף, קצב קליטת האלקטרונים לא נבדל משמעותית בשל עונות השנה או איכות המים. זוהי אבחנה משמעותית להבנת המערכת הפוטוסינטטית של דקל התמר; המערכת נשאת פעילה וחיונית גם בתנאי קיצון (מלח, סביבה) בהם יכולת קליטת המים וקיבוע הפחמן נפגעת משמעותית.



איור 11: מהלך יומי של מוליכות פיוניות (למעלה), קצב קיבוע פחמן (אמצע), וקצב מעבר אלקטרונים (למטה) בעונות השנה השונות, חורף (שמאל) וקיץ (ימין). ארבעה טיפולי מליחות מוצגים; 1.5, 4, 8, ו-12 דצס' למטר, עיגול לבן, משולש שחור, ומשולש לבן בהתאמה. כל נקודה מייצגת נתונים שנמדדו מ-4 עצים (ממוצע ושגיאת תקן). סה"כ מספר המדידות למעלה מ-900.

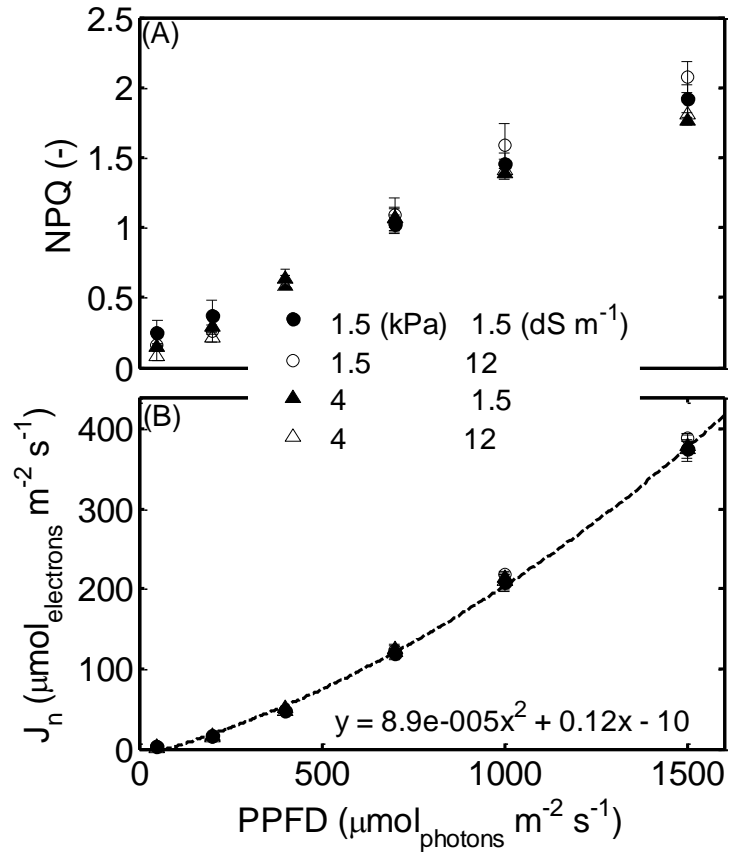
מדידת התגובה לריכוז פד"ח משתנים בחלל התת פיוניתי (עקומי A/C_i) ולעוצמות אור משתנות נמדדו בניסוי תומך שנערך בפקולטה לחקלאות ברחובות. הניסוי בוצע בשתילי תמר בני שנתיים שהתקבלו מזרעים של מגיהול וכלל 4 טיפולי מליחות זהים לטיפולים ביטבתה (1.5, 4, 8, ו-12 דצס' למטר). מדידת קיבוע הפד"ח בוצעה במקביל גם בתנאים של חמצן נמוך (2% על מנת לאפיין מנגנוני הגנה תלויי חמצן ובעיקר פוטורספירציה). באיור 12 מוצגת התגובה של קיבוע הפחמן לריכוזים עולים של פד"ח. השוואה בין שני טיפולי הקיצון מראה כי עקת המלח מקטינה במעט את פוטנציאל קיבוע הפחמן בריכוזי פד"ח גבוהים אולם ההפחתה בקיבוע הפחמן אינה נובעת מפגיעה במערכת הפוטוסינתטית אלא על ידי תחרות בקשירת חמצן (פוטורספירציה).



איור 12: השפעת ריכוזי פד"ח עולים על קצב קיבוע הפחמן (פוטוסינתזה A, משולשים) וקצב קיבוע החמצן (פוטורספירציה RI, עיגולים) בשני טיפולי המליחות הקיצוניים (1.5 דצס' למטר סימנים מלאים ו-12 דצס' למטר סימנים ריקים). קצב הפוטורספירציה (יחידות של קיבוע פחמן) חושב כהפרש בקיבוע פחמן בין מדידה באווירה דלת חמצן (2%) לבין מדידה באווירה עם חמצן אטמוספירי (21%). המדידות בוצעו בעוצמת קרינה פוטוסינתטית של 1500 מיקרומול למטר מרובע לשנייה). כל נקודה מייצגת ממוצע ושגיאת תקן של מדידות מ-4 שתילים שונים.

הנתונים שהתקבלו מעקומי התגובה לאור וכללו פלורוסנציה של כלורופיל אפשרו לנו לתאר את מנגנוני ההגנה של התמר מפני עודפי קרינה. איור 13 מתאר את המנגנונים הקשורים במניעת מעבר אלקטרונים בעזרת תהליכים שלקשורים בפיזור חום. עקומי התגובה בוצעו בתנאים המדמים חורף ($VPD_{leaf} = 1.5 \text{ kPa}$) וקיץ ($VPD_{leaf} = 4 \text{ kPa}$). רמת ה-NPQ (הדעכה תרמית של האנרגיה הנקלטת במרכז האור PSII 2, ערך יחסי לפי שטרן וולמר $NPQ = (F_M - F_M') / F_M$) עולה בצורה לינארית עם העלייה בקרינה (איור 13A). בעוצמות אור מעל 1000 מיקרומול נמדדו ערכים גבוהים במקצת בטיפול המלוח בתנאי חורף. כאשר ממירים את ה-NPQ לאלקטרונים מקבלים את שטף האלקטרונים שנמנע על בעזרת תהליכים תרמיים J_n (איור 13B),

$$J_n = (F_v / F_m - \Phi PS_2) \cdot PAR_i \cdot 0.5 \cdot \alpha$$
בהשוואה לשטף האלקטרונים המוצג באיורים 11 ו-12 ומעיד על פעילות פוטוכימית (פוטוסינתזה ופוטורספירציה) בולטת העובדה כי J_n גדול מ-ETR בעוצמות אור גבוהות, כלומר רוב האנרגיה הנקלטת בעלה מודעכת בצורה תרמית.



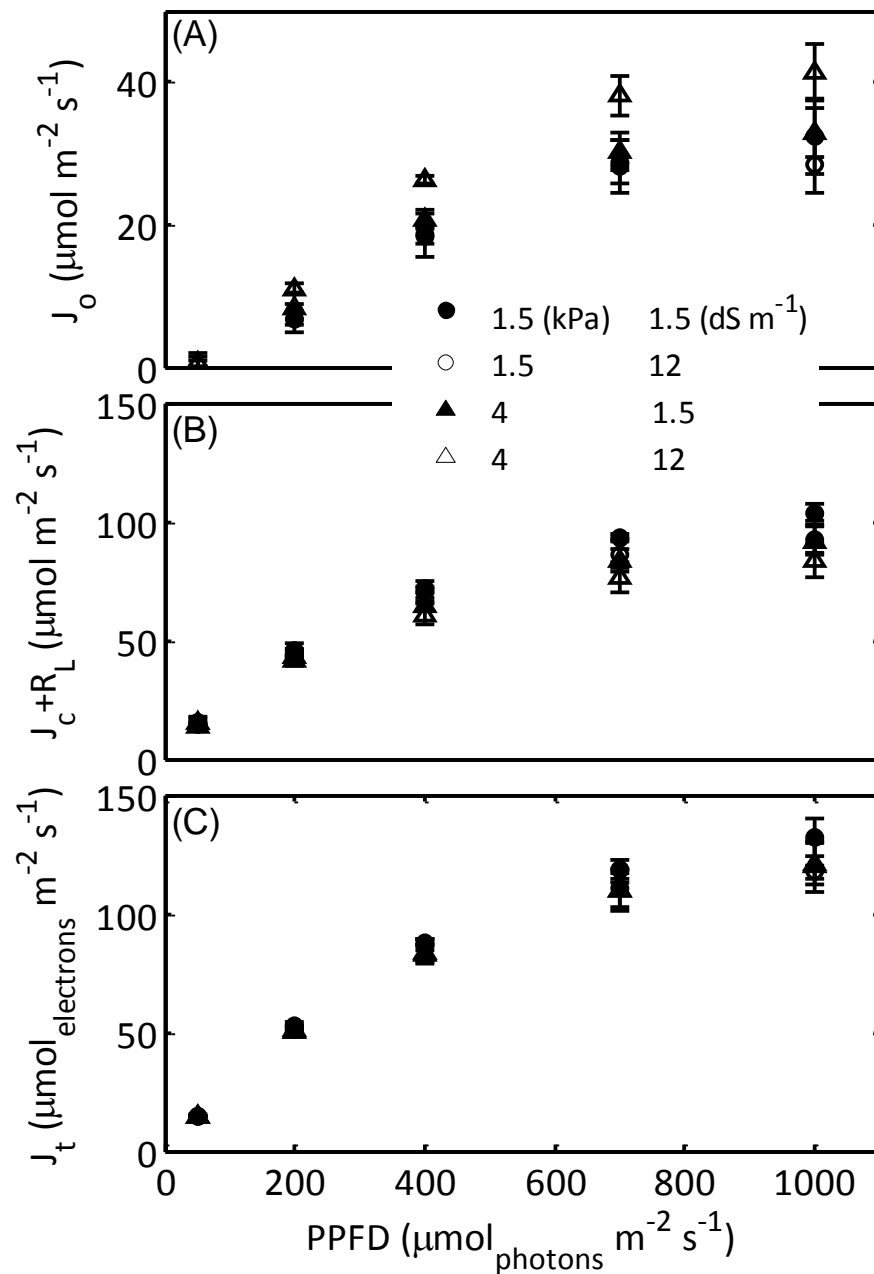
איור 13: NPQ (A) ו- J_n (B) בתגובה שינויים בעוצמת הקרינה הפוטוסינתטית (PPFD) בצמחים מטיפולי המלח הקיצוניים (1.5 דצסי למטר עיגולים ו-12 דצסי למטר משולשים) ובתנאים המדמים חורף ($VPD_{leaf}=1.5$ KPa סימנים מלאים) וקיץ ($VPD_{leaf}=4$ KPa סימנים ריקים). כל נקודה מייצגת ממוצע ושגיאת תקן של מדידות מ-4 שתילים שונים.

מעקומי התגובה לאור חישבנו (לפי ולנטיני (9)) את החלוקה של שטף האלקטרונים הכללי היוצא ממרכז אור 2 (J_t) לטובת קיבוע פחמן (פוטוסינתזה $J_c + R_i$) ולטובת קיבוע חמצן (פוטורספירציה J_o). התוצאות באיור 14 מראות כי לצמחים שגדלו בטיפולי המליחות הגבוה יש יכולת גבוה לתעל אנרגיה לקיבוע חמצן כאשר הם נתונים בתנאי קיץ (J_o , איור 14A) על חשבון קיבוע פחמן (J_c , איור 14B) וזאת ללא הבדל בולט בשטף האלקטרונים הכללי (J_t , איור 14C).

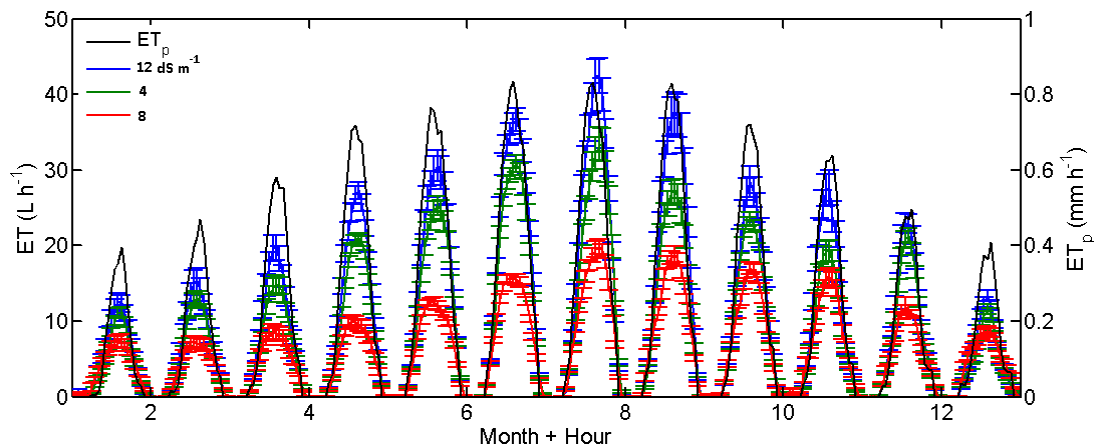
הקשר בין ההתאדות הפוטנציאלית והשימוש במים

אפיון אמיתי ויעיל של צריכת המים בדקל התמר מתבסס של התאמת מדידות מטאורולוגיות לתפקוד הצמח. לכן, שילוב של נתוני צריכה פוטנציאלית (תחנה מטאורולוגית) וצריכה אמיתית (מתקני שקילה, ליזימטרים) הנם הכרחיים. סיכום נתונים שעתיים ממוצעים של צריכת מים לכל חודש בשנה מראה התאמה גבוהה בין המדדים (איור 15). אלא שההתאמה משתנה לאורך השנה; בעוד במהלך חודשי החורף הצריכה הפוטנציאלית גבוהה בהרבה מהצריכה האמיתית, במהלך הקיץ הנתונים קרובים יותר זה לזה. הבדלים ביחסי הצריכה מושפעים גם ממליחות מי ההשקיה. עצים אשר הושקו במים שפירים מראים צריכת מים מוגברת ביחס לטיפולי המליחות בעוד

צמחים שטופלו במליחות גבוהה כמעט ואינם מגיבים לשינויים האקלימיים; צריכת המים שלהם מוגבלת ביותר.



איור 14: J_o (A) J_n (B) ו- J_t (C) בתגובה שינויים בעוצמת הקרינה הפוטוסינטטית (PPFD) בצמחים מטיפולי המלח הקיצוניים (1.5 דצסי למטר עיגולים ו-12 דצסי למטר משולשים) ובתנאים המדמים חורף ($\text{VPD}_{\text{leaf}}=1.5$ KPa סימנים מלאים) וקיץ ($\text{VPD}_{\text{leaf}}=4$ KPa סימנים ריקים). כל נקודה מייצגת ממוצע ושגיאת תקן של מדידות מ-4 שתילים שונים.



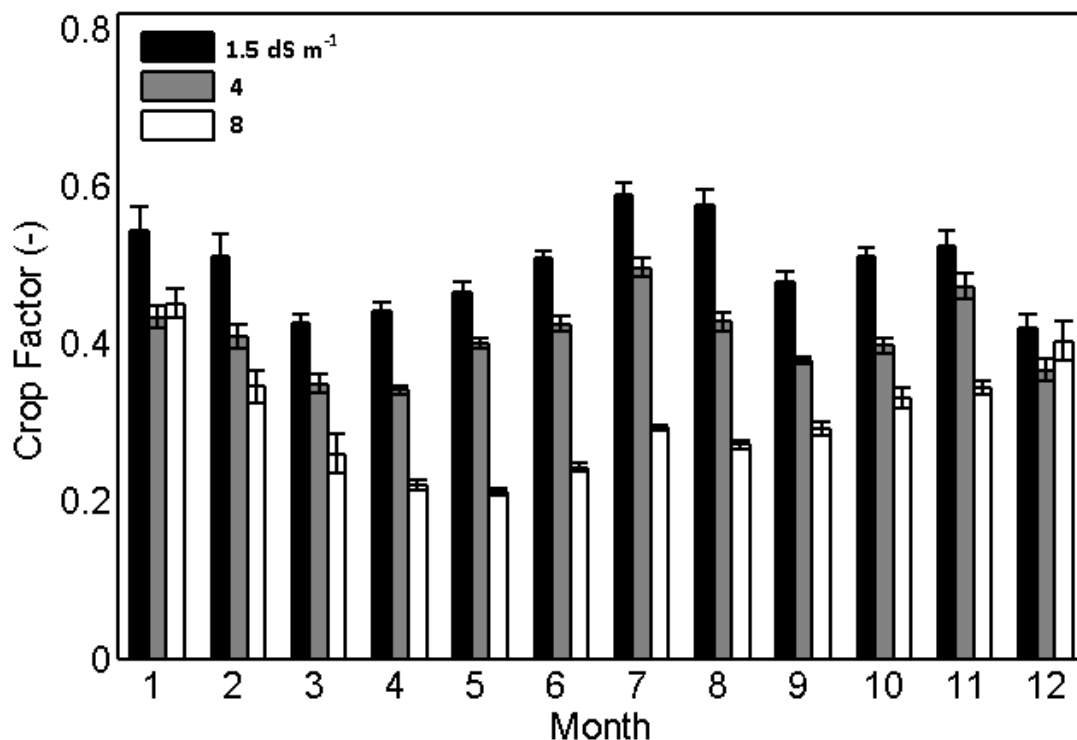
איור 15: מהלך יומי ממוצע בחודשי השנה השונים של צריכת מים אמיתית (ET) ופוטנציאלית (ET_p). מוצגת צריכת המים האמיתית של שלושה טיפולי מליחות שונים (1.5, 4 ו-8 דצ"ס למטר) כחול ירוק ואדום בהתאמה). כל נקודה מייצגת ממוצע של לפחות 3 ליזימטרים.

היחס בין צריכת מים אמיתית לפוטנציאלית מניב את קבוע הגידול להשקיה. קבוע זה הנו המדד האמיתי והרלוונטי לפרקטיקה החקלאית. קבוע הגידול משתנה לאורך השנה ותלוי באיכות המים. דקלים המטופלים במים שפירים מראים קבוע גידול גבוה בחודשי הקיץ אשר הולך ודועך במהלך הסתיו והחורף וחוזר לעלות לקראת האביב, במרץ. כמו-כן, קבוע הגידול מגיב לפעולות האגרו טכניות המתבצעות במטע; הוא פוחת כתגובה לגדיד (ספטמבר) ולגיאום (דצמבר). אותו דפוס התנהגות נצפה גם בטיפול המליחות הבינוני, אלא שבעוצמה מופחתת. לבסוף, בטיפול המלח ברמת מוליכות חשמלית של 8 דצ"ס למטר, נראה שקבוע הגידול דווקא פוחת במהלך חודשי הקיץ. זוהי תגובה קיצונית הנובעת ממחסור במים זמינים; בעוד הדרישה הסביבתית למים מתעצמת, צריכת המים של הצמח גדלה רק במעט. בטיפול של 12 דצ"ס למטר התגובה חריפה אף יותר (נתונים לא מוצגים). מעניין לראות כי בדצמבר יש לשלושת הטיפולים מקדם גידול דומה.

מסקנות והמלצות להמשך מחקר

טיוב מי ההשקיה - השפעת טיוב מי ההשקיה על מדדי שימוש במים וגידול נמדדה החל מאוקטובר 2010. כלומר ירידה הדרגתית של העומד האוסמוטי בקרקע כתוצאה מהורדה של מליחות מי ההשקיה, ללא שינוי במשטר ההשקיה, החלה להתבטא במדדים פיזיולוגיים, קרי, עלייה בשימוש במים ובקצבי ההתפתחות. טיוב מי ההשקיה הביא לשיפור משמעותי במשק המים של העץ, ללא תופעות שליליות במעבר חד באיכות המים. קצבי גידול לולב, דיות ורמות יבול גבוהים נמדדו בעצים שאיכות מי ההשקיה בהם הוסבה ממים מליחים למים שפירים. טיוב מי ההשקיה מרמת מוליכות חשמלית של 4 ל-1.5 דצ"ס/מ' הניב יכול דומה לזה שהתקבל בעצים המושקים מיום נטיעתם במים שפירים. רמת היבול בעצים המוסבים, שהושקו בעבר במים בעלי מוליכות חשמלית של 8 ו-12 דצ"ס/מ', נמוכה עדיין מרמת היבול בעצים המושקים במים שפירים מיום הנטיעה. מבחינה כלכלית, הערכתנו היא שתוספת ההוצאה הנגזרת מהשקיה במים בעלי

מוליכות חשמלית של 1.5 דצ"ס/מ', היא כ-25-20 ש"ל עץ. תוספת כזו הינה בעלות מי ההשקיה נמוכה בהתחשב בתוספת היבול הצפויה (25 ק"ג לעץ, שווי ערך של כ-650 ש"ל). אחת ההשלכות המיידיות שעולות מכך היא שפוטנציאל התשואה מיבול של תמרים בערבה הדרומית, שנאמד כיום בכ-2,000 טון לשנה, יכול עוד לעלות באופן משמעותי באם תרד מליחות מי ההשקיה המסופקים למטעים.



איור 16 : קבוע הגידול (צריכת מים בפועל חלקי צריכת המים הפוטנציאלית) בחודשי השנה השונים. קבוע הגידול מוצג לשלושה טיפולי מליחות שונים; 1.5, 4, ו-8 דצ"ס למטר, שחור אפור ולבן בהתאמה.

Sap Flow בתמר - תוצאות המחקר נותנות בידנו כלי מדויק ואמין להערכה של צריכת המים בתמר. החיישן שפותח והותאם לתמר פועל לאורך חודשים רבים ובהתאמה טובה מאד להתאדות הפוטנציאלית כך שניתן ורצוי לשלבו בניסויי השקיה ואף בבקרת השקיה בחלקות מודל.

חילוף גזים ויעילות השימוש במים – יעילות השימוש במים ובמילים אחרות מקדם הגידול משתנה לאורך עונת הגידול. ההתאמה לשינויים בטמפרטורה טובה ונראה כי זהו הגורם העיקרי המשפיע על הפעילות ועל יעילות השימוש במים. עמידות המערכת הפוטוסינתטית מוסברת על ידי מערכות לסילוק עודפי אנרגיה כגון פוטורספירציה ו-NPQ ועל ידי מניעת הצטברות של יונים רעילים בתאי המזופיל.

- מועלם, י., טריפלר, א. 2008. בחינת התגובה של תמרים מזן מגיהול לריכוזים שונים של מלח ובורון. דו"ח מסכם לתוכנית מחקר מספר 821-0082-07. קרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולצוות היגוי "ייעול השימוש במים"
2. Furr, J.R., and W.Jr. Armstrong. 1962. A test for salt tolerance of mature Halawy and Medjool date palm. Date growers inst. 39:11-13.
 3. Furr, J.R, R.L Ream, and A.L. Ballard. 1966. Growth of young date palms in relation to soil salinity and chloride content of the pinnae. Date Growers Inst. 39:11-13.
 4. Furr, J.R, and R.L. Ream. 1968. Salinity effect on growth and salt uptake. Proc. Amer.Soc. Hort. Sci.
 5. Tripler, E., Shani, U., Mualem, Y. and Ben-Gal, A. 2011. Long-term growth, water consumption and yield of date palm as a function of salinity. Agric. Water Manage. doi:10.1016/j.agwat.2011.06.010.
 6. Granier A (1985) A new method of sap flow measurement in tree stems. Ann Sci For 42:193–200.
 7. Renninger HHJ, Phillips N, Salvucci GD (2010) Wet- vs. dry-season transpiration in an Amazonian rain forest palm *Iriartea deltoidea*. Biotropica 42:470–478.
 8. Sperling O., Shapira O., Cohen S., Tripler E., Schwartz A. and Lazarovitch N. (2012) Estimating sap flux densities in date palm trees using the heat dissipation method and weighing lysimeters. Tree Physiology 00, 1–8 doi:10.1093/treephys/tps070.
 9. Valentini R, Epron D. 1995. estimation of net CO₂ assimilation, photosynthetic electron flow and photorespiration in Turkey oak (*Q. cerris* L.) leaves: diurnal cycles under different levels of water. Plant, Cell and Environment 18: 631–640.

סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין, ב-3 עד 4 שורות לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
פיתוח וכיול של מדדים צמחיים העשויים לסייע בבקרת ההשקיה ע"י איסוף מידע ONLINE (קצב זרימת המים בגזע בשיטת Granier, וקצב ההתארכות היומי של הלולב). בחינת התגובות של המערכת הצמחית לתנאים
מטאורולוגים שונים ולמצבי מים שונים: רמות שונות של מליחות ורטיבויות קרקע, מנות הדחה שונות ומועדי
השקיה שונים, לקביעת ממשק השקיה מיטבי. בחינת ההשפעה של טיוב מליחות מי ההשקיה על עצי מגיהול.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
טיוב איכות מי ההשקיה הביא לעלייה בקצבי הצימוח של הלולב, בקצבים היומיים והשעתיים של הדיות וביבול.
חיישני גרניאר הותאמו לשימוש בתמר ע"י יצור חיישן ארוך ועמיד להחדרה למרכז הגזע.
נצפו שינויים בדגם היומי של יעילות השימוש במים בתקופות פנולוגיות שונות וחושב מקדם הגידול. עמידות התמר למליחות
מתבטאת בשמירה על מערכת פוטוסינטטית תקינה אולם הנזק מתבטא בעיכוב צימוח ויבול נמוך.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
טיוב איכות מי ההשקיה מביא לשיפור משק המים של העץ ועליה ביבול ללא פגיעה עקב רעילות יונים המשתחררים
מהרקמה. השינוי בדגם היומי של יעילות השימוש במים מספק רמז לגבי האפשרות להתאים את מקדם ההשקיה לפי
התקופה הפנולוגית בה העץ נמצא. יתכן שניתן יהיה להקטין את מנת המים בתקופות בהן הדרישה למוטמעים אינה גבוהה
והפעילות בעץ מוגבלת יחסית. מטרות המחקר הושגו כמעט במלואן למעט בחינה של מועדי השקיה ורטיבויות קרקע שונות.
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתורה לביצוע תוכנית המחקר?
ציפוי טרמוקפל מסוג T בשרף אפוקסי גורם לנתקים. שימוש בטרמוקפל מסוג E פותר את הבעיה ומאפשר פעולה לטווח ארוך.
יש לחזור ולבחון את הממצאים בתחום יעילות השימוש במים תוך כדי השוואה לצריכת המים בפועל (ליזימטרים, גרניאר)
ולתנאים האטמוספריים השוררים. יש לבחון את שיטת גרניאר בניסוי השקיה בשדה (תכנית המשך שלא אושרה).
קצב התארכות הלולב תלוי גם בעומס הפרי ולכן בעייתי כמדד להשקיה.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - <u>ציטט</u> ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פנטטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל

בפרסום מאמר מדעי.
Sperling, O., Lazarovitch, N., Shapira, O. and Schwartz, A. (2011). Sap flow measurements in date palm trees – A modified approach for water stress sensing. Annual meeting of the Israeli Society of Plant Sciences, Jan. 24. Sede Boqer.
Sperling, O., Shapira, O., Cohen, S., Schwartz, A. and Lazarovitch, N., (2011). Sap flow measurements in date palm trees – A modified approach for water stress sensing. The 8 th International Workshop on Sap Flow. Volterra, Italy, May 8-12, 2011
Sperling O., Shapira O., Cohen S., Tripler E., Schwartz A. and Lazarovitch N. (2012) Estimating sap flux densities in date palm trees using the heat dissipation method and weighing lysimeters. Tree Physiology 00, 1–8 doi:10.1093/treephys/tps070.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
<input type="checkbox"/> ללא הגבלה <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא -

*יש לענות על שאלה זו רק בדוח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדוח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים

**משרד החקלאות - דו"ח לתוכניות מחקר
לקרן המדען הראשי**

קוד זיהוי	א. נושא המחקר (בעברית)
704- 0002 - 11	בדיקת הקשר בין ממשק ההשקיה ומשק המים של העץ להתפתחות ולכוסר היצור של עצי תמר

ג. כללי	
מוסד מחקר של החוקר הראשי	
מו"פ צפון	
סוג הדו"ח	תאריכים
מסכם	תקופת המחקר
	עבורה מוגש הדו"ח
	התחלה
	סיום
שנה / חודש	שנה / חודש
01 / 2010	12 / 2012
שנה / חודש	תאריך משלוח הדו"ח למקורות המימון
12 / 2012	

ב. צוות החוקרים		
שם פרטי	שם משפחה	חוקר ראשי
	שפירא	אור
חוקרים משניים		
1	לזרוביץ	נפתלי
2	בן גל	אלון
3	טריפלאר	אפרים
4	שוורץ	אמנון
5	כהן	שבתאי
6	יהודה	זהבה
7	מועלם	יחזקאל

ד. מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח		
שם מקור המימון	קוד מקור מימון	סכום שאושר למחקר בשנת תיקצוב הדו"ח
		בשקלים
קרן מדען ראשי, מש' החקלאות	20,000	

ה. תקציר שים לב - על התקציר להיכתב בעברית לפי סעיף ה' שבהנחיות לכתיבת דיווחים הצגת הבעיה: ב-20 השנים האחרונות שולש שטחם של מטעי התמרים בארץ, ללא שינוי בכמות מי השקיה. ניסויי השקיה מתקשים לספק תשובות על תגובת התמר למנות מים שונות בגלל הזמן הרב הדרוש לקבלת תוצאות, העדר ידע פיזיולוגי בסיסי, של השטח הגדול הנדרש לביצוע ניסויים אשר יניבו תוצאות בעלות משמעות ומובהקות סטטיסטית. נראה כי המטעים מושקים בעודף. מטרת העבודה: לימוד הקשר בין תנאי הסביבה לבין מערכת היצור הצמחית קרי קיבוע פד"ח ויצור סוכרים. לימוד התגובה של עצי תמר למעבר מהשקיה במים מליחים להשקיה במים שפירים על מנת לבחון את האפשרות לטיוב מי ההשקיה באזור הערבה הדרומית תוך הבנה ומדידה כלכלית של העלות והתועלת. פיתוח וכיול מדדים העשויים לסייע בהכוונת ההשקיה תוך חיטון במים. שיטות עבודה: במערכת לזימטרס ביטבתה גדלים עצי תמר בוגרים ב-4 רמות מליחות שונות, התבצע מעקב אחרי צריכת המים, צימוח והנבה והפעילות פוטוסינטטית לאורך היום ולאורך חודשי השנה. בוצעה התאמה וכיול של חיישן גרניאר להערכת צריכת המים מול נתוני הליזימטרס. התבצע טיוב של מי ההשקיה לחלק מן העצים. בניסוי תומך נחקרה התגובה של המערכת הפוטוסינטטית של התמר לעקת מלח. תוצאות עיקריות: בתנאי הערבה הדרומית התמר רגיש למליחות החל מ-1.8 דצ"ס/מ' אך התגובה למליחות היא ברמת הפיוניות ולא נגרם נזק למערכת הפוטוסינטטית. בשנת המחקר הראשונה הסתמן כי לתקופות התפתחות הפרי השפעה על יעילות השימוש במים. אולם יתכן כי הגורם העיקרי המשפיע על יעילות השימוש במים קשור בטמפרטורה ובאורך היממה. פותח חיישן גרניאר יעודי לתמר המשלב חוזק מבני ואורך המספיק להחדרה עד למרכז הגזע. החיישן מספק אומדן רציף של צריכת המים בהתאמה טובה להתאדות הפוטונציאלית. טיוב מי ההשקיה הביא לשיפור משמעותי במשק המים של העץ, ללא תופעות שליליות במעבר חד באיכות המים, והעלה את היבול. מסקנות והמלצות לגבי ישום: החיישן שפותח יכול לשמש חוקרים בניסויי השקיה בשטח. מנתוני הליזימטרס חושב מקדם הגידול להשקיה על פי התאדות פוטונציאלית. יש מקום לבחון את הנושא במחקר המשך. לטיוב מי ההשקיה פוטנציאל להעלאת יבול.

ו. אישורים

הנני מאשר שקראתי את ההנחיות להגשת דיווחים לקרן המדען הראשי והדו"ח המצ"ב מוגש לפיהן

30/11/12 תאריך (שנה) (חודש) (יום)	רשות המחקר	אמרכלות (רשות המחקר)	מנהל המכון (פקולטה)	מנהל המחלקה	חוקר ראשי
---	---------------	-------------------------	------------------------	-------------	-----------