

הדרים

תצרוכת מים של הדרים בתנאי הרטבה חלקית*

דו"ח התקדמות לשנת 1980

שמואל מורשת, מרסל פוקס, יחזקאל כהן, מינהל המחקר החקלאי, המכון לקרקע ומים, בית דגן

מרכזיים, בהם נמדדה הטרינספירציה. בכל עץ נמדד בכל שעה עלה אחד חשוף לקרינה ישירה, עלה אחד בצל במזרחו של הנוף ועלה אחד בצל במערבו של הנוף.

טמפרטורות עלים נבדקה בצל בלבד כי נמצא במדידות קודמות שהוריאביליות בטמפרטורה של עלים חשופים לשמש היתה גדולה ותלויה בגורמים שאינם קשורים בטיפול. נמדדו 5 עלים שונים במזרח ו-5 עלים במערב של כל אחד מארבעה העצים המרכזיים שבטיפול, באמצעות טרמוקופלים נחושת-קונסטנטן. צפיפות שורשים נבדקה ע"י קידוח 5 חורים בכל טיפול, לעומק 150 ס"מ, כל 10 ס"מ. חמשת החורים נקדחו לאורך אלכסון הריבוע המרכזי של עצי כל טיפול. מדידה זו עדיין לא נסתיימה.

יבול נאסף בכל העצים המרוחקים משולי החלקה מרחק עץ אחד. בחלקה המורטבת חלקית נאסף היבול מ-8 עצים בודדים ובחלקה המורטבת במלואה נאסף היבול מ-12 עצים בודדים. כל עץ חולק לארבעה והפרי נשקל ונספר בכל חלק בנפרד: 1. עד גובה 2 מ' במזרח; 2. עד גובה 2 מ' במערב; 3. שארית הנוף במזרח; 4. שארית הנוף במערב. נבדקו % מיץ, % חומצה, % סוכר ומקדם הבשלה בתחילת דצמבר בחלקי העץ השונים בשני הטיפולים.

תוצאות

יבול ומרכזיים: לא נמצא הבדל מובהק בין

בעונת ההשקיה 1980, ממחצית מאי עד תחילת נובמבר, נבחנה ההשפעה של אופן פיזור המים על פני הקרקע על הגורמים הבאים: 1. יבול פרי סופי למרכיביו; 2. תצרוכת מים לעומת התאדות מפני השטח וטרנספירציה ישירה דרך העץ; 3. מצב המים של העץ וטמפרטורת העלים; 4. התפתחות מערכת השורשים.

הטיפולים היו הרטבה מלאה של פני השטח (המטרה) והרטבה חלקית של כ-40% מפני השטח (מתזים). השקיה ניתנה כאשר פוטנציאל המים בקרקע בנפח המורטב (עד עומק 90 ס"מ) ירד לערך נתון זהה בשני הטיפולים. ערך זה היה אקוילנטי להפסד מים של 22 מ"מ מהשטח המורטב חלקית ושל 55 מ"מ מהשטח המורטב במלואו.

התאדות ישירה מפני הקרקע נמדדה באמצעות קופסאות מלאות קרקע (מילוי זהה, צפיפות קרקע אחידה והרטבה זהה) שהוצבו בפיזור שווה בתוך כל טיפול בשטח המורטב בלבד, 20 קופסאות לטיפול. הקופסאות נשקלו מידי יום והורטבו מחדש לפני כל השקיה (משקל כל קופסה כק"ג אחד). טרינספירציה ישירה נמדדה אחת לשעה בשיטה הבודקת מהירות שטף חום בגזע ומכילית לזרימה של מים. נדגמו שלושה עצים מרכזיים בכל חלקת טיפול.

מועד ההשקיה הוערך ממדידות במפזר נויטרונים, 14 צינורות בכל טיפול.

פוטנציאל מים בעץ נבדק בתא לחץ ("פצצת" שולנדר). בכל טיפול נדגמו אותם שלושה עצים

* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה', 1981, מס. 1030.

הטיפולים בסה"כ יכול כללי של העצים ובסה"כ מספר הפירות לעץ וכן לא היה הבדל מובהק בין הטיפולים בחלקי העץ השונים (טבלה 1). היה הבדל

טבלה 1: מספר ומשקל פירות בחלקי העץ השונים בשני טיפולי ההשקיה

משקל פרי לעץ, ק"ג			מספר פירות לעץ			מקום המדידה
ה ר ט ב ה		מובהקות	ה ר ט ב ה		מובהקות	
מלאה	חלקית		מלאה	חלקית		
35	31	ל"מ°	188	169	ל"מ	מזרח למעלה מערב למעלה מובהקות
15	16	ל"מ	78	81	ל"מ	
0.1%	5%		1%	5%		
9	5	ל"מ	50	25	ל"מ	מזרח למטה, מערב למטה מובהקות
4	3	ל"מ	19	14	ל"מ	
10%	5%		10%	5%		
63	54	ל"מ	335	289	ל"מ	סה"כ

• ל'מ = הבדל לא מובהק

לא היתה השפעה מובהקת של מיקום הפרי על איכותו. בטבלה 2 ניתן ערך ממוצא כללי של האיכות לכל העץ.

ליום עד מינימום 0.23 מ"מ ליום בטיפול שהורטב בחלקו (מחושב על בסיס כל שטח הקרקע).
ההתאדות הממוצעת הכללית מפני השטח המורטב בחלקו היתה 58% מזו של השטח המורטב במלואו.

טבלה 2: איכות הפרי בשני טיפולי ההרטבה

הרטבה	% חומצה	% סוכר	מקדם הבשלה	% מיץ
מלאה	1.52	10.8	7.1	50.6
חלקית	1.61	11.5	7.2	51.2
מובהקות	1%	0.1%	ל"מ	ל"מ

טבלה 3: מועד וכמויות ההשקיה

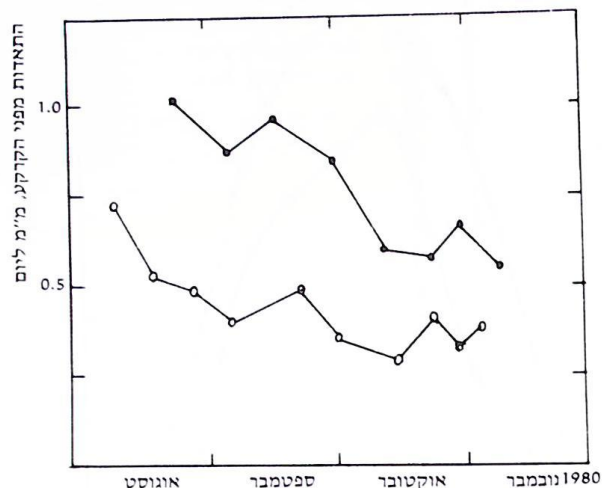
הרטבה של כל פני השטח		מועד השקיה
כמות מים מצטברת (מ"ק לדונם)	כמות מים לחלקה (מ"ק)	
67	40	12.5
134	40	26.5
201	40	10.6
268	40	27.6
361	56	14.7
429	41	1.8
488	35	14.8
547	36	28.8
598	31	7.9
669	42	23.9
732	38	16.10

נמצא הבדל מובהק מאד בין שני הטיפולים, באחוז הסוכר ובאחוז החומצה. לא היה הבדל ב-% מיץ וביחס ההבשלה.

ת צ ר ו כ ת מ י מ : מועדי ההשקיה וכמויות המים
שניתנו להשלמת הגרעון המדוד מתוארים בטבלה
3.

התאדות מפני הקרקע: ההתאדות חושבה בכל טיפול ליחידת שטח כללי, הן בטיפול המורטב חלקית והן בטיפול המורטב במלואן.

התוצאות מתוארות בציר 1. ההתאדות היומית הממוצעת הלכה ופחתה מהקיץ עד תחילת החורף, ממכסימום 0.81 מ"מ למינימום 0.44 מ"מ ליום בטיפול שהורטב במלואו וממכסימום של 0.58 מ"מ

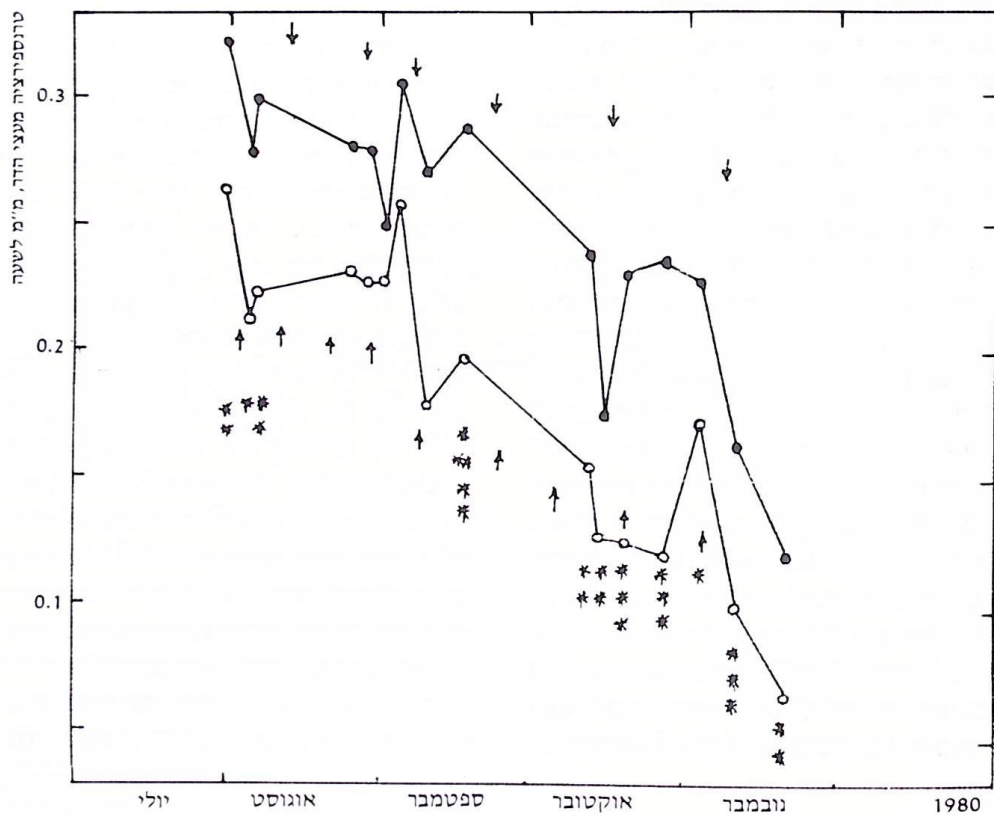


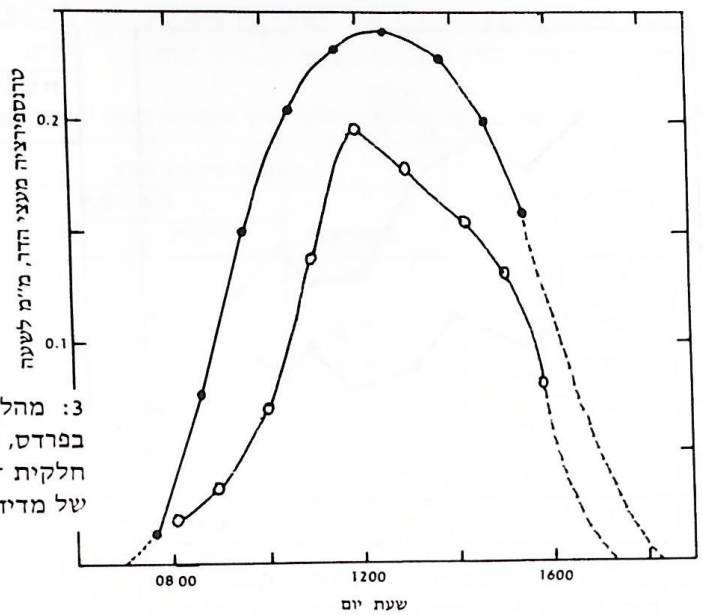
1: התאדות יומית ממוצעת מפני הקרקע בפרדס. כל נקודה מייצגת ממוצע של התאדות במחזור השקיה אחד בכל אחד מהטיפולים הבאים: הרטבה חלקית - הרטבה מלאה - ●, קיץ 1980 גנות. ○

2: מהלך עונתי של טרנספירציה מפרדס בשעות הצהריים בטיפולי השקיה של הרטבה חלקית - ○ והרטבה מלאה - ●, קיץ 1980, גנות. כוכביות מייצגות את מובהקות ההבדלים בין הטיפולים (כוכבית אחת - מובהק, שתיים - מובהק מאד, שלוש - מובהק ביותר). חץ ↑ מייצג השקיה בטיפול הרטבה חלקית. חץ ↓ מייצג השקיה בטיפול הרטבה מלאה.

הרטבה של 40% מפני השטח		מועד השקיה
כמות מים מצטברת (מ"ק לדונם)	כמות מים לחלקה (מ"ק)	
36	21	15.5°
71	20	28.5
97	15	4.6
134	21	11.6
170	21	°29.6
219	28	9.7
235	9	11.7
266	18	27.7
301	20	3.8
329	18	12.8
360	18	21.8
385	15	29.8
417	18	8.9
445	16	17.9
456	12	24.9
492	15	5.10
518	15	19.10

עד תאריך זה בוצעה ההשקיה ללא מעקב אחר פיזור המים בקרקע.



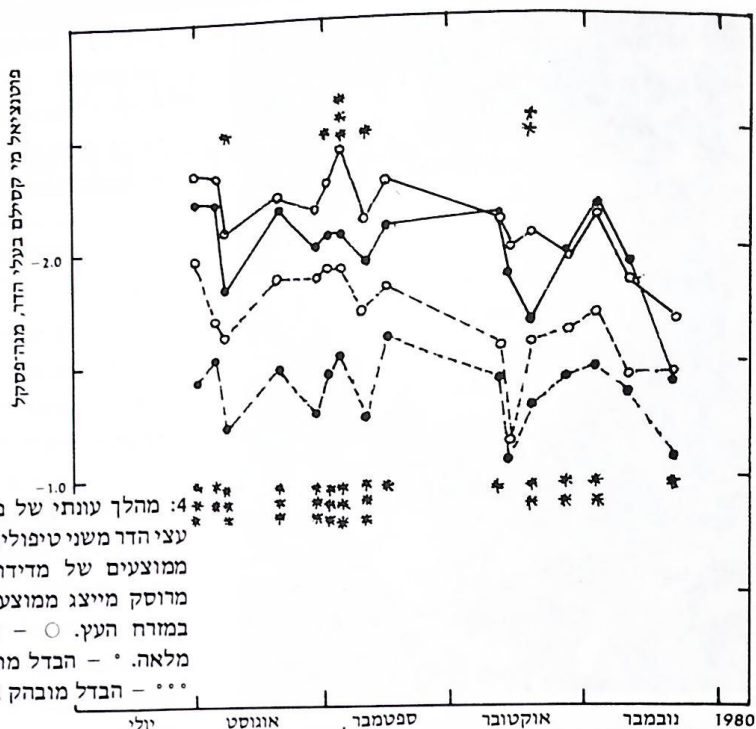


3: מהלך יומי של טרנספירציה (שטף מים בגזע) בפרדס, 3/11/80, בשני טיפולי השקיה: הרטבה חלקית - ○ והרטבה מלאה - ● כל נקודה היא ממוצע של מדידות בשלושה עצים.

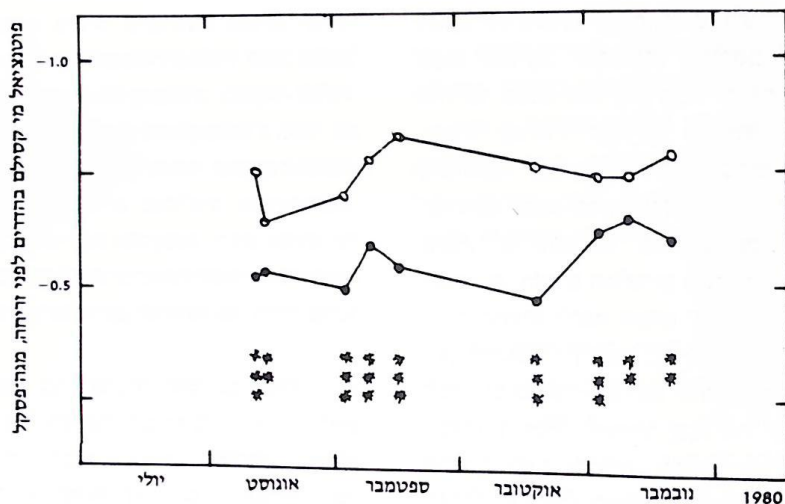
נויטרונים בחלקה המורטבת חלקית היה גבוה יותר מהערך שנמדד בשיטת הזרימה וההתאדות, בגלל גשם שירד בשלושה מהימים בתקופה שנכללה בחישוב ושהגדיל את השטח המאדה של פני הקרקע ב-60%.

מצב המים של העץ וטמפרטורת העלים: במקביל ובו זמנית עם מדידות הזרימה בגזע נמדד מידי שעה פוטנציאל מי הקסילים בעלים חשופים לשמש ובעלים מוצלים במזרח העצים ובמערבם. המהלך העונתי של הפוטנציאל בעלים החשופים לשמש ובעלי צל שבמזרח העץ מתואר בציור 4. פוטנציאל מי עלים חשופים נע בין 20- ל-21- בארים עם נטיה לעלית הפוטנציאל לקראת חודשי החורף. לרוב לא היה ההבדל בין שני הטיפולים מובהק. רק בחמישה מתוך 16 ימי המדידה היה ההבדל מובהק עד מובהק ביותר. פוטנציאל המים של עלי הצל היה ב-4 עד 8 באר גבוה (פחות שלילי) מזה של העלים החשופים לשמש. במרבית ימי המדידה (14 מתוך 16) היה ההבדל בין שני הטיפולים מובהק עד מובהק ביותר מבחינה סטטיסטית, כאשר פוטנציאל המים של עלי הטיפול המורטב במלואו גבוהים בממוצע עונתי של כשלושה בארים מזה של עלי הטיפול המורטב בחלקו. תוצאות דומות נתקבלו גם במדידות של פוטנציאל לפני זריחה (ציור 5). ההבדל בין שני הטיפולים היה מובהק מאד עד מובהק ביותר בכל 9 ימי המדידה, עם הבדל עונתי ממוצע של כשני באר

טרנספירציה: קליטת מים בעץ וזרימתם נמדדו בעונת הקיץ, מסוף יולי עד סוף נובמבר, בשלושה עצים מרכזיים בכל אחד משני הטיפולים. המהלך העונתי של הזרימה הממוצעת בשני הטיפולים מתואר בציור 2. כל נקודה היא ממוצע זרימה בשלושה עצים ומשלוש מדידות שעתיות בכל עץ בשעות הצהריים. באחת עשרה מתוך שש עשרה המדידות המתוארות בציור זה נמצא הבדל מובהק עד מובהק ביותר בין שני הטיפולים. הזרימה בטיפול המורטב חלקית היתה נמוכה בממוצע לכל עונת המדידות ב-28% מהזרימה בטיפול המורטב במלואו. באופן כללי נראה שהזרימה היתה יציבה בערך עד סוף אוגוסט אך הלכה ופחתה בהמשך, עד סוף נובמבר. בשלושה בנובמבר, שהיה יום בהיר וחם, נבדק מהלך יומי של הזרימה בשני הטיפולים (ציור 3) ואפשר היה, לכן, לנתח את מאזן המים הכללי של העצים. סך זרימת המים היומית בטיפול שהורטב במלואו היה 38.2 ליטר לעץ וההתאדות היומית היתה 10.6 ליטר לעץ, סה"כ 48.8 ליטר הפסד מים מהקרקע ליום לעץ. בטיפול שהורטב בחלקו היתה הטרנספירציה ביום זה 23.7 ליטר לעץ וההתאדות מהקרקע - 7.2 ליטר לעץ, סה"כ 30.9 ליטר. ממוצע הפסד המים היומי (מחושב ממפזר נויטרונים) לתקופה שבין 26.10.80 לבין 9.11.80 בטיפול שהורטב במלואו היה 47.7 ליטר ליום לעץ ובטיפול שהורטב בחלקו היה הפסד המים 41.5 ליטר. ערכים אלו דומים לערכים שנמדדו בשיטות הקודמות. הערך שנמדד במפזר



4: מהלך עונתי של מטנציאל מי קסילים בעלים של עצי הדר משני טיפולים בשעות הצהריים. קו שלם מייצג ממוצעים של מדידות בעלים חשופים לשמש. קו מרוסק מייצג ממוצעים של מדידות בעלים מוצלים במזרח העץ. ○ - השקיה חלקית, ● - השקיה מלאה. * - הבדל מובהק, ** - הבדל מובהק מאוד, *** - הבדל מובהק ביותר.



הבדל מובהק, * - הבדל מובהק מאוד, * - הבדל מובהק ביותר.

סוף דצמבר. במערכו של העץ היה ההבדל הממוצע בין שני הטיפולים 0.5 מ"צ, עם פחיתה עונתית דומה. טמפרטורת האוויר מעל צמרות העצים היתה תמיד גבוהה מזו של העלים המוצלים שבטיפול המורטב במלואו (0.7-1.0 מ"צ) ובמרבית העונה היתה גבוהה (במידה פחותה) גם מזו של העלים המוצלים שבטיפול המורטב חלקית. לקראת החורף גדל ההבדל עד 1.5-2 מ"צ. קרינת השמש

5: מהלך עונתי של פוטנציאל מי קסילים בעלים של עצי הדר משני טיפולים לפני הזריחה. ● - השקיה מלאה, ○ - השקיה חלקית. פרדס גנות 1980. (7.5 - בטיפול המורטב בחלקו ו-5.6 - בטיפול המורטב במלואו).

הטמפרטורה בשעות הצהריים של העלים המוצלים בטיפול המורטב במלואו היתה גם היא שונה באופן מובהק (תמיד גבוהה יותר) בכל עונת המדידות מזו של העלים המוצלים שבטיפול המורטב חלקית. בממוצע עונתי היה ההבדל בצד מזרח 0.7 מ"צ כשההבדל הולך ופוחת מתחילת אוגוסט עד



הגלובלית פחתה בעונת המדידה בכ-25%, מ-85 וואט למ"ר ל-650 וואט למ"ר. צפיפות השורשים בשתי מערכות ההשקיה נבדקת אף היא. מדידות אלו עדיין לא הסתיימו, על כן אין באפשרותנו לומר אם מערכת השורשים של הטיפול שהורטב בחלקו נפגעה.

דיון

הניסוי נמשך במתכונתו הנוכחית זו השנה השנייה. בשנה הראשונה לא היתה משמעות לבחינה השוואתית של היבול, כי מהלך ההתפתחות העיקרי של הפרי התרחש לפני שהחלו טיפולי ההשקיה הדיפרנציאליים. בשנה הנוכחית היה סך כל היבול לעץ בכל אחד מהטיפולים נמוך מאד בהשוואה ליבולים מקובלים, אך זו תופעה אופיינית לפרדסים הנטועים בקרקעות הכבדות שבאיזור בו נערך הניסוי. יתכן גם שגורמים מגבילים אחרים, כגון דישון, מנעו יבולים גבוהים יותר ובכך מנעו הבדלי יבול בין הטיפולים. תופעה שיש מקום להתייחס אליה, אך לא במסגרת ניסוי זה, היא ההבדל המובהק שנמצא ביבול בין הצד הקולט קרינה במידה רבה יותר (דרום-מזרח) לבין הצד המוצל במרבית שעות היום (צפון-מערב במקרה שלנו). ההרטבה החלקית העלתה באופן מובהק מאד את אחוז החומצה בפרי ומובהק ביותר את אחוז הסוכר, אף כי העלויות במספרים מוחלטים אינן גדולות. השינוי בריכוז לא נבע מהקטנת רמת המיום של הפרי בהרטבה החלקית כי אחוז המיץ לא השתנה באופן מובהק. נראה לכן, שההשפעה היתה ברמה המטבולית.

גרעון המים של הטיפול שהורטב בחלקו היה כ-70% מזה של הטיפול המורטב במלואו. ערכים אלו מתייחסים לכלל האידוי מהשטח הנתון (טרנספירציה + התאדות). יחס ההתאדות בשני הטיפולים היה 60% בלבד. יחס הטרנספירציה לבדה, כפי שנמדדה כאן, היה כ-72%, בממוצע לכל העונה. נראה מכך שהיתה התאמה טובה בין כל שיטות המדידה. הפחתת השטח המורטב, ובכך גם הפחתת הנפח המורטב בכ-60%, הפחיתה את תצרוכת המים הכללית בכ-30% בלבד. אין להתייחס לערכי תצרוכת המים כאל ערכים מוחלטים, כי ההשקיה בחלקות הניסוי נמשכה גם בעונה שבפרדסי הסביבה הופסקה. על כל פנים, שמירת רמה שווה של פוטנציאל מים בקרקע, עם

הפחתה ניכרת של שטח ההרטבה ונפחה, מאפשרת חסכון של כ-30% במנת המים. השורשים שב-40% מנפח הקרקע, שבטיפול המורטב חלקית, קלטו והולילו כמעט נפח מים כפול מנפח בית שורשים מקביל בטיפול המורטב במלואו. למרות זאת, פוטנציאל המים בקסילים העלים של הטיפול המושקה בנפח חלקי נעשה שלילי יותר מטיפול השני, כפי שבא לידי ביטוי בפוטנציאל מי העלים המוצלים. העלים המוארים אינם יכולים לשמש קנה מידה מתאים לרמת המיום של העץ, מסיבות שלא כאן המקום לדון בהן. גם הטמפרטורה של העלים המוצלים בטיפול המורטב חלקית היתה גבוהה יותר מבעלי הטיפול המורטב במלואו. עליה זו ניתנת להסבר בשתי דרכים: פחיתה בטרנספירציה של העלים, שגרמה להתחממותם הרבה יותר, או קרינת חום רבה יותר מהקרקע היבשה. מערכת הניסוי לא יכלה לתת לכך תשובה.

התמונה לא תהיה שלמה אם לא תיבדק השפעת הטיפולים על חנטת פרי ועל נשירתו במחזור נוסף של יבוש קרקע חלקי. יש גם לבדוק אם פיתוח צפוף יותר של מערכת השורשים בהרטבה החלקית לא יגביר את צריכת המים מעבר למה שנמצא כאן ואם תהיה לכך השלכה גם על היבול. בשלב זה איננו יודעים מה תהיה השפעת ההרטבה החלקית על התפתחות העץ בטווח זמן ארוך ממשיך הניסוי.