

בחינת התגובה של תמרים מזן מג'הול לריכוזים שונים של מלח ובורון
Date Palm (Medjool) response to salt and excess boron

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולצוות היגוי "ייעול השימוש במים"
על ידי:

אורי שני מדעי הקרקע והמים, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות
הסביבה, רחובות. האוניברסיטה העברית בירושלים
טריפּלר אפי מדעי הקרקע והמים, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות
הסביבה, רחובות. האוניברסיטה העברית בירושלים

Uri Shani, Dep. Of Soil & Water Sci. Faculty of Agriculture, Food
and Environmental Sciences, P.O.B 12 Rehovot. The
Hebrew University, Jerusalem. shuri@agri.huji.ac.il

Effi Tripler, Dep. Of Soil & Water Sci. Faculty of Agriculture, Food
and Environmental Sciences, P.O.B 12 Rehovot. The
Hebrew University, Jerusalem. tripler@agri.huji.ac.il

אפריל 2006

ניסן תשס"ו

**הניסויים מהווים הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים.
המלצות לחקלאים: כן, מותנה בהתייעצות עם החוקר**

חתימת החוקר: א"ע' א"ר

1. תקציר

במהלך השנים האחרונות עוברים מטעי התמרים באזור הערבה הדרומית להשקיה במים מליחים או בקולחי אילת. האחרונים מתייחדים ברמת בורון (B) גבוהה מעבר לריכוזים המוכרים כסבירים עבור מרבית הגידולים. עשרים שתילי מג'הול הוצבו בליזימטרים ביטבתה, בקרקע מקומית. שנה לאחר שתילתם החלו טיפולי המליחות והבורון. נערכו 4 טיפולי מליחות ו-5 טיפולי B. רמות המליחות במי ההשקיה הן: 1.8, 3.5, 7, 10 $dS \cdot m^{-1}$. ריכוזי ה-B במי ההשקיה הם: 0.5, 2, 5, 10, 20 ppm. בעבודה זו מדווח על מעקב יומי אחר האופוטורנספירציה (T) ועל מדידות חודשיות של קצב הצימוח ושל ריכוזי ה-B בצמח, בקרקע ובנקז. יחסים לינאריים בין יבול (Y) ו-T נמצאו בכל רמות המליחות וה-B. ב-3 טיפולי ה-B הנמוכים הירידה ב-T ו\או ב-Y כתגובה לעלייה במליחות העיסה הרוויה הייתה ליניארית. בעבודה זו נמצא כי התמר רגיש יותר למליחות לעומת דיווחים קודמים בספרות. לא נמדד ערך סף לתחילת השפעת המליחות לעומת 4 dS/m שדווח בעבודות קודמות. תגובת ה-T וה-Y ל-B הייתה אקספוננציאלית יורדת. במליחות נמוכות הבורון משפיע על ה-Y וה-T של תמרים כבר בריכוזים נמוכים ובמליחות גבוהות השפעתו חלה בריכוזים גבוהים אם בכלל. בריכוזי B נמוכים השפעת המליחות קיימת החל ברמות מליחות נמוכות בעוד שבריכוזי B גבוהים השפעת המליחות מתחילה בערכים גבוהים. ערכים דומים של מליחות ו-B נמדדו בתמיסת הקרקע ובמי הנקז. לא נמצאו הבדלים בריכוזי יוני ה-Na, ה-Cl וה-Ca בעלים ובשורשים בין הטיפולים השונים. לא נצפו השפעות של מליחות על אחוז משקל העלים היבש. ככל שעלה ריכוז ה-B במי ההשקיה כך עלה אחוז שטח העלה הצרוב. אחוז זה, בטיפולי הבורון הגבוה, ירד עם מליחות מי ההשקיה. גודל השטח הצרוב אינו מסביר את הירידה ב-T. שנת יבול פרי אחת (של עץ צעיר) אינה מספיקה למסקנות לגבי יבול פרי תמר. בנוסף יבול הפירות רגיש גם לכללי הדילול ואלו לא הותאמו לכושר הנשיאה של עץ שהושקה במים שפירים. לימוד זה נעשה כעת. לא נמצא שהתמר רגיש לבורון מבחינת קצבי גידול וטרנסספירציה. יתכן אפילו כי הוא מגביר צמיחה לעליה בריכוז הבורון עד ל 5 ppm. יחד עם זאת לא נבדקה עדיין תגובת ייצור ואיכות הפרי. בדיקה זו נעשית בשנים אלו.

2. מבוא

ריכוז גבוה של מלחים גורם לירידת העומד האוסמוטי של המים בקרקע, לקצב טרנספירציה נמוך (deWit 1958), ומכאן לפחיתה ביבולים ולהגברת הסכנה של זיהום מי התהום. סכנה כזו קיימת גם במי קולחין המכילים ריכוזים גבוהים של מלח ובורון. תתכן גם רעילות ספציפית של יונים בהתאם ליון ולגידול, ושינויים בתכונות ההידראוליות של הקרקע. ריכוזים נמוכים של בורון בתמיסת הקרקע חיוניים לצמח ובריכוזים גבוהים במעט מאלו הבורון רעיל (Keren and Bingham 1985). הרעילות ספציפית לגידול והיא מתבטאת בצריכות עלים ובירידה בטרנספירציה וביבול. מטרת עבודה זו היא לבחון שיעורי יבול ואופוטנספירציה (ET) של עצי תמר (*dactylifera L., cv. Medjool Phoenix*) המושקים במים בטווח רחב של רמות מליחות וריכוזי בורון.

החל מאמצע שנות ה-80 ישנה עלייה בהיקף השטחים של מטעי התמרים, רובם מזן מג'הול. כיום נטועים כ-8500 דונם תמרים באיזורים מדבריים. באיזור הערבה הדרומית קיימים כ-55000 עצי תמרים מזן מג'הול, כ-65% מהם (2800 דונם) מושקים במי קולחין שמקורם בעיר אילת. היות ומי השתיה באילת מקורם במתקן התפלה של מי ים היה ריכוז הבורון עד לאחרונה במים אלו 1.2 ppm. לאחרונה עוברים מי ההתפלה טיפול נוסף לסילוק בורון וריכוז בקולחים ירד ל 0.5 ppm. מליחות מי הקולחים היא 2.3 dS m^{-1} .

התמר נחשב כגידול עמיד למליחות (Maas, 1984; Fur and Armstrong, 1962). Maas ציין כי מליחות ערך הסף ממנה חלה ירידה ביבול היא $4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$. עבודות מאוחרות יותר (Aljaburi, 1997) ו (Hassan, 1990, 1993) הראו שעץ תמר עמיד לריכוזי מלח גבוהים הודות להתאמה אוסמוטית וליכולת לרכז Na ו Cl בעלים. מאירי (Meiri et al, 1997, 1993) הראה ירידה בקצב התארכות העלים והלולב, ובשטח חתך היידה עם עליית מליחות תמיסת מי ההשקיה. בנוסף, חוקרים אלו דיווחו על עלייה באיכות הפרי (מג'הול) עם עלייה במליחות תמיסת מי ההשקיה וירידה במקדם ההשקיה. בחיפוש נרחב במאגרי מידע לא נמצאה עבודה על בורון בתמרים פרט לנתוני מעבדת המליחות בריברסייד המעריכה את התמר כעמיד מאד, אולם זאת בהתבסס על תצפיות כלליות ולא על ניסויים מבוקרים.

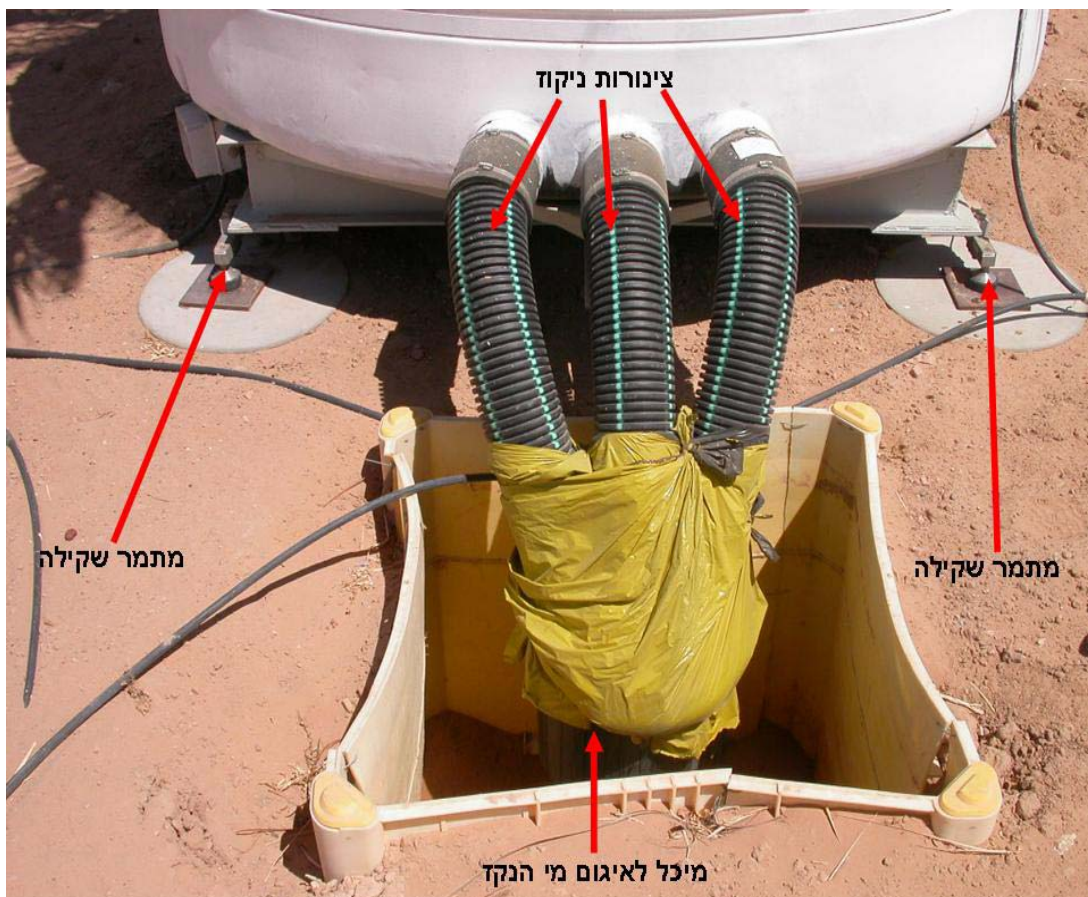
החל מאמצע שנות ה-30 נעשו עבודות רבות (בארץ ובחו"ל) העוסקות בהשפעת מליחות מי ההשקיה על זני תמרים שונים. עם זאת לא בוצעו עבודות שעסקו בשתילים שמוצאם מתרבויות רקמה, בתגובת עצי תמר לריכוזי בורון במי ההשקיה וכמובן לשילוב של שניהם.

בניסוי תלת שנתי שהסתיים בעונת 2003-2004 נבחנה ההשפעה של שילובי מליחות ובורון על טרנספירציה, יבול צמחי, פרוס מלחים בקרקע בזמנים שונים והרכב יונים בשרשים ובעלים. בעבודה זו נמצא כי (טריפלר, 2004): (1) הבורון מקטין הן יבול (ציור 1) והן טרנספירציה; (2) השפעת הבורון על יחסי יבול טרנספירציה דומה לאלו של עקות אחרות, כלומר ההשפעות הן של בורון והן של מליחות גרמו לפחיתה בשיעור דומה ביבול ובאופוטנספירציה; (3) היבול (והטרנספירציה) קטן עם העלייה במליחות באופן ליניארי (ציור 2). לא נמדד תחום מליחות בו למליחות אין השפעה על היבול. השפעת המליחות גבוהה מזו המדווחת בספרות; (4) השפעת הבורון על היבול (והטרנספירציה) אקספוננציאלית יורדת. הירידה בפעילות הצמח כתוצאה מתוספת בורון מהירה בריכוזי בורון נמוכים ונמוכה בריכוזי בורון גבוהים. בנוסף, נראה כי השפעת הבורון על התמר קטנה עם הגיל.

3. שיטות וחומרים

3.1 מערך הליזימטרים

עשרים שתילי תמר (מג'הול), מתרבויות רקמה, נשתלו בסתיו 2000 בשדה ליזימטרים של (1 m³) בתחנת הניסיונות ביטבתה ומולאו בקרקע מקומית (Arava sandy loam). בחורף 2002-2003 העצים הועברו לליזימטרים גדולים יותר (נפח 2500 ליטר) וכל אחד מהליזימטרים הונח על מאזניים אלקטרוניות המודדות באופן רציף את משקל הליזימטר. מערכת הליזימטרים איפשרה שליטה בעומד המטריצי בתחתית הליזימטרים בתחום שבין רוויה לקיבול שדה (Ben-Gal and Shani, 2002a). מערכת בקרת ההשקיה איפשרה תמיסת השקיה ייחודית לכל ליזימטר תוך שליטה בריכוז המלח והבורון. מערכות הניקוז והשקילה מאפשרות עריכת מאזן מים רציף ומאזן מלחים יומי עבור כל אחד מן הליזימטרים. טיפולי המליחות והבורון החלו לאחר ששתילי התמר פתחו מערכת שורשים ועלוה. נלמדים שילובים של ארבע רמות מלח וחמש רמות בורון. רמות המליחות במי ההשקיה הן: 0.8, 4, 8, 12. תמיסות המלח הורכבו מ NaCl ו CaCl₂ (ביחסים אקוילנטים שווים בין הסידן ובין הנתרן). ריכוזי הבורון במי ההשקיה הם: ללא תוספת בורון כלומר 0.3 ppm, 1, 2, 5, 20, 40. בינואר 2005 הועתקו העצים בטיפולים שכללו את רמות המליחות הנמוכות (EC 1.8, 4 dS·m⁻¹) ממיקלים בנפח של 2.5 מ"ק לנפח 10 מ"ק. הסיבה העיקרית להעתקה הייתה שהעצים גדלו ביחס לנפח הליזימטר שהכיל אותם. נבנו במות נשיאה ומשקלים של 25 טון עם רזולוציה של 500 גר'. הפרופיל ההידראולי בכל ליזימטר הוארך להבטחת תנאי שפה מתאימים בתחתית הליזימטר. בתמונה 1 נראית מערכת השקילה והניקוז של ליזימטר בודד.



תמונה 1: מראה מערכת הניקוז והשקילה

3.2 גיהול ההשקיה

כמות ההשקיה חושבה מידי יום כך שמי הנקז היו שליש מכמות מי ההשקיה. איסוף מי הנקז התבצע מידי יום וההשקיה התבצעה 3-5 פעמים ביממה, בשעות האור. המדידות היומיות כללו אוופטרנספירציה מכל אחד מהליזימטרים ומדידת המוליכות החשמלית של מי הנקז. מאזן המים חושב לפי משוואה 1:

$$ET = I - D - dW \quad (1)$$

כאשר ET הוא שיעור האוופטרנספירציה, I (מ"מ) הוא כמות מי ההשקיה, dW (מ"מ) הוא השינוי באוגר המים בליזימטר ו- D היא כמות הנקז כמ"מ ליח' שטח.

3.3 דיגום המים, הקרקע, העלים, השורשים והפרי

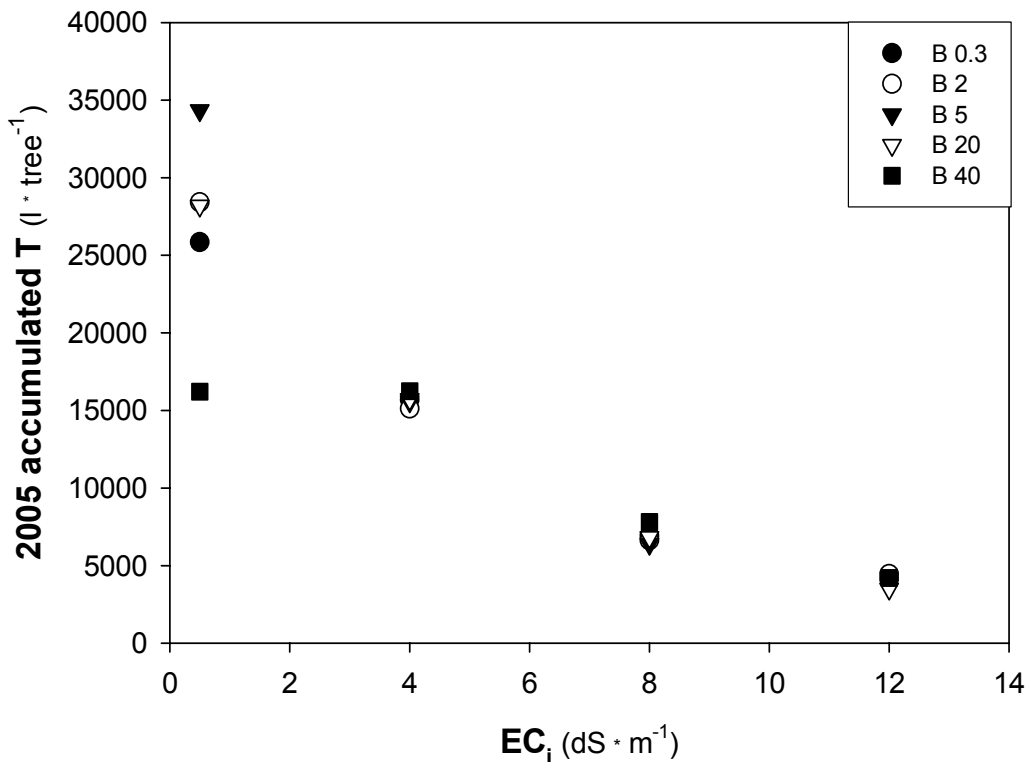
פרופיל הקרקע (גלעין קרקע) נדגם באמצעות שימוש במקדח כוס משונן בקצהו מתוצרת (Eijkelkamp Agrisearch Equipment, NL). הדיגום בוצע לעומק של כ- 60 ס"מ, בהפרדה של 15 ס"מ עומק לכל דוגמא. הקרקע נשקלה מיד לאחר הדיגום ולאחר יבוש בתנור $105^{\circ}C$ לקביעת תכולת הטיבות המזגם. דיגום הקרקע נעשה מידי אפריל ונובמבר. דיגום העלעלים נעשה בתדירות זהה, מעלעלים דרומיים המצויים בזווית 45° .

המוליכות החשמלית של מי הנקז נמדדה על ידי אלקטרודת מוליכות מתוצרת LTH Electronics (BC9), בעלת רגישות של $\pm 1\%$ בטווחי המוליכויות שנמדדו. תמיסת הקרקע מוצתה במיצי של 1:1 (U.S Salinity Lab. Staff, 1954). מדידת ריכוזי היונים העיקריים בקרקע, במים, בשורשים ובעלעלים נעשתה בשיטות המקובלות: ריכוזי הנתרן והאשלגן נמדדו באמצעות פוטומטר להבה, הסידן בספקטרומטר בליעה אטומית והכלוריד בכלורידומטר. חישוב המוליכות החשמלית של העיסה הרוויה נעשה על ידי הכפלת מוליכות העיסה הרוויה במנת תכולת הטיבות הנפחית במיצי 1:1 (0.5) בתכולת הטיבות ברוויה (0.36). ריכוזי הבורון בקרקע, במים, בשורשים ובעלים נמדדו באמצעות שיטת Azomethine-H (Bingham, 1982). ריכוז הבורון בעלים מבוטא במ"ג בורון לק"ג חומר יבש. במועדים שונים נערכות בדיקות של אינדקס שטח העלים, קצב יציאת עלים חדשים, קצב התארכות הלולב, מספר תפרחות וקצב הגידול של הפרי. שטח העלים מחושב בטכניקה של image analysis מצילומים של העלווה.

פרי נגדד בחדשים אוגוסט- ספטמבר 2005. היבול של כל ליזימטר נשקל ונספר בכדי לחשב את משקל הפרי הממוצע. פירות במשקל של 0.5 ק"ג יובשו בתנור $60^{\circ}C$ למשך 21 יום. בתום הייבוש החומר נטחן לאבקה. נמדדו ריכוזי היונים השונים בשיטות שתוארו לעיל לגבי עלים. השורשים נדגמו משני טיפולי המליחות הנמוכים ($EC= 0.5, 4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$), בעת העתקת העצים של טיפולים אלו לליזימטרים החדשים.

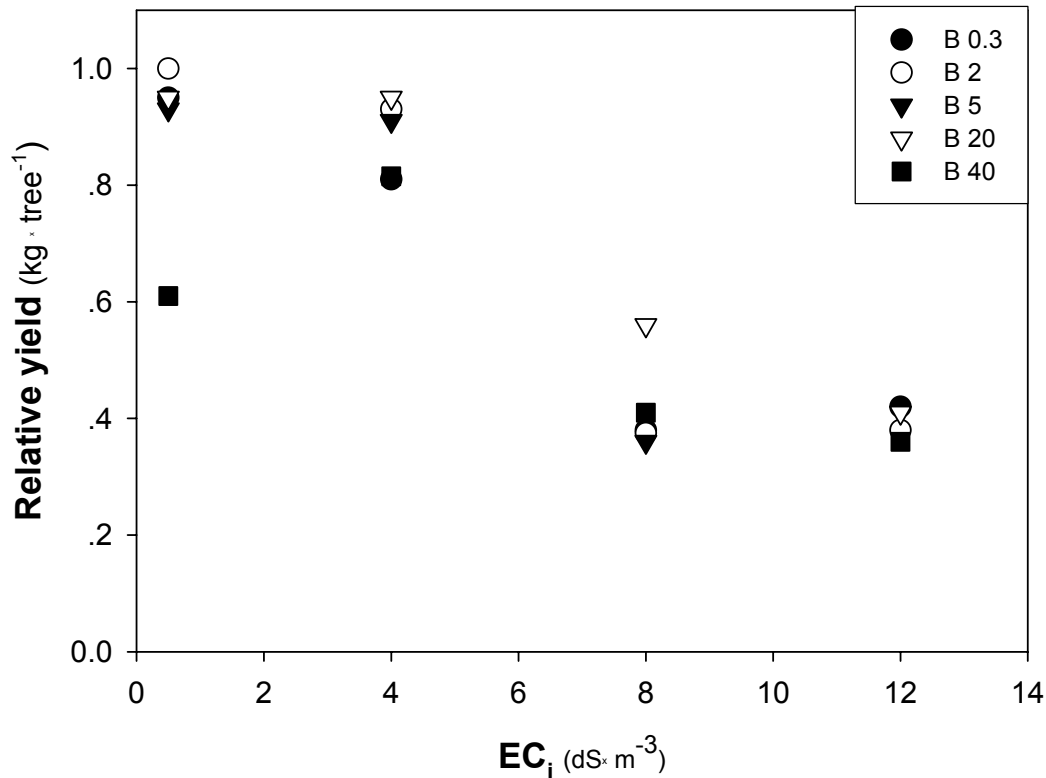
4. תוצאות

4.1 טרנספירציה ויבול



איור 1: הטרנספירציה המצטברת ב 2005 כפונקציה של מליחות מי ההשקיה (EC_i). תווים שונים מצביעים על ריכוזי בורון שונים במי ההשקיה.

באיור 1 נראית תגובת הטרנספירציה למליחות מי ההשקיה בריכוזי בורון שונים. באיור זה נראה כי הטרנספירציה ב 2005 ירדה עם העליה במליחות מי ההשקיה. במליחות $4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ הטרנספירציה נמוכה פי-2 מטיפול המליחות הנמוך (3000 לעומת כ-1500 ליטרים). הטרנספירציה יורדת באופן חד במליחיות נמוכות ($0.5 < EC_i < 8 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$). שיעור הירידה קטן במליחיות מי השקיה גבוהות. לא נמדדה השפעה של הבורון על הטרנספירציה בטיפולים: $EC_i = 4, 8 \text{ \& } 12 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$. במי מליחות $0.5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ניכרת השפעה חיובית של הבורון. רמות היבול והטרנספירציה עלו והגיעו לערכים מכסימאליים בריכוז בורון של 5 ppm , ומערך זה ואילך נמדדה השפעה שלילית של הבורון. יבול הביומסה הכולל של העץ כפונקציה של רמת מליחות מי ההשקיה בהתאם לטיפולי הבורון השונים ניתן באיור 2. ירידה קלה ולא מובהקת ביבול נמדד במעבר מ $0.5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ל $4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$. ירידה חדה נמדדה בעלייה ל $8 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$. עלייה לרמת מליחות מי ההשקיה הגבוהה ($12 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$) לא הורידה את היבול. לעומת זאת, השפעת הבורון ברורה ברמת המליחות הנמוכה. בטיפול זה בו ברמת הבורון במי ההשקיה של 40 ppm היבול היחסי היה 60% מהיבול המכסימלי. ברמת מליחות גבוהות יותר השפעת הבורון על היבול קטנה (ממוסכת) על ידי השפעת המליחות.



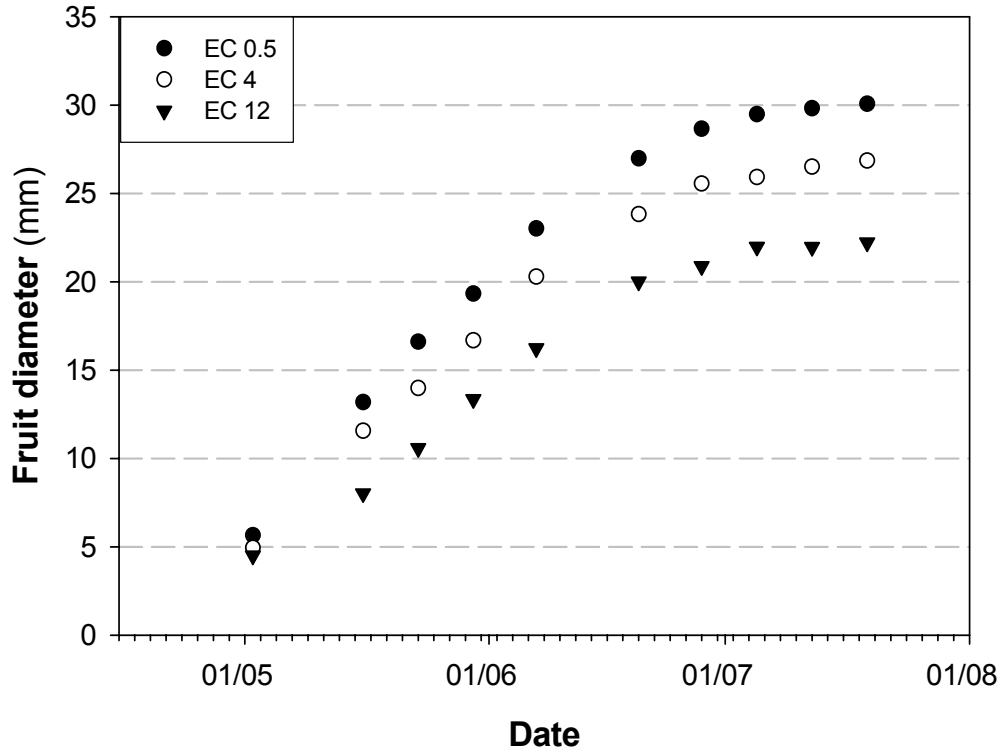
איור 2: יבול פרות יחסי כפונקציה של רמת מליחות תמיסת ההשקיה (EC_i) ברמות הבורון (B) השונות. היבול המקסימלי היה 10.5 ק"ג לעץ.

4.2 התפתחות הפרי והנוף

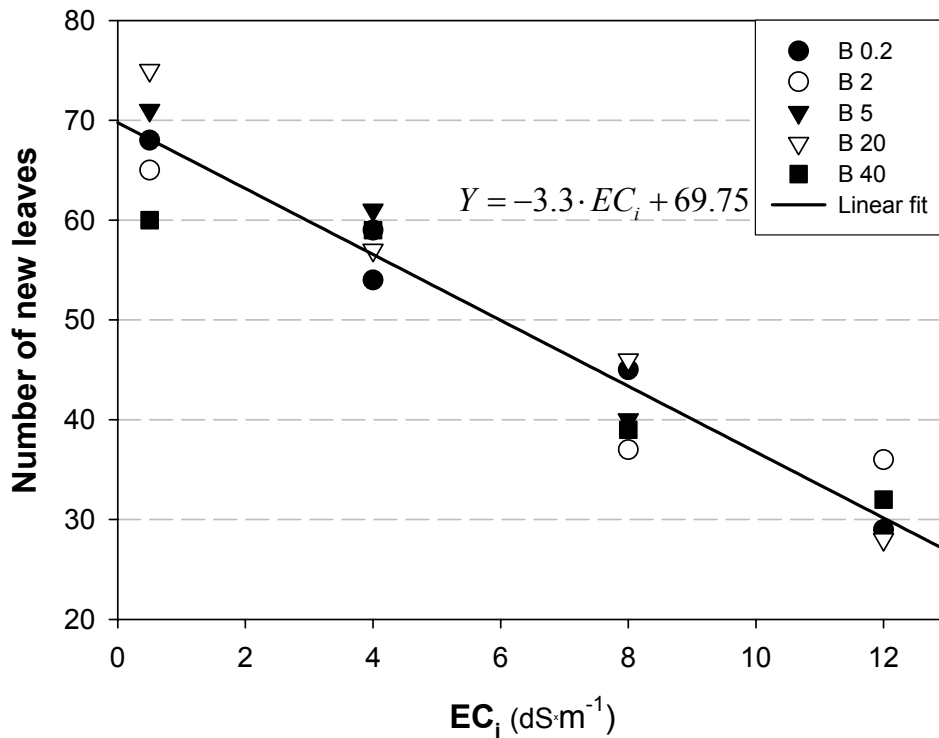
עקום הגידול של רוחב הפרי עם הזמן, בהתאם לרמות המליחות מוצג באיור 3. הפירות חנטו במרץ-אפריל 2005, והחלו לגדול במאי. קצב הגדילה המואץ נמדד בין אמצע מאי ובין סוף יוני. מכאן ועד מועד הגדיד קצב גידול רוחב הפרי קטן.

השפעת המליחות על מימדי הפרי נמדדה מאמצע מאי. ניתן לראות שעלייה במליחות מי ההשקיה גרמה לירידה ברוחב הפרי. לדוגמה, ירידה במליחות מי ההשקיה מ $4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ל $0.5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$, במדידה האחרונה, הניבה פרי רחב בכ- 12.5% (מ 26.5 ל-30.2 mm).

קצב הצימוח הווגטיבי כפונקציה של רמת מליחות מי ההשקיה מוצג באיור 4. עלייה במליחות גרמה לירידה קצב יצירתם של עלים חדשים. ירידה במליחות מי ההשקיה גרמה, לפי משוואת קו המתאם הליניארית לעליה של 3.3 עלים בשלוש השנים האחרונות. השפעת הבורון איננה משתקפת מאיור זה, פרט לטיפול B 40 בטיפול המליחות הנמוך, בו מתקבל תוספת עלים קטנה בהשוואה לשאר טיפולי הבורון באותה מליחות.



איור 3: התפתחות רוחב הפרי עם הזמן בהתאם לרמת המליחות (EC), ברמת הבורון הנמוכה ($B_i = 0.3$) (ppm)

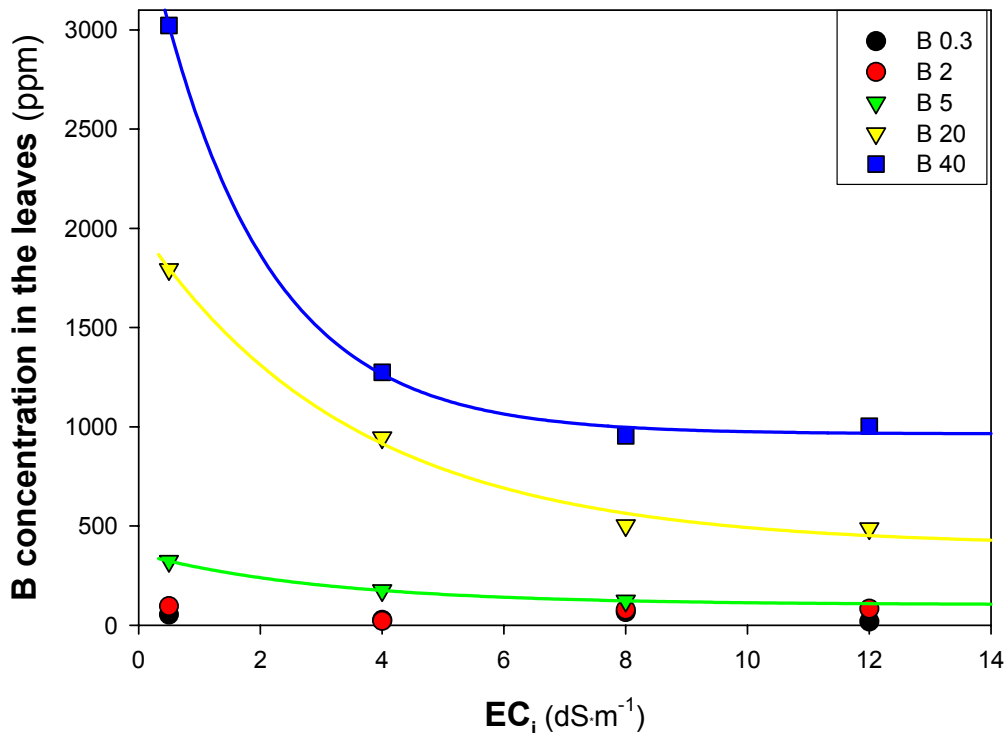


איור 4: מספר העלים שנוספו לכל עץ החל מ 2002 ועד ל- יוני 2005 כפונקציה של מליחות מי ההשקיה (EC_i). התווים מסמלים ריכוזי בורון במי ההשקיה.

4.3 ריכוזי היונים בעלים ובפרי

איור 5 מציג את ריכוז הבורון בעלים כפונקציה של מליחות מי ההשקיה, ברמות בורון שונות. מאיור זה ניתן ללמוד על כך שתכולת הבורון בעלים עלתה ככל שריכוז הבורון במי ההשקיה גדל. תופעה זו קיימת עבור כל טיפולי המליחות. עבור שלושת טיפולי הבורון הגבוהים (B 5, B 20 ו-B 40) תבנית התגובה למליחות הינה דעיכה אספוננציאלית עם העלייה במליחות. כלומר, אפקט המליחות על הצטברות הבורון בעלים מוחלש עם העלייה במליחות. באיור זה נראית ירידה חדה בריכוז הבורון בעלים בעת עליית מליחות מי ההשקיה מ EC 0.5 ל- EC 8. לא נמדד הבדל בתכולת הבורון בעלים בקרב שני טיפולי המליחות הגבוהים (EC12 & EC 8).

היות ועלייה במליחות מי ההשקיה גרמה לירידה באופוטורנספירציה וביבול, ניתן להסיק מאיור 5 שהירידה בתכולת הבורון בעלים עם עליית המליחות נובעת מירידה בכמות הבורון הנקלטת על ידי התמר. כלומר כמות הבורון הנקלטת יורדת עקב שיעור אופוטורנספירציה נמוך.



איור 5: ריכוז הבורון בעלים כפונקציה של מליחות מי ההשקיה, ברמות בורון שונות. התווים מסמלים ריכוזי בורון במי ההשקיה.

ריכוזי היונים השונים בעלים, בשורשים ובפירות מפורטים בטבלה 1. העלים נדגמו במאי 2005 והפירות במהלך הגדיל (אוגוסט- ספטמבר 2005). ריכוז הבורון בפירות היו גבוהים ככל שריכוז הבורון במי ההשקיה עלה. תופעה זו דומה לתבנית ריכוז הבורון בעלים, כלומר, ירידה חדה בתכולת הבורון בפירות בבעליה מטיפול המליחות הנמוך לטיפול EC 4. במליחות מי השקיה גבוהות השפעת ריכוזי הבורון במי ההשקיה על הצטברותו בפירות זניחה והגורם הדומיננטי הקובע את הצטברות הינו מליחות מי ההשקיה.

ריכוזי כל היונים בעלים היו גבוהים מהריכוזים בפירות. באופן פרטני, ריכוזי הבורון הפירות היו נמוכים בכשני סדרי גודל מריכוז הבורון בעלים, ריכוז הסיידן בעלים היה גבוה פי 10 מהריכוז בפרי ותכולת יון הכלוריד בעלים היו גבוהים ב 30-40% מריכוזם בפרי.

ריכוזי הכלוריד והנתרן בשורשים היו גבוהים מהריכוז בפרי ובעלים. תכולת הבורון בשורשים הייתה גבוהה פי שניים מתכולתו הפרי, ונמוכה בסדר גודל מריכוזו בעלים. עלייה במליחות מי ההשקיה (מ EC 0.5 ל- EC 4) לוותה בהתרכזות יוני הכלוריד והנתרן בשורשים ובירידה בתכולת הבורון. ממצאים אלו עומדים בניגוד למדידות משלוש שנות המחקר הראשונות (שני, טריפלר ובן- גל. תוכנית מחקר מספר 04-0082-812) שם לא נמצא מתאם בין תכולת היונים בשורשים (כלוריד, נתרן וסיידן) ובין מליחות מי ההשקיה.

בניגוד לתבנית הקורלטיבית הלינארית שבין מליחות מי ההשקיה ובין תכולת היונים (Na, Cl) בשורשים, לא נמדדה תבנית תגובה בין תכולת הנתרן, הסיידן האשלגן והכלוריד בעלים ובפרי ובין מליחות מי ההשקיה. מגמה דומה לכך נמצאה על ידי טריפלר (2004).

טבלה 1: ריכוזי היונים השונים בעלים, בשורשים ובפירות

Irrigation water	dry matter content												
			Roots			Fruits				Leaves			
	EC	B	B	Cl	Na	B	Ca	Cl	K	B	Ca	Cl	Na
dS m ⁻¹	mmol l ⁻¹					mmol kg ⁻¹							
0.5	0.028	0.65	406.21	120.87	0.333	17.5	152.33	255.75		4.902	187.50	248.24	20.00
4	0.028	0.46	947.81	506.52	0.268	20	265.16	386.19		2.497	227.50	321.58	23.04
8	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	6.105	110.00	299.01	29.57
12	0.028	-	-	--	0.203	75	169.25	296.68		1.665	185.00	248.24	16.09
0.5	0.185	1.20	468.27	123.04	0.509	17.5	152.33	319.69		8.880	205.00	259.52	21.74
4	0.185	0.83	908.32	402.17	0.444	22.5	186.18	352.94		8.417	202.50	293.37	23.04
8	0.185	-	-	-	0.398	27.5	197.46	329.92		7.215	142.50	242.60	24.78
12	0.185	-	-	-	0.305	17.5	197.46	286.45		7.677	125.00	197.46	21.74
0.5	0.463	2.22	349.79	96.96	0.934	20	157.97	306.91		29.877	197.50	253.88	23.04
4	0.463	1.30	643.16	373.04	0.703	20	169.25	319.69		16.187	172.50	327.22	23.04
8	0.463	-	-	-	0.499	17.5	163.61	296.68		11.377	177.50	225.67	22.61
12	0.463	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.5	1.850	15.19	349.79	139.13	4.856	20	225.67	386.19		165.850	160.00	310.30	26.52
4	1.850	7.59	716.50	302.61	1.609	32.5	157.97	296.68		87.411	147.50	276.45	24.78
8	1.850	-	-	-	2.340	22.5	157.97	296.68		46.527	135.00	276.45	31.30
12	1.850	-	-	-	1.702	17.5	146.69	276.21		45.139	132.50	208.74	24.78
0.5	3.700	20.09	338.50	117.39	7.539	20	112.83	255.75		279.623	132.50	242.60	28.26
4	3.700	14.81	801.13	367.83	3.173	17.5	152.33	306.91		117.843	142.50	299.01	29.57
8	3.700	-	-	-	3.977	20	157.97	286.45		88.243	117.50	248.24	26.52
12	3.700	-	-	-	-	-	-	-		118.675	155.00	214.39	24.78

6. מסקנות

מחקר זה סיים שש שנו גידול. התמר (מדגיהול) נמצא רגיש למליחות. הירידה הן בטרנספירציה והן ביבול (ביומסה) מתילה החל ברמת המליחות הנמוכה. שנת יבול פרי אחת (של

עץ צעיר) אינה מספיקה למסקנות לגבי יכול פרי תמר. בנוסף יכול הפירות רגיש גם לכללי הדילול ואלו לא הותאמו לכושר הנשיאה של עץ שהושקה במים שפירים. לימוד זה נעשה כעת. לא נמצא שהתמר רגיש לבורון מבחינת קצבי גידול וטרנססירציה. יתכן אפילו כי הוא מגביר צמיחה לעליה בריכוז הבורון עד ל 5 ppm. יחד עם זאת לא נבדקה עדיין תגובת ייצור ואיכות הפרי. בדיקה זו נעשית בשנים אלו.

מראי מקום

- Ben-Gal, A., and U. Shani 2002. A rockwool wick drain apparatus for control of soil water conditions in lysimeters. *Plant and Soil* 239(1): 9-17.
- Ben-Gal A and Shani U 2002a. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. *Plant and Soil* 247(2): 211-221
- deWit, C.T. 1958. *Transpiration and Crop Yield*. Verslag. Van Landbouck, Onderzoek No. 64. 6. 88 p.
- Keren, R., and Bingham, F.T. 1985. Boron in water, soils and plants, In R. Stuart (ed.) *Advances in Soil Science*. Volume 1. Springer-Verlag. New York. pp 229-276.
- Bresler, E., B.L. McNiel, and D.L. Carter. 1982. *Saline and Sodic Soils*. Springer Verlag. New York.
- טריפלר אפרים 2004. תגובת שתילי תרבות של תמרים מזן מג'הול למליחות ולבורון. עבודת גמר – הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה. האוניברסיטה העברית. ירושלים.

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
לימוד ההשפעה של השקיה במים המכילים מלחים ובורון על ההתפתחות, צריכת המים, יבול כללי, יבול פרי ואיכות הפרי של תמר מדג'הול. היות ולימוד התגובה של עצי תמר איטי ותלוי בגיל העץ התרכזה העבודה בשלב מחקר זה בלימוד צריכת המים, ההתפתחות והיבול הכללי.
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
התמר – מדג'הול רגיש בהרבה למליחות מהערכות קודמות. התגובה לעליה במליחות מתחילה כבר במעבר ממי 0.5 ל 4 ומשיכה במליחות הגבוהות יותר. התמר אינו רגיש לבורון עד ריכוז של 5 dS/m ההשקיה במליחות של 5 במי ההשקיה. במליחות נמוכה קיימת רגישות לבורון בריכוזים גבוהים יותר אך העץ ממשיך לצמוח ולהניב ppm 40. במליחות גבוהות יותר השפעת הבורון אינה ניכרת. ההשפעות על יבול הביומסה ועל ppm גם בריכוזים של צריכת המים דומות.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח.
מטרות המחקר בתקופת הדו"ח הושגו במלואן. יחד עם זאת המידע לגבי כמות ואיכות הפרי חשוב ביותר ולכן הניסוי ממשיך.
הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתורה לביצוע תוכנית המחקר.
המחקר ממשיך על מנת ללמוד ולכמת את השפעת מליחות מי ההשקיה וריכוז הבורון במי ההשקיה על התגובה ואיכות פרי התמר – מדג'הול. ימשיכו להיבדק השפעות ארוכות טווח של מליחות ובורון על כל הפרמטרים הנזכרים במטרת.
. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.
למחקר זה אתר אינטרנט בו מופצים מידי יום שיעורי צריכת המים של העצים בטיפולים השונים לשימוש ישיר . חלק מן התוצאות פורסם במסגרת עבודת מוסמך של אפי טריפלר: www.mop.textstore.co.il של חקלאי האיזור: תגובת שתילי תרבות של תמרים מזן מג'הול למליחות ובורון (2004). הנושא הוצג גם במסגרת ימי העיון של שאורגנו על ידי המדען הראשי.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
רק בספריות <
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) <
חסוי – לא לפרסם <