

**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:

יחזקאל מועלם- 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

Yechezkel Mualem, Dep. Of Soil & Water Sci. Faculty of Agriculture,  
Food and Environmental Sciences, P.O.B 12 Rehovot.  
The Hebrew University, Jerusalem.

[yechezkel@agri.huji.ac.il](mailto:yechezkel@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](mailto:tripler@agri.huji.ac.il)

2006

ניסן תשס"ו אפריל

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

## 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:  $0.5, 4, 8, 12 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . ריכוזי ה- $B$  במי ההשקיה הם:  $0.5, 2, 5, 20, 40 \text{ ppm}$ . משטר הדילול בניסוי קיים מספר אשכולות יחסי לכמות העלים שנוספה ב-2005 ומספר פירות קבוע בכל אשכול. בעבודה זו מדווח על מעקב יומי אחר האופוטנספירציה ( $ET$ ), על מדידות חודשיות של קצב הצימוח של הנוף והפרי ושל ריכוזי ה- $B$  בצמח. יחסים לינאריים בין יכול  $Y$  ו- $ET$  נמצאו בכל רמות המליחות וה- $B$ .  $Y$  ו- $ET$  ירדו ככל שעלתה מליחות מי ההשקיה. קצב ירידה זו דעך באופן אקספוננציאלי ב-4 טיפולי ה- $B$  הנמוכים במי ההשקיה. לא נמדד ערך סף לתחילת השפעת המליחות. בטיפולים בהם מליחות מי ההשקיה הייתה  $0.5 < EC_e < 8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , צריכת המים השנתית של עצי התמר ב-2006 גדלה לעומת שנת המחקר הקודמת. לעומת זאת, הצריכה ירדה במעט בטיפול המליחות הגבוה ( $12 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

המליחות הקטינה את רוחב הפרי בשלב הגידול המואץ, אך במועד הקטיף מימדי הפרי היו דומים. ריכוז הבורון בעלים כפונקציה של המליחות הייתה אקספוננציאלית יורדת. רמות ה- $ET$  גבוהות במליחויות נמוכות גרמו להצטברות מוגברת שלו בעלים. במליחויות גבוהות השפעתו חלה בריכוזים גבוהים שלו אם בכלל. ריכוזי הבורון בעלים ב-2006 דמו לריכוזים ב-2005.

## 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 בשימוש במי קולחין המכילים ריכוזים גבוהים של מלח ובורון. תתכן גם רעילות ספציפית של יונים נוספים בגידולים רגישים. בנוסף, עלולים להתרחש שינויים בתכונות ההידראוליות של הקרקע. ריכוזים נמוכים של בורון בתמיסת הקרקע חיוניים לצמח, אך המעבר לריכוז הרעיל לצמחים מהיר (Keren and Bingham 1985). הרעילות ספציפית לגידול, והיא מתבטאת בצריבות עלים ובירידה בטרנספירציה וביבול.

החל מאמצע שנות ה-80 ישנה עלייה מתמדת בהיקף השטחים של מטעי התמרים, רובם מזן מג'הול. כיום נטועים כ-8500 דונם תמרים באזורים מדבריים. באזור הערבה הדרומית קיימים כ-55000 עצי תמרים מזן מג'הול, כ-65% מהם (2800 דונם) מושקים במי קולחין שמקורם בעיר אילת. עד לאחרונה ריכוז הבורון במים אלו היה  $1.2 \text{ ppm}$ , זאת כי מקור מי השתייה באילת הינו במתקן התפלה של מי ים. לאחרונה, עוברים מי ההתפלה טיפול נוסף לסילוק בורון, וריכוזו בקולחים ירד ל- $0.6 \text{ ppm}$ . מליחות מי הקולחים היא  $2.3 \text{ dS m}^{-1}$ .

התמר נחשב לגידול עמיד למליחות (Fur and Armstrong, 1962; Maas, 1986). Maas ציין כי מליחות ערך הסף ממנה חלה ירידה ביבול היא  $4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ . עבודות מאוחרות יותר הראו שעץ תמר עמיד לריכוזי מלח גבוהים הודות להתאמה אוסמוטית וליכולת לרכז  $\text{Na}$  ו  $\text{Cl}$  בעלים (Hassan, 1993; Aljaburi, 1996). 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 עליה במליחות תמיסת מי ההשקיה וירידה במקדם ההשקיה. בחיפוש נרחב במאגרי מידע לא נמצאה עבודה על תגובת תמרים לבורון, 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, שבדקו תגובת עצי תמר לרמות שונות של בורון במי ההשקיה וכמובן לשילוב של שניהם.

בשנת הפרויקט הראשונה (2005) נמצא כי תמרים מזן מג'הול רגישים בהרבה למליחות ביחס להערכות קודמות. תגובת היבול והאופוטנספירציה לעליה במליחות מתחילה כבר במעבר ממי השקיה במליחות של  $0.5$  ל- $4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ . התמר אינו רגיש לבורון עד לריכוז של  $5 \text{ ppm}$  במי ההשקיה. קיימת רגישות לרמות בורון במליחות נמוכה, אך העץ ממשיך לצמוח ולהניב גם בריכוזים של  $40 \text{ ppm}$ . השפעת הבורון אינה ניכרת במליחות גבוהות יותר. ההשפעות על יבול הביומסה ועל צריכת המים דומות.

מטרת עבודה זו היא לבחון שיעורי יבול ואופוטנספירציה (ET) של עצי תמר (Phoenix *dactylifera L., cv. Medjool*) המושקים במים בטווח רחב של רמות מליחות וריכוזי בורון.

### 3. שיטות וחומרים

#### 3.1 מערך הליזימטרים

עשרים שתילי תמר (מג'הול), מתרבויות רקמה, נשתלו בקרקע מקומית (Arava sandy loam) בשדה ליזימטרים (20 ליזימטרים בנפח  $1 \text{ m}^3$ ) בסתיו 1999 בתחנת הניסיונות ביטבתה. טיפולי המליחות והבורון החלו כעבור שנה ממועד השתילה, לאחר שתילי התמר פתחו מערכת שורשים ועלוה. הטיפולים כוללים ארבע רמות שונות של מלח וחמש רמות של בורון. רמות המליחות במי ההשקיה הן:  $0.5, 4, 8, 12 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . תמיסות המלח מורכבות מ  $\text{NaCl}$  ו  $\text{CaCl}_2$  (ביחסים אקוילונטים שווים בין יוני הסידן והנתרן). ריכוזי הבורון במי ההשקיה הם: 0.3, 2, 5, 20, 40 ppm. בחורף 2002-2003 הוגדל נפחם של הליזימטרים ל  $2.5 \text{ מ}^3$ . במקביל, הם הועתקו לאתר חדש במרווחי הצבה סטנדרטיים הנהוגים במטעי תמרים מסחריים ( $8 \times 8 \text{ מ}^2$ ). מערכת הליזימטרים איפשרה שליטה בעומד המטריצי בתחתית הליזימטרים בתחום שבין רוויה לקיבול שדה (Ben-Gal and Shani, 2002). בינואר 2005 הועתקו העצים בטיפולים שכללו את רמות המליחות הנמוכות ( $1.8, 4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) ממיקלם בנפח של  $2.5 \text{ מ}^3$  לנפח  $10 \text{ מ}^3$ . לצורך כך, נבנו ליזימטרים עמוקים ( $1.8 \text{ m}$ ) ובעלי שטח פני קרקע גדול (קוטר  $2.8 \text{ m}$ ) כדי למתן את השפעת השפות, ללא הגבלת נפח בית השורשים ויצירת פרופיל רטיבות ומליחות דומה לזה המצוי בשדה. מיכל איסוף הנקז בתחתית נשקל יחד עם מכלול הליזימטר (במת שקילה עליה מונחים מיכל מלא בקרקע וצמח), הערכת כמות הנקז מתקבלת ממדידת משקל הליזימטר לפני ולאחר ריקון מיכל הנקז. לכל ליזימטר פותח אלגוריתם לחישוב הניקוז. מערכת בקרת ההשקיה מאפשרת אספקת תמיסת השקיה ייחודית לכל ליזימטר תוך שליטה על ריכוז המלח והבורון. מערכות הניקוז והשקילה מאפשרות עריכת מאזן מים רציף ומאזן מלחים יומי עבור כל אחד מן הליזימטרים.

#### 3.2 ניהול ההשקיה

כמות ההשקיה מחושבת בתדירות יומית כך שמי הנקז היו שליש מכמות מי ההשקיה. איסוף מי הנקז מתבצע מידי יום, וההשקיה מתבצעת 3-5 פעמים ביממה, בשעות האור. המדידות היומיות כוללות אוופטרנספירציה (ET) מכל אחד מהליזימטרים ומדידת המוליכות החשמלית של מי הנקז. מאזן מסת המים היומית מחושב עבור כל טיפול לפי משוואה 1:

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

כאשר  $I$  הוא כמות מי ההשקיה (kg),  $D$  היא כמות מי הנקז (kg) ו-  $dW$  הוא השינוי היומי במשקל הליזימטר (kg) השווה לשינוי באוגר המים בליזימטר.

#### 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-  $60 \text{ ס"מ}$ , במקטעים של  $15 \text{ ס"מ}$  עומק לכל דוגמא. הקרקע נשקלה מיד לאחר הדיגום ולאחר יבוש בתנור  $105^\circ \text{C}$  לקביעת תכולת רטיבות המדגם. דיגום הקרקע נעשה מידי אפריל ונובמבר. דיגום העלעלים נעשה בתדירות זהה, מעלעלים בעלי מפנה דרומי המצויים בזווית  $45^\circ$ .

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 במיצוי של העיסה הרוויה (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). העלים שנדגמו נשטפו במי ברז ויובשו בתנור  $60^{\circ}\text{C}$  למשך שבוע. תמיסת המיצוי של החומר היבש התקבל לאחר כתישה ואיכול בחומצה חנקתית. מדידת ריכוזי היונים העיקריים בקרקע, במים, בשורשים ובעל עלים נעשתה בשיטות המקובלות: ריכוזי הנתרן והאשלגן נמדדו באמצעות פוטומטר להבה, הסידן בספקטרומטר בליעה אטומית והכלוריד בכלורידומטר. ריכוזי הבורון בקרקע, במים, בשורשים ובעלים נמדדו באמצעות שיטת Azomethine-H (Bingham, 1982). ריכוז הבורון בעלים מבוטא במ"ג בורון לק"ג חומר יבש. משטר הדילול (כמות אשכולות הפרי לעץ) היה פרופורציוני לתוספת העלים השנתית של כל עץ ב 2005. לכל שני עלים חדשים שנוספו ב 2005 הושאר אשכול אחד. מספר הפירות בכל אשכול היה קבוע ועמד על 200.

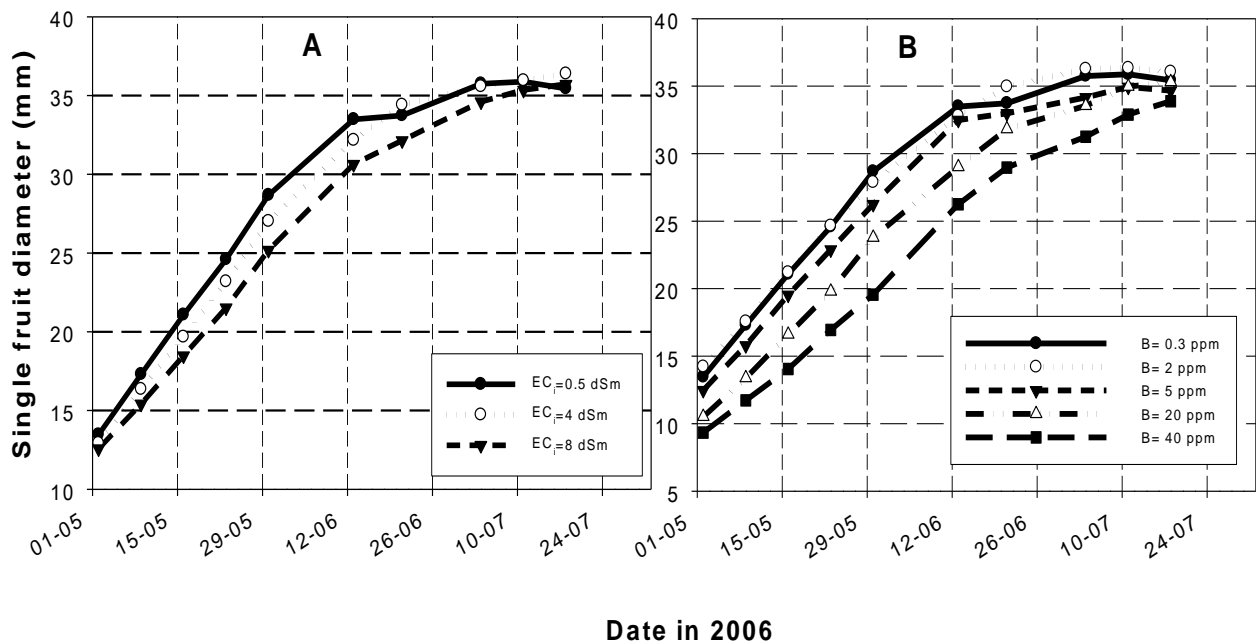
קצב יציאת עלים חדשים נמדד פעמיים בשנה. קצב התארכות הלולב, מספר תפרחות וקצב הגידול של הפרי נמדדים מידי שבוע. הפרי נגדד בחדשים אוגוסט- ספטמבר 2006. היבול של כל ליזימטר נשקל ונספר בכדי לחשב את משקל הפרי הממוצע. באוקטובר 2006 בוצע גיזום עלים עד לזווית של  $45^{\circ}$  לגזע. מספר העלים ומשקלם נמדד.

## 4. תוצאות

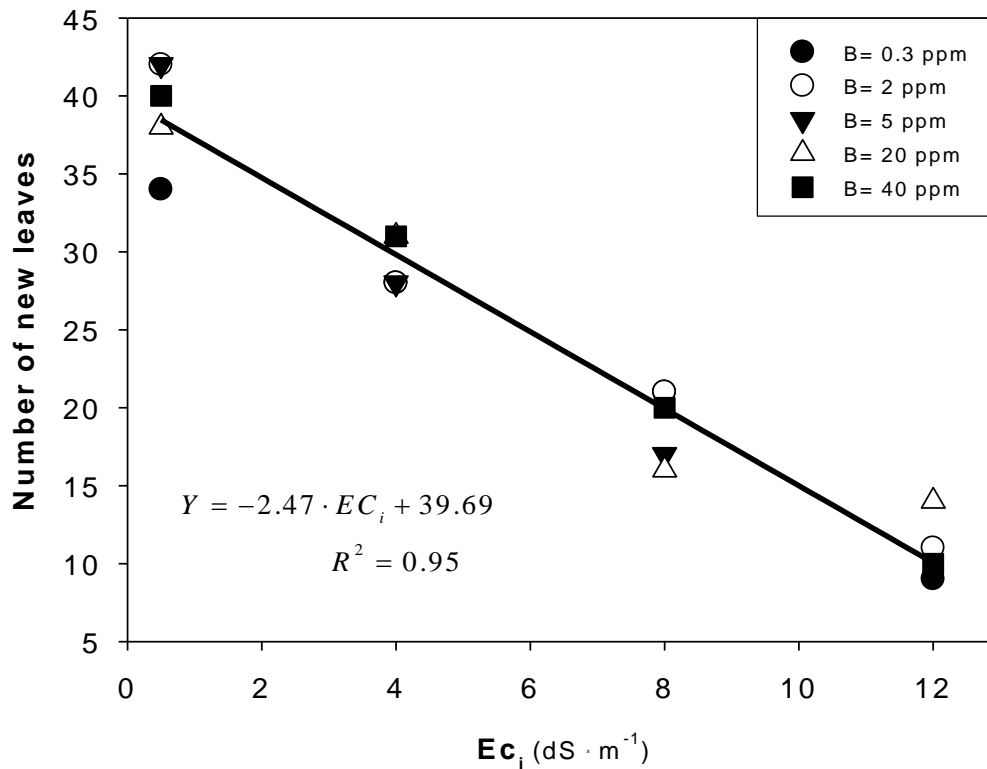
### 4.1 התפתחות הפרי והנוף

עקום הגידול של רוחב הפרי עם הזמן, בהתאם לרמות המליחות מוצג באיור 1A. הפירות חנטו במרץ-אפריל 2006, והחלו לגדול במאי. קצב הגדילה המואץ נמדד בין אמצע מאי ובין אמצע יוני. מכאן ועד מועד הגידול קצב גידול רוחב הפרי קטן. כפי שהוסבר בפרק השיטות והחומרים משטר הדילול בכל טיפול היה מספר אשכולות פרופורציוני לתוספת העלים בתום 2005. איור 1 מראה כי קוטר פירות התמר הושפע מרמת מליחות מי ההשקיה בשלב הגידול המואץ. לדוגמה, ב-23.05.2006 נמדד פרי בקוטר  $28.67 \text{ מ"מ}$  בטיפול  $EC_i=0.5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $27.01 \text{ מ"מ}$  במליחות של  $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  ו- $25.18 \text{ מ"מ}$  ב- $8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . כלומר ירידה בקוטר הפירות עם העלייה במליחות. משטר דילול זה הניב מימדי פירות דומים החל מתחילת יולי ועד סמוך לקטיף בטיפולי המליחות השונים. בנוסף, איכות הפירות הייתה דומה בכל הטיפולים.

איור 1B מדגים כיצד משטר הדילול גרם למימדי פרי דומים בטיפולי הבורון שונים ברמת המליחות הנמוכה ( $EC_i=0.5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ). בדומה לתופעה שהודגמה באיור 1A, רוחב הפרי קטן עם עליית ריכוז הבורון במי ההשקיה, בשלב הגידול המואץ. מימדי הפרי השתוו בכל רמות הבורון בסמוך לקטיף. כמות הצימוח הווגטיבי (מבוטא בכמות העלים שנוספה ב-2006) כפונקציה של רמת מליחות מי ההשקיה מוצג באיור 2. עלייה במליחות מי ההשקיה גרמה לירידה בתוספת העלים. קצב הירידה כומת על ידי חישוב משוואת קו המתאם הליניארי מתוך כלל המדידות המוצגות באיור זה. משוואה זו מורה על ירידה של 2.4 עלים עם הגידול ביחידה אחת של מליחות מי ההשקיה.



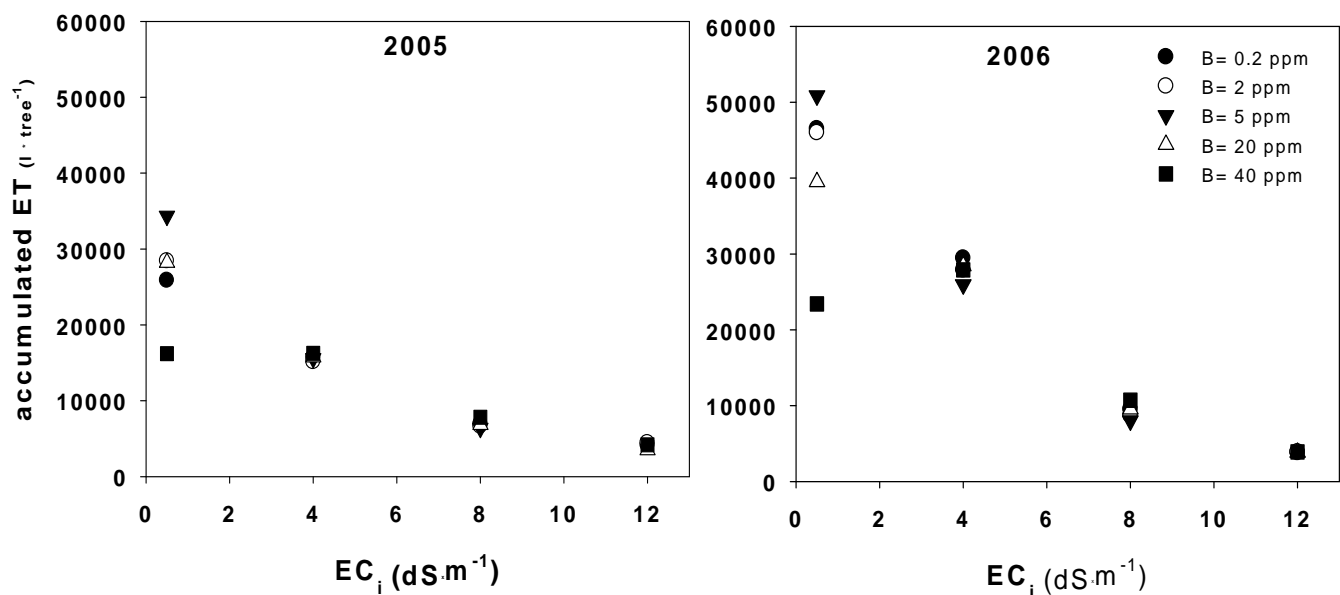
**איור 1: A-** התפתחות רוחב הפרי עם הזמן בהתאם לרמת מליחות מי ההשקיה ( $EC_i$ ), ברמת הבורון הנמוכה ( $B_i=0.3 \text{ ppm}$ ). **B-** התפתחות רוחב הפרי עם הזמן בהתאם לריכוז הבורון במי ההשקיה ברמת מליחות מי ההשקיה נמוכה ( $EC_i=0.5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ).



איור 2: מספר העלים שנוספו לכל עץ ב 2006 כפונקציה של מליחות מי ההשקיה ( $EC_i$ ). התווים מסמלים ריכוזי בורון שונים במי ההשקיה.

#### 4.2 אופוטרנספירציה ויבול

באיור 3 נראית תגובת ה אופוטרנספירציה למליחות מי ההשקיה בריכוזי בורון שונים בשתי שנות הפרויקט האחרונות. באיור זה נראה כי הטורנספירציה בשנים אלו ירדה עם העלייה במליחות מי ההשקיה. ה  $ET$  במליחות  $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  נמוכה ב- 48% מטיפול המליחות הנמוך ( 29,500 לעומת כ- 15,500 ליטרים) ב- 2005. ב- 2006 ערך זה היה נמוך ב- 36% (47,700 לעומת כ- 30,700 ליטרים). שיעור ה- $ET$  יורד באופן תלול ברמות מליחות מי השקיה נמוכות ( $0.5 < EC_i < 8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ). קצב הירידה של  $ET$  קטן ברמות גבוהות ( $EC_i > 8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ). השפעה של הבורון על הטורנספירציה לא נמצאה בטיפולים:  $EC_i = 4, 8 \text{ \& } 12 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .



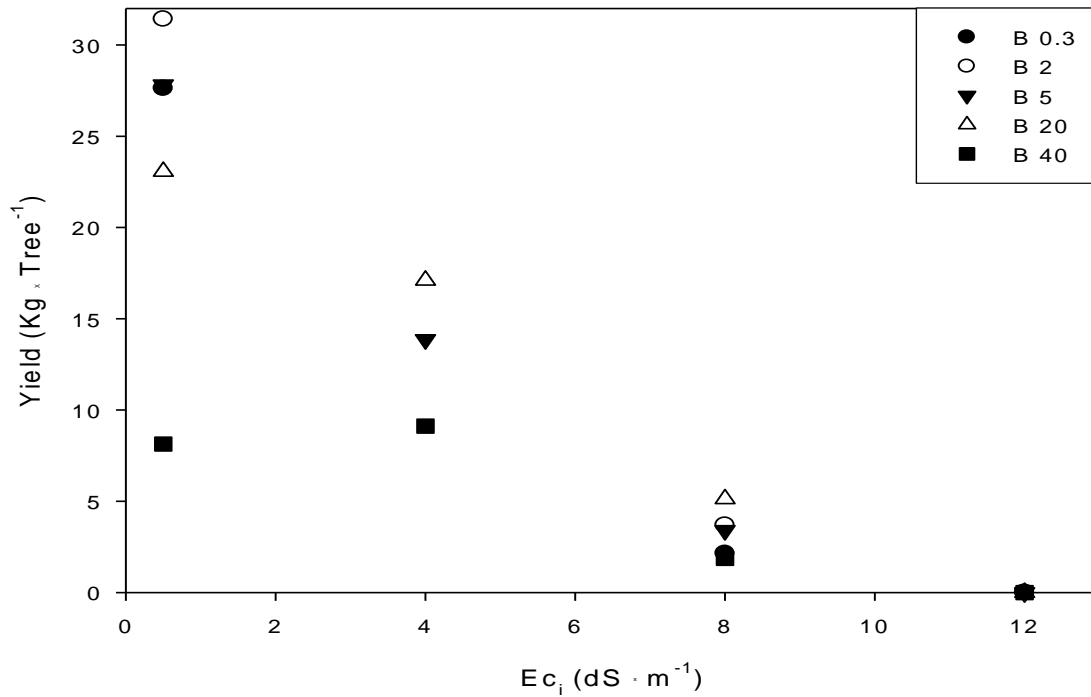
איור 3: האופוטורנספירציה המצטברת ב 2005 (שמאל) וב- 2006 (ימין) כפונקציה של מליחות מי ההשקיה ( $EC_i$ ). תווים שונים מצביעים על ריכוזי בורון שונים במי ההשקיה.

ערכי ה  $ET$  ב- 2006 ברמות מליחות מי ההשקיה של 0.5, 4, 8, ו-  $12 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$  היו 161%, 197%, 168% ו- 90% מהערכים שנמדדו ב 2005, בהתאמה. מכאן ניתן להסיק כי צריכת המים השנתית עצי התמר גדלה בטיפולים בהם  $0.5 < EC_i < 8 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ . הצריכה ירדה במעט בטיפול המליחות הגבוה (  $12 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ).

יכול הפרי של העץ כפונקציה של רמת מליחות מי ההשקיה בהתאם לטיפול הבורון השונים מוצג באיור 4. היבול יורד באופן תלול במעבר מ  $0.5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$  ל  $8 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ . לא הושג יבול במליחות מי ההשקיה הגבוהה ( $12 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ) היות ולא התפתחו אשכולות. השפעת הבורון מתבטאת בטיפולים בהם מליחות מי ההשקיה  $0.5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$  ו- 4. ברמות מליחות אלו כאשר ריכוז הבורון במי ההשקיה הוא 40 ppm היבול הינו 28% ו- 60% מהביקורת, בהתאמה. ברמות מליחות גבוהות יותר השפעת הבורון על היבול קטנה וממוסכת על ידי השפעת המליחות.

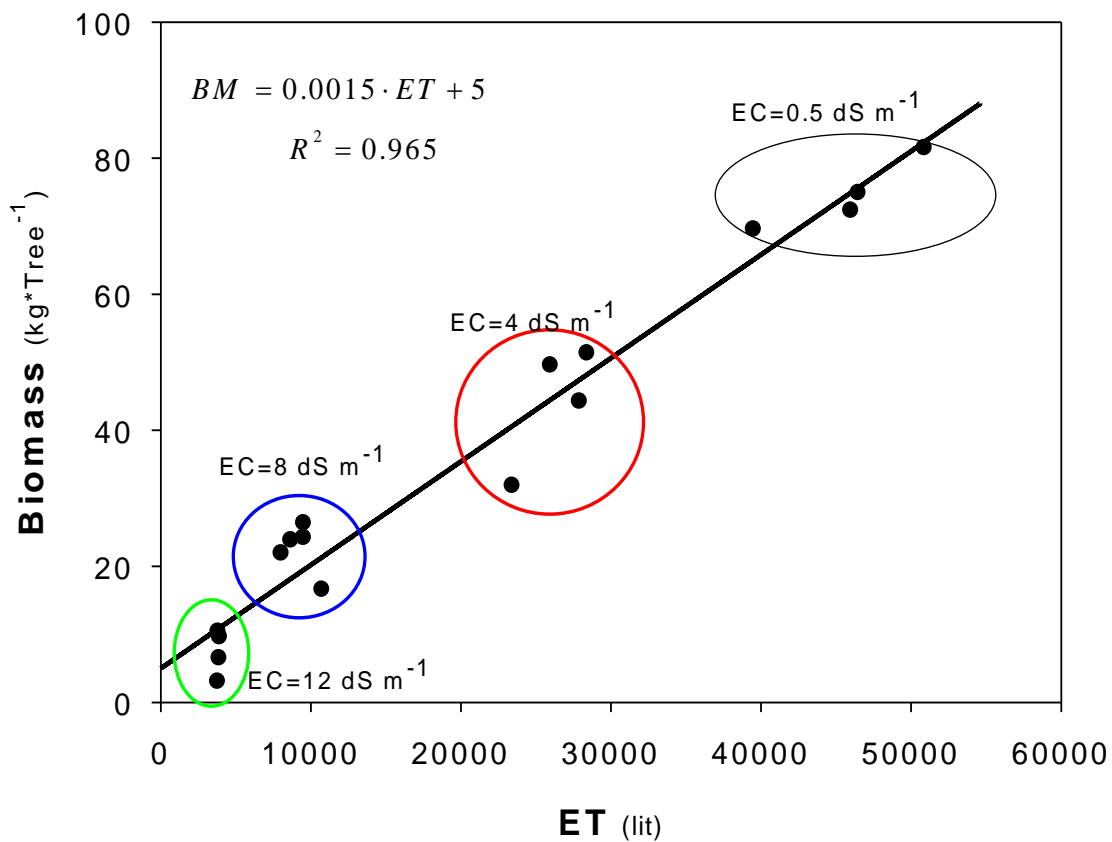
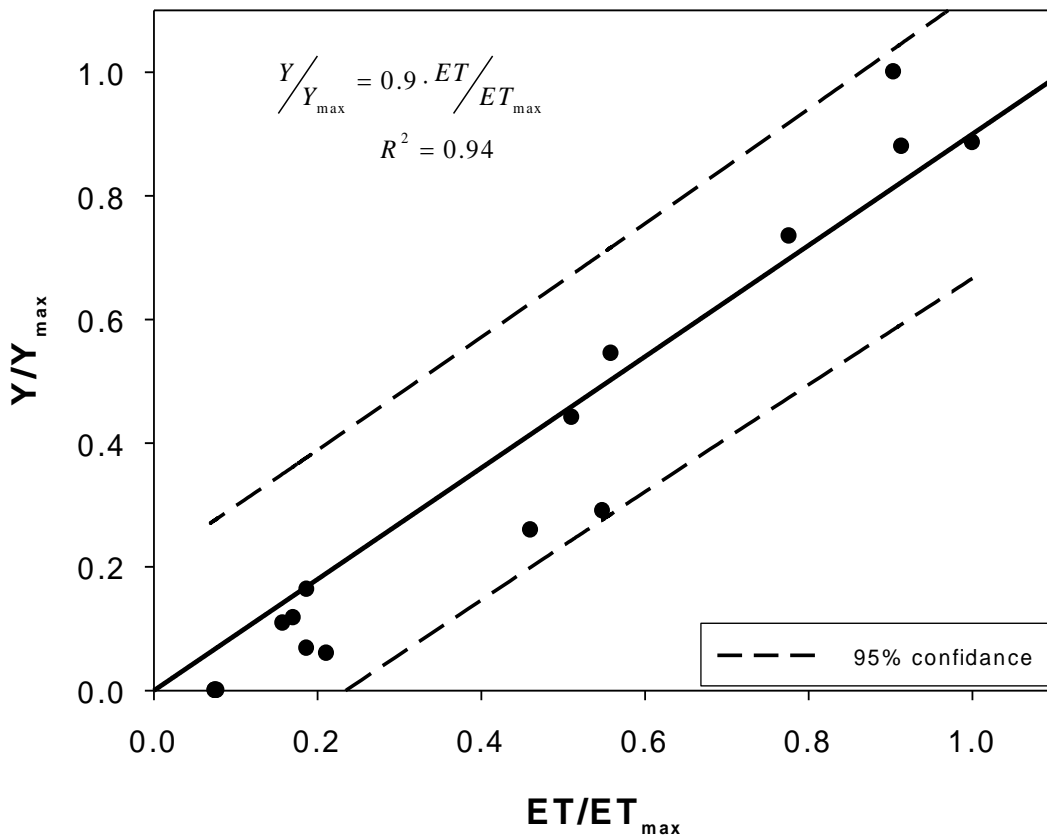
באיור 1 הוצגו מימדי פרי דומים בטיפולי מליחות מי השקיה שונים. מכאן ולפי איור 4, קבלת יבול ברמת מליחות  $EC_i = 4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$  השווה באיכותו לטיפול המליחות הנמוך ( $EC_i = 0.5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ), תתאפשר במידה ורמת היבול תקטן ב 54%.





**איור 4:** יבול פירות תמרים מזן מג'הול כפונקציה של רמת מליחות תמיסת ההשקיה (EC) ברמות הבורון (B) השונות.

באיור 5 למעלה מוצגים יחסים פרופורציוניים שנמדדו בין יבול יחסי (מנת משקל הפירות בטיפול- Y מסוים ביבול המכסימאלי שהתקבל-  $Y_{max}$ ) ובין אוופוטנספירציה יחסית (מנת ה-ET בטיפול מסוים ברמת ה-ET המכסימאלי שהתקבל-  $ET_{max}$ ). היבול גדל ככל שעולה רמת הדיות של התמר. יחסים דומים נמצאו בין ET ובין הביומסה הכוללת (משקל הפירות והעלים שנקטפו) של התמר ב 2006 (איור 5 למטה). משוואת הרגרסיה הלינארית שחושבה בין שני משתנים אלו מורה כי על מנת לייצר 1 ק"ג של ביומסה, רמת הדיות של העץ צריכה לעמוד על 2,666 ליטר בשנה. נוסף על כן, כמות הביומסה עולה עם הירידה במליחות מי ההשקיה.

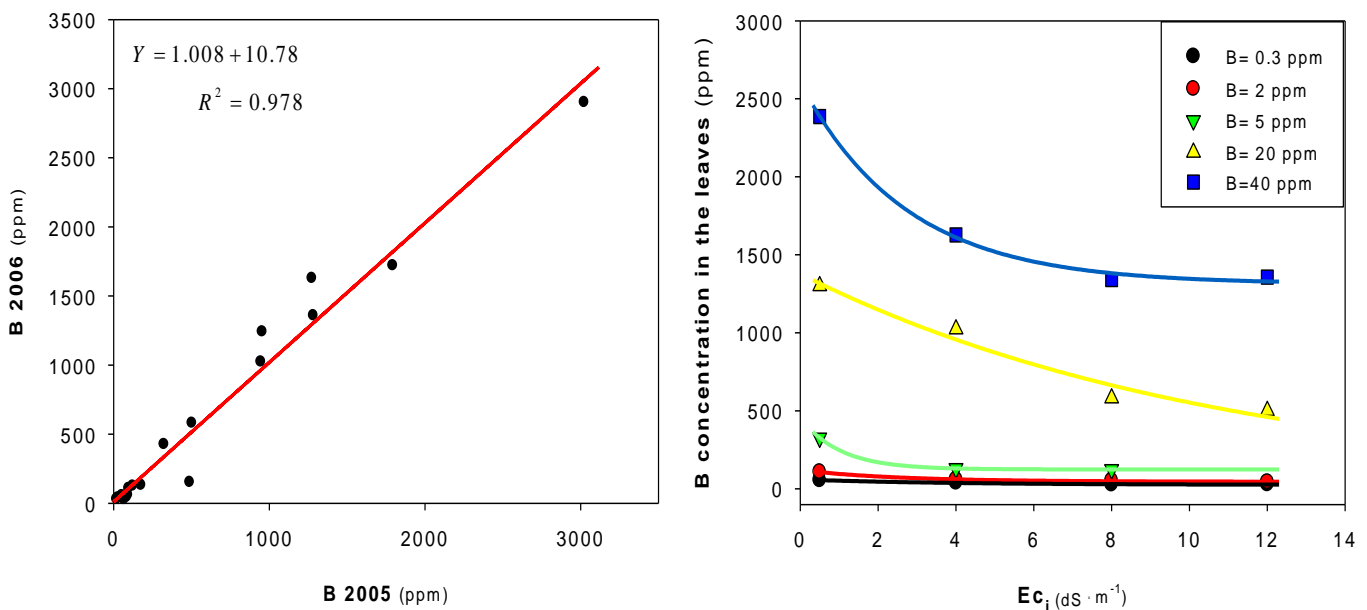


**איור 5:** יבול יחסי (מנת משקל הפירות בטיפול- Y מסוים ביבול המכסימאלי שהתקבל-  $Y_{\max}$ ) ובין אוופטרנספירציה יחסית (מנת ה-ET בטיפול מסוים ברמת ה-ET המכסימאלי שהתקבל-  $ET_{\max}$ ). - באיור העליון. משקל הביומסה (יבול ועלוה) כתלות באוופטרנספירציה - איור תחתון.

### 4.3 ריכוזי היונים בעלים ובפרי

איור 6 מימין 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. ירידה חדה בריכוז הבורון בעלים בעת עליית מליחות מי ההשקיה מ-EC 0.5 ל-EC 8 נראית בטיפולים בהם ריכוז הבורון במי ההשקיה הוא 40 ppm. לא נמדד הבדל בתכולת הבורון בעלים בקרב שני טיפולי המליחות הגבוהים ( $12 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ,  $8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

היות ועלייה במליחות מי ההשקיה גרמה לירידה באופוטורנספירציה וביבול (איורים 3, 4-ו), ניתן להסיק מאיור 6 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 6:** ימין: ריכוז הבורון בעלים כפונקציה של מליחות מי ההשקיה, ברמות בורון שונות. התווים מסמלים ריכוזי בורון שונים במי ההשקיה. שמאל: ריכוז הבורון בעלים בשתי שנות המחקר-2005-2006. העקום האדום מייצג את עקום המתאם הליניארי שחושב.

באיור 6 שמאל מוצגת השוואה בין ריכוז הבורון ב-2005 לבין הריכוז ב-2006. מאיור זה ניתן ללמוד על כך שריכוז הבורון דומה בשתי עונות מחקר אלו. מאיור זה ניתן להסיק כי ריכוז הבורון בעצי התמר בניסוי זה מתייצב על ערכים קבועים.

## 6. מסקנות

דיווח זה מסכם את שתי עונות המחקר הראשונות (מתוך 3). התמר (מג'הול) נמצא רגיש למליחות. הירידה הן בטרנספירציה והן ביבול (ביומסה) מתחילה החל ברמת המליחות הנמוכה. על מנת להגיע ליבול איכותי ברמת מליחות דומה לזו של "מי קו" בערבה הדרומית, נדרש "לשלם" בפחת יבול של 54%.

לא נמצא שהתמר רגיש לבורון מבחינת קצבי גידול וטרנספירציה. ברמת מליחות מי ההשקיה הנמוכה נמדדה השפעה שלילית של הבורון המתבטאת בריכוזי בורון גבוהים ולא שכיחים בממשק גידול חקלאי. הבורון מתרכז בעלים בהתאם לרמת האופוטורנספירציה של העלה הבודד של התמר. ברמות מליחות מי השקיה גבוהות ( $EC_e = 8 \text{ \& } 12 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) לא נמדדו בעלי התמר רמות בורון שונות בין טיפוליו השונים.

## מראי מקום

Aljiburi, H.J. 1996. Effects of salinity and gibberellic acid on mineral concentration of date palm seedlings. *Fruits*. 51:429-435. Elsevier, Paris.

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.

Bingham F T 1982 Boron. *In* Methods of Soil Analysis. Ed. A L. Page. pp 431–447. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.

deWit, C.T. 1958. Transpiration and Crop Yield. *Verslag. Van Landbouck, Onderzoek* No. 64. 6. 88 p.

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.

Hassan, M.M, and I.M. El-Samnoudi. 1993. Effect of soil salinity on yield and leaf mineral content of date palm trees. *Egypt J. Hort.* 20:315-322.

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.

Maas E.V. 1986. Salt tolerance of plants. *Appl. Agric. Res.* 1: pp 12-26.

US Salinity Laboratory Staff. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. US Dept. Agric. Handbook. 60.

– טריפלר אפרים 2004. תגובת שתילי תרבות של תמרים מזן מג'הול למליחות ולבורון. עבודת גמר הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה. האוניברסיטה העברית. ירושלים.

מאירי, א., ראובני, ע., לרנר, ח., שרבני, י., זיידל, א., סולומון, א. 1993. השפעת מי השקיה על הגידול והניבה של עצי תמר דו"ח לשנים 3-1991. דו"ח מחקרים, מו"פ חקלאות בקעת הירדן.

מאירי, א., ראובני, ע., לרנר, ח., סולומון, א. יששכר, י., רוזנר, מ. 1997. תגובת הצימוח, הניבה ואיכות הפרי של תמר לעקות מלח ומים כבסיס להשקיה אופטימלית במים שפירים ומליחים. דו"ח מחקרים, מו"פ חקלאות בקעת הירדן, 1996-1997.