

## בחינת התגובה של האבוקדו למלח ובורון שבמי הקולחים

### The effect of salinity and boron in wastewater on avocado.

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף המטעים

ע"י	
זילברשטיין מרים	שה"מ, משרד החקלאות, ת.ד. 28, בית דגן 50250
לוינגרט ענת	שה"מ, מחוז גליל מערבי, ד.ג. 25212.
עמנואל להב	מו"פ גליל מערבי, ד.ג. אשרת 25212
אלדד סוקולובסקי	שירות שדה, שה"מ, מחוז המרכז.
רמי קרן	מכון לקרקע ומים, מינהל המחקר החקלאי.
יונה חן	מחלקה לקרקע ומים, הפקולטה לחקלאות, רחובות.

בשיתוף: ד"ר עמוס נאור, ד"ר שמואל אסולין

רותי סטרול, ש. לוי, י. רגב, ט. ישראלי וצוות המטעים בחוות עכו.

. Zilberstaine miriam, Dept. of Fruit trees, Extension Service, MOA, Bet Dagan.

E-mail: [mirzil@shaham.moag.gov.il](mailto:mirzil@shaham.moag.gov.il)

Lahav Emanuel, Research and Development, Western Galilee  
Lowengart Anat, Extension Service, M.O.A., Western Galilee, 25212.

E-mail: [anatlw@shaham.moag.gov.il](mailto:anatlw@shaham.moag.gov.il)

נובמבר 2006

כג' חשוון תשס"ז

#### הממצאים בדו"ח זה מתמקדים בתוצאות של השנתיים האחרונות (בשל תופעת הסרוגיות ביבולי

האבוקדו). יש להדגיש שהמחקר הוא רב שנתי; העצים והקרקע בחלקות הניסוי נחשפים לטיפול המים השונים משנת 1990-93, ובשנים האחרונות נוצרו בקרקע ובעץ תופעות הדורשות מחקר; רק בשנים האחרונות נוצרה הפלטפורמה המתאימה לבדיקת שאלות המחקר. הנתונים לעונות הגידול 2004-5 ו 2005-6 המופיעים בדו"ח זה הינם חלקיים כיוון שנתוני היבול וחלק מבדיקות הקרקע והצמח של שנת 2006 יאספו בסתיו ובחורף הקרוב; בדו"ח זה מובאים הממצאים הבולטים של חלק א' של תכנית המחקר העוסק בהמשך הניסויים שהתבצעו עד היום בתחום זה, ניסויים בשני אתרים מרכזיים. בתחום החלק השני של תכנית המחקר (העוסק בניתוח הסיבות לשינויים שנצפים בחלקת האבוקדו בקרקע כבדה בעקבות השקיה ארוכת טווח בקולחים, על רקע השפעות איטיות יותר בקרקע קלה). בשנה האחרונה נערכו בדיקות הקדמיות, המרמזות על כיווני מחקר בהמשך. כיוונים אלו יטופלו באופן יסודי בשנים הבאות, בהתאם לגובה התקציב שיאושר למחקר. החלק השלישי, העוסק בהשוואת התגובה של אבוקדו להשקיה במי קולחים בדרגות טיהור שניוני ושלישוני – תחום זה לא טופל בשנה זו בשל העדר תקציב.

#### הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: כן/לא

חתימת החוקר

רשימת פרסומים: לא נכתבו מאמרים. פורסמו דוחות מדעיים (למדען ולאזורים) וניתנו הרצאות בכנסים מגדלים.

## **תקציר:**

המחקר עוסק בהשפעת הקולחים על רמת היבולים באבוקדו ואיכותם. המחקר מתמקד בבעיות מליחות (כלורידים ובורון). **המטרות הן:** 1. השפעת המלח שבמי הקולחים על העץ המניב (מדדים צמחיים ויבול), בפירוס מליחות קרקע שונות. 2. השפעת ריכוזי בורון בתמיסת הקרקע על העץ המניב ואיכות הפרי. 3. השפעת שילוב של ריכוזי מלח ובורון שונים בתמיסת הקרקע על העץ המניב ואיכות הפרי. המחקר מתבצע בשני האזורים המרכזיים של גידול האבוקדו, בשני סוגי קרקעות ובשני מקורות מי קולחים. **א. ניסויי בקרקע קלה בעמק חפר**, במטע מסחרי של קיבוץ המעפיל. **ב. ניסוי בקרקע כבדה בגליל המערבי**, במטע שבחוות עכו. הזנים הנבדקים הם האס ואטינגר מורכבים על מגוון הכנות המערב הודיות והמכסיקניות הנמצאות בשימוש במטעים מסחריים בישראל. הטיפולים כוללים **רמות כלורידים**: נבחנות רמות של 50 מ"ג/ל' ו 180 מ"ג/ל' בניסוי עכו, ורמות שבין 220 מ"ג/ל' ל 400 מ"ג/ל' – בניסוי המעפיל. **רמות בורון**: שלוש רמות בורון, המשולבות במקורות השונים של המים: מים שפירים ללא בורון, מי קולחים ברמה מינימלית של בורון (0.25 ח"מ) ורמה גבוהה של בורון (0.8 ח"מ). נערך מעקב אחר תגובת העצים ושינויים קרקעיים בהשפעת הטיפולים השונים. **עפ"י הממצאים** הנאספים במחקר זה נמצא, שבעקבות השקיה ממושכת בקולחים חלים שינויים בצימוח העץ ביבול (כמות ואיכות), וניכרים הבדלים בין הכנות והזנים; וכן במרכיבי הקרקע. בקרקע קלה **מתחילה** להסתמן השפעה על תכולת בורון וכלורידים בעלים ובפרי ועליה בבורון בתמיסת הקרקע. בקרקע כבדה, חלה פגיעה מתמשכת בעץ וביבוליו, וחלה עליה בריכוזי הבורון המסיס והספוח. הממצאים הללו מצביעים על הצורך באיתור הגורמים התורמים לתופעות הבלתי רצויות המתקבלות בחלקות הניסוי והתאמת ממשק מיטבי אשר יקטין נזקים עתידיים הן לצמח והן לקרקע.

## **מבוא:**

האבוקדו הינו צרכן גדול של מים; היבול מושפע מכמויות המים ומאיכותם. הפניית מי קולחים להשקיית אבוקדו מאפשרים לקיים כיום את הענף, ואף היוו מנוף לנטיעת אלפי דונמים של אבוקדו באיזור המרכז. כמו כן, ניצול הקולחים להשקיית אבוקדו ע"י החקלאים מקל על הסילוק של מי הקולחים ממרכזים עירוניים. ענף גידול זה השקיע משאבים רבים בבדיקת היתכנות ניצול מי קולחים להשקיית אבוקדו. המחקרים מתבצעים כבר למעלה מעשור שנים באיזורי הגידול המרכזיים, ונעשית עבודה מקיפה בגיבוש ממשק השקיה המתאים למטעי אבוקדו בשילובים שונים של איכות מים/קרקע/כנות. גורמים אלו נבחנו במטעי האבוקדו בקרקע קלה עד בינונית (בניסוי במעפיל), ובקרקע כבדה (בניסוי עכו). בשנים הראשונות הראו תוצאות המחקר שניתן להשקות אבוקדו בקולחים, בתנאי שהכנות הן מערב הודיות מבוררות לעמידות למלח, שרמת המליחות במי הקולחים אינה עולה על טווח של כ 180 – 240 מ"ג כלורידים בליטר ורמת הבורון נמוכה. כמו כן בלטה השפעת סוג הקרקע. עפ"י הממצאים שנאספים במחקר זה נמצא שבעקבות השקיה ממושכת בקולחים, ברמת טיהור שניוני, חלה פגיעה בעץ וביבוליו בקרקע כבדה. בקרקע קלה מתחילה להסתמן עליה בבורון בעלים, בפרי ובתמיסת הקרקע. לא ניתן, בשלב זה, להצביע על הגורם או המנגנון הקושר בין איכות המים, ממשק ההשקיה והפגיעה בעץ. לכן יש חשיבות לחקור לעומק את התופעה במטרה לאתר את גורם הנזק ולאפיין את מנגנון הפעולה על הפיזיולוגיה של העץ. מחקרים קודמים שנעשו במים שפירים הראו, שהשפעת המליחות על העץ היא השפעה מצטברת, ופגיעה ביבול ו/או בצימוח אינה מתבטאת מיד אלא רק לאחר חשיפה של מספר שנים. בנוסף לכלורידים, גם תכולת הבורון עלולה לגרום נזקים לגידול. צמחים מגיבים לבורון הנמצא בתמיסת הקרקע בהתאם לכמות הבורון הספוח. לפיכך, התפלגות הבורון בין הפזה המוצקה של הקרקע לבין תמיסת הקרקע חשובה במיוחד מכיוון שקיים תחום צר בין ריכוז הבורון הגורם לרעילות בצמחים לבין ריכוזו הגורם למחסור. הרכיבים העיקריים בקרקע, שעל פניהם עלול הבורון להיספח, הם מינרלי החרסית, חומר אורגני ותחמוצות חופשיות. לכן, מידת הספיחה של הבורון על מרכיבים אלה מושפעת מ pH המערכת ומריכוז המלחים בתמיסת הקרקע. תגובת אבוקדו לבורון תלויה בריכוזו בעלים וזו מושפעת מריכוז הבורון בתמיסת הקרקע ומנפח המים הנקלטים בעץ. אמנם קיים מידע ראשוני על רגישות

האבוקדו לבורון, אך סף הרגישות נקבע על פי ריכוז הבורון במי ההשקיה. לא נבדקה תגובת האבוקדו לרמות שונות של בורון בקרקע, תוך התייחסות לתכונות הכימו-פיזיקליות של הקרקע. כמו כן לא נבחנה רגישות הכנות המצויות היום בשימוש במטעים.

**מטרות המחקר:** היעד המרכזי של מחקר זה היא לבחון את תגובת האבוקדו להשקיה במי קולחים המכילים רמות שונות של מלח ובורון. לשם כך הוגדרו המטרות הבאות:

1. השפעת הכלורידים שבמי הקולחים על העץ (מדדים צמחיים ויבול) בפירוש מליחות קרקע שונות.
2. השפעת ריכוזי בורון בתמיסת הקרקע על העץ (מדדים צמחיים כולל יבול).
3. השפעת שילוב של ריכוזי כלורידים ובורון שונים בתמיסת הקרקע על העץ (מדדים צמחיים).

## **פרוט הניסויים שבוצעו לתקופת הדו"ח:**

המחקר מתבצע בשני האזורים המרכזיים של גידול אבוקדו, הנבדלים בסוגי הקרקעות ובטיב מי הקולחים: א. ניסוי במטע מסחרי בעמק חפר, שניטע לצורך ניסויי קולחים בקיבוץ המעפיל (קרקע בינונית) ונקרא "ניסוי-המעפיל". מטע זה ניטע בשנת 1991. ב. מטע שניטע לצורך הניסוי בחוות עכו (קרקע חרסיתית) ונקרא "ניסוי-עכו". המטע ניטע בשנים 1993 - 1994.

בדו"ח זה מדווח על 2-3 שנות ניסוי, תוך התייחסות ספציפית לשנתיים האחרונות, מאחר וסרוגיות האבוקדו דומיננטיות. הנתונים לעונת הגידול 2005-6 המופיעים בדו"ח זה ובניספחיו הינם חלקיים כיוון שנתוני היבול וחלק מבדיקות הקרקע והצמח של שנת 2006 יאספו בסתיו ובחורף.

### **I. ניסוי השקיית אבוקדו בקולחים בקרקע בינונית-קלה-(ניסוי המעפיל)**

המטע ניטע ביולי 1991, על שטח של כ- 30 דונם, בקיבוץ המעפיל. הקרקע בינונית, חול חמרה, עם שוני רב באזורים השונים של המטע. מקורות המים לניסוי הם - מים שפירים מבאר מקומית ומי קולחים של העיר נתניה, העוברים טיהור שניוני, ע"י ספק המים - "אפיקי עמק חפר". איכות המים היא גבוהה, ערכי B.O.D, חנקן וכלורידים נמוכים מאד. במהלך העונה הושקתה החלקה **במי באר** שהכילו: SAR - 1.8, EC 1.35 dS/m, כלורידים - 251 מג'ל', נתרן - 3.9 מאק'ל', בורון - 0.025 ח"מ, **קולחים** שהכילו: SAR - 4.83, EC 1.35 dS/m, כלורידים - 219 מג'ל', נתרן - 9.4 מאק'ל', בורון - 0.25 ח"מ, **וקולחים מומלחים** שהכילו SAR - 5.14, EC 1.6 dS/m, כלורידים 298 מג'ל', נתרן 9.2 מאק'ל', בורון - 0.25 ח"מ. **הזנים הכלולים** בניסוי הם האס ואטינגר, המורכבים על כנות מצטיינות בתנאי מליחות. הזן **אטינגר** נטוע על כנות וגטטיביות מבוררות: כנת VC51 שבוררה לעמידות למלח (כנת כלאיים מע"ה שמקורה במעפיל), וכנה VC40 שהיא כנה מכסיקנית, שנמצאה מצטיינת במטע עין שמר, בתנאים של מי מוביל. בזן **האס** נאספו נתונים מהעצים המורכבים על לדגניה 117, כנת זריע שמקורה בדגניה ובוררה לעמידות למלח, כנת דגניה 189 המקובלת בגליל המערבי והיא מעודדת צימוח רב, וכנת VC51. הניסוי כולל 6 טיפולים, בכל טיפול 96 עצים המחולקים ל 4- בלוקים באקראי. בכל טיפול בכל בלוק 24 עצים 8 עצים לכל צירוף. הטיפולים בניסוי הם:

- א. שפירים קיימים (עפ"י הפירוט למעלה). ב. קולחים קיימים (עפ"י הפירוט למעלה).
- ג. קולחים קיימים ומומלחים עד 400 מ"ג/ל' כלורידים\*. ד. קולחים קיימים בתוספת בורון עד 0.7 ח"מ\*\*.
- ה. קולחים קיימים ומומלחים עד 400 מ"ג/ל' כלורידים ובתוספת בורון עד 0.8 ח"מ בורון.
- ו. שפירים קיימים בתוספת בורון עד 0.8 ח"מ.

\* המלחים מורכבים מ NaCl, CaCl<sub>2</sub> ו MgCl<sub>2</sub> ביחסים שונים.

\*\* הבורון (7000B) נתרם לניסוי ע"י חברת "דשנים וחמרים כימיים בע"מ".

\*\*\* מרכיבי הדשן N.P.K. (חנקת אשלגן וחד אמון זרחתי) נתרמו לניסוי ע"י חברת "חיפה כימיקלים בע"מ".

פירוט על ממשק ההשקיה והדישון - ראה בנספח 1 (כולל טבלה 1).

**II. ניסוי השקיית אבוקדו בקולחים בקרקע חרסיתית (ניסוי עכו):** הניסוי מתבצע בחוות המטעים בעכו, בסמוך למאגר שמרת-אדמית. הקרקע מסוג גרומוסול דל גיר עם אחוז גבוה מאד (מעל 60%) של חרסית. מי המאגר מטהרים טיהור שניוני. הניסוי מתבצע בחלקה בת שטח של כ-10 ד'. החלקה ניטעה באביב 1993 בזנים אטינגר והאס מורכבים על כנות מע"ה זריעות (דגניה 113, נחל-עוז 8 ודגניה 62), ועל מכסיקנית (אילון 1). בחלקה 160 עצי אטינגר ו-160 עצי האס המאפשרים 4 טיפולים ב-5 חזרות. ההשקיה בטפטוף. הניסוי הינו תלת-גורמי, בלוקים באקראי והטיפולים הנבחנו: שלוש כנות בכל זן כמפורט לעיל, שני סוגי מים (שפירים וקולחים) ומיקום שונה של הטפטפות (טיפטוף עילי וטמון). הטפטוף הטמון בעומק של 15-ס"מ.

המעקב והמידות כוללים בדיקות מים (כל חודש), קרקע (אביב וסתיו), עלים ופרי (סתיו) (נספח 3 טבלה 1). כן נמדדים קצב גידול העץ ופוריותו. הפרי מועבר לבית האריזה לקביעת גדלו הממוצע ואיכותו ליצוא. פוטנציאל המים בגזע נמדד בעזרת תא לחץ. המדידה מבוצעת אחת לשבוע (עם הפסקות גשמים במהלך החורף). 8 עלים (מוצלים) בכל אחד מהטיפולים (שפירים וקולחים – טפטוף עילי) בעצי הזן האס מכוסים בשעות הבוקר בשקיות ניילון אטומות לאור. המדידה בתא הלחץ מבוצעת בשעות הצהריים. בדיקות קרקע נערכות פעמיים בשנה – באביב ובסתיו, לאורך שלוחת הטפטוף, 10-15 ס"מ מהטפטפת, לעומק חתך של 120 ס"מ. מדידות מתח המים בקרקע נעשות בעזרת טנסיומטרים המשדרים קריאות ברציפות ('מוטס'). הטנסיומטרים מוצבים ליד עצים מהזן האס (אותם עצים בהם נמדד פוטנציאל המים בגזע). הטנסיומטרים מוצבים בטיפול המים השפירים ומי הקולחים (טפטוף עילי), בעומק של 20 ו-40 ס"מ. 3 חזרות בכל עומק ובכל טיפול. הטנסיומטרים הוצבו בחלקה באוקטובר 2005.

## **תוצאות הניסויים:**

### **I. ניסוי המעפיל - השפעת מים מאיכויות שונות על מרכיבי העץ**

**צריבות עלים כמדד לנזקי מליחות:** בזן אטינגר אובחנו רמות של צריבות העלים גבוהות בכנה המכסיקנית (40VC) בשיעורים של 3.5 – 4.13 בסולם המקובל (בין 0 ללא צריבות, 5 צריבה קשה). בכנה המע"ה VC51 רמת הצריבות היתה נמוכה ביותר. בזן האס, המורכב על שלוש כנות מע"ה אובחנו רמות נמוכות ביותר של צריבות עלים. (ראה נספח תרשים 1).

**חינוניות העץ:** העצים בכל הטיפולים נראים במצב וגטיבי טוב. אלא שהשנה, לקראת הסתיו ניכרה התייבשות ענפים חריגה במטע. בסקר שנערך בחודש אוקטובר נמצא הבדל בין הזנים. באטינגר רמת התייבשות הענפים לעץ היתה מינימלית ובלתי חריגה (בין 0.63 - 1.94 ענפים יבשים לעץ), והבדל זעום בין הכנות, אך ההבדל אינו משמעותי. לעומת זאת בהאס התייבשות הענפים היא חריגה, בכל איכויות המים ובשלושת הכנות, ונעה בין רמה של 3.92 ענפים לעץ בכנה דגניה 189 בטיפול קולחים מומלחים; ועד 2.50 ענפים לעץ בכנה דגניה 117 בטיפול מי קולחים עם בורון גבוה (טיפול ד). לא נמצאה השפעה של איכויות המים על עוצמת התייבשויות הענפים (ראה נספח 2 תרשים 2). גם בעבר אובחנה תופעה דומה שהתבטאה בזן האס בלבד.

**פוטנציאל מים בגזע:** תגובת העץ להשקייה באיכויות מים שונות נבדק ע"י פוטנציאל מים בעלים, ( בעזרת מדידת תא לחץ). בעונה זו הוקדש זמן ללימוד שיטת העבודה ולבחינת מערכת מדידה זו באבוקדו. יש לציין שאנו בשלב של כיוול הבדיקה ובחינת התוצאות המתקבלות, ולכן ההתייחסות היא יחסית ולא לערכים המוחלטים שנמדדו. נערכו מספר מצומצם של מדידות במטע המעפיל (נספח 2 תרשים 3).

**מתכונת יסודות בעלים:** עלים נדגמים בכל שנה בחודש נובמבר ומועברים למעבדה לשירות שדה, לבחינת תכולת מינרלים, בשיטות המקובלות ליסודות מאקרו ומיקרואלמנטים. בשנתיים האחרונות נמצאו הבדלים בתכולת **בורון וכלורידים** בעלים (תמצית התוצאות בטבלה 1). הן בהאס והן באטינגר, בטיפול הקולחים בהם רמת הבורון גבוהה (0.8 ח"מ) – נמצאו גם ערכים גבוהים של בורון בעלים. בטיפול של מים שפירים ותוספת בורון (0.25 ח"מ), טיפול ו) נמצאו ערכי בורון בעלים של אטינגרגבוהים יותר מאשר בשפירים עם אותו ריכוז בורון (טיפול ב). בהאס נמצאו ערכים גבוהים של בורון בעלים רק בטיפולים של בורון גבוה. רמות כלורידים בעלים מושפעים כנראה ממי

הקולחים ומשילוב של הבורון. באטינגר, בטיפולים בהם היתה רמת כלורידים גבוהה (400 מג' /ל') ורמת בורון גבוהה נמצאו גם הערכים הגבוהים ביותר של כלורידים בעלים. ממצאים אלו יבדקו מחדש בנובמבר 2006.

**טבלה 1: השפעת איכויות מים על תכולת מלחים בעלי אבוקדו. המעפיל נובמבר 2004 ו 2005.**

האס כנת דגניה 117				אטינגר כנת VC51				טיפול
בורון מג' /קג'		כלור (%)		בורון מג' /קג'		כלור (%)		
2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	
20.00	23.0	0.52	0.33	15.20	27.1	0.53	0.68	שפירים מקומיים
22.00	35.0	0.41	0.32	15.30	27.2	0.37	0.31	קולחים מקומיים
24.90	37.3	0.51	0.72	18.60	31.2	0.55	0.44	קולחים+מלחים (400מ"ג/לי)
38.90	51.9	0.38	0.27	32.00	49.2	0.42	0.37	קולחים מקומיים + בורון 0.8 ח"מ
47.20	58.7	0.58	0.47	31.60	47.5	0.73	0.58	קולחים מקומיים + בורון 0.8 ח"מ +מלחים (400מ"ג/לי)
23.90	36.3	0.52	0.45	20.10	35.7	0.50	0.35	שפיר. מקומיים + בורון 0.25 ח"מ

**מתכונת היסודות בחלקי הפרי:** בעונה שעברה נבדקה ההשפעה של איכויות המים על תכולת מינרלים בחלקי הפרי השונים. (לשם כך נדגמו פירות האס, 40 פירות לטיפול, 10 מכל בלוק/חזרה, ונבדקו לתכולת מינרלים). במרבית היסודות לא בלטו הבדלים בין הטיפולים השונים. בבורון מסתמנת תכולה גבוהה יותר בטיפולים ד (קולחים מקומיים + בורון 0.8 ח"מ) ו ה' (קולחים מקומיים+בורון 0.8 ח"מ+כלורידים (380מ"ג/ל')). בטיפול הבורון הגבוה במים שפירים (טיפול ו') לא נמדדה עליה כלל או מתונה ביותר (נספח 2 טבלה 2). יש להמשיך לבדוק נושא זה בעתיד.

**יבולים:** כידוע, האבוקדו מתאפיין בסירוגיות, ולכן יש לבחון את ההשפעות השונות של הטיפולים לאחר מספר שנות יבול. בדוח זה מוצגים הנתונים של השנים 2004 – 2005/6, שבהם המשיכו העצים להחשף לטיפולים השונים. היבול של שנה זו (2006 – 7) עדיין לא נקטף.

**יבול האטינגר:** התוצאות המובאות בדו"ח זה הן מעונות 2004-5 ועונות 2005-6. בשנתיים האחרונות המיוצגות בדוח זה (נספח 2 תרשים 4) היה היבול הממוצע של כנה VC40 3909.4 ק"ג לד' לשנתיים ובכנה VC51 הגיע היבול הדו שנתי ל 3292.0 ק"ג לד' לשנתיים. השפעת טיפולי הכלורידים והבורון לא ניכרת בשלב זה באטינגר, למרות שבעבר היו היבולים של אטינגר מורכב על VC51 גבוהים יותר.

**בזן האס** הריווחיות נקבעת על פי גודל הפרי ורמת היבול. גודל הפרי מושפע ממספר גורמים, בין השאר מרמת היבול לעץ. בשנים 2004 ו 2005 היו יבולי ההאס רגילים וגודל הפרי נמדד, (בנספח 2 בטבלה 3). בעונות 2005/6 (העונה שחלפה) היה יבול ארצי נמוך ביותר וכך גם בחלקת הניסוי ואי לכך הפרי היה גדול יותר מהממוצע, ולכן לא נמדד גודל הפרי בבניסוי. יבולי שלושת השנים סוכמו ומוצגים בנספח 2 בטבלה 3. בשנת 2005 התקבל היבול הגבוה ביותר מהעצים המורכבים על הכנה VC51 בטיפולים ב (2,895 ק"ג/ד') ו ג (2,532 ק"ג/ד') אלא שהפרי היה קטן ביותר (פחות מ – 220 גר'). מתוך נתוני הטבלה ניתן לראות שבמהלך השנתיים התקבל הפרי הגדול ביותר (בין 247 – 255 גר') בכנה דגניה 189, והפרי הקטן ביותר התקבל בכנה VC51. יבולי לצורך המחשה והדגשה, חושבו בנפרד היבולים השנתיים האחרונות והם מפורטים במספח 2 בתרשים 5. בחינת השפעת הטיפולים השונים על גודל הפרי והכמות איננה מצביעה כרגע על מגמה מסויימת. אך מכיוון שהתהליך הוא תהליך מתמשך, יש להמתין לעונות יבול נוספות בהם יהיו העצים חשופים למרכיבי הקולחים השונים, בטרם יוסקו מסקנות.

**קרקע:** בדיקות הקרקע נדגמות מספר פעמים בשנה, באביב, לאחר הגשמים ולפני התחלת עונת ההשקיה, בחודש אוגוסט, לפני הופעת סימני צריבות, ובסתיו, בסיום תקופת ההשקיה, לפני הגשמים. הנתונים המובאים בדו"ח זה מתרכזים במדדי המליכות – רמת בורון, מוליכות חשמלית ו SAR. במעקב רב שנתי נמצא שרמת הבורון בקרקע נמצאת ביחס ישר לרמה שבמי ההשקיה, והבורון נשטף לכל עומק הקרקע הנבדק (מעומק 0-30 ס"מ ועד 60-90 ס"מ). בטיפולים בהם רמת הבורון היא גבוהה (0.8 ח"מ) (טיפולים ד' ו ה') חלה עליה ברמת הבורון בקרקע במשך השנים, והעליה היא לכל עומק הקרקע. תוספת כלורידים למים לא שינתה את רמת הבורון בקרקע. (נספח 2 תרשים 8) בסתיו 2006 תערך בדיקה נפרדת לבורון הספוח לעומת הבורון שבתמיסת הקרקע. המוליכות החשמלית בקרקע היתה גבוהה יותר במרבית הטיפולים ובכל העומקים (למעט בטיפול במים שפירים בתוספת נמוכה של בורון בעומק 0 – 30 ס"מ בשנת 2004 (טיפול ו') (נספח 2 תרשים 7). ערכי SAR הנמדדים במהלך השנים מצביעים על ערכים גבוהים בטיפולי הקולחים לעומת המים השפירים, בעומקים 0 – 90 ס"מ (נספח 2 תרשים 6).

## **II. תוצאות ניסוי עכו- השפעת מים מאיכויות שונות על מרכיבי העץ**

**צריבות עלים כמדד לנזקי מליחות באבוקדו:** התוצאות מבליטות את השפעת הכנה - בשני הזנים היו צריבות העלים גבוהות יותר, במובהק, בעצים שהורכבו על הכנה המקסיקנית (אילון 1) בהשוואה לכנות המערב הודיות. בין הכנות המערב הודיות לא נמצאו הבדלים מובהקים (נספח 3, טבלאות 2, 3). לסוג המים היתה גם כן השפעה על צריבות העלים – במרבית השנים נצפו יותר צריבות עלים בעצים שהושקו במי קולחים בהשוואה למים השפירים. בעונת 2004/05 לא נמצאו הבדלים בשני הזנים. וכן לא נמצאו הבדלים מובהקים במיקום הטפטוף. בזן האס, בספטמבר 05 נמצאה השפעת גומלין בין מיקום הטפטוף לכנה – בטפטוף עילי היתה כנת, אילון 1' צרובה יותר ואילו בטפטוף מוצנע לא היו הבדלים בעוצמת הצריבות בשלוש הכנות.

**כלורוזא בעלים, התייבשות ענפים ונשירת פירות:** מי הקולחים הגבירו את הכלורוזא (השפעה לא מובהקת) ובמידה רבה את התייבשות הענפים בזן האס. (נספח 3 טבלה 4).

**מתכונת היסודות בעלים:** מאחר ולא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטפטוף העילי לטמון, החל משנת 2003 נדגמו טיפולי הטפטוף העילי בלבד ומשנת 2004 הזן האס בלבד (להלן מובאים הממצאים הבולטים בלבד, בבחינת סוג המים ומיקום הטפטוף (טבלה 2). בשנתיים האחרונות ניתן לראות כי ריכוזי הבורון בעלי ההאס גבוהה מזו שבאטינגר. ריכוזי הבורון בעלי שני הזנים גבוהים יותר בעצים המושקים בקולחים בהשוואה למים שפירים, כאשר במרבית השנים הבדל זה מובהק. עם השנים נראית מגמה של ירידה בריכוז הבורון בעלי העצים המושקים במי קולחים, בשני הזנים, במקביל לירידה בריכוז הבורון בתמיסת הקרקע (ראה איורים 1, 2) וזאת כתוצאה מירידה בריכוז הבורון מריכוז של 0.9-1.0 מג' ל' בשנים 2000/1-1996/7 לריכוזים של 0.2-0.3 מג' ל' מהשנים 2001 ועד עתה (בדוח זה מובאות רק תוצאות חלקיות). בנוסף, מסתמנת מגמה שבטפטוף טמון (רדוד), ריכוזי הבורון בעלי אטינגר והאס גבוהים במידה מסוימת מאלו שבטפטוף עילי.

מגמה נוספת, אשר מובהקת בחלק מהשנים, היא המצאות ריכוזי מנגן גבוהים יותר בעצים המושקים במים שפירים, בהשוואה לאלו המושקים במי קולחים, בשני הזנים (טבלה 3).

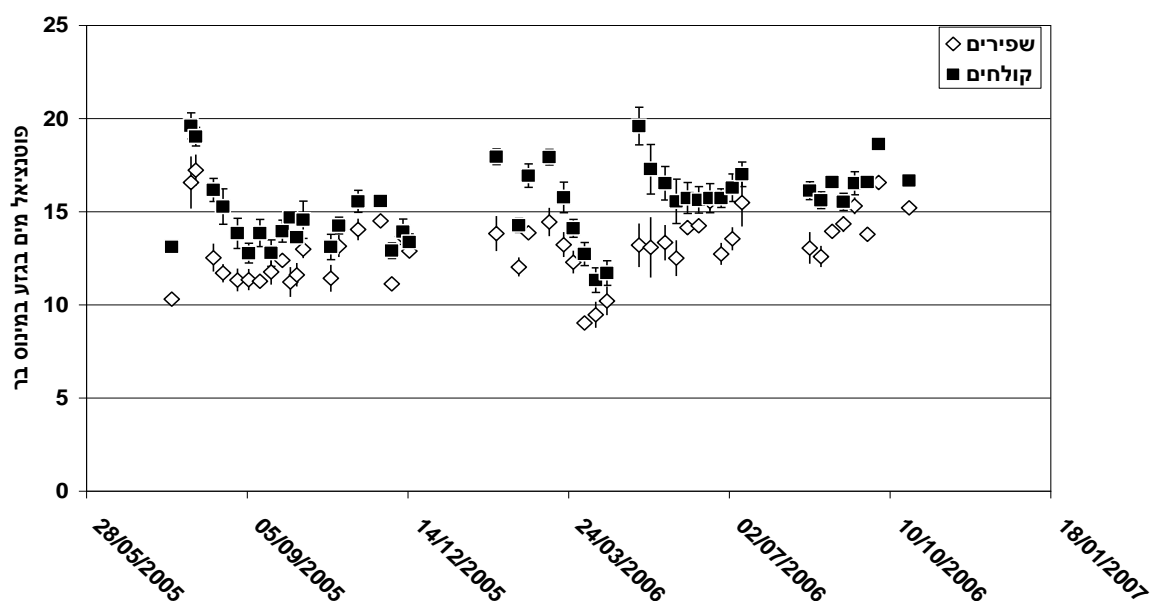
## טבלה 2. ריכוזי כלור ובורון בעלי האס כתלות בסוג המים ומיקום הטפטוף

היסוד	השנה	סוג מים				מיקום טפטוף		
		שפירים	קולחים	ש"ת	מובהקות	עילי	טמון	ש"ת מובהקות
כלור	2004	0.55	0.57	0.076	למ'			
	2005 (%)	0.56	0.71	0.078	למ'			
בורון (מג"/קג')	2002	30.3 ב	42.6 א	2.88	0.011	33.8	39.1	2.88 למ'
	2003	23.0 ב	33.4 א	0.88	0.001	28.2	28.2	1.26 למ'
	2004	22.9 ב	29.3 א	0.91	0.008			
	2005	17.2 ב	25.8 א	0.89	0.004			

טבלה 3. ריכוזי מנגן (מג"/קג' מהחומר היבש) בעלי אטינגר והאס כתלות בסוג המים ומיקום הטפטוף.

הזן אטי נגר	השנה	סוג מים				מיקום טפטוף		
		שפירים	קולחים	ש"ת	מובהקות	עילי	טמון	ש"ת מובהקות
	2003	143.8	141.8	11.72	למ'			
	2002	417.5 א	209.5 ב	27.30	0.000	269.0 ב	358.0 א	27.30 למ'
סאט	2003	215.2	201.8	9.14	למ'	208.5	246.0	13.89 למ'
	2004	230.0 א	195.0 ב	4.61	0.006			
	2005	350.8 א	203.0 ב	17.41	0.004			

**פוטנציאל מים בגזע:** נמדדו ערכי פוטנציאל מים שליליים יותר בגזעי העצים אשר הושקו במי קולחים מאלו שבעצים שהושקו במים שפירים (תרשים 1) בכל תקופת המדידה (מאי 2005 עד אוקטובר 2006). ההבדלים משתנים במהלך עונות השנה. יש צורך בהמשך המדידות ואפיון ההבדלים (אקלים, מצב ושלבים פיסיולוגיים של העצים). בנוסף, לא ברור בשלב זה אם הערכים הנמדדים הינם הערכים המוחלטים ונראה כי יש צורך באפיון מפורט יותר של המדידה באבוקדו.



**תרשים 1.** פוטנציאל מים בגזע עצי האס כתלות בסוג המים ובזמן. עכו 2005-2006 (הקווים ליד נקודות המדידה הינם קווי שגיאת התקן).

**היבול:** היבול נקבע לפי מספר הפירות ומשקל הפרי הממוצע. **ראה פרוט להלן:**

**מספר הפירות/עץ** - השפעת הכנה, סוג המים ומיקום הטפטפת (נספח 3 טבלאות 5, 6):

**א. השפעת הכנה:** במהלך שנה אחת במהלך 2002-2005 נמצאה השפעה מובהקת בזן האס. בממוצע היו על עצי ההאס שהורכבו על הכנה המכסיקנית 'אילון 1' כ-158 פירות/עץ ועל כנת 'דגניה 113' כ-174 פירות/עץ. שתי כנות אלו היו נחותות במובהק בהשוואה לעצים שהורכבו על כנת 'דגניה 62', שנשאו 222 פירות/עץ. גם בזן אטינגר היו כנת 'אילון 1' וכנת 'דגניה 113' נחותות. אולם, בזן זה הכנה המצטיינת היתה 'נחל עוז 8'. בממוצע רב שנתי נשאו עצי האטינגר 20-58 פירות יותר על כנה זו בהשוואה לשתיים האחרות.

**ב. השפעת סוג המים:** בזן האס נמצאה השפעה מובהקת ב-3 שנות הניסוי המובאות בדו"ח זה כאשר מספר הפירות הממוצע בעצים שהושקו במי קולחים היה 122 לעומת כ-248 פירות/עץ בעצים שהושקו במים שפירים. בזן אטינגר נמצא יתרון מובהק למים השפירים ב-2 מתוך 3 שנות הניסוי המובאות בדו"ח זה ובממוצע נשאו העצים שהושקו במים השפירים 114 פירות לעומת 65 בלבד בעצים שהושקו במי קולחים.

**ג. השפעת מיקום הטפטוף:** לא נמצאו הבדלים בין הטפטוף העילי והטמון בשני הזנים.

**משקל הפרי הממוצע:** כללית היה משקל הפרי הממוצע נורמלי בזן אטינגר אך קטן במיוחד בזן האס (נספח 3 טבלאות 7, 8).

**השפעת הכנה:** בזן אטינגר היו הפירות בעצים שהורכבו על כנת 'אילון 1' גדולים בשיעור מובהק בהשוואה לפירות שנקטפו מהעצים שהורכבו על הכנות המערב הודיות (תוספת של 20 ג'). היה זה במידה רבה תוצאה של מספר הפירות הקטן יחסית בכנה זו. בזן האס לא נמצאו הבדלים בארבע שנים. רק בשנת 2001/2 היה יתרון ברור (20-16 ג') לכנת 'דגניה 62' בהשוואה ל'דגניה 113' ו'אילון 1'.

**השפעת סוג המים:** בזן אטינגר כמעט ולא נמצאו הבדלים במשקל הפרי הממוצע, למעט עונת 2002/3 בה היו הפירות המושקים במים שפירים גדולים יותר במובהק. בזן האס לא נמצא הבדל בממוצע הרב שנתי אך בעונות 2000/1-2001/2 נתקבל פרי גדול יותר בעצים המושקים במים שפירים למרות מספר פירות גבוה יותר בעצים אלו בהשוואה למושקים במי קולחים זאת למרות שניתן היה לצפות לפרי גדול יותר בעצים שהושקו במי קולחים ונשאו פחות פירות. ניתן ליחס זאת לגידול הפרי הנמרץ יותר בעצים שהושקו במים השפירים (השווה עם טבלה 10). בעונת 2003/4 נתקבלה תוצאה הפוכה.

**השפעת מיקום הטפטוף:** מיקום הטפטוף לא השפיע על משקל הפרי הממוצע בשני הזנים.

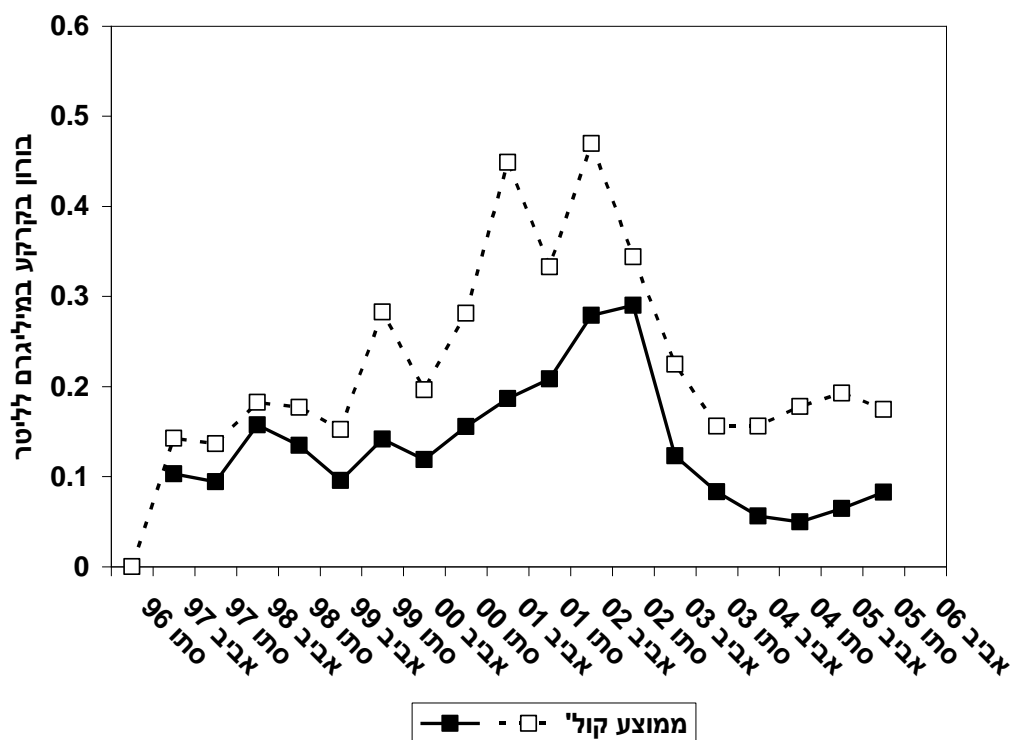
### **מעקב קרקעי**

להלן תוצאות המעקב הקרקע הרב שנתי בחלקות המושקות במי קולחים לעומת אלו המושקות במים שפירים, בטפטוף עילי בתקופה שבין אביב 1997 לאביב 2006. בנספח 3 מובאות כל תוצאות המעקב הקרקע הרב שנתי בחלקות המושקות במי קולחים לעומת אלו המושקות במים שפירים. מאחר ונמדדו שינויים עם הזמן, כצפוי בתהליכים קרקעיים, מובאים האיורים על בסיס רב שנתי מתמשך, בטפטוף עילי בתקופה שבין אביב 1997 לאביב 2006. בנספח מופיעים נתוני השתנות מרכיבי המליחות בקרקע כתלות בסוג המים והזמן. בגוף הדוח מוצגים הממצאים הבולטים.

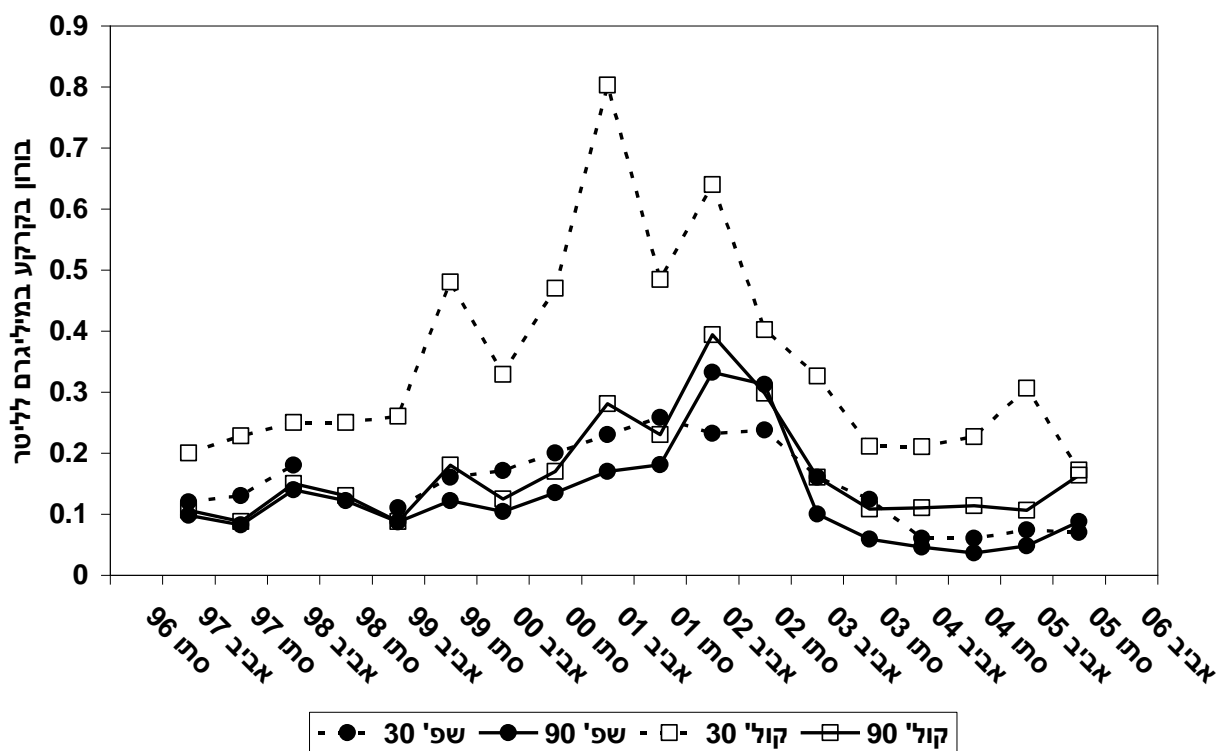
יש לציין שבקידוחי סתיו 2006 הצטברו מים בחלק מהבורות מיד בגמר הקידוח. מפלסי המים בבורות הקידוח נעו בין 30 ס"מ מפני הקרקע ועד להעדר מים כלל. נושא זה ייבחן על ידי הצבת פיזומטרים בחלקה.

**בורון:** עם תחילת ההשקיה במי קולחים החלה עליה בריכוז של הבורון בתמיסת הקרקע והפער בין הקרקע המושקית במי קולחים לזו המושקית במים שפירים הלך וגדל מאביב 1999 (תרשים 2). ריכוזי הבורון, בשני סוגי המים, הלכו ועלו עד לשנת 2002 כאשר משנה זו חלה ירידה בריכוזי הבורון אשר הינה תוצאה הן של גשמי ברכה שירדו החל מחורף 2001/02 והן כתוצאה מירידת ריכוז הבורון במי הקולחים. יחד עם זאת, ריכוזי הבורון בקרקע

המושקית במי קולחים נשאר גבוה יותר מזה שבקרקע המושקית במים שפירים. הבדלים אלו המתוארים לעיל נובעים בעיקר מההבדל בשכבת הקרקע העליונה (0-30 ס"מ), ראה תרשים 3.



תרשים 2. ריכוזי בורח בתמיסת הקרקע (מג"ל) כתלות בסוג המים (ממוצע לכל החתך).



תרשים 3. ריכוזי בורח בתמיסת הקרקע (מג"ל) כתלות בסוג המים ובעומק.

**הקשר בין הבורון בתמיסת הקרקע לבורון הספוח:** ריכוז הבורון הספוח על החרסית בקרקע המושקית במי קולחים נמצא גבוה באופן מובהק מזו שמושקית במים שפירים (טבלאות 4, 5).

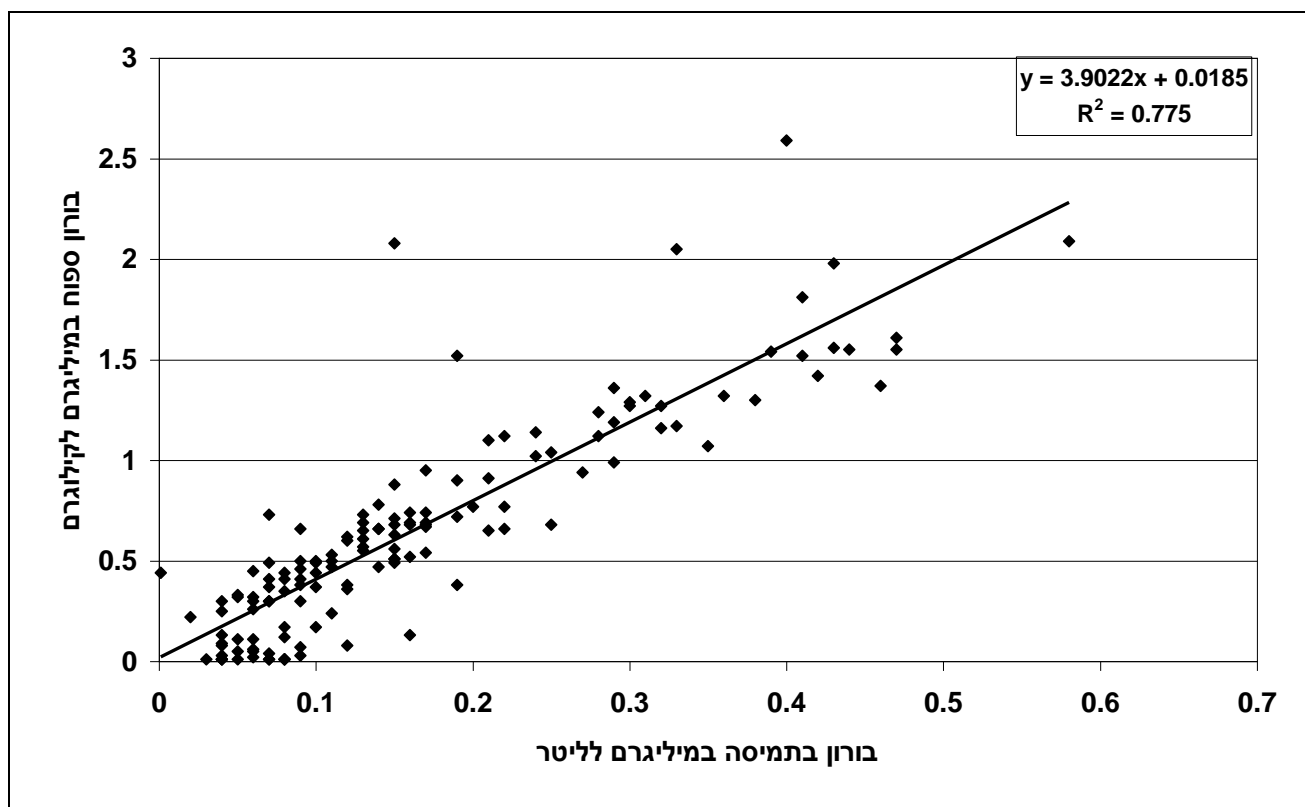
**טבלה 4:** בורון ספוח בקרקע במיצוי מניטול (מ"ג/ק"ג) כתלות בסוג המים ובעומק (0-120 ס"מ). אביב 2004.

עומק (ס"מ)	שפירים - עילי	קולחים - עילי	ש"ת	מובהקות
30	0.034 ב	1.418 א	0.2995	0.031
60	0.014 ב	0.830 א	0.1368	0.013
90	0.052 ב	0.450 א	0.0856	0.030
120	0.104 ב	0.274 א	0.0311	0.018

**טבלה 5:** בורון ספוח בקרקע במיצוי מניטול (מ"ג/ק"ג) כתלות בסוג המים ובעומק (0-60 ס"מ). אביב 2005.

עומק (ס"מ)	שפירים - עילי	קולחים - עילי	ש"ת	מובהקות
30	0.382 ב	1.312 א	0.1254	0.0063
60	0.292 ב	1.328 א	0.1463	0.0075

נבחן גם הקשר בין ריכוז הבורון בתמיסת העיסה הרוויה לבין ריכוז הבורון הספוח (מיצוי במניטול) בקרקע המושקית במי קולחים ונמצא מתאם לינארי גבוה, בתחום הריכוזים שנמדד (איור 4). ניתן לראות כי הריכוז הספוח (במג"קג) הינו גבוה פי 3.9 מריכוזו בתמיסה (במג"ל).



**תרשים 4:** הקשר בין ריכוז הבורון בתמיסה (מג/ל) לבין ריכוזו הספוח (מג/קג). ניסוי עכו.

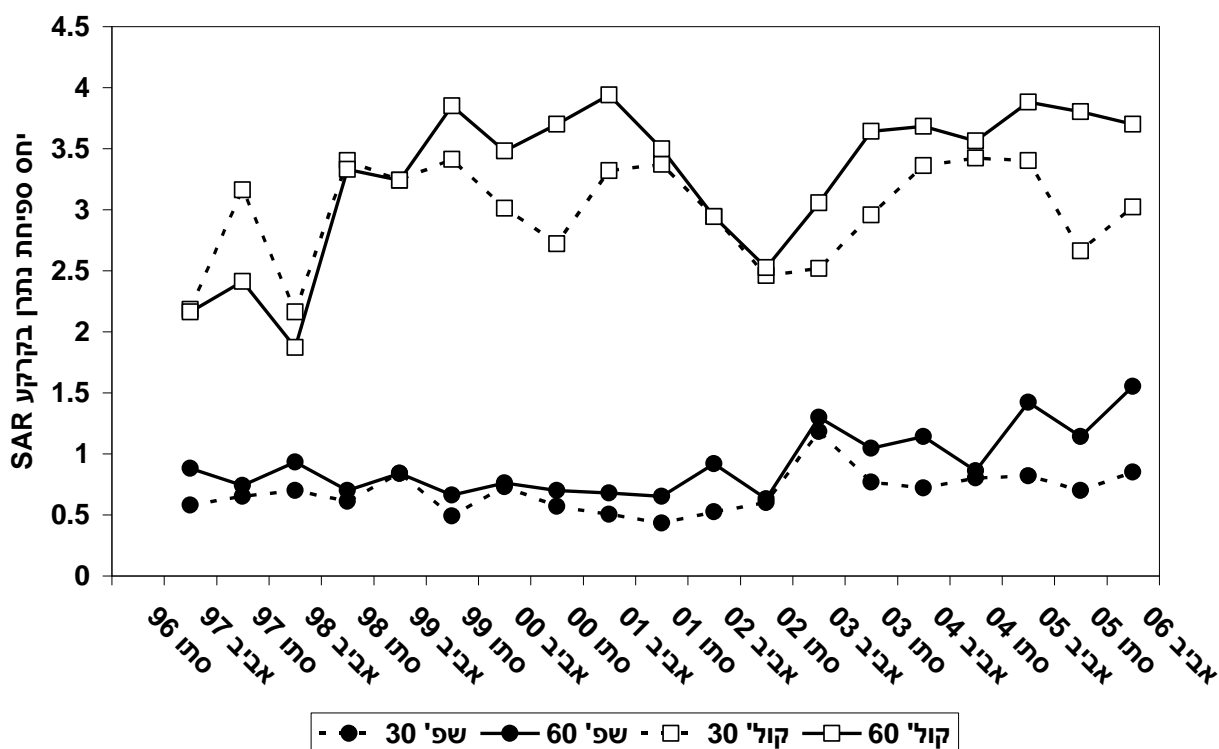
#### מוליכות חשמלית וכלורידים

עם תחילת ההשקיה במי קולחים נצפתה עליה מתונה במוליכות החשמלית בקרקע המושקית במי קולחים בהשוואה לזו המושקית במים שפירים, בממוצע לכל חתך הקרקע הנמדד, עד אביב 2001. עד לתקופה זו גם

הסתמנה מגמה של עליה במוליכות החשמלית, בשני סוגי המים, מתחום של 0.7-0.9 דצס"מ' עד ל-1.3-1.6 דצס"מ' (תרשים 1). החל מאביב 2001 חלה ירידה בערכי המוליכות החשמלית, כנראה כתוצאה מגשמי הברכה, וכמו כן, התהפכה המגמה – המוליכות החשמלית בקרקע המושקית במים שפירים החלה לעלות על זו שמושקית במי קולחים (תרשים 2) עיקר ההבדלים המתוארים לעיל מתרחשים בשכבה 30-60 ס"מ (איור 6). ניתן לראות כי הבדל זה הולך ועולה ובאביב 2006, למרות גשמי החורף, ממשיכה לעלות המוליכות החשמלית בחתך הקרקע המושקית במים שפירים. תרשימים 3, 4 בנספח 3 בהם מתוארים ריכוזי הכלוריד בקרקע, מסבירים את תוצאת המוליכות החשמלית וניתן לראות כי הכלוריד הוא המרכיב העיקרי בתרומתו למוליכות החשמלית בתמיסת הקרקע. ייתכן שתוצאות אלו מצביעות על כך שקיימים הבדלים בקליטת המים בין העצים המושקים במי קולחים לבין אלו שבמים השפירים וכי קליטת המים בעצים המושקים במי קולחים, אשר נושאים פחות פרי וצימוחם הוגטטיבי פחות מהעצים המושקים במים שפירים, נמוכה יותר. אי לכך, שטיפת המלחים, באותה מנת השקיה, תהיה גדולה יותר בקרקע המושקית במי קולחים. השערה זו צריכה להבחן.

### נתרן יחס ספיחת הנתרן (SAR)

מיד עם תחילת הטיפול (קיץ 1996) עלה יחס ספיחת הנתרן (SAR) בקרקע המושקית במי קולחים בהשוואה למים השפירים. כאשר נבחנות שכבות הקרקע שבהן נמצא בית השורשים הפעיל (0-60 ס"מ) ניתן לראות הבדלים ברורים כתלות בסוג המים: ערכי SAR של כ-2.5-3.5 בקרקע המושקית במי הקולחים וערכים של 0.5-1.0 בקרקע המושקית במים שפירים (תרשים 5). ערכים אלו דומים לערכים הנמדדים במי ההשקיה. ניכרת עליה מתונה בערכי ה-SAR בקרקע המושקית במים השפירים, בשכבה 30-60 ס"מ תרשים 5, וזאת כנראה עקב העדר שטיפה מספקת (או לחילופין, מנות השקיה קטנות מדי). נתונים אלו תואמים גם את האמור לעיל לגבי עליה במוליכות החשמלית וריכוז הכלורידים בטיפול זה.



תרשים 5 יחס ספיחת הנתרן (SAR) בקרקע כתלות בסוג המים ובעומק.

## יחס ההגבה pH

בממוצע לחתך הקרקע נראים עם הזמן הבדלים ב- pH בקרקע המושקית במי קולחים אשר בה ה- pH גבוה יותר מאשר בקרקע המושקית במים שפירים. הבדלים אלו לא נמצאו מובהקים, ברוב העונות והעומקים (נספח 3 תרשים 5). הבדל זה בולט בעיקר בשכבה העליונה, 0-30 ס"מ והתעצם במיוחד בתקופה שבין סתיו 2005 לאביב 2006. באביב 2006 ההבדל מתבטא ביותר מחצי יחידת pH: 6.84 במים השפירים לעומת 7.45 במי הקולחים, בשכבה 0-30 (נספח 3 תרשים 6).

**חנקן, זרחן ואשלגן:** לא נמצאו הבדלים מובהקים בריכוז יסודות הזנה אלו, בין טיפולי המים השונים.

## מתח מים בקרקע

נערכו מדידות של מתחי מים בקרקע במהלך השנה החולפת (ספטמבר 2005 עד אוקטובר 2006), בשני עומקים, 20 ו-40 ס"מ, בכל אחד מסוגי המים. התוצאות מעידות על כך שבמהלך כל תקופת ההשקיה, סתיו 2005 ועונת 2006, מתחי המים בקרקע המושקית במי קולחים נמוכים מאלו שבקרקע המושקית במים שפירים. בעומק של 20 ס"מ, מתחי המים בקרקע המושקית במים שפירים נעו בתחום של 500-650 מיליבר בעוד שבמי הקולחים המתחים נעו בתחום של 250-300 מיליבר (נספח 3 תרשים 7). בעומק של 40 ס"מ נעו המתחים בקרקע המושקית במים שפירים נעו בתחום של 250-400 מיליבר בעוד שבקרקע המושקית במי קולחים נעו בתחום של 100-200 מיליבר בסתיו 2005 ועד 100 מיליבר בעונת 2006 (נספח 3 תרשים 8). במהלך החורף, כאשר לא ניתנה כל השקיה, מתחי המים בקרקע המושקית במי קולחים ובמים השפירים היו דומים מאד.

תוצאות אלו, של מתחי מים רפים יותר בקרקע המושקית בקולחים, אינן תואמות את מדידות פוטנציאל המים בגזע שבהן הפוטנציאל שלילי יותר בעצים המושקים במי קולחים. אי התאמה זו יכולה אולי להצביע על קשיים בקליטת מים על ידי שורשי העצים המושקים במי קולחים. מהות קושי זה צריכה להמשיך ולהבדק (מרכיבים מסוימים בקולחים המשפיעים ישירות על קליטת המים על ידי השורש או השפעה עקיפה המתבטאת ביחסי אויר:מים בבית השורשים ועוד).

## מסקנות והשלכות על המשך המחקר:

מי הקולחים מהמקורות השונים (מ"אפיקי עמק חפר" בעמק חפר וממאגר שמרת-אדמית בגליל המערבי) השפיעו על עצי האבוקדו ועל הקרקעות השונים. נתוני העץ מבליטים את השפעת הכנה על תגובת העץ ויבוליו להשקיה בקולחים. הפוריות של מטע אבוקדו, המורכב על כנה מע"ה שבוררה לעמידות למלח (דגניה 117 ו VC51) לא פחתה במשך כל שנות החשיפה לקולחי עמק חפר. ייתכן ששהסיבה לכך נעוצה בסוג הקרקע - הקרקע הבינונית (ניסוי המעפיל). בניסוי עכו לעומת זאת, בהרכב הזנים והכנות הנבחן באתר זה, מתבלטת עם הזמן, השפעה שלילית להשקיה, בממשק הקיים, של מי הקולחים על צימוח העצים וכושר הנבתם, בעקר בכנות המכסיקניות. תוצאות אלו חוזרות על עצמן בשני הזנים הנבחנו וכעת קיים הצורך בזהוי ואפיון הגורמים התורמים לפגיעה בעץ וקביעת ממשק גידול מיטבי בתנאים אלו. לקרקע הכבדה השפעה ניכרת על תגובת העץ. בקרקע הכבדה נמצאה עליה בריכוזי נתרן, SAR ובורון בקרקע המושקית בקולחים. לעומת זאת, נמדדת ירידה בריכוזי סידן ומגנזיום בקרקע המושקית במי קולחים. בקרקע הקלה החלה עליה בריכוזי הבורון עם הזמן. בשנה זו החל המחקר להתמקד באפיון תגובת העץ לעקת הקולחים (מדידת פוטנציאל מים בעלים) ובאפיון מדדים קרקעיים (מדידת המוליכות ההדראולית של הקרקע) היכולים להסביר את ההבדלים הנפגעים כתוצאה מהטיפול המתמשך בקולחים.

## פירוט הפרסומים המדעיים: ממצאי הדו"ח דווחו בכתובים למדען הראשי, וניתנו דיווחים בע"פ לשולחן

מגדלי האבוקדו ובמפגשי מגדלים שמתקיימים במהלך החורף באיזורי הארץ השונים. כמו כן אומצו ממצאי הדו"ח לגיבוש נוהלי השקיית אבוקדו בקולחים, שמצאו את ביטויים בפרוטוקול הגידול, שעודכן בפברואר 2006 וכולל הערכת סיכונים לשימוש במי קולחים לאבוקדו.

תודה לגורמי המימון שהשתתפו במימון מחקר זה: קרן המדען הראשי לחברות "דשנים וחמרים כימיים בע"מ" ול"חיפה כימיקלים בע"מ" על תרומת החמרים לניסוי במעפיל.

## **סיכום עם שאלות מנחות :**

**1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח:** היעד המרכזי של מחקר זה היא לבחון את תגובת האבוקדו להשקיה מתמשכת במי קולחים המכילים רמות גבוהות של מלח ובורון. לשם כך הוגדרו המטרות הבאות: 1. השפעת המלח שבמי הקולחים על העץ (מדדים צמחיים ויבול) בפירוש מליחות קרקע שונות. 2. השפעת ריכוזי בורון בתמיסת הקרקע על העץ (מדדים צמחיים כולל יבול). 3. השפעת שילוב של ריכוזי מלח ובורון שונים בתמיסת הקרקע על העץ.

**2. עיקרי הניסוי והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח: בניסוי המעפיל** (קרקע קלה) לא נרשמו נזקים בצימוח העצים כתוצאה מהשקיה בקולחים ועד העונה שעברה לא נרשמו השפעות של הקולחים על היבולים. בקרקע ניכרת עליה בריכוז הבורון בתמיסת הקרקע וכן עליה בערכי SAR בטיפול הכלורידים והבורון. **בניסוי עכו** נמצא שבטיפול הקולחים חלה פגיעה בעוצמת הצימוח של העצים ובפוריותם, בעקר בעצים המורכבים על כנות מכסיקניות, הנפוצות בגליל המערבי. מהמעקב הקרקעי הסתמן שבטיפול הקולחים חלה עליה בריכוזי הנתרן, הכלורידים, הבורון ו SAR, וירידה בריכוז סידן ומגנזיום בקרקע המושקית במי קולחים. בקרקע הכבדה החלו ללמוד השפעת מי הקולחים על המוליכות ההידראולית של הקרקע. יש לציין שבקידוחי סתיו 2006 הצטברו מים בחלק מהבורות מיד בגמר הקידוח. מפלסי המים בבורות הקידוח נעו בין 30 ס"מ מפני הקרקע ועד להעדר מים כלל. נושא זה ייבחן על ידי הצבת פיזומטרים בחלקה.

בשני האתרים החלו במעקבים אחר השפעת איכויות המים על פוטנציאל המים בעלים (בעזרת תא לחץ). בשלב זה עוסקים בכיול מערכות הבדיקה.

**3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:** לא ניתן, בשלב זה, להצביע על הגורם או המנגנון הקושר בין איכות המים, ממשק ההשקיה והפגיעה בעץ. לכן יש חשיבות לחקור לעומק את התופעה במטרה לאתר את גורם הנזק ולאפיין את מנגנון הפעולה על הפיזיולוגיה של העץ, במקרים בהם התגלה כבר נזק. במקומות בהם עדיין לא מתבטאים נזקים יש להמשיך לעקוב ולתעד את תגובת העץ והקרקע. המחקר עד כה הראה שהשימוש בקולחים להשקיית אבוקדו אפשרי, אך יש למזער את הפגיעה בצמיחת העץ וברמת היבול הן על ידי זיהוי ואפיון הגורמים התורמים לכך והן על ידי קביעת ממשק גידול מיטבי להשקיית אבוקדו במי קולחים. זאת ע"י שימוש בכנות מתאימות, התחשבות בסוג הקרקע וגיבוש ממשק ההשקיה מתאים. ההשלכות היישומיות הן בתחום שיפור איכות המים המסופקים למטע, בעיקר בתחום תכולת הבורון והכלורידים, וכן בתחום ממשק ההשקיה. כמו כן שימוש בכנות מע"ה בעלות פוטנציאל הנבה גבוהה גם בהשקיה במים השוליים.

**4. הבעיות שונות לפתרון והתייחסות המשך המחקר לגביהן:** על המחקר להמשיך לעסוק באיתור נזקים פוטנציאליים שעלולים להגרם לאבוקדו עקב השקיה ממושכת בקולחים מאיכויות שונות (הנזקים מתגלים לאחר מספר שנים של חשיפה לקולחים), בפיתוח ממשק מתאים, תוך התמקדות בקולחים שמקורם במאגרים גדולים המספקים כמויות גדולות של מים. יש לעסוק במזעור הנזק של השפעת הקולחים, תוך התמקדות בגורמי מליחות (כלורידים ובורון) על פחיתה בפוריות העצים, בעיקר ע"י הגדרת ערכי סף מירביים המותרים לשימוש, איתור כנות פוטנציאליות ופיתוח פתרונות לבעיות הקרקעיות. יש חשיבות לגיבוש ממשק מתאים להשקיה בקולחים.

**5. האם הוחל בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח:** ממצאי הדו"ח דווחו במפגשי מגדלים במקומות שונים בארץ. כמו כן אומצו ממצאי הדו"ח לגיבוש נוהלי השקיית אבוקדו בקולחים, שמצאו את ביטויים בפרוטוקול הגידול שעודכן בפברואר 2006 וכולל הערכת סיכונים לשימוש במי קולחים לאבוקדו.

**פרסום הדו"ח:** אנו ממליצים בשלב זה לא לפרסם את הדו"ח.