

**אופטימיזציה של רמת היבול ואיכות זיתי שמן במטע צפוף – פיתוח מימשק משולב של**

**השקיה וריסון צימוח ע"י מעכבי צמיחה בתקופות פנולוגיות שונות**

Optimization of olive crop and oil quality in dense orchard – development of combined strategy of irrigation and application of plant growth regulators at different phenological stages

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

עמוס נאור – המכון לחקר הגולן ומו"פ צפון

דורון שניידר – מו"פ צפון

ארנון דג – המחלקה לעצי פרי, מנהל המחקר החקלאי

אלון בן גל – פיזיקה סביבתית, מנהל המחקר החקלאי

זוהר כרם – המכון לביוכימיה, מדעי המזון והתזונה, האוניברסיטה העברית

ראובן בירגר, מרכז חקלאי העמק

יוני גל, שה"ם

מוטי פרס, שה"ם

|                 |   |
|-----------------|---|
| Amos Naor       | Golan Research Institute, P.O.Box 97 Kazrin 12900.<br><a href="mailto:amosnaor@research.haifa.ac.il">amosnaor@research.haifa.ac.il</a>  |
| Doron Schneider | MIGAL, Galilee Technology Center, P.O. Box 831, Kiryat-Shmona 11016,<br><a href="mailto:doronsc@migal.org.il">doronsc@migal.org.il</a>  |
| Arnon Dag       | Gilat Research Center, Agricultural Research Organization, Ministry of<br>Agriculture, Mobile Post Negev 85280. <a href="mailto:arnondag@volcani.agri.gov.il">arnondag@volcani.agri.gov.il</a>  |
| Alon Ben Gal    | Gilat Research Center, Agricultural Research Organization, Ministry of<br>Agriculture, Mobile Post Negev 85280. <a href="mailto:bengal@volcani.agri.gov.il">bengal@volcani.agri.gov.il</a>  |
| Zohar Kerem     | The Faculty of Agricultural, Food and Environmental Quality Sciences<br>Institute of Biochemistry Food Science and Nutrition The Hebrew University<br>of Jerusalem. P.O.Box 12, Rehovot 76100. <a href="mailto:kerem@agri.huji.ac.il">kerem@agri.huji.ac.il</a> |
| Reuven Birger   | Agriculture valley center P.O.B 73 Migdal haemek. <a href="mailto:reubig@gmail.com">reubig@gmail.com</a>  |
| Yoni Gal        | Ministry of Agriculture, Extension Service. <a href="mailto:Yonigal@ortal.org.il">Yonigal@ortal.org.il</a>  |
| Moti Peres      | Ministry of Agriculture, Extension Service. <a href="mailto:peres@migal.org.il">peres@migal.org.il</a>  |

## תקציר

**הצגת הבעיה** - יש צורך לפתח מימשק השקיה בשלב צבירת השמן שיכלול מקדמי השקיה ומדדי עקת מים לבקרת השקיה. יש מקום לפתח מימשק ריסון צמיחה בעזרת השקיה בתחילת העונה ומעכבי צמיחה, כדי למנוע התפתחות לא מבוקרת של נוף העץ שיקשה על עבודת הבוצרת.

**מטרות המחקר** - לבנות עקום תגובה למים בשלב צבירת השמן ולפתח סף פוטנציאל מים לבקרת השקיה. לפתח מימשק משולב של השקיה וטיפול במעכב צמיחה בתחילת העונה לבקרת צימוח.

**שיטות ומהלך העבודה** - נבנו שני ניסויים בגשור בזן קורניקי. 1) עם חמישה טיפולי השקיה בשלב צבירת השמן (מתחילת יולי). טיפולי ההשקיה הם מצבי מים שונים (פוטנציאל מים בגזע בצהרים בערכים של -1.5, -4.0, -2.5, -2.0 MPa). 2) נבנה ניסוי של השקיה ועיכוב צימוח עם שלושה טיפולי השקיה בתחילת העונה (מתחילת מאי עד לתחילת יולי). טיפולי ההשקיה הם מצבי מים שונים (פוטנציאל מים בגזע בצהרים בערכים של -1.0, -1.7, -2.5 MPa). בכל רמת השקיה נבחנו שני טיפולים קרקעיים לעיכוב הצימוח ביוניקונזול ברמה של 0.1 ו-0.2 גרם/עץ. מדדי הצימוח שנמדדים: היקף גזע, גובה עץ, התפתחות ענפים חד שנתיים, יבול שמן ואיכותו.

**תוצאות עיקריות** - יבול השמן בשנה הראשונה והשנייה עלה עם עליית מנת ההשקיה אך התרומה השולית פחתה משמעותית במנות ההשקיה הגבוהות. בשנה השנייה התקבל צימוח משמעותי במנות ההשקיה הגבוהות, אף מעבר לרצוי במטע ממוכן. כמו כן, בהשקיות הגבוהות התקבל צימוח גם בענפים נושאי פרי. תוצאות ראשוניות לגבי השפעת ההשקיה וטיפולים ב"מגייק" בהתחלת העונה על עיכוב הצימוח מצביעות על כך שטווח הטיפולים שנבחרו נכון. לא התקבלה אינטראקציה בין טיפולי ההשקיה לטיפולים במעכב הצימוח בהשפעתם על מדדי הצימוח שנבדקו דבר המעיד ששני הגורמים הללו אינם תלויים אחד בשני. מטרות המחקר הושגו במלואן.

### מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות :

- לצימוח בהשקיות הגבוהות תהיה השלכה על הפוריות ויש לבחון את הנושא עוד מספר עונות.
- צימוח בענפים נושאי פרי כפי שנמצא בהשקיה הגבוהה עשוי למתן את הסרוגיות ויש לבחון נושא זה עוד מספר עונות.
- יש להמשיך את בחינת השפעה של רמת ההשקיה בתחילת העונה ועיכוב צימוח לפחות שני מחזורי סרוגיות.

## מבוא

צריכת שמן זית נמצאת בעליה בארץ ובעולם וכך גם הדרישה לשמן איכותי. בשיטות הגידול והמסיק הקלאסיות מספר ימי העבודה גדול ותשומת כח האדם מהווה גורם מגביל בפיתוח מטעים מודרניים, כמו גם המחסור במים שפירים באזורים האקלימיים המתאימים לגידול זיתים. בחמש עשרה השנים האחרונות נבחן בהצלחה גידול מטע זית צפוף הנמסק באופן מכני באמצעות בוצרת המשמשת לכרם יין. גם בארץ יש מספר חלקות צפופות, שהמבוגרות עברו 4 מסיקים מכנים והתוצאות העסקיות משביעות רצון על פי רוב. גידול המטע הצפוף למסיק מכני מתבסס על זנים בעלי עוצמת צימוח (Vigor) נמוכה - בעיקר ארבקינה, קורנייקי ואסקל, אם כי גם זנים בעלי צימוח נמרץ, דוגמת ברנע, פישולין ולצינו משולבים במטעים הצפופים בארץ. צימוח נמרץ עשוי לפגוע במסיק המכני, עם השנים.

עץ הזית עמיד מאד לעקות מים (יכול לשרוד בפוטנציאלי מים של (-7.0 MPa), אך מחקרים שנערכו בעשרים השנים האחרונות הראו שפוריות מטעי הזיתים עולה משמעותית עם ההשקיה. המודעות לתגובה החיובית למים הייתה קיימת גם במטעי הבעל המסורתיים, ולפיכך ניטעו הזיתים במרווחים גדולים (10 X 10 מטר) שיצרו נפח קרקע גדול לעץ ולכן גם נפח מים זמינים גדול. בנוסף מקפידים במטעי הבעל על מניעת עשביה הצורכת מים.

מחקרי השקיה הראו עליה חדה ביבול השמן עם עליית מנת ההשקיה, כאשר יש תחום רחב של מנות מים גבוהות בו לא מתקבלת תוספת שמן (אולי יש ירידה קלה במנות מים גבוהות במיוחד). לעומת זאת במנות מים

גבוהות מתקבל אחוז מים גבוה בפרי, הדורש התאמת התהליך בבית הבד וכן יש ירידה באיכות השמן. יש צורך אם כן לבצע אופטימיזציה של ההשקיה לקבלת יבול מירבי באיכות גבוהה. בנוסף, העתקת מקדמי ההשקיה מחלקת ניסוי למטעים מסחריים קשה בשל התרומה המשמעותית של מי החורף שלא מוגדרת בצורה כמותית בדרך כלל, ובנוסף, גודל העץ משתנה וחסרות מדידות של חדירת הקרינה לנוף לאיפיונו. על פי ניסיונו במינים אחרים ניתן להגדיר ספים של פוטנציאל מים לבקרת השקיה וספים אלו ניתנים להעתקה מחלקה לחלקה.

### מטרות המחקר בתקופת הדו"ח

1. לבנות עקום תגובה למים בשלב צבירת השמן ולפתח סף פוטנציאל מים לבקרת השקיה.
2. לפתח מימשק משולב של השקיה וטיפול במעבד צמיחה בתחילת העונה לבקרת צימוח.

### חומרים ושיטות

#### **א. ניסוי השקיה בשלב צבירת השמן:**

נבנה ניסוי השקיה בכרם גשור ברמת הגולן בזן קורניקי בוגר (נטיעת 2003). המטע נטוע במירווח 4 מ' X 2 מ' בכיוון נטיעה צפון דרום. הניסוי כולל חמישה טיפולי השקיה בחמש חזרות בבלוקים באקראי. בכל חזרה כ-15 עצי מדידה עם עצי גבול ושורות גבול. שטח כל טיפול כ-2.5 דונם ובסה"כ כ-13 דונם. נבנה ראש השקיה ודישון ממוקד בקר השקיה לצורך הניסוי. ציוד ההשקיה הוא שלוחת טפטוף 1.8 ל"שעה כל חצי מטר (שיעור השקיה 0.9 מ"מ/שעה).

טיפול השקיה מיצגים מצבי מים שונים בטווח רחב ומנת ההשקיה בכל טיפול משתנה בטכניקה של ניסוי וטעיה בתגובה למדידות פוטנציאל המים בגזע המבוצעות פעמיים בשבוע. ערכי פוטנציאל המים בצהרים בטיפולים השונים הם -4.0MPa, -3.0MPa, -2.5MPa, -2.0MPa, -1.5MPa. טיפולי ההשקיה מופעלים בשלב צבירת השמן מתחילת יולי ועד המסיק. ההשקיה מבוצעת כל יום.

**מדידות** – מד המים בכל טיפול נקרא מספר פעמים בשבוע. נתונים מטאורולוגיים ואופוטורנספירציה על פי נוסחת פנמן ( $ET_0$ ) מתקבלים מתחנת אבני איתן המרוחקת כ-6 ק"מ מחלקת הניסוי. פוטנציאל מים בגזע נמדד על שני עלים לחזרה באמצעות תא לחץ ניד (PMS) המותאם ללחצים של עד 70 אטמוספירות. במהלך העונה נבחנה השפעת מצב המים ועומס יבול על פוטנציאל המים בגזע ועל מוליכות פיוניות שנמדד באמצעות פורומטר (Li-cor 1600). במחצית השניה של ספטמבר נלקח מידגם של 200 פירות מכל חזרה לבדיקת תכולת שמן על בסיס רטוב ויבש כאשר בוצע מיצוי כימי של הפסטה (זיתים מרוסקים) בהקסן במערכת סוקסלט – הבדיקות נעשו במעבדתו של ארנון דג בחוות גילת.

#### **ב. ניסוי השקיה בתחילת העונה ועיכוב צימוח:**

נבנה ניסוי השקיה בכרם גשור ברמת הגולן בזן קורניקי בוגר (נטיעת 2003). נתוני המטע וציוד ההשקיה כמו בניסוי שבסעיף א'. הניסוי פקטוריאלי עם חלקות מפוצלות כאשר ההשקיה גורם ראשי ומעכבי צמיחה גורם משני ובו חמש חזרות בבלוקים באקראי. בכל חלקת השקיה 9 עצים ובה חזרה אחת מכל אחד מטיפולי עיכוב הצימוח והביקורת - יישום הטיפול לעיכוב הצימוח נעשה בשלושה עצים רציפים, עץ המדידה הוא העץ האמצעי בלבד, ושני העצים הצדדיים הם עצי גבול. תחילת ההשקיה בעונה בכל טיפול נעשית במועד אחר, כאשר פוטנציאל המים בגזע מגיע לסף של -1.0MPa, -1.7MPa, -2.5MPa. מנת ההשקיה משתנית בצורה אמפירית כתגובה לפוטנציאל המים בפועל על מנת לשמור על הספים. פיצול הטיפולים מבוצע עד תחילת יולי ולאחר מכן ניתנת השקיה אחידה במנה המסחרית. בכל רמת השקיה נבחנים שני טיפולים קרקעיים

ביוניקונזול ברמה של 0.1 ו-0.2 גרם/עץ (2 ו-4 סמ"ק לעץ תכשיר "מגייק"), וביקורת. הטיפולים יושמו בשלב התארכות התפרחות (אפריל 2009 ואפריל 2010).

**מדידות** – פוטנציאל מים בגזע נמדד על שני עלים לחזרה באמצעות תא לחץ ניד (PMS) המותאם ללחצים של עד 70 אטמוספירות. המדידות פעמיים בשבוע בתקופת פיצול טיפולי ההשקיה ואחת לשבוע עד למסיק. בתחילת האביב (אפריל) כל שנה מסומנות בכל עצי הניסוי 4 קצוות ענפים אחידים ללא התפצלויות וללא פרחים מכל צד של העץ (8 ענפים לעץ). התארכות הענפים והתפתחות העלים בהם נקבעת במאי, יוני, יולי ובאוקטובר כל שנה. באפריל ואוקטובר כל שנה נמדד קוטר הגזע בעצי הניסוי. בפריחה מסומנים בכל אחד מעצי הניסוי 4 ענפים עם 10 תפרחות מכל צד של העץ (8 ענפים לעץ) לקביעה של החנטה. לפני המסיק נערכת מדידה של הגובה המירבי של העצים. מסיק 2009 נערך בנובמבר ובו נקבעו יבול הפירות, תכולת השמן ויבול השמן. לאחר המסיק נשקל הגזם. מסיק 2010 יערך במהלך החודש הקרוב. חלק מנתוני 2010 (גובה העץ ונתוני המסיק) טרם נמדדו ולכן הם לא מופיעים בדו"ח זה.

בכל המדדים שנבחנו לא נמצאה אינטראקציה ( $P > 0.05$ ) בין טיפולי ההשקיה ועיכוב הצימוח ולכן התוצאות מטיפולי הצימוח הן ממוצע מכל טיפולי ההשקיה ולהיפך.

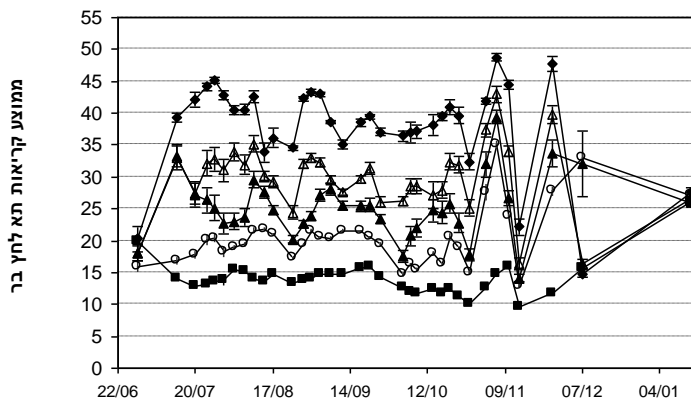
בתאריכים 16/6/10 ו-27/6/10, תוך כדי טיפולי ההשקיה השונים, נערכו מדידות של מוליכות פיוניות, קצב פוטוסינטזה ופוטנציאל מים בגזע.

## תוצאות ודין

### א. ניסוי השקיה בשלב צבירת השמן

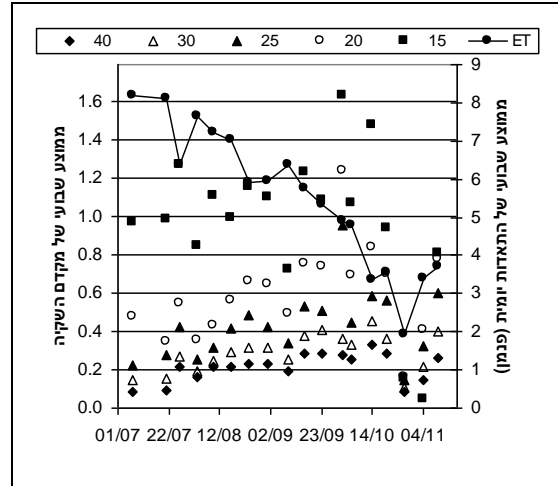
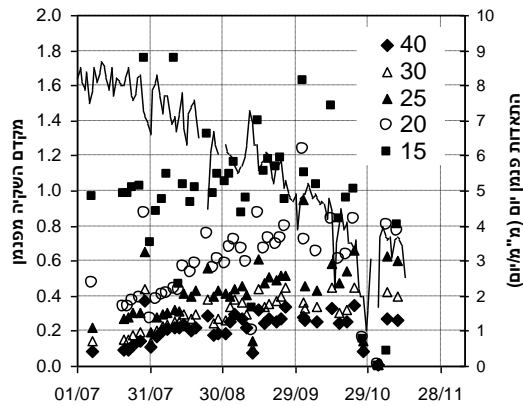
2008

פוטנציאל המים בגזע בצהריים השתנה בטווח רחב בהשפעת טיפולי ההשקיה והערכים הממוצעים היו - 4.0MPa, -3.0MPa, -2.5MPa, -1.9MPa, -1.4MPa בחמשת טיפולי ההשקיה (איור 1). מנות ההשקיה בארבעת טיפולי ההשקיה הנמוכים עלו מתחילת פיצול הטיפולים ועד סוף ספטמבר (איור 2) למרות שהאופוטורנספירציה ירדה לאורך התקופה (איור 2). בטיפול ההשקיה הגבוהה נתנה מנת מים עודפת על מנת להבטיח קבלת פוטנציאל מים הגבוה ביותר



**איור 1: פוטנציאל המים בגזע בצהריים (MPa) ± שגיאות התקן בחמשת טיפולי ההשקיה בשנת 2008. מספרי הטיפולים מציינים את יעד קריאות תא הלחץ (בר).**

האפשרי ולאחר מכן ירדה מנת ההשקיה מבלי להשפיע על פוטנציאל המים. מקדם ההשקיה עלה בכל הטיפולים בצורה חדה עד לסוף אוגוסט ולאחר מכן חלה התייצבות או עליה קלה (איור 2).



**איור 2: מנת המים היומית ומקדם ההשקיה בשלב צבירת השמן בחמשת טיפולי ההשקיה ואופוטורנספירציה לאורך היום (ממוצע שבועי). מספרי הטיפולים מציינים את יעד קריאות תא הלחץ (בר).**

ב-6 לאוקטובר נבחנה השפעת עומס היבול על פוטנציאל המים בגזע ומוליכות הפיוניות בשני טיפולי ההשקיה הקיצוניים ובטיפול ההשקיה האמצעי. המדידות נערכו בין 10:00 ל-12:00. כצפוי ירדו פוטנציאל המים ומוליכות הפיוניות עם הירידה בהשקיה (טבלה 1).

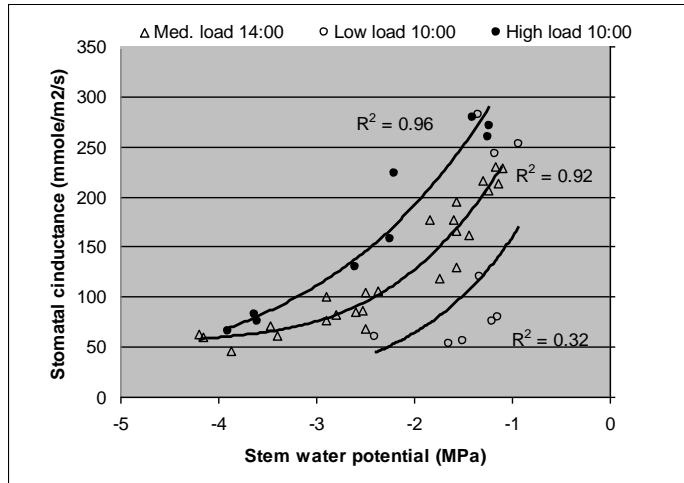
| <b>טבלה 1: השפעת עומס היבול (גבוה מאד לעומת עומס נמוך מאד) ומנת ההשקיה על פוטנציאל המים בגזע ומוליכות הפיוניות ± שגיאת תקן (SE) ב-6 אוקטובר 2008 לפני הצהריים (10:00 – 12:00).</b> |      |      |      |                                |       |      |       |            |
|--|------|------|------|--------------------------------|-------|------|-------|------------|
| מוליכות פיוניות (ממול/מ <sup>2</sup> /ש)   |      |      |      | פוטנציאל מים בגזע בצהרים (MPa) |       |      |       |            |
| SE   | גבוה | SE   | נמוך | SE                             | גבוה  | SE   | נמוך  | עומס השקיה |
| 5.11   | 75   | 1.90 | 56   | 0.10                           | -3.71 | 0.28 | -1.85 | 40         |
| 28.0   | 170  | 14.1 | 91   | 0.13                           | -2.35 | 0.05 | -1.23 | 25         |
| 5.41   | 270  | 11.7 | 259  | 0.05                           | -1.29 | 0.12 | -1.15 | 15         |

פוטנציאל המים בעצים העמוסים היה נמוך מזה שבעצים כמעט ללא פרי (טבלה 1) כאשר ההפרש עלה עם הירידה במנת ההשקיה. גם בערכי פוטנציאל מים קרובים ל-4.0MPa הייתה מוליכות פיוניות חלקית - 75 ממול/מ<sup>2</sup>/ש בעומס הגבוה. עומס יבול גורם לפתיחת פיוניות (כמו במינים

אחרים) אך בהשוואה למיני נשירים מידת הפתיחה של הפיוניות בעקות מים חריפות גבוהה יותר. הפרש של 1.85MPa בפוטנציאל מים בגזע בין עצים עמוסים ללא עמוסים הוא גבוה מאד, הרבה מעבר

לערכים המתקבלים בנשירים (0.7MPa בתפוח). ההפרש הגדול נובע מכך שנשארת פתיחת פיוניות מסוימת בהשקיה הנמוכה וכך מתקבלת גם טרנספירציה לא נמוכה המגדילה את מאזן המים השלילי בעץ וכתוצאה מכך יורד פוטנציאל המים בגזע. יש אפשרות שחלק מההפרש נובע משיפור כושר הולכת המים בתוך העץ מהשורש לעצה.

בשעה 14:00 באותו יום בוצעה מדידה סימולטנית של פוטנציאל מים ומוליכות פיוניות בעומס בינוני בכל טיפולי ההשקיה (איור 3).



**איור 3: השפעת פוטנציאל המים בגזע על מוליכות הפיוניות בעומס נמוך מאד, בינוני וגבוה ב-6 אוקטובר 2008. השעות מצינות שעת תחילת המדידה.**

מוליכות הפיוניות ירדה עם הירידה בפוטנציאל המים כצפוי. הירידה התמתנה מאד עם הירידה בפוטנציאל המים בגזע ונשמרה פתיחה חלקית גם בפוטנציאל מים קרוב ל-4.0MPa. במיוחד התקבלה ירידה משמעותית במוליכות פיוניות גם בערכי פוטנציאל מים בגזע הגבוהים מ-2.0MPa (איור 3). נראה שהזית מאופיין בבקרת פתיחת פיוניות בהשפעת עומס המקטינה מאד את קצב הפוטוסינטזה כשעומס היבול נמוך מאד למרות פוטנציאל מים גבוה (אולי למנוע צימוח יתר). חשוב להדגיש שבחינת נושא השפעת עומס היבול על פוטנציאל המים

ומוליכות הפיוניות נעשתה מאוחר בעונה ובמינים אחרים נמצא שהשפעת העומס על הפרמטרים הנ"ל משתנה לאורך העונה. כאמור ההשפעה הגדולה של עומס היבול על פוטנציאל המים ומוליכות הפיוניות שנמצאה בזית גדולה מהמקובל בפירות נשירים ויש לכך השלכות לגבי ספי ההשקיה בהשפעת עומס היבול. מצב זה יחייב הרחבת הבחינה של האינטראקציה בין עומס יבול ומנת השקיה בהשפעתם על מצב המים, יבול השמן ואיכותו – ההיקף הנדרש לבחינה כמותית של האינטראקציה הנ"ל מחייב השקעת משאבים גדולים ויש מקום לטפל בנושא זה לעומק במסגרת הצעת מחקר נוספת.

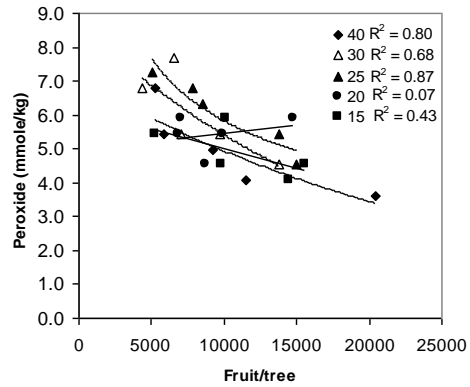
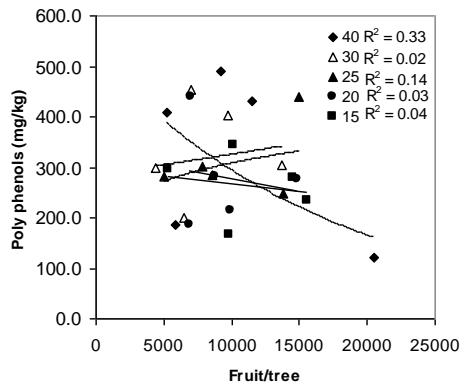
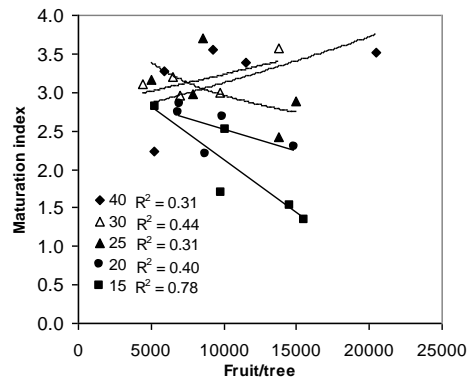
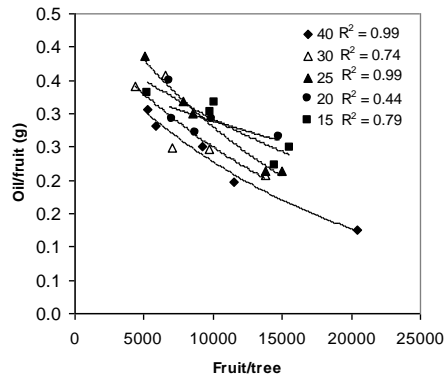
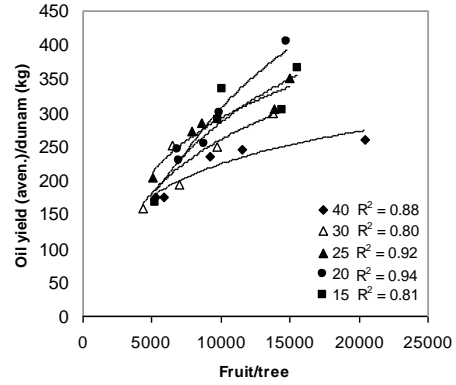
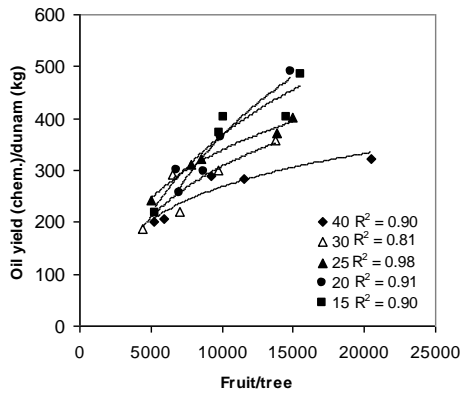
המסיק בוצע בכל הטיפולים ב-18 בנובמבר 2008 כאשר מכל חזרה נמסק עץ בודד, היבול נשקל במטע ונשקל מידגם 200 פירות. נילקח מידגם של 2 ק"ג פרי באקראי מכל חזרה והועבר באותו יום לחוות גילת. למחרת הופק שמן בבית הבר המחקרי.

קצב ההבשלה ירד עם עליית מנת ההשקיה היבול נמסק כשטיפול ההשקיה הגבוהה הבשיל (טבלה 2). היבול הטרי עלה משמעותית עם ההשקיה ועקב אחוז הרטיבות העולה עם ההשקיה ירד אחוז השמן עם עליית ההשקיה. יבול השמן עלה עם עליית ההשקיה כאשר לא נראתה השפעה של ההשקיה על תכולת השמן בפרי (גרם/פרי). תפוקת השמן בארבע טיפולי ההשקיה הנמוכים הייתה דומה וגבוהה מטיפול ההשקיה הגבוהה. לא התקבל הבדל מובהק במספר הפירות לעץ בין הטיפולים אך השונות הייתה גבוהה וקימת אפשרות למיסוך השפעות הטיפולים בשל כך.

**טבלה 2: השפעת טיפולי ההשקיה על מדד ההבשלה במסיק, משקל רטוב של פרי בודד ויבול רטוב לדונם, אחוז שמן על בסיס רטוב, משקל שמן לפרי, תפוקת שמן בבית בד ובדיקה כימית, יעילות הפקת שמן בבית הבר משקל הפרי הרטוב בשנת 2008.**

| T | r    | e  | a     | t    | משקל פירות (g) | מדד הבשלה לעץ | יבול טרי (kg/dunam) | שמן על בסיס טרי-בית בד (%) | שמן על בסיס טרי-כימי (%) | יעילות הפקת שמן | יבול שמן- בית בד (kg/dunam) | יבול שמן- כימי (kg/dunam) | שמן/פרי (g) |    |      |
|---|------|----|-------|------|----------------|---------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|-------------|----|------|
| 1 | 0.81 | b  | 10481 | 3.19 | a              | 927           | b                   | 23.9                       | a                        | 28.4            | a                           | 219                       | 261         | b  | 0.23 |
| 2 | 0.96 | ab | 8276  | 3.16 | a              | 929           | b                   | 25.0                       | a                        | 29.2            | a                           | 231                       | 271         | b  | 0.28 |
| 3 | 1.02 | ab | 10058 | 3.03 | a              | 1182          | b                   | 24.2                       | a                        | 28.0            | a                           | 284                       | 330         | ab | 0.29 |
| 4 | 1.08 | ab | 9484  | 2.55 | ab             | 1262          | ab                  | 22.9                       | a                        | 27.2            | a                           | 286                       | 342         | ab | 0.29 |
| 5 | 1.22 | a  | 11055 | 1.98 | b              | 1609          | a                   | 18.2                       | b                        | 23.3            | b                           | 292                       | 376         | a  | 0.28 |

נבחנה השפעת מספר הפירות לעץ בכל טיפול השקיה על יבול השמן בפרי ויבול כללי, מדד ההבשלה, פוליפנולים ופראוקסידאז בשמן (איור 3). כצפוי עלה יבול השמן עם עליית מספר הפירות לעץ אך ניתן לראות שבעומס נתון עלתה תכולת השמן בפרי ויבול השמן לדונם עם עליית מנת ההשקיה כאשר לא ברור אם היה הבדל בין שני טיפולי ההשקיה הגבוהים. מדד ההבשלה ירד עם עליית עומס היבול בשלושת טיפולי ההשקיה הגבוהים כאשר מגמה הפוכה היתקבלה בשני טיפולי ההשקיה הנמוכים. ריכוז הפראוקסידאז בשמן ירד עם עומס היבול למעט בטיפול ההשקיה הרביעי (20). ריכוז הפוליפנולים ירד עם עליית העומס בטיפול ההשקיה הנמוכה ולא נתקבלה השפעת עומס בשאר טיפולי ההשקיה.

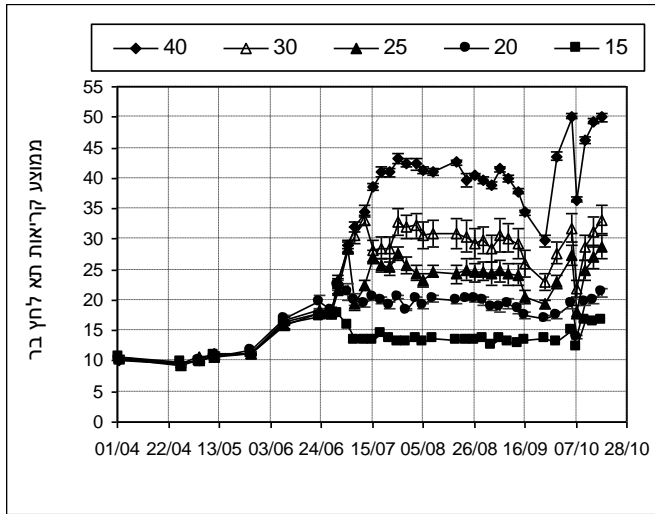


איור 4: השפעת עומס היבול על יבול השמן ותכולתו בפרי, מדד ההבשלה ותכולת פוליפנולים ופראוקסידאז בשמן בחמשת טיפולי ההשקיה. המספרים מציינים את קריאות תא הלחץ בטיפולים השונים.



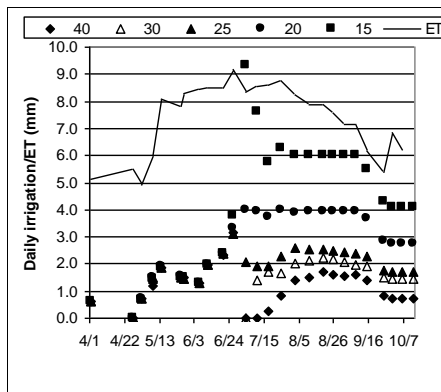
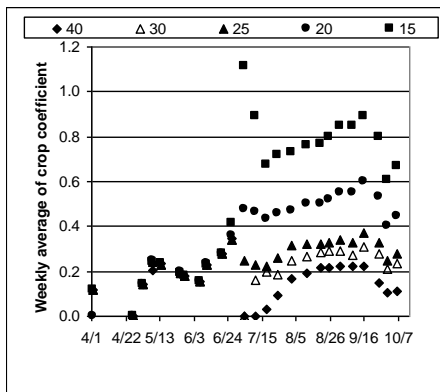
השפעת מצב המים בשלב צבירת השמן

הניסוי בשנת 2009 בוצע במתכונת של 2008. פוטנציאל המים נשמר רוב תקופת צבירת השמן על ערכים של -1.5MPa, -2.0MPa, -3.0MPa, -4.0MPa (איור 5) כמתוכנן. מנות המים נעו בשיא הקיץ מכ-1.5 מ"מ/יום ועד 6 מ"מ/יום ומקדם ההשקיה מפנמן מ-0.2 ועד 0.8 (איור 6). בתחילת העונה התקבלה צמיחת ענפים בטיפול ההשקיה הגבוהים למרות השקיה דומה בכל הטיפולים (לא נמדד). כמו כן התקבל בשלב צבירת השמן צימוח נמרץ בטיפול ההשקיה הגבוהה וצימוח מתון יותר בטיפול שאחריו. נראה שהצימוח



**איור 5: פוטנציאל המים בגזע בצהרים בחמשת טיפולי ההשקיה ב-2009**

בטיפול ההשקיה הגבוהה גדול מידי למטע צפוף ונישקול לשלב בחלק מהחלקה טיפולי ריסון צימוח.



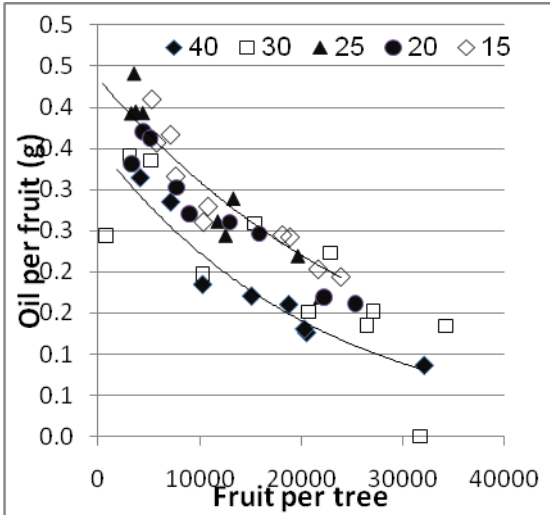
יכול השמן עלה עם עליית מנת ההשקיה (טבלה 3) למרות מגמת ירידה במספר הפירות לעץ. משקל הפרי עלה עם מנת ההשקיה בעיקר בגלל עליה בכמות המים בפרי (לא מוצג). עליה

**איור 6: מנת המים היומית (ממוצע שבועי) ומקדם השקיה בחמשת טיפולי ההשקיה ב-2009**

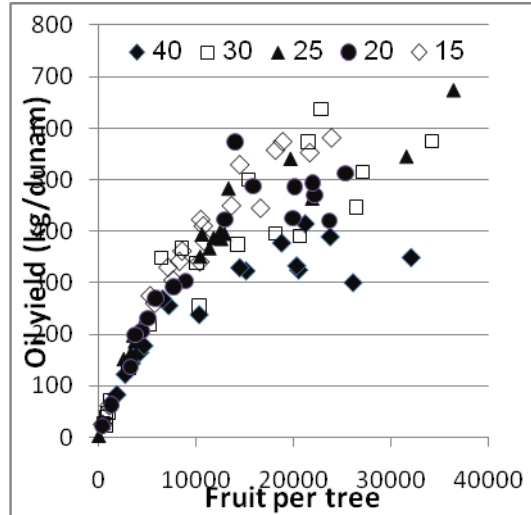
| טבלה 3: מספר הפירות לעץ, יבול השמן, משקל פרי, כמות שמן בפרי, ריכוז פוליפ נולים, חומצה, ופר אוקסיד בשמן בהשפעת חמשת טיפולי ההשקיה ב-2009. מספר הטיפולים מציין את ערכי היעד של קריאות תא הלחץ. |                    |           |            |                |                |                     |           |       |
|--|--------------------|-----------|------------|----------------|----------------|---------------------|-----------|-------|
| רמת ההבשלה   | פראוקסיד (ממולק"ג) | חומצה (%) | פוליפנולים | שמן לפרי (גרם) | משקל פרי (גרם) | יבול שמן (ק"ג/דונם) | פירות לעץ | טיפול |
| 2.7 ab   | 4.0 b              | 0.27 c    | 811 a      | 0.17 c         | 1.01 a         | 253 b               | 12107 a   | 40    |
| 2.6 ab   | 4.1 b              | 0.38 bc   |            | 0.19 bc        | 1.08 a         | 336 ab              | 14296 a   | 30    |
| 3.0 a  | 5.5 a              | 0.58 ab   |            | 0.31 a         | 1.13 a         | 347 ab              | 12145 a   | 25    |
| 2.3 ab   | 4.0 b              | 0.54 ab   | 457 b      | 0.26 ab        | 1.15 a         | 330 ab              | 12199 a   | 20    |
| 2.3 a  | 4.3 b              | 0.67 a    | 542 b      | 0.29 ab        | 1.22 a         | 404 a               | 11916 a   | 15    |

מתון ה יותר נמצא ה בכמו ת

השמן בפרי עם עליית מנת ההשקיה כאשר אין הבדל משמעותי בין שלושת טיפולי ההשקיה הגבוהים. ריכוז הפוליפנולים ירד וריכוז החומצה עלה עם עליית מנת ההשקיה. רמת ההבשלה הראתה עקום אופטימות כשהערך הגבוה התקבל בטיפול ההשקיה האמצעי.



איור 8: משקל השמן בפרי בהשפעת מספר הפירות לעץ וטיפול ההשקיה בשלב צבירת השמן. המספרים מציינים את קריאות היעד של תא הלחץ בטיפול ההשקיה השונים.



איור 7: יבול השמן לדונם בהשפעת מספר הפירות לעץ וטיפול ההשקיה בשלב צבירת השמן. המספרים מציינים את קריאות היעד של תא הלחץ בטיפול ההשקיה השונים.

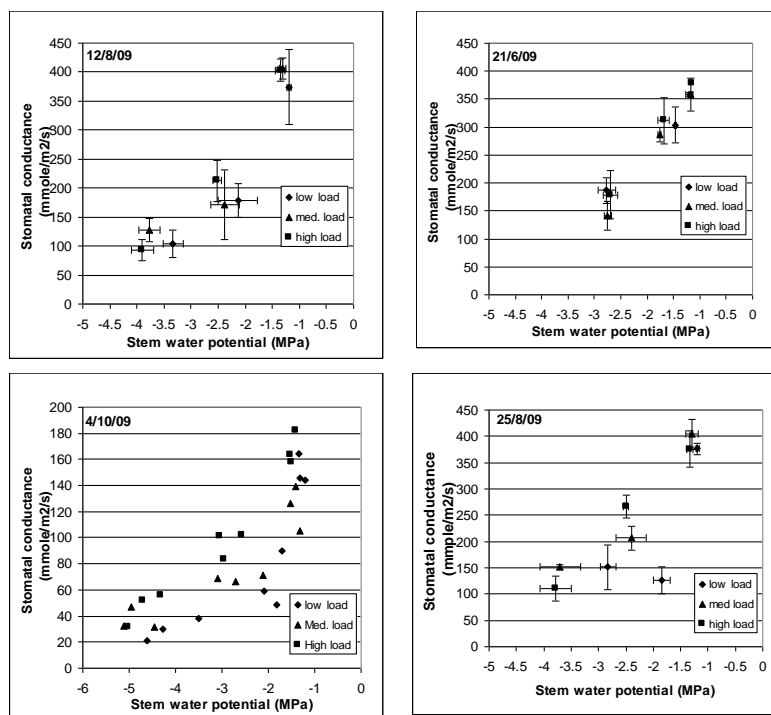
יבול השמן לדונם עלה עם עליית מספר הפירות כאשר בטיפול ההשקיה הנמוכה הוא היגיע למקסימום של כ- 350 ק"ג שמן לדונם (איור 7). ככלל היבול המקסימלי עלה עם מנת ההשקיה. בעומסי יבול נמוכים שמניבים כ- 200 ק"ג שמן לדונם לא נמצא הבדל בין טיפולי ההשקיה וככל שעומס היבול עלה כך עלתה הרגישות להשקיה. כמות השמן לפרי ירדה בכל טיפולי ההשקיה עם עליית מספר הפירות לעץ (איור 8). בטיפול ההשקיה הנמוך הייתה כמות השמן קטנה יותר בכל מספר פירות לעץ. הגורם המשפיע ביותר על כמות השמן בפרי הוא מספר הפירות לעץ.

טבלה 4: נתוני טעימת השמן בטיפול ההשקיה השונים (מוצגים כערכי היעד של קריאות תא הלחץ). השמן מכל החזרות עורבב יחד. מהממוצע הוצאו מספר חריגים.

| פירותיות | מרירות | חריפות | טיפול |
|----------|--------|--------|-------|
| 5.0      | 5.0    | 5.9    | 40    |
| 4.9      | 4.7    | 4.6    | 30    |
| 4.8      | 3.6    | 4.0    | 25    |
| 5.0      | 4.7    | 3.8    | 20    |
| 4.8      | 5.0    | 4.4    | 15    |

טעימת השמן לא הראתה כל הבדל בין הטיפולים במידת הפירותיות ומידת המרירות (טבלה 4). לעומת זאת נראית חריפות גבוהה יחסית בטיפול ההשקיה הנמוכה בהשוואה לטיפולים האחרים. הקשר בין מוליכות הפיוניות ועומס היבול נמדד מספר פעמים לאורך העונה בטיפול ההשקיה הנמוך, הבינוני והגבוה (איור 9). מוליכות

הפיוניות ירדה כצפוי עם ירידת פוטנציאל המים בגזע. כמו בעונה שעברה הפיוניות לא נסגרו לגמרי גם בערכים נמוכים מאד של פוטנציאל מים בגזע (-5 MPa). בסוף יוני לא נראתה השפעה של עומס היבול על הקשר בין המוליכות לפוטנציאל המים בגזע. בסוף אוגוסט נראית התחלה של השפעה של העומס על הקשר הנ"ל ובתחילת אוקטובר נראית השפעה ברורה של העומס – הסתת הקשר שבין מוליכות פיוניות לפוטנציאל המים כלפי מעלה בעומס הגבוה. נתונים אלו דומים למדידות בתחילת אוקטובר ב-2008.

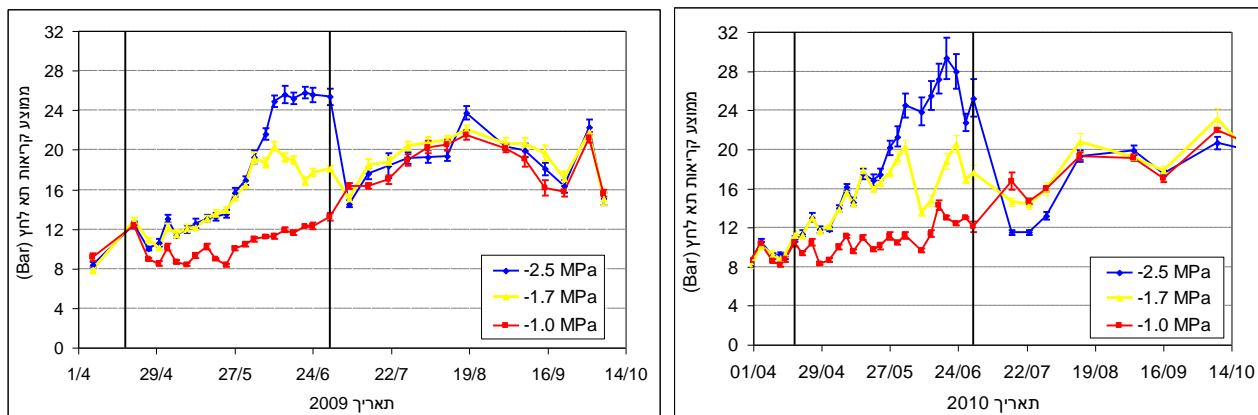


איור 9: הקשר בין מוליכות הפיוניות לבין פוטנציאל המים בגזע בשלושה עומסים ובשלושה טיפולי השקיה

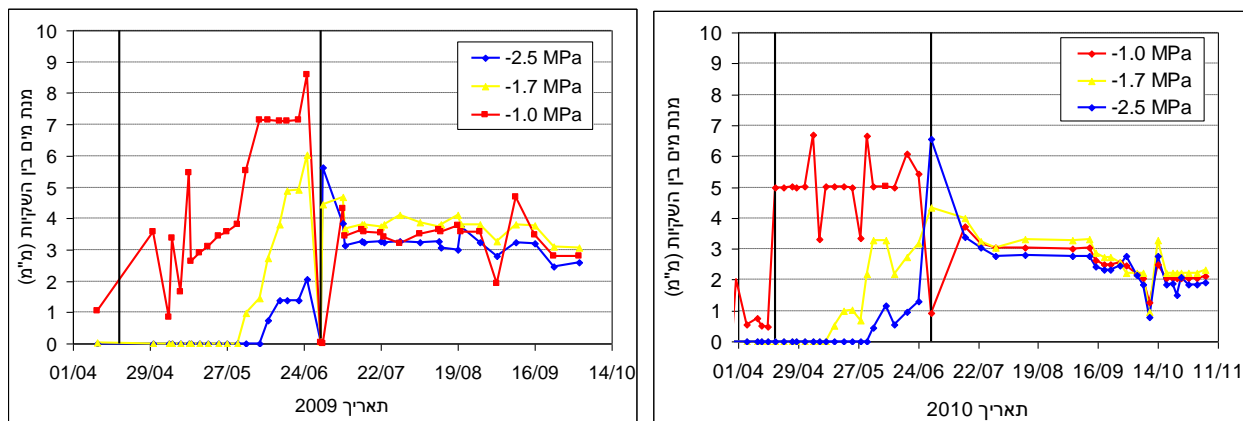
**ב. ניסוי השקיה בתחילת העונה ועיכוב צימוח:**

**ב.1. טיפולי ההשקיה 2008-2009**

טיפול ההשקיה הגבוה (-1.0MPa) החל באמצע אפריל 2009 ו-2010. ב-2009 החל טיפול ההשקיה הבינוני (-1.7MPa) באמצע יוני ובסוף יוני החל טיפול ההשקיה הנמוך (-2.5MPa). ב-2010 טיפול ההשקיה הבינוני החל כבר באמצע מאי ובתחילת יוני החל טיפול ההשקיה הנמוך. כל טיפולי ההשקיה הסתיימו בהתחלת יולי (איור 10). כמויות המים בטיפול ההשקיה הגבוה (-1.0MPa) היו גבוהות בכל תקופת ההשקיה 2009 ו-2010, בהשוואה לשאר הטיפולים (איור 11). יישום קרקעי של "מגייק" (מעכב ייצור ג'ברלין, יוניקונוזול) היה באותם עצים באפריל 2009 ובאפריל 2010.



10: קריאות תא הלחץ (בר) ± שגיאות התקן בשלושת טיפולי ההשקיה בתחילת העונה בשנת 2009 ו-2010. שמות הטיפולים מציינים את יעד פוטנציאל המים בגזע. הקווים המאונכים מציינים את תקופת פיצול ההשקיה



איור 11: מנת המים היומית בשלושת טיפולי ההשקיה בתחילת העונה בשנת 2009 ו-2010. שמות הטיפולים מציינים את יעד פוטנציאל לחץ המים בגזע. הקווים המאונכים מציינים את תקופת פיצול ההשקיה.

**ב.2. תוצאות טיפולים ב"מגייק" 2008-2009**

לטיפולים במעכב ייצור גיברלין "מגייק" (2 ו-4 סמ"ק לעץ) לא היתה השפעה על התארכות ענפים חד שנתיים ומספר העלים שהתפתחו בהם ב-2009 וב-2010. מנגד ה"מגייק" גרם לצפיפות עלים גדולה יותר בענפים אלו, הקטין את קומת העץ ועיכב את התרחבות קוטר הגזע (טבלה 5). יש לציין כי בעצים המטופלים ב"מגייק" מתפתחת עלווה שמוטה, בדומה לניסוי הקדמי שערכנו. הטיפולים ב"מגייק" לא השפיעו על מדדי הפוריות ב-2009 (טבלה 6). יש לבחון זאת לפחות כמה שנים כדי לקבוע האם תוצאה זו אמיתית.

טבלה 5: השפעת טיפולים קרקעיים ב"מגייק" (אפריל 2009 ואפריל 2010) על התפתחות הענפים, גובה העץ והגידול בקוטר הגזע. בנייתוח השונויות לא נמצאה אינטראקציה בין טיפולי ה"מגייק" ובין טיפולי ההשקיה (15/4-1/7/10 ו 15/4-1/7/09) בהשפעתם על המדדים שנבחנו. 'קורונייקי' גשור 2009-2010.

| טיפולי "מגייק" (סמ"ק/עץ) | מספר עלים בענף <sup>3</sup> |        | התארכות (ס"מ) <sup>3</sup> |        | הענף צפיפות עלים (ס"מ <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup> |       | גובה עץ (ס"מ) <sup>4</sup> |       | גידול בקוטר הגזע <sup>5</sup> |  |
|--------------------------|-----------------------------|--------|----------------------------|--------|--|-------|----------------------------|-------|-------------------------------|--|
|                          | 2009                        | 2010   | 2009                       | 2010   | 2009   | 2010  | 2009                       | 2010  | 4/09-3/10                     |  |
| ביקורת                   | 19.6 a                      | 14.2 a | 17.7 a                     | 13.9 a | 1.3 b  | 1.2 b | 352 a                      | 324 b | 0.52 a                        |  |
| <sup>1,2</sup>           | 19.6 a                      | 14.6 a | 15.3 a                     | 14.9 a | 1.4 a  | 1.2 b | 324 b                      | 325 b | 0.39 b                        |  |
| <sup>4</sup>             | 19.0 a                      | 14.9 a | 15.8 a                     | 13.2 a | 1.5 a  | 1.5 a | 325 b                      |       | 0.32 b                        |  |

ערכים באותו טור המלווים באותיות שונות נבדלים זה מזה באופן מובהק ( $P < 0.05$ ).  
<sup>1,2</sup> כמות יוניקונוזול בטיפול היא 0.1 ו-0.2 גרם/עץ.  
<sup>3</sup> התפתחות הענפים נקבעה בין 4-10/09 ובין 4-7/10.  
<sup>4</sup> גובה העץ נקבע לפני המסיק.  
<sup>5</sup> קוטר הגזע היה 9-10 ס"מ בהתחלת הניסוי, ללא הבדל בין הטיפולים.

טבלה 6: השפעת טיפולים קרקעיים ב"מגייק" (אפריל 2009) על החנטה ומדדי הקטיף ב-2009. בנייתוח השונויות לא נמצאה אינטראקציה בין טיפולי ה"מגייק" ובין טיפולי ההשקיה (15/4-1/7/10 ו 15/4-1/7/09) בהשפעתם על המדדים שנבחנו. 'קורונייקי' גשור 2009.

| טיפולי "מגייק" (סמ"ק/עץ) | חנטה <sup>3</sup> | יבול פרי (ק"ג/עץ) | משקל פרי בודד (גר') | מס פירות לעץ | אחוז שמן (רטוב) | יבול שמן (ק"ג/עץ) |
|--------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------|-----------------|-------------------|
|                          |                   |                   |                     |              |                 |                   |
| <sup>1,2</sup>           | 6.0 a             | 15.4 a            | 0.93 a              | 18030 a      | 21.0 a          | 3.15 a            |
| <sup>4</sup>             | 6.5 a             | 15.6 a            | 0.88 a              | 18180 a      | 21.1 a          | 3.29 a            |

ערכים באותו טור המלווים באותיות שונות נבדלים זה מזה באופן מובהק ( $P < 0.05$ ).  
<sup>1,2</sup> כמות יוניקונוזול בטיפול היא 0.1 ו-0.2 גרם/עץ.  
<sup>3</sup> החנטה חושבה לפי מספר חנטים מפותחים ב-10 תפרחות בענף.

### ב.3. תוצאות טיפולי ההשקיה 2008-2009

לטיפול ההשקיה היתה השפעה מובהקת על התפתחות הענפים החד שנתיים ב-2009 וב-2010, כאשר השקיה גבוהה לוותה בהתארכות גדולה יותר של הענפים ובהתפתחות יותר מספר גבוה יותר של עלים (טבלה 7). באיור 11 (מימין) ניתן לראות שבטיפול ההשקיה הגבוה (-1.0 MPa) נמשכה התארכות הענפים גם לאחר סיום הטיפול ב-1/7/09, כאשר בטיפול ההשקיה הנמוכים יותר ההתארכות נעצרה כמעט לחלוטין עם סיום הטיפול. בכל טיפולי ההשקיה המשיכו להתפתח עלים חדשים לאורך כל תקופת המדידה (4-10/09). מגמה של עליה בהתרחבות הגזע עם העלייה במנת ההשקיה התקבלה, אך היא לא מובהקת. טיפולי ההשקיה לא השפיעו על צפיפות העלים בענפים החד שנתיים. גובה העץ לפני מסיק 2009 היה גדול יותר בטיפול ההשקיה הנמוך ביותר, תוצאה שלא ניתן להסבירה באופן הגיוני. החנטה, יבול הפרי ומספר הפירות לעץ בטיפול ההשקיה הגבוהה (-1.0 MPa) ב-2009 היו גבוהים באופן מובהק בהשוואה לשני טיפולי ההשקיה הנמוכים. ביבול השמן התקבלה מגמה דומה, אך היא לא מובהקת.

**טבלה 7: השפעת טיפולי ההשקיה (15/4-1/7/10 ו-15/4-1/7/09) על התפתחות הענפים, גובה העץ והגידול בקוטר הגזע. בניתוח השונויות לא נמצאה אינטראקציה בין טיפולי ה"מג'יק" (באפריל 2009 ובאפריל 2010) ובין טיפולי ההשקיה בהשפעתם על המדדים שנבחנו. 'קורונייקי' גשור 2009-2010.**

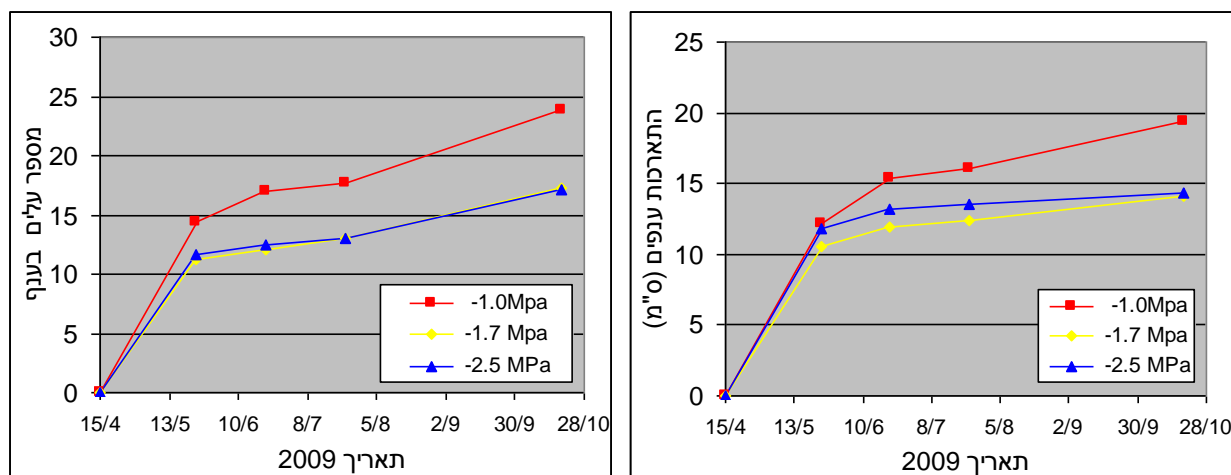
| גידול בקוטר הגזע <sup>4</sup> | גובה עץ (ס"מ) <sup>3</sup> | צפיפות עלים בענף (ס"מ <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup> |       | התארכות הענף (ס"מ) <sup>2</sup> |        | מספר עלים בענף <sup>2</sup> |        | טיפולי ההשקיה (MPa) |
|-------------------------------|----------------------------|--|-------|---------------------------------|--------|-----------------------------|--------|---------------------|
|                               |                            | 2009   | 2010  | 2009                            | 2010   | 2009                        | 2010   |                     |
| 4/09-3/10                     | 2009                       | 2010   | 2009  | 2010                            | 2009   | 2010                        | 2009   | -1.0                |
| 0.46 a                        | 321 b                      | 1.1 a  | 1.4 a | 17.0 a                          | 19.4 a | 16.2 a                      | 23.9 a | -1.0                |
| 0.41 a                        | 333 ab                     | 1.4 a  | 1.3 a | 13.0 b                          | 14.3 b | 13.9 b                      | 17.1 b | -1.7                |
| 0.36 a                        | 346 a                      | 1.3 a  | 1.4 a | 12.3 b                          | 14.1 b | 13.6 b                      | 17.3 b | -2.5                |

ערכים באותו טור המלווים באותיות שונות נבדלים זה מזה באופן מובהק ( $P < 0.05$ ).  
<sup>1</sup> שמות טיפולי ההשקיה מציינים את יעד פוט' לחץ המים בגזע  
<sup>2</sup> התפתחות הענפים נקבעה בין 4-10/09 ובין 4-7/10.  
<sup>3</sup> גובה העץ נקבע לפני המסיק.  
<sup>4</sup> קוטר הגזע היה 9-10 ס"מ בהתחלת הניסוי, ללא הבדל בין הטיפולים.

**טבלה 8: השפעת טיפולי ההשקיה (15/4-1/7/09) על החנטה ומדדי הקטיף ב-2009. בניתוח השונויות לא נמצאה אינטראקציה בין טיפולי ה"מג'יק" (באפריל 2009 ובאפריל 2010) ובין טיפולי ההשקיה בהשפעתם על המדדים שנבחנו. 'קורונייקי' גשור 2009.**

| יבול שמן (ק"ג/עץ) | אחוז שמן (רטוב) | מס פירות לעץ | משקל פרי בודד (גרי') | יבול פרי (ק"ג/עץ) | חנטה <sup>2</sup> | השקיה (MPa) |
|-------------------|-----------------|--------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------|
|                   |                 |              |                      |                   |                   |             |
| 3.52 a            | 19.5 b          | 21030 a      | 0.90 a               | 18.1 a            | 8.3 a             | -1.0        |
| 3.26 a            | 20.7 b          | 17460 b      | 0.98 a               | 15.9 b            | 5.9 b             | -1.7        |
| 3.16 a            | 23.8 a          | 15420 b      | 0.90 a               | 13.2 c            | 5.0 b             | -2.5        |

ערכים באותו טור המלווים באותיות שונות נבדלים זה מזה באופן מובהק ( $P < 0.05$ ).  
<sup>1</sup> שמות טיפולי ההשקיה מציינים את יעד פוט' לחץ המים בגזע  
<sup>2</sup> החנטה חושבה לפי מספר חנטיים מפותחים ב-10 תפרחות בענף.

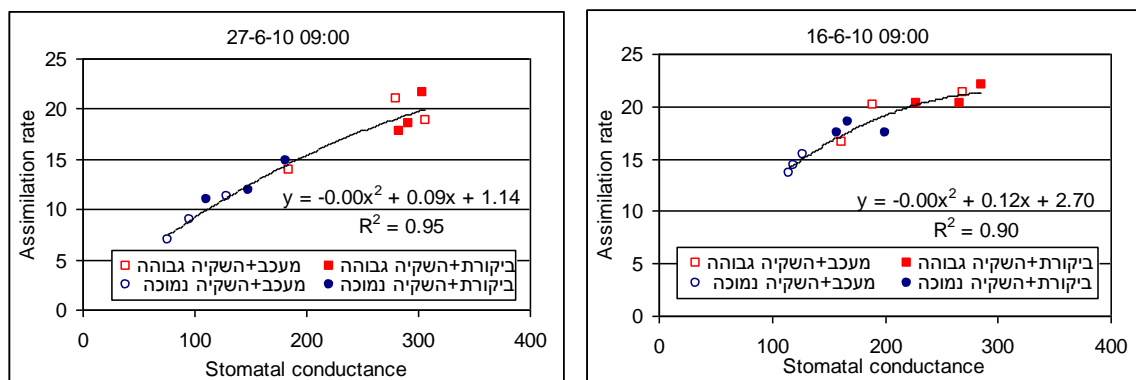


איור 12: השפעת טיפולי ההשקיה (15/4-1/7/09) על התארכות הענפים (מימין) ומספר העלים בענפים חד שנתיים (משמאל) ב-2009. בנייתוח השונויות לא נמצאה אינטראקציה בין טיפולי ה"מג'יק" (באפריל 2009 ובאפריל 2010) ובין טיפולי ההשקיה בהשפעתם על המדדים שנבחנו. 'קורונייקי' גשור 2009.

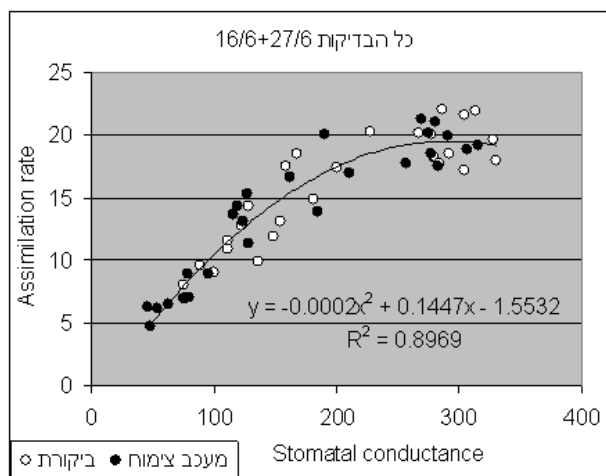
#### ב.4. השפעת הטיפולים על קצב הפוטוסינטזה, מוליכות הפיוניות ופוטנציאל המים בגזע

הקשר בין קצב הפוטוסינטזה למוליכות הפיוניות, שהתקבל בשני ימי מדידה (16/6/10 ו-27/6/10) בשעות הבוקר, לא הושפע ממעכב הצימוח ("מג'יק") והוא הגיע לרוויה בהשקיה הגבוהה (איור 13 ו-14). בטיפול ההשקיה הנמוכה קצב הפוטוסינטזה (ברמת העלה) ומוליכות הפיוניות ירדו באופן בולט בעקבות הטיפול במעכב הצימוח (איור 13) השפעה זו לא היתה דרך שינוי מורפולוגי בקוטר הפיוניות ו/או בצפיפותן (תוצאות לא מובאות). תוצאות דומות התקבלו גם בבדיקות בשעות הצהריים של שני ימי המדידה הנ"ל (תוצאות לא מובאות).

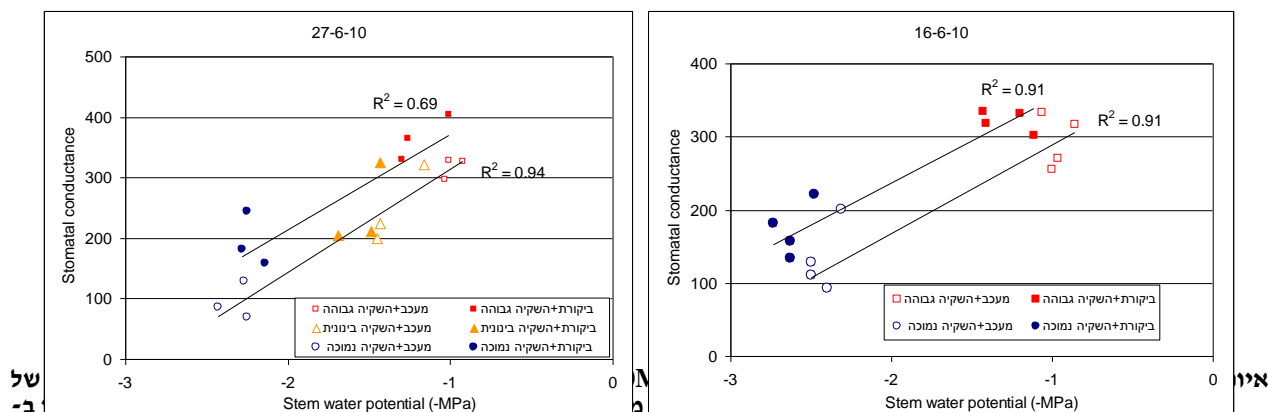
עבור עצי הביקורת בטיפול ההשקיה השונים (ללא מעכב הצימוח) נמצא כצפוי שמוליכות הפיוניות עולה ביחס ישר ( $R^2=0.91$  ב-16/6/10 או  $R^2=0.69$  ב-27/6/10) עם העלייה בפוטנציאל המים בגזע (איור 15). הטיפול ב-4 סמ"ק "מג'יק" גרם להסטת היחס הנ"ל ימינה. כלומר בעצים שטופלו עם מעכב הצימוח התקבלו ערכי מוליכות פיוניות נמוכים עבור אותם ערכים של פוט' לחץ מים בגזע, ולהיפך – עבור אותם ערכים של מוליכות פיוניות התקבל פוט' לחץ מים בגזע גבוה יותר (איור 15). סיבות אפשריות להסבר התופעה: שינויים בנפח הנוף, שטח עלווה, הקטנת קוטר צינורות הובלה, מבנה שורשים ועוד.



איור 13: השפעת טיפולי ההשקיה (15/4-1/7/09) (גבוהה -1.0MPa ונמוכה -2.5Mpa) ויישום קרקעי של מעכב הצימוח "מג'יק" (4 סמ"ק לעץ) על הקשר שבין קצב הפוטוסינטזה למוליכות הפיוניות. הבדיקות נערכו ב-16.6.10 (מימין) וב-27.6.10 (משמאל) ב-09:00am בון 'קורונייקי' במטע גשור.



איור 14: השפעת טיפולי ההשקיה (גבוהה - 1.0MPa ונמוכה -2.5MPa) ויישום קרקעי של מעכב הצימוח "מג'יק" (4 סמ"ק לעץ) על הקשר שבין קצב הפוטוסינתזה למוליכות הפיוניות. בגרף מובאות תוצאות מכל הבדיקות שנערכו ב-16.6.10 וב-27.6.10. ב-09:00am וב-02:00pm בזן 'קורונייקי' במטע גשור.



16.6.10 (מימין) וב-27.6.10 (משמאל) בזן 'קורונייקי' במטע גשור.

**סיכום ומסקנות ביניים למחקר כולו** – יבול השמן בשנה הראשונה והשנייה עלה עם עליית מנת ההשקיה אך התרומה השולית פחתה משמעותית במנות ההשקיה הגבוהות. בשנה השנייה התקבל צימוח משמעותי במנות ההשקיה הגבוהות, אף מעבר לרצוי במטע ממוכן. כמו כן, בהשקיות הגבוהות התקבל צימוח גם בענפים נושאי פרי. למימצאים אלו מספר השלכות על המשך המחקר:

1. יהיה צורך לרסן את הצימוח שבשלב צבירת השמן - לבחון אינטראקציה של השקיה בשלב צבירת השמן עם מעכבי צמיחה.
2. לצימוח בהשקיות הגבוהות תהיה השלכה על הפוריות ויש לבחון את הנושא עוד מספר עונות.
3. צימוח בענפים נושאי פרי עשוי למתן את הסרוגיות ויש לבחון נושא זה עוד מספר עונות.
4. לא נמצאה השפעה לרמת ההשקיה בתחילת העונה על יעילות עכוב הצימוח על-ידי "מג'יק". יש צורך להמתין לשני מחזורי סרוגיות ביבול.