

דוח לתכנית מחקר מספר 556-0083-09

פיתוח מימשק השקיה מיטבי לשקד בוגר

Development of irrigation management protocol for mature almond

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

עמוס נאור – המכון לחקר הגולן ומו"פ צפון
שמואל אסולין, המכון לקרקע ומים, מנהל המחקר החקלאי
ראובן בירגר, מרכז חקלאי העמק
אשר איזנקוט, שה"ם
יוני גל, שה"ם
מוטי פרס, שה"ם

Amos Naor – Golan Research Institute, P.O.Box 97 Kazrin 12900. amosnaor@research.haifa.ac.il

Shmuel Assouline – ARO-Volcani Center. ywshmuel@agri.gov.il

Reuven Birger – The Center for the Valley Growers. reubig@gmail.com

Asher Azenkot - Ministry of Agriculture, Extension Service. azasher@gmail.com

Yoni Gal – Ministry of Agriculture, Extension Service. Yonigal@ortal.org.il

Moti Peres - Ministry of Agriculture, Extension Service. peres@migal.org.il

נובמבר 2010

חשון תשע"א

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא מחק את המיותר*

*

חתימת החוקר

תקציר

הצגת הבעיה - בשנים האחרונות חלה עליה משמעותית בשטחי השקד בארץ. מנות ההשקיה המומלצות בארץ והיבולים נמוכים מאשר באיזורי הגידול המודרניים בעולם.

מטרות המחקר – לבנות עקום תגובה למים בשלב צבירת החומר היבש בזרע ולפתח סף פוטנציאל מים לבקרת השקיה.

שיטות ומהלך העבודה – נבנה ניסוי השקיה בלביא עם חמישה טיפולי השקיה בשלב צבירת החומר היבש בזרע. טיפולי ההשקיה הם מצבי מים שונים (פוטנציאל מים בגזע בצהרים בערכים של -1.1, -1.4, -1.8, -2.1, -2.4MPa). מבוצעות מדידות פוטנציאל מים בגזע פעם בשבוע ומנות המים מתוקנות בתגובה לערכים הנמדדים.

תוצאות עיקריות – העליה במנת ההשקיה גרמה לעליה משמעותית במספר הפירות לעץ וביבול הזרעים שהגיע ל-325 ק"ג זרעים יבשים לדונם בטיפול ההשקיה הגבוהה בשנת שיא. במספר עצים עלה היבול על 350 ק"ג/דונם. ההשקיה הגבירה את הצימוח ושיפרה את כושר ההשרדות של הדורבנות. נוף העץ גדל משמעותית עם ההשקיה אך לא הגיע לגדול סופי. התקבלה תמותת דורבנות של כ-60% תוך שלוש שנים בכל הטיפולים. בטיפול השקיה הנמוכים התמותה ההייתה גבוהה יותר כבר בשנים הראשונות.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות – העלאת מנת ההשקיה מגדילה את היבול משמעותית בהשוואה ליבול המסחרי כיום (200~ ק"ג זרעים לדונם). יהיה צורך בהמשך הניסוי עוד מספר עונות למימוש פוטנציאל הגדילה והיבול בטיפול השקיה הגבוהים. המחקר עד כה מאפשר העלאה בהמלצות ההשקיה.

מבוא

ענף השקד נמצא בתנופת נטיעות משמעותית עם תוספת של 25000 דונם בשנים האחרונות והגיע לכ-37000 דונם. השקד בארץ הורכב בעבר על כנת שקד מר, הושקה במנות של 250-300 מ"מ והגיע ליבול זרעים של כ-100 ק"ג. עם המעבר לכנה 677 (כנה ויגורית) התקבלו עצים גדולים יותר דבר שהביא לעליה במנת ההשקיה. כיום מנות ההשקיה הן כ-450 מ"מ ויבולי הזרעים קרובים ל-200 ק"ג לדונם. השקד בארץ מושקה במנות מים נמוכות משמעותית ממטעי שקד מודרניים באזורים חמים בעולם. כך, בקליפורניה ובאוסטרליה מנות ההשקיה מגיעות ל-1000 מ"מ לעונה, היבולים הממוצעים הם 300 ק"ג/דונם ויבולים גבוהים מגיעים ל-500 ק"ג/דונם. יש הבדל בין הזנים בחו"ל ובארץ אך הבדל בין הזנים לא יכול להסביר את מלוא ההפרש ביבול. מחקרים בחו"ל הראו מתאם גבוה בין עצמת הצימוח/גודל הנוף והיבול הן במטעים צעירים והן במטעים בוגרים; מטעים בוגרים בעולם סוגרים את המירווח שבין השורות בעוד שבארץ הנוף קטן יותר. פוריות השקד הבוגר תלויה בצימוח שכן חלק מהפירות נישאים על ענפים בני שנה ובשל הצורך בחידוש מלאי הדורבנות עקב תמותה משמעותית (כ-60% מדורבנות הפרי מתים תוך שלוש שנים).

נראה שבארץ לא ממצים את פוטנציאל היבול בשקד בשל השקיית חסר היוצרת נוף קטן. התפתחות המלצות השקיית שקד בארץ (עליה מ-250 ל-450 מ"מ/עונה) התבססה על תצפיות מדריכים בהעדר ניסוי השקיה תומך, כך שאין כל הוכחה שמנת המים הניתנת בארץ היא מיטבית. מי ההשקיה העומדים לרשות החקלאים בבקעת יבנאל (מי כנרת ממאגר ומי קולחים) נמצאים ברמות מליחות של 300-400 מ"ג כלור וכתוצאה מהשקית חסר מגיעה מליחות העיסה הרוויה בסתיו עד 850 מ"ג כלור (ניסוי בבקעת יבנאל). נראה שאיכות מי ההשקיה מחייבת מימשק השקיה מתאים לדחיקת מלחים.

הפער הגדול בידע בהשקיית שקד בארץ מחייב ביצוע תהליך לימוד שיטתי ע"י בניית עקומי תגובה למים בתקופות פנולוגיות עיקריות, לפני הקטיפה ואחריו. בשלב הבא יהיה צורך לבחון את האינטראקציה של השקיה ומליחות בהשפעתם על פוריות השקד ולהתאים מימשק שטיפת מלחים (פרוס מפזרי מים, תדירות השקיה ותצרוכת שטיפה).

מבוצע ניסוי השקיה בו יבנה עקום תגובה של שקד (יבול, צימוח ופוריות רב שנתית) למים מההתעוררות ועד הקטיפה. העתקת הטיפול המיטבי לחלקות מסחריות אינה אוטומטית בשל הבדלים בגודל הנוף בין מטעים, איכות מי ההשקיה, הבדלים בתרומת מי הגשמים ויעילות ההשקיה בין חלקות. כל מקדם השקיה יוגדר גם במונחים של פוטנציאל המים בגזע כך שיהיה בידנו עקום תגובה לפוטנציאל המים בגזע – החלפת מקדם ההשקיה בסף פוטנציאל מים מאפשרת להתגבר על הבדלים שהוזכרו בין החלקות השונות ובתהליך של ניסוי וטעייה ניתן יהיה להגדיר את מקדם ההשקיה בכל חלקה תוך מדידת פוטנציאל המים בגזע.

מטרות המחקר בתקופת הדו"ח

לבנות עקום תגובה למים בשלב צבירת החומר היבש בזרע ולפתח סף פוטנציאל מים לבקרת השקיה.

חומרים ושיטות

נבנה ניסוי השקיה במטע לביא בגליל התחתון בזן אום אל פחם בוגר. המטע נטוע במירווח 7 מ' X 7 מ' בכיוון נטיעה מזרח מערב. הניסוי כולל חמישה טיפולי השקיה בחמש חזרות בבלוקים באקראי. בכל חזרה 2 עצי מדידה עם עצי גבול ושורות גבול. שטח כל טיפול כ-3.0 דונם ובסה"כ כ-15 דונם. נבנה ראש השקיה ודישון ממוקד בקר השקיה לצורך הניסוי. ציוד ההשקיה הוא שתי שלוחות טפטוף 1.6 ל"שעה כל חצי מטר (שיעור השקיה 0.914 מ"מ/שעה).

טיפול השקיה מיצגים מצבי מים שונים בטווח רחב ומנת ההשקיה בכל טיפול משתנה בטכניקה של ניסוי וטעייה בתגובה למדידות פוטנציאל המים בגזע המבוצעות פעם בשבוע. ערכי פוטנציאל המים בצהרים בטיפולים השונים הם -2.4MPa, -2.1MPa, -1.8MPa, -1.4MPa, -1.1MPa. טיפולי ההשקיה הופעלו בשלב צבירת החומר היבש בזרע ממחצית אפריל וההשקיה מבוצעת כל יום. לקראת הקטיפה יובשה הקרקע למניעת נזקים מכניים בניעור. לאחר הקטיפה ניתנה מנת מים שתשמור על ערכי פוטנציאל מים בגזע של -2.0MPa בכל הטיפולים. בנוסף לניסוי מבוצעת תצפית השקיה עם מנות מים ברמות שונות ע"י החלפת הטפטוף ויצירת שיעור השקיה משתנה. מנות ההשקיה הן 70%, 100%, 140%, 170% ממנת ההשקיה המשקית ממחצית אפריל. ההשקיה עד אפריל הייתה משקית לצורך מתן דשן בכמות אחידה. התצפית החלה ב-2007. **מדידות** – מד המים בכל טיפול נקרא מספר פעמים בשבוע. פוטנציאל מים בגזע נמדד על שני קצוות ענפים חד שנתיים לחזרה באמצעות תא לחץ ניד (PMS) המותאם ללחצים של עד 40 אטמוספירות. במהלך העונה נבחנה השפעת מצב המים על פוטנציאל המים בגזע ועל מוליכות פיוניות שנמדדה באמצעות פורומטר (Li-cor 1600). במהלך יולי נלקחה בדיקת מליחות המים בקרקע.

תוצאות

2008 - עד תחילת הניסוי ניתנו 100 מ"מ לכל הטיפולים. טיפולי ההשקיה הדיפרנציאליים החלו במחצית אפריל.

טבלה 1: מנת ההשקיה המצטברת עד הקטיפה והמנה העונתית, מנת השקיה יומית ומקדם השקיה מפנמן לקראת תחילת הייבוש (3-24 יוני) בחמשת טיפולי ההשקיה (2008). מספרי הטיפול הן קריאות היעד של תא הלחץ.			
טיפול	מנה מצטברת עד הקטיפה (מ"מ)	מנה מצטברת עונתית (מ"מ)	מנה יומית ממוצעת לפני עצירת השקיה (מ"מ)
24	132	341	2.0
21	194	420	3.2
18	280	490	4.5
14	423	651	6.3
11	673	884	8.2

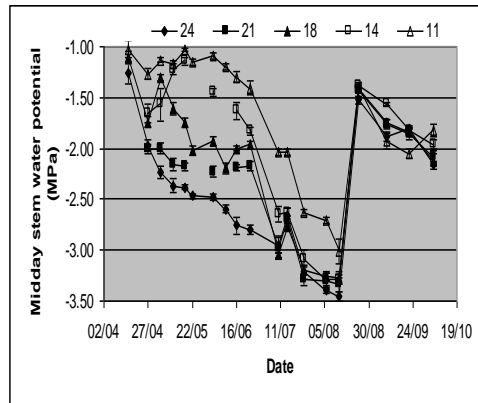
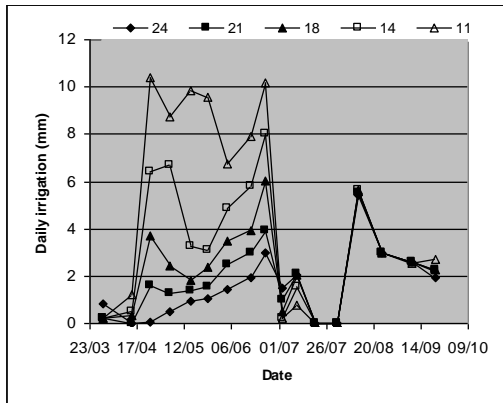
ההשקיה בטיפול השקיה הנמוכים החלה רק כאשר פוטנציאל המים בגזע היגיע לערך היעד כאשר בטיפול ההשקיה הנמוכה התקבל ערך זה במחצית מאי (איור 1).

בתחילת יולי החל ייבוש הקרקע והקטיפה נעשה כשאחרון הטיפולים היה מוכן מבחינת פתיחת השומר. מנות ההשקיה הממוצעות ממחצית אפריל ועד תחילת ייבוש הקרקע באפריל היו 1.3, 2.2, 3.4, 5.5, ו-9.1 מ"מ/יום בחמשת טיפולי ההשקיה (איור 2). לאחר הקטיפה ניתנה מנת פיצוי

על תקופת הייבוש ולאחר מכן 3 מ"מ ליום (איור 2). מנת הפיצוי גרמה לעליה משמעותית בפוטנציאל המים (-) מעבר למתוכנן והתקבל צימוח.

מנות המים הורדו בעקבות הצימוח על מנת לשמור ערכי סף של 2.0MPa. מנת המים היומית הממוצעת בשיא תקופת פיצול טיפולי ההשקיה (יוני) נעה מ-2 עד 8.2 מ"מ (טבלה 1); מנת ההשקיה עד הקטיפ נעה מ=132 עד 673 מ"מ ומנת ההשקיה העונתית מ-341 עד 884 מ"מ. כמות החנקן העונתית הייתה 15 ק"ג/דונם למרות תכנון של 25 ק"ג חנקן לדונם עקב תקלות במערכת הדישון.

מוליכות הפיוניות ירדה עם הירידה במנת ההשקיה (לא מוצג) ועם הירידה בפוטנציאל המים בגזע (איור 3). המתאם בשני המועדים היה גבוה ונתקבל הבדל בתגובה בין התאריכים בערכי פוטנציאל מים בגזע נמוכים.

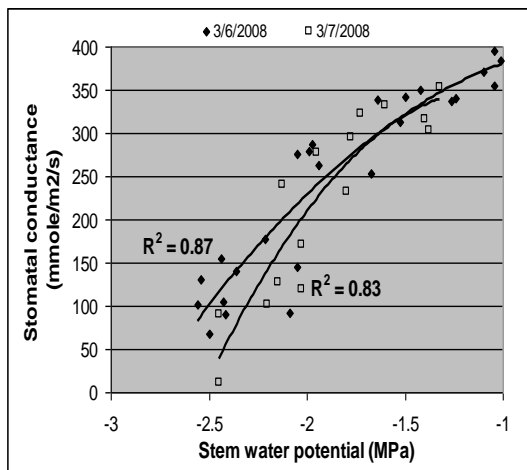


יבול - התקבל
 עקום אופטימום של יבול זרעים יבשים בהשפעת טיפולי ההשקיה (איור 4) כאשר היבול עלה מכ- 170 ק"ג/דונם בטיפול ההשקיה הנמוכה לכ-250 ק"ג/דונם בטיפול

איור 2: מנת המים היומית (ממוצע עשרת) בחמשת טיפולי ההשקיה ב-2008. מספרי הטיפולים מציינים את ערך היעד של קריאות תא הלחץ (בר).

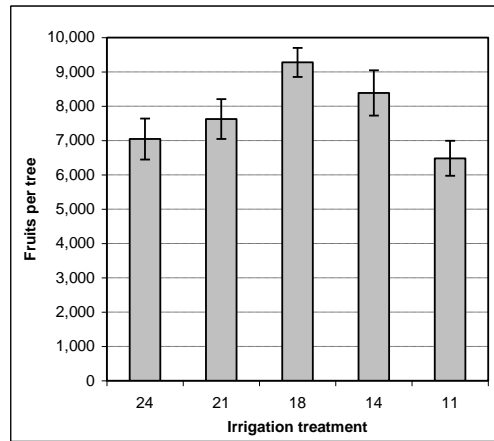
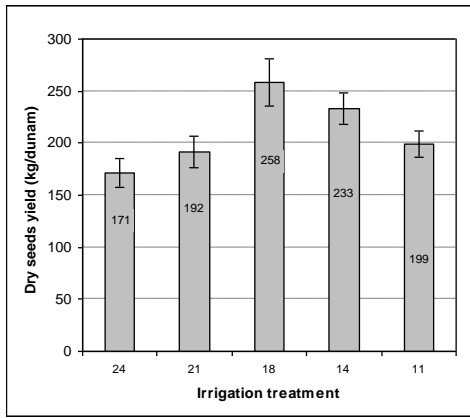
איור 1: פוטנציאל המים בגזע ± שגיאת התקן בחמשת טיפולי ההשקיה ב-2008. מספרי הטיפולים מציינים את ערך היעד של קריאות תא הלחץ (בר).

ההשקיה האמצעי ולאחר מכן חלה ירידה עד ל-200 ק"ג/דונם. ההבדל ביבול נבע בעיקרו מהבדלים במספר הפירות לעץ (איור 4). בעונה הראשונה לא צפוי להיות הבדל במספרי הפירות בהשפעת טיפולי ההשקיה במיוחד במצב בו ההשקיה החלה במחצית אפריל כשהפרי כבר היה בגודל כמעט סופי ולא נראתה כל נשירת פירות בטיפולי ההשקיה הגבוהים. לפיכך

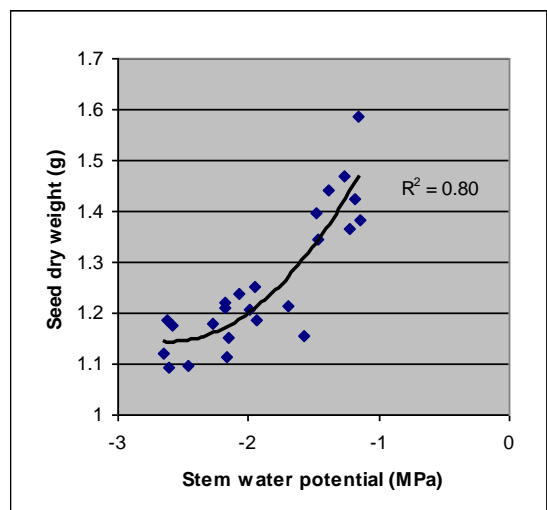
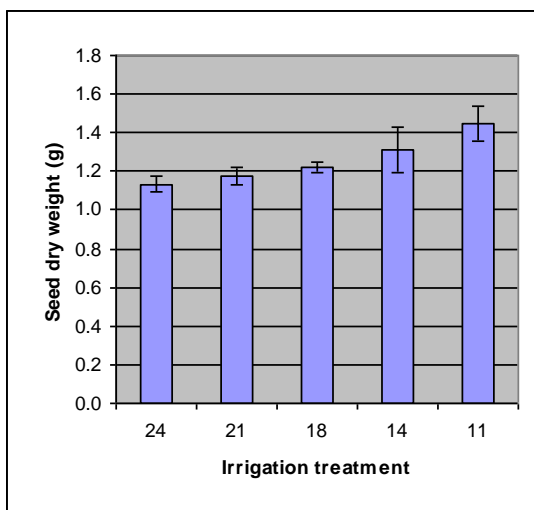


איור 3: הקשר בין פוטנציאל המים בגזע למוליכות הפיוניות בשני מועדים ב-2008.

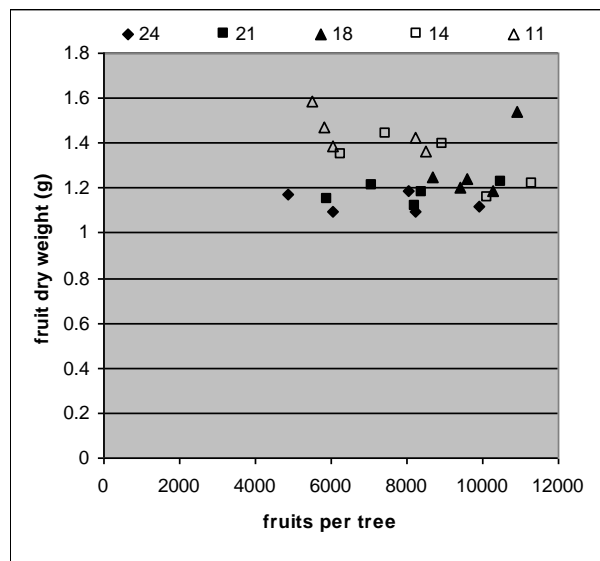
לא ניתן להסיק מסקנות מעקום האופטימום שהתקבל. המשקל היבש של הזרע עלה עם עליית מנת ההשקיה (איור 5) ונמצא מתאם בין פוטנציאל המים בגזע והמשקל היבש של הזרע (איור 5). קימת אפשרות שההבדלים במשקל הזרע נבעו מעומס היבול אך נראה בבירור שהמשקל היבש של הזרע בטיפולי ההשקיה הגבוהים היה גבוה מזה שבטיפולי ההשקיה הנמוכים במספר דומה של פירות לעץ (איור 6).



איור 4: השפעת מנת ההשקיה על יבול הזרעים לדונם ועל מספר הפירות לעץ \pm שגיאת תקן. מספרי הטיפולים מציינים את קריאות היעד בתא הלחץ (בר).



איור 5: השפעת טיפולי ההשקיה על המשקל היבש של הזרע \pm שגיאת תקן והשפעת פוטנציאל המים בגזע בצהרים על המשקל היבש של הזרע.



איור 6: השפעת מספר הפירות לעץ על משקל הזרע היבש (ג') בטיפולי ההשקיה השונים. מספרי הטיפולים מציינים את קריאות היעד בתא הלחץ (בר).

טבלה 2: מנת ההשקיה המצטברת עד הקטיף והמנה העונתית, מנת השקיה יומית ומקדם השקיה מפנמן לקראת תחילת הייבוש (12-30 יוני) בחמשת טיפולי ההשקיה (מספרי הטיפולים מייצגים סדר עולה של מנת השקיה).

מקדם השקיה לפני עצירת השקיה	מנה יומית ממוצעת לפני עצירת השקיה (מ"מ)	מנה מצטברת עונתית (מ"מ)	מנה מצטברת עד הקטיף (מ"מ)	טיפול
0.28	2.1	370	226	24
0.40	3.0	412	261	21
0.64	4.9	511	368	18
0.84	6.4	642	497	14
1.11	8.4	788	645	11

מנת ההשקיה עד פיצול טיפולי ההשקיה ב-15 באפריל היתה 45 מ"מ. מנת ההשקיה המצטברת עד הקטיף נעה מ-226 מ"מ ועד 645 מ"מ והמצטברת העונתית נעה מ-370 עד 788 מ"מ (טבלה 2). במחצית מנת ההשקיה לפני תחילת הייבוש של יולי נעה מ-2.1 עד 8.4 מ"מ/יום כשמקדם ההשקיה מפנמן נע מ-0.28 ועד

1.11 (טבלה 2, איור 7). פוטנציאל המים בשלב פיצול טיפולי ההשקיה נע מכ-1.3MPa ועד -2.8MPa (איור 8). יעד פוטנציאל המים בקטיף היה -2.5MPa בכל הטיפולים אך בפועל היו חריגות. לאחר הקטיף כל הטיפולים

קיבלו מנת

השקיה

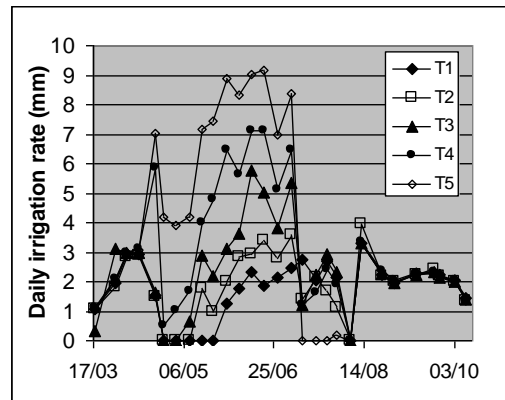
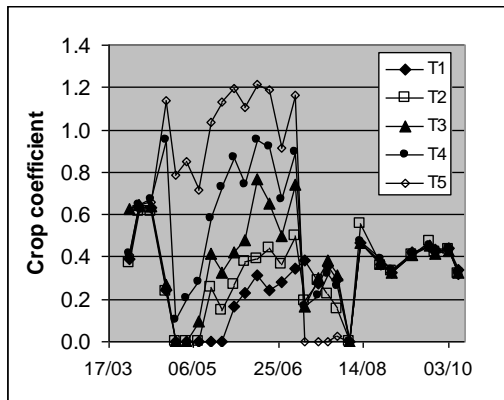
אחידה כשיעד

פוטנציאל

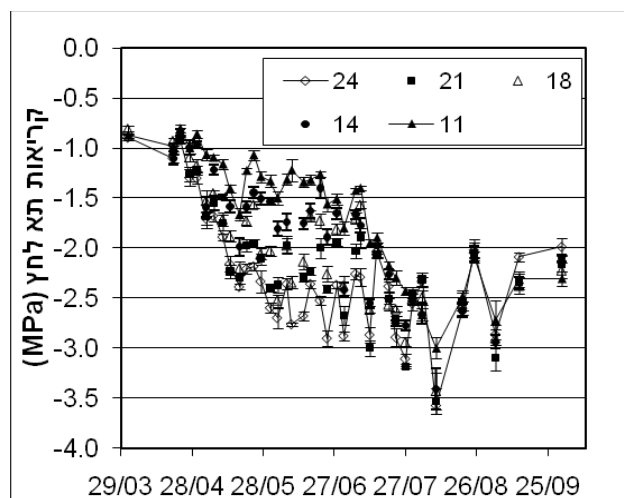
המים היה -

2.0MPa

(איור 8).



איור 7: מנת השקיה יומית ומקדם השקיה מפנמן לאורך העונה (2009) בחמשת טיפולי ההשקיה (מספרי הטיפולים מייצגים סדר עולה של מנת השקיה). מנות ההשקיה עולות מ-T (נמוכה) עד 5T (גבוהה).

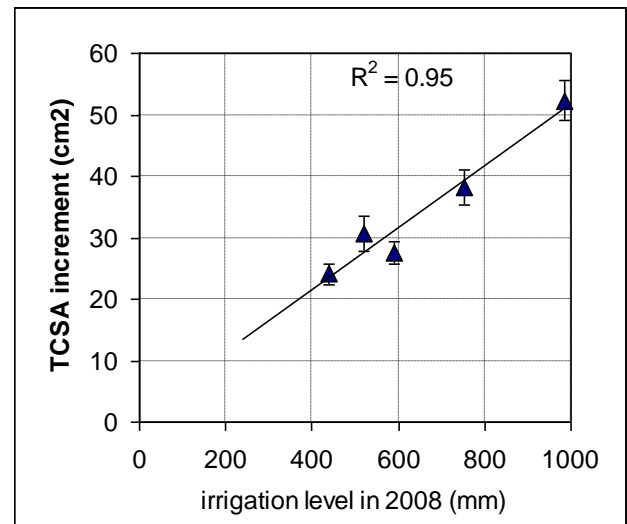
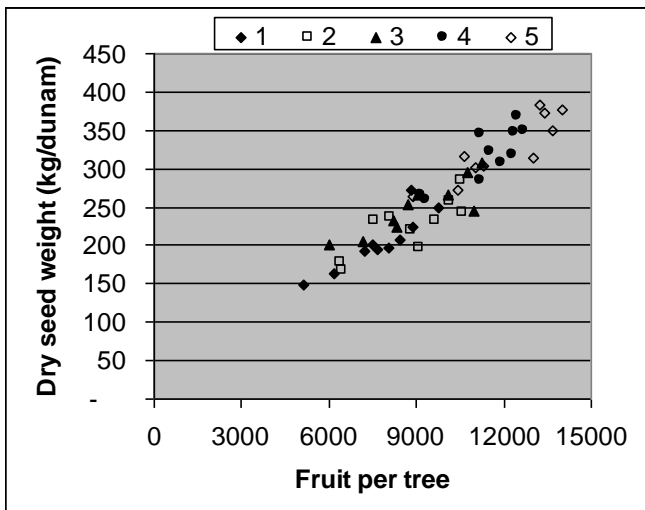


איור 11: פוטנציאל המים בגזע לאורך העונה (2009) בחמשת טיפולי ההשקיה (מספרי הטיפולים מייצגים את יעד קריאות תא הלחץ).

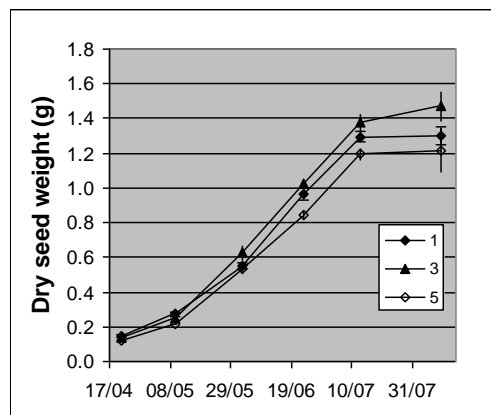
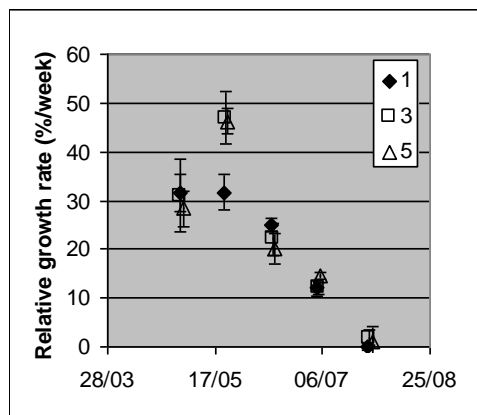
מספר הפירות לעץ עלה מ-7765 בטיפול ההשקיה הנמוכה ועד ל-11945 בטיפול ההשקיה הגבוהה, כ-50% עליה (טבלה 3). יכול זרעים יבשים עלה מ-205 ועד 325 ק"ג/דונם. בעצים בודדים עבר יכול הזרעים היבשים 350 ק"ג/דונם (איור 12) כך שיעד יכול של 400-450 ק"ג/דונם נראה בר השגה (דומה ליבולים באוסטרליה). הגדלת מנת ההשקיה גורמת לצימוח משמעותי של הנוף (לא נמדד), דבר המתבטא בתוספת גדולה יותר בשטח חתך הגזע (איור 12). ב-2009 התחיל הצימוח בטיפול ההשקיה הגבוהה עוד לפני הטיפולים האחרים עוד בשלב ההשקיה האחידה והמשמעות היא שבטיפול זה מתקבלת חיוניות הקשורה אולי לצבירת חומרי

תשמורת מהעונה הקודמת. משלב פיצול טיפולי ההשקיה התקבל צימוח חזק יותר בטיפולי ההשקיה הגבוהה (לא נמדד). חשוב לציין כי תהליך גידול הנוף והתאמתו למנות המים הגבוהות, ועל כן מיצוי העלייה ביבול צפוי להתפרס על מספר עונות ויהיה צורך להמשיך את הניסוי עד להתייצבות בגודל הנוף וביבול.

טבלה 3: מספר הפירות לעץ, יבול הזרעים לדונם ומשקל זרע בודד בחמשת טיפולי ההשקיה ב-2009 (מספרי הטיפולים מייצגים סדר עולה של מנת השקיה)			
מספר השקיה	פירות לעץ	יבול זרעים יבש (ק"ג/דונם)	משקל זרע יבש (ג')
1	7765 b	205 c	1.30 ab
2	8738 b	224 bc	1.27 b
3	9055 b	250 b	1.38 a
4	11405 a	317 a	1.36 a
5	11945 a	325 a	1.34 ab



איור 12: השפעת מספר הפירות לעץ על היבול בחמשת טיפולי ההשקיה ב-2009 והשפעת מנת ההשקיה ב-2008 על תוספת בשטח. חתך הגזע מאביב 2008 עד אביב 2009 (נמצא במתאם עם גודל הנוף) (מספרי הטיפולים מייצגים סדר עולה של מנת השקיה).

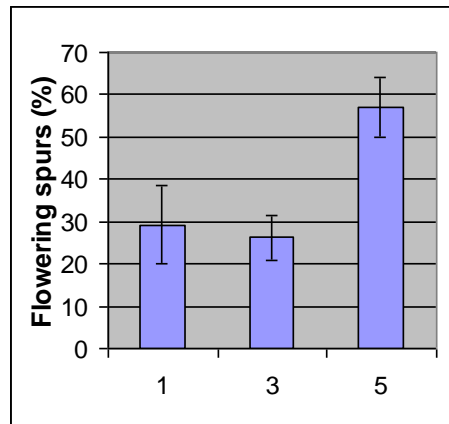
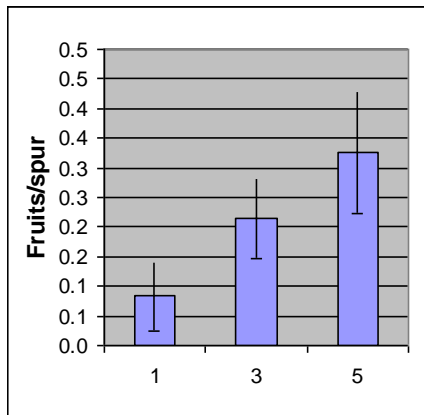


איור 13: מעקב אחר צבירת החומר היבש בזרעים וקצב הצבירה היחסי לאורך העונה (2009) בשלושה טיפולי השקיה (מספרי הטיפולים מייצגים סדר עולה של מנת השקיה).

מעקב אחר צבירת החומר היבש בזרע לאורך העונה מראה כי הפרי הגדול התקבל בטיפולי ההשקיה האמצעי, לאחריו טיפול ההשקיה הנמוך ולאחריו

טיפולי ההשקיה הגבוהה (איור 13). ההבדלים לא היו מובהקים אך המגמה מוסברת חלקית ע"י מספר הפירות לעץ – עומס היבול הגבוה במנת ההשקיה הגבוהה הגביל את גידול הפרי בטיפול זה למרות מצב המים המשופר; למרות מספר הפירות הגבוה בטיפולי ההשקיה האמצעי התקבל משקל יבש גדול מזה שבטיפולי ההשקיה הנמוכה, כנראה בגלל מגבלת מוטמעים בטיפול הנמוך. הקצב היחסי של גידול הפרי היה דומה בשני טיפולי ההשקיה

הגבוהים והוא היה גבוה בצורה מובהקת מטיפול ההשקיה הנמוכה בסוף מאי (איור 13). בכל שאר המועדים לא היה הבדל בגידול היחסי בין טיפולי ההשקיה. המשמעות היא שבמחצית השניה של מאי קימת רגישות של גידול הפרי לזמינות המים. עקת המים בטיפול הנמוך התפתחה במהלך מאי וקימת אפשרות שהעקה בתחילת מאי (המדידה הראשונה של קצב צבירת החומר היבש) לא הגיעה לסף בו יש פגיעה בצבירה. המשמעות היא שיתכן וקימת רגישות של צבירת החומר היבש לעקת מים כבר מתחילת צבירת החומר היבש בזרע.



איור 14: השפעת טיפולי ההשקיה על אחוז הדורבנות הפורחים ומספר הפירות לדורבן ב-2009. הדורבנות סומנו בתחילת הניסוי ב-2008. מספרי הטיפולים מציינים סדר עולה של מנות השקיה.

מעקב אחר דורבנות שסומנו בתחילת הניסוי (2008) מצביעה על ירידה באחוז הדורבנות שפרחו ב-2009 בעקבות עקת המים ב-2008 (איור 14). מעניין שבשני טיפולי ההשקיה הנמוכים התקבל אחוז דומה של דורבנות פורחים. גם בטיפול ההשקיה הגבוהה פרחו רק

כ-55% מהדורבנות דבר התומך במימצאים מהספרות. מספר הפירות לדורבן עלה עם עליית מנת ההשקיה. בטיפול ההשקיה הגבוהה התקבלו 0.35 פירות לדורבן.

מנת הדשן העונתית הייתה 34 ק"ג חנקן לדונם ו-28 ק"ג אשלגן לדונם. בדיקות העלים ב-2009 מצביעות על ערכי חנקן בגבול התחתון המותר ובעקבות המימצאים תוגבר הדישון עוד בשנת 2009. בניסוי יש אילוץ הנובע ממנת המים הנמוכה שאינה מאפשרת לתת ריכוז דשן גבוה מידי ולפיכך בשנת 2010 יינתן דישון מוגבר בתחילת העונה כשכל הטיפולים מושקים במנה גבוהה יחסית. כמו כן תישקל תוספת השקיה טכנית להגדלת כמות הדשן עד תחילת פיצול טיפולי ההשקיה באפריל.

טבלה 3: בדיקות עלים לפני הקטיף ב-2009 בשלושה טיפולי השקיה (מספרי הטיפולים מייצגים סדר עולה של מנת השקיה).										
טיפול השקיה	N (%)	P (%)	K (%)	Na (%)	Ca (%)	Mg (%)	B (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cl (%)
1	2.20a	0.131ab	1.82a	0.17a	3.1a	0.46ab	30.6b	70.1ab	23.7a	0.32a
3	2.15a	0.134a	1.87a	0.18a	3.2a	0.50a	33.1b	65.3b	18.0b	0.30a
5	2.20a	0.125b	1.88a	0.17a	3.1a	0.43b	39.1a	81.3a	21.7a	0.11b

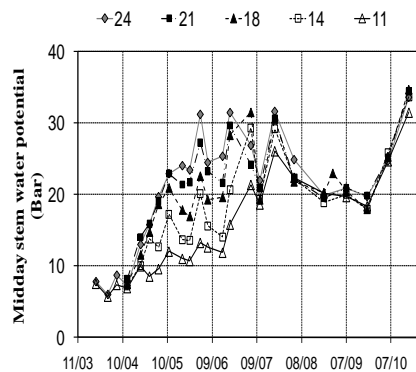
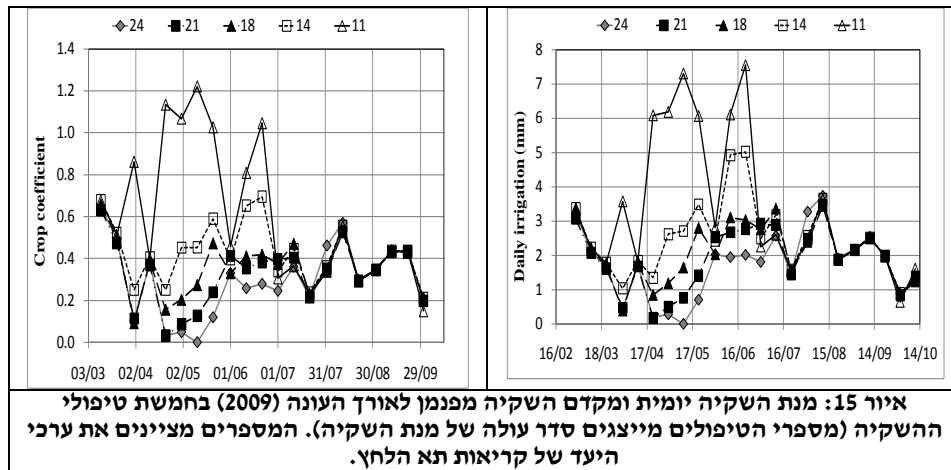
הירידה בריכוז הכלור בטיפול ההשקיה הגבוהה נובעת מהשטיפה עקב המנה העודפת, דבר שמתבטא גם בבדיקות מליחות בקרקע (לא מוצג). הבורון הגבוה בטיפול ההשקיה הגבוהה קשור אולי להשקיה בעבר בקולחין ולקליטת מים מוגברת בטיפול זה.

2010

מנת ההשקיה עד הקטיף נעה מ-194 עד 592 מ"מ והעונתית מ-395 עד 790 מ"מ (טבלה 4). מנת המים היומית בחודש יוני (כל הטיפולים הגיעו לערכי היעד של פוטנציאל המים בגזע) הייתה 2.0 עד 8.6 מ"מ כשמקדם ההשקיה מפנמן נע מ-0.27 עד 0.93 (טבלה 4, איור 15). ערכי פוטנציאל המים בגזע בשלב פיצול טיפולי ההשקיה נעו מכ-1.1MPa בטיפול ההשקיה הגבוהה ועד כ-2.5MPa בטיפול ההשקיה הנמוכה. בתחילת יולי כוונה ההשקיה לקבלת ערכי פוטנציאל מים בגזע של 2.5 MPa לקראת הניעור אך היו סטיות (איור 16). כל הטיפולים למעט טיפול ההשקיה הגבוהה היו ערכים דומים.

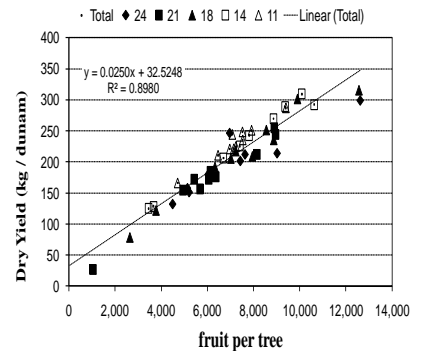
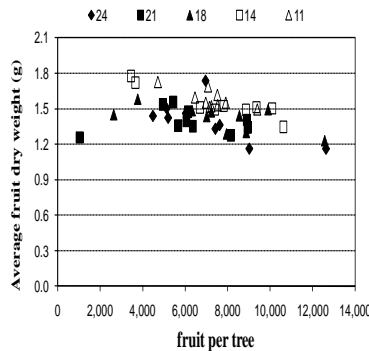
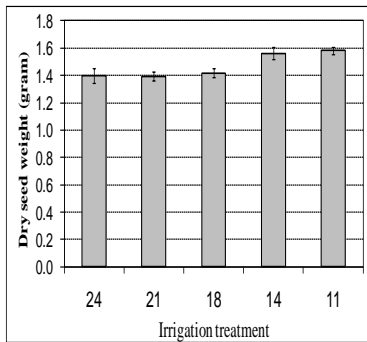
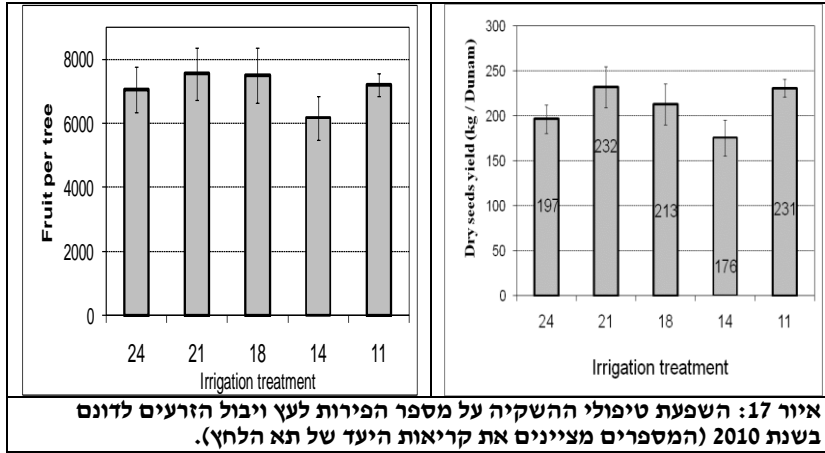
טבלה 4: מנת השקיה המצטברת עד הקטיף והמנה העונתית, מנת השקיה יומית ומקדם השקיה מפנמן לקראת תחילת הייבוש (30-13 יוני) בחמשת טיפולי ההשקיה (2010). המספרים מציינים את ערכי היעד של קריאות תא הלחץ.

טיפול	מנה מצטברת עד הקטיף (מ"מ)	מנה מצטברת עונתית (מ"מ)	מנה יומית ממוצעת לפני עצירת השקיה (מ"מ)	מקדם השקיה לפני עצירת השקיה
24	194	395	2.0	0.27
21	235	429	2.7	0.37
18	285	479	3.1	0.42
14	378	578	5	0.67
11	592	790	6.8	0.93

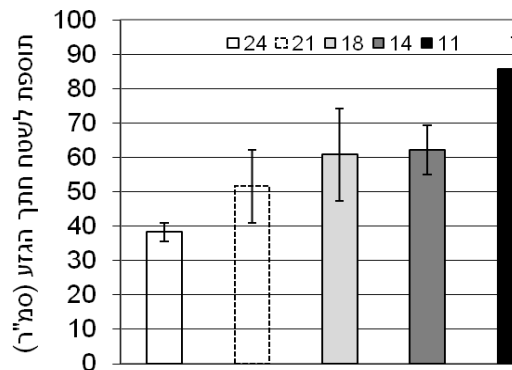


יבול הזרעים השנה היה דומה בכל הטיפולים וכך גם מספר הפירות לפרי (איור 17). ב-2010 היו אחוזי חנטה נמוכים בעקבות החורף החם דבר שפגע כנראה בהשפעת טיפולי ההשקיה. יבול הזרעים לדונם עלה עם עליה במספר הפירות לעץ (איור 18) כשהיבול המקסימלי היגיע לכ-300 פירות לעץ, פחות מבשנה הקודמת. המשקל היבש של הזרע היה גבוה יותר בשני טיפולי ההשקיה הגבוהים (איור 18) בדומה שלנת המחקר הראשונה.

התוספת לשטח חתך הגזע עלתה עם עליית מנת ההשקיה (איור 19) כאשר התקבלה תוספת כפולה בטיפול ההשקיה הגבוהה בהשוואה לטיפול ההשקיה הנמוכה. תכולת המינרלים בעלים לקראת הקטיף הראתה ריכוז כלור נמוך יותר בטיפול ההשקיה הגבוהה כנראה בעקבות מנת ההשקיה העודפת שאפשרה שטיפה טובה (טבלה 5). בטיפול שמתחתיו התקבלו גם ערכים נמוכים אך לא מובהקים. בטיפול ההשקיה הגבוהה התקבל ריכוז בורון נמוך יותר בהשוואה לטיפולי ההשקיה האחרים.



איור 18: השפעת טיפולי ההשקיה על המשקל היבש של הזרע והשפעת מספר הפירות לעץ על יבול הזרעים לדונם והמשקל היבש של הזרע (המספרים מציינים את ערך היעד של קריאות תא הלחץ).



איור 19: תוספת שטח חתך הגזע בטיפולי ההשקיה השונים בשתי שנות המחקר הראשונות.

טבלה 5: בדיקות עלים לפני הקטיף (29/7/2010) בטיפולי ההשקיה השונים (המספרים מציינים את ערך היעד של קריאות תא הלחץ).										
Cl (%)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)	Mg (%)	Ca (%)	Na (%)	K (%)	P (%)	N (%)	טיפולי השקיה
0.44 a	24 a	49 a	23 b	0.45 abc	2.22 a	0.19 ab	1.8 ab	0.11 a	2.07 a	24
0.40 a	24 a	58 a	26 b	0.47 ab	2.28 a	0.19 ab	1.7 b	0.10 c	1.90 b	21
0.44 a	25 a	47 a	26 b	0.47 a	2.35 a	0.18 b	1.7 ab	0.11 ab	1.88 ab	18
0.33 a	20 a	45 a	28 b	0.45 bc	2.39 a	0.20 a	1.9 a	0.11 bc	1.91 b	14
0.20 b	22 a	41 a	31 a	0.44 c	2.34 a	0.20 ab	1.9 a	0.11 a	1.98 a	11

דין

מצב המים – טיפולי ההשקיה השונים יצרו טווח רחב של מצבי מים בשלושת העונות (איור 1, 11, 16). בטווח מצבי המים שהתקבל התקבלה גם השפעה חזקה על מוליכות הפיוניות (איור 3) המשפיעה כמובן על קצב הפוטוסינתזה (לא מוצג). כך בטיפול ההשקיה הנמוכה הייתה מוליכות הפיוניות כרבע מהמוליכות המקסימלית. הסיבה המרכזית להשקיה היא שמירה על פתיחת פיוניות שתאפשר ייצור מוטמעים לאבטחת ייצור החומר היבש ולכן בחירת טיפולי ההשקיה בניסוי מאפשרת בחינה של נושא ההשקיה בצורה טובה.

גידול העץ – נוף העץ גדל יותר עם עליית מנת ההשקיה (לא נמדד) כאשר ניתן להבחין חזותית בהבדל גדול בין טיפולי ההשקיה. בשתי שנות המחקר הראשונות התקבלה תוספת כפולה בשטח חתך הגזע בטיפול ההשקיה הגבוהה לעומת טיפול ההשקיה הנמוכה (איור 19) – כיוון שיש קשר לינארי בין גודל חתך הגזע לגודל הנוף יש כאן אינדיקציה ברורה לתוספת גודל הנוף בהשפעת ההשקיה. בחורף תבוצע בדיקת גודל גזע נוספת שממנה תחושב תוספת שטח חתך הגזע בשלושת שנות המחקר. נוף העץ בטיפולי ההשקיה הגבוהים עדיין לא סוגר ולא הגענו לגודל עץ סופי. יש כמובן צורך להמשיך במחקר עוד מספר עונות למיצוי השפעת מנת ההשקיה על היבול והפוריות של השקד.

יבול ומספר פירות – בשנת המחקר הראשונה התקבל עקום אופטימום של יבול כפונקציה של מנת ההשקיה שנבע מעקום אופטימום של השפעת טיפולי ההשקיה על מספר הפירות לעץ. ברור שלא אמורה להיות השפעה בשנה הראשונה על מספר הפירות לעץ כיוון שפיצול טיפולי ההשקיה התבצע במחצית השניה של אפריל שנפח הפרי היגיע כמעט למקסימום ולא הייתה עוד נשירת פירות. בשנת 2009 התקבלה עליה מובהקת ביבול עם עליית מנת ההשקיה (טבלה 3) ובטיפול ההשקיה הגבוהה התקבל יבול של 320 ק"ג זרעים לדונם (כ-50% יותר מהיבול המסחרי בחלקות טובות).

משקל הזרע – משקל הזרע עלה עם עליית מנת ההשקיה ב-2008 ו-2010 בעוד לא נמצאה השפעה ב-2009 (איור 6, 12, 18). ההבדל בין 2009 לשנתיים האחרות הוא בעומס היבול ונראה שגודל הזרע מושפע ממנת ההשקיה בעיקר בעומסי יבול נמוכים. הממצא מתיישב עם תוצאות מחקרים אחרים שהראו רק בחלק מהמקרים השפעה של השקיה על גודל הזרע. קצב צבירת החומר היבש בזרע הושפע ממנת ההשקיה (איור 13) כאשר בטיפול ההשקיה הנמוכה התקבל גידול יחסי במשקל החומר היבש במחצית מאי בהשוואה לטיפולי ההשקיה האחרים. המשקל הסופי של הזרע הושפע יותר מהעומס מאשר מההשקיה.

חיוניות פקעים – אחוז הדורבנות שנשאו פרי ב-2008 ופרחו ב-2009 היה כ-25% בטיפול ההשקיה הנמוך והאמצעי וכ-60% בטיפול ההשקיה הגבוהה (איור 14). מספר הפירות הממוצע לדורבן ירד לינארית מכ-0.3 בטיפול ההשקיה הגבוהה לכ-0.15 בטיפול ההשקיה הנמוכה. המשמעות היא ש-30% מהדורבנות נושאים פרי בעונה עוקבת בהשקיה גבוהה ורק 12% מהם נושאים פרי בהשקיה נמוכה. אחוזי מימוש הפריחה הם 57% בטיפול ההשקיה הגבוהה, 82% בטיפול ההשקיה הבינונית ו-28% בטיפול ההשקיה הנמוכה. אחוז הדורבנות שנראו חייל לקראת הפריחה היה 36%, 36% ו-43% בטיפולי ההשקיה הנמוכה, הבינונית והגבוהה (הבדלים לא מובהקים) – אחוז דומה דווח בקליפורניה לאחר שלוש שנים ללא השפעה של טיפולי ההשקיה. אחוז הדורבנות שפרחו ב-2010 היה כ-20% בשלושת טיפולי ההשקיה. בטעות לא נספרו הפירות על דורבנות אלו ב-2010.

מסקנות ביניים – העלאת מנת ההשקיה מגדילה את היבול משמעותית בהשוואה ליבול המסחרי כיום (~200 ק"ג זרעים לדונם). יהיה צורך בהמשך הניסוי עוד מספר עונות למימוש פוטנציאל הגדילה והיבול בטיפולי ההשקיה הגבוהים. ניתן כבר היום להגדיל את המלצות השקיית שקד.