

# השפעת עקות חום ויובש בתחילת העונה על נשירת חנטים בתפוח

## Effects of heat and water stresses during early stages of the growing season on fruit set in apple

אליעזר גולדשמידט, עמוס נאור, אמנון שוורץ, משה פליישמן, שאול נשיץ  
מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולמו"פ צפון

ע"י

אליעזר גולדשמידט – הפקולטה לחקלאות, רחובות  
עמוס נאור – המכון לחקר הגולן  
אמנון שוורץ – הפקולטה לחקלאות, רחובות  
משה פליישמן – מנהל המחקר החקלאי  
שאול נשיץ – המכון לחקר הגולן

אפריל 2009

### תקציר

**בעית המחקר** – האקלים החם יחסית בחורף משפיע לרעה על צבירת מנות צינון להשלמת התרדמה ועל שבירתה, והאקלים החם והיבש בעונת הגידול משפיע לרעה על האבקה וחנטה, נשירת חנטים, חלוקת תאים בפרי וקצב גידול הנוף והפרי. עוצמת נשירת החנטים משתנית בין שנים ואין בידנו בשלב זה כלים להעריך את פוטנציאל נשירת החנטים דבר המקשה על החלטות לגבי ממשק הדילול הכימי. אפיון כמותי של התנאים המשפיעים על עוצמת נשירת החנטים יסייע בתכנונו של ממשק מתאים.

**חומרים ושיטות** – בוצע ניסוי בעצי תפוח בוגרים מהזן דלישס זהוב בו ניתנו טיפולי השקיה ועומס יבול בטווח רחב של ערכים. התבצעו מדידות דו-שבועיות של פוטנציאל המים בגזע. פעמיים במשך העונה נמדדו בכל עצי הניסוי קצב הפוטוסינתזה המרבי, מוליכות הפיוניות, פוטנציאל המים בגזע ובעלים והפוטנציאל האוסמוטי בעלים. פעמיים במשך העונה נמדדה תכולת העמילן בענפים רב שנתיים בכל עצי הניסוי. הפירות שנשא כל אחד מהעצים נספרו ונשקלו, ולכל עץ נקבע שיעור המשקל היבש הממוצע בפירות. נערך מעקב אחר נשירת העלים בסתיו.

**תוצאות** – בתום שנת המחקר השלישית נמצא כי עומס יבול גבוה משפיע לרעה על מאזן המים של העץ. עצים הנושאים יבול כבד מצטיינים במוליכות פיוניות גבוהה יחסית לאלה הנהנים מאותו שיעור השקיה ונושאים יבול קל. הם שומרים פוטנציאל מים שלילי יותר בגזע ובעלים ופוטנציאל אוסמוטי שלילי יותר בעלים. פתיחת הפיוניות סמוך לשעות הצהרים מביאה לשימוש יעיל פחות במים של עצים אלה. עצים הנתונים בעקת מים במשך עונת הגידול, כניסתם לתרדמת החורף עלולה להתעכב באורח ניכר. נראה כי התופעה קשורה בזמינות מוטמעים נמוכה. תכולת העמילן בענפים רב שנתיים במהלך הקיץ עשויה לשמש מדד חד ערכי לזמינות המוטמעים בעץ, וקשורה באופן הדוק לקצב גדילת הפירות.

**מסקנות ביניים** – השילוב שבין מצב המים בו נמצא העץ במהלך עונת הגידול ובין עומס היבול שהוא נושא משפיע על זמינות המוטמעים לפרי הבודד יותר מאשר כל אחד משני הפרמטרים האלה בפני עצמו. עומס יבול כבד מגדיל את צריכת המים של העץ ע"י הפחתת פוטנציאל המים בגזע ובעלים כאחד. נראה כי כניסת העצים לתרדמת החורף בעונת הסתיו תלויה בהצטברות כמות מספקת של מוטמעים באברי העץ הרב שנתיים.

## רקע

נשירת חנטים היא מנגנון טבעי שבאמצעותו מווסת העץ את מספר הפירות שיתפתחו. בתהליך הנשירה מעורב אתילן, אבל עצמת הנשירה מוכתבת ככל הנראה ע"י רמת הפחמימות. יש לכך הוכחות נסיבתיות בתפוח בניסוי הצללה (Bepete and Lakso, 1998) ובהדרים נמצא קשר בין נשירת חנטים, עקת מוטמעים, ABA, ואתילן (Gomez-Cadenas et al., 2000). המחקר בהדרים מהווה דוגמא לקשר בקרתי בין פחמימות להורמונים (Leon and Shen, 2003). רמת העמילן בעלים (ובתפוח עמילן ואו סורביטול) מהווה אינדיקטור רגיש למצב המוטמעים ונמצא מתאם בין עמילן למצבי שפע ושפל בפוריות (Goldschmidt and Golomb, 1992). מחסור במוטמעים יכול להיגרם בתקופת הפריחה והחנטה (Bustan et al., 1998) כתוצאה מתאורה לקויה המפחיתה את ההטמעה (מצב שכיח בארצות צפוניות) או מעקת חום ויובש הגורמת לסגירת פיוניות.

בחיקוי של גל חום בן שלושה ימים, 14 ימים לאחר הפריחה נתקבלו 272, 357, 200 ו-55 פירות לעץ בטמפי' יום ממוצעת של 21, 28, 32 או 38 מ"צ, בהתאמה (Lakso, unpublished) דבר המצביע על מעורבות טמפרטורות גבוהות בנשירת חנטים. בניסוי שדה מצאנו שעקת מים בארבעים הימים הראשונים שלאחר הפריחה גרמה לירידה באחוז החנטה מ-15% ל-9% (תומך בממצא שפורסם בעבר). עקת מים יכולה להשפיע על זמינות מוטמעים ע"י ירידה בקצב הפוטוסינתזה ובאופן חלקי גם על ידי הגברת הנשימה עקב עליית טמפי' במצב עקת מים וזאת בנוסף על השפעת עקת המים על רמת ה-ABA. לימוד הדינמיקה של התפתחות מערכת הובלת המים בעוקץ החנט מצביע על כך שהעצה מתחילה לתפקד רק כשבועיים לאחר הפריחה (Drazeta et al., 2004) כך שקימת אפשרות שבמזג אוויר חם ויבש מאזן המים של הפרי יהיה שלילי כתוצאה ממגבלת הספקת מים דרך העוקץ ופוטנציאל המים יהיה נמוך בהשוואה לשאר חלקי העץ. לפיכך קימת אפשרות שהפעלת מנגנון נשירת החנטים תעשה גם כתוצאה מעקת מים בחנט הצעיר. בכוונתנו לאשש את ההיפותזה שמגבלת מוטמעים גורמת לנשירת חנטים ולאפיין באופן כמותי את התנאים להשריית נשירת חנטים (גובה הטמפרטורה ועיתוי הפעלת הטמפרטורה הגבוהה). בנוסף נאפיין בתנאי הארץ את העיתוי בו העלווה הצעירה מתחילה להיות יצרנית נטו של מוטמעים (מדידת קצב הפוטוסינתזה ברמת העלה) ונבחן את האפשרות להשתמש בתכולת חומרי תשמורת (עמילן וסורביטול) בענפים ובעלים המתפתחים כמדד למיגבלת מוטמעים. בכוונתנו לבחון גם את ההיפותזה שעקת מים היא הגורם לנשירת חנטים ע"י השריית דרישות אטמוספירה למים ברמות שונות ובחינת ההשפעה על פוטנציאל המים בפרי ונשירת החנטים. נושא זה ילווה בחתכים אנטומיים לבחינת הדינמיקה של התפתחות מערכת העצה בתנאי הארץ כגורם מסביר אפשרי להתפתחות עקת מים בשלבים הראשונים שלאחר הפריחה.

## מטרות המחקר

לאפיין השפעת טמפרטורה ועקת מים על נשירת חנטים בתפוח. באופן פרטני:

1. לאשש את ההיפותזה שהשפעת הטמפרטורה הגבוהה על נשירת חנטים נובעת ממגבלת מוטמעים.
2. לבדוק את ההיפוטזה שעקת מים בפרי גורמת לנשירת חנטים עקב מיגבלת הולכת מים.
3. לבחון את השימוש בתכולת חומרי תשמורת בעלים ובענפים כמדד למיגבלת מוטמעים ולעוצמת נשירה צפויה.

## חומרים ושיטות

במחקר שנערך בשנת 2008 בוצע ניסוי בעצי תפוח מבוגרים מהזן דלישס זהוב (מטיפוס 'Smoothie'). בניסוי השתתפו 36 עצים בשתי שורות סמוכות במטע. לעצים ניתנו שילובים שונים של מנת השקיה יומית ועומס יבול החל מראשית חודש יוני, על פי הפירוט בטבלה 1.

טבלה 1: פירוט הטיפולים השונים בניסוי 2008.

| מס' הטיפול | מנת השקיה יומית (מ"מ) | מספר הפירות לעץ     | מספר העצים |
|------------|-----------------------|---------------------|------------|
| 1          | 1                     | 100                 | 3          |
| 2          | 1                     | 300                 | 3          |
| 3          | 1                     | 600                 | 3          |
| 4          | 1                     | לא מדולל (מעל 1000) | 3          |
| 5          | 3                     | 100                 | 3          |
| 6          | 3                     | 300                 | 3          |
| 7          | 3                     | 600                 | 3          |
| 8          | 3                     | לא מדולל (מעל 1000) | 3          |
| 9          | 7                     | 100                 | 3          |
| 10         | 7                     | 300                 | 3          |
| 11         | 7                     | 600                 | 3          |
| 12         | 7                     | לא מדולל (מעל 1000) | 3          |

בין טיפולי ההשקיה השונים הושארו עצי גבול על מנת למנוע השפעות גומלין. אומד הפירות לעץ הושג באמצעות דילול ידני שבוצע ב-28 במאי. לאחר קטיף הפירות, ב-31 באוגוסט, הופחתו מנות ההשקיה היומיות בשני טיפולי ההשקיה הגבוהים מ-7 ו-3 מ"מ ל-5 ו-2 מ"מ, בהתאמה. הדבר נעשה כדי למנוע נגר עלי בשורות הניסוי.

## **– מדידות**

אחת לשבועיים נערכו מדידות פוטנציאל מים בגזע בעצים מייצגים מכל אחד מ-12 הטיפולים. שלוש פעמים במהלך העונה, ב-25 ביוני, ב-6 באוגוסט וב-19 בנובמבר בוצעו מדידות פוטנציאל ומוליכות פיוניות בעצים מייצגים. שתי המדידות הראשונות לוו במדידות פוטנציאל מים בגזע ובעלים ובמדידת הפוטנציאל האוסמוטי בעלים. ב-25 ביוני אף נערך עקום יומי של כל המדדים האלה בכל טיפולי ההשקיה ובשני טיפולי עומס היבול הקיצוניים.

בשני מועדים, 7 באוגוסט ו-21 בספטמבר נדגמו ענפים למדידת תכולת הסוכרים המסיסים והעמילן.

פירותיו של כל אחד מעצי הניסוי נקטפו בנפרד, נספרו, נשקלו ומויינו בממיינת מסחרית לפי גודלם. מכל עץ נלקח מדגם בן 10 פירות להערכת תכולת המוצקים המסיסים והמשקל היבש.

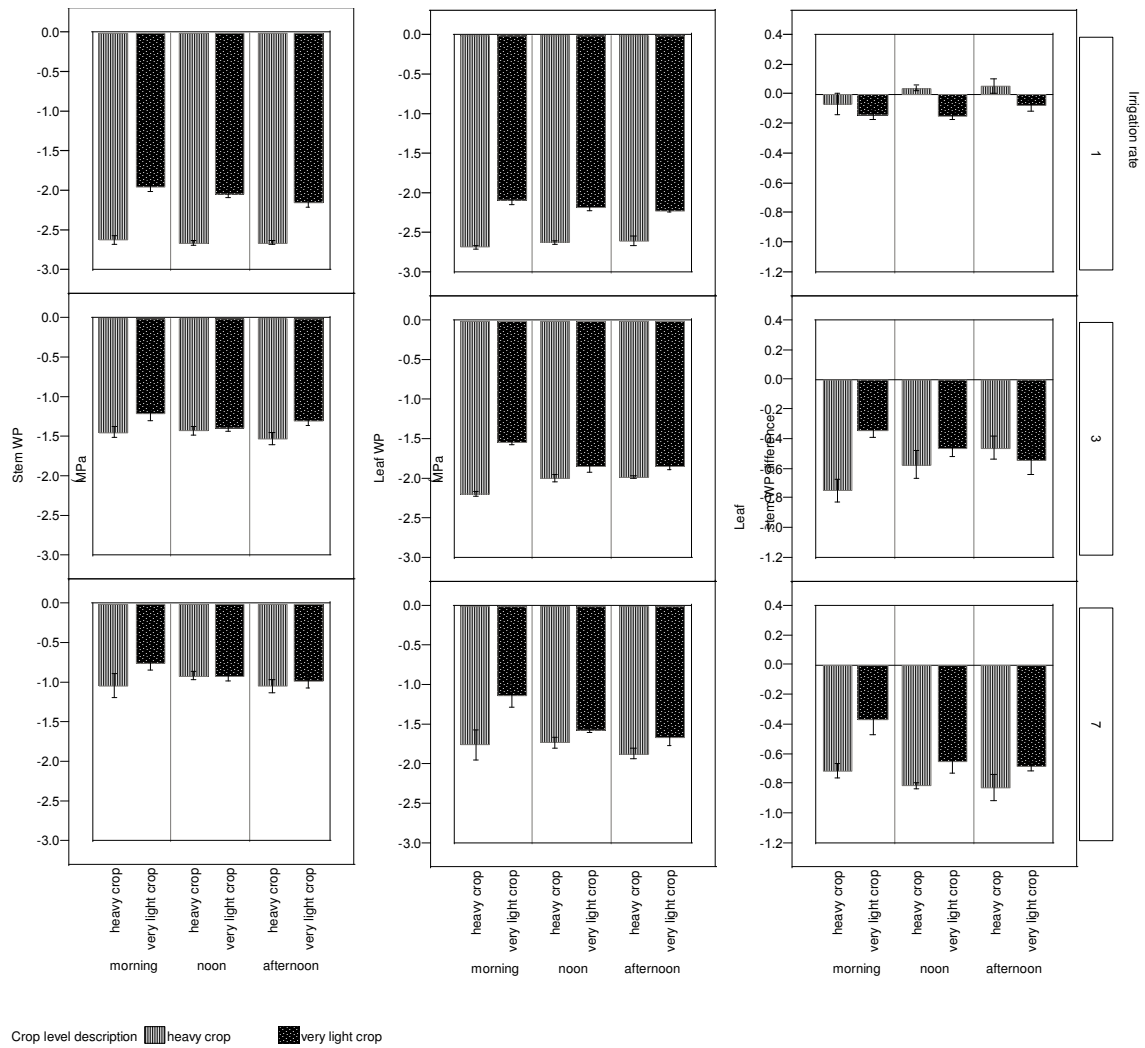
בחודשים נובמבר ודצמבר נערך מעקב אחר נשירת העלים וכניסת העצים לתרדמת החורף. ב-5 במרץ 2009 נדגמו שורשים בעובי 3-5 מ"מ מכל אחד מעצי הניסוי והועברו למדידת תכולת הסוכרים המסיסים והעמילן.

## תוצאות ודיון

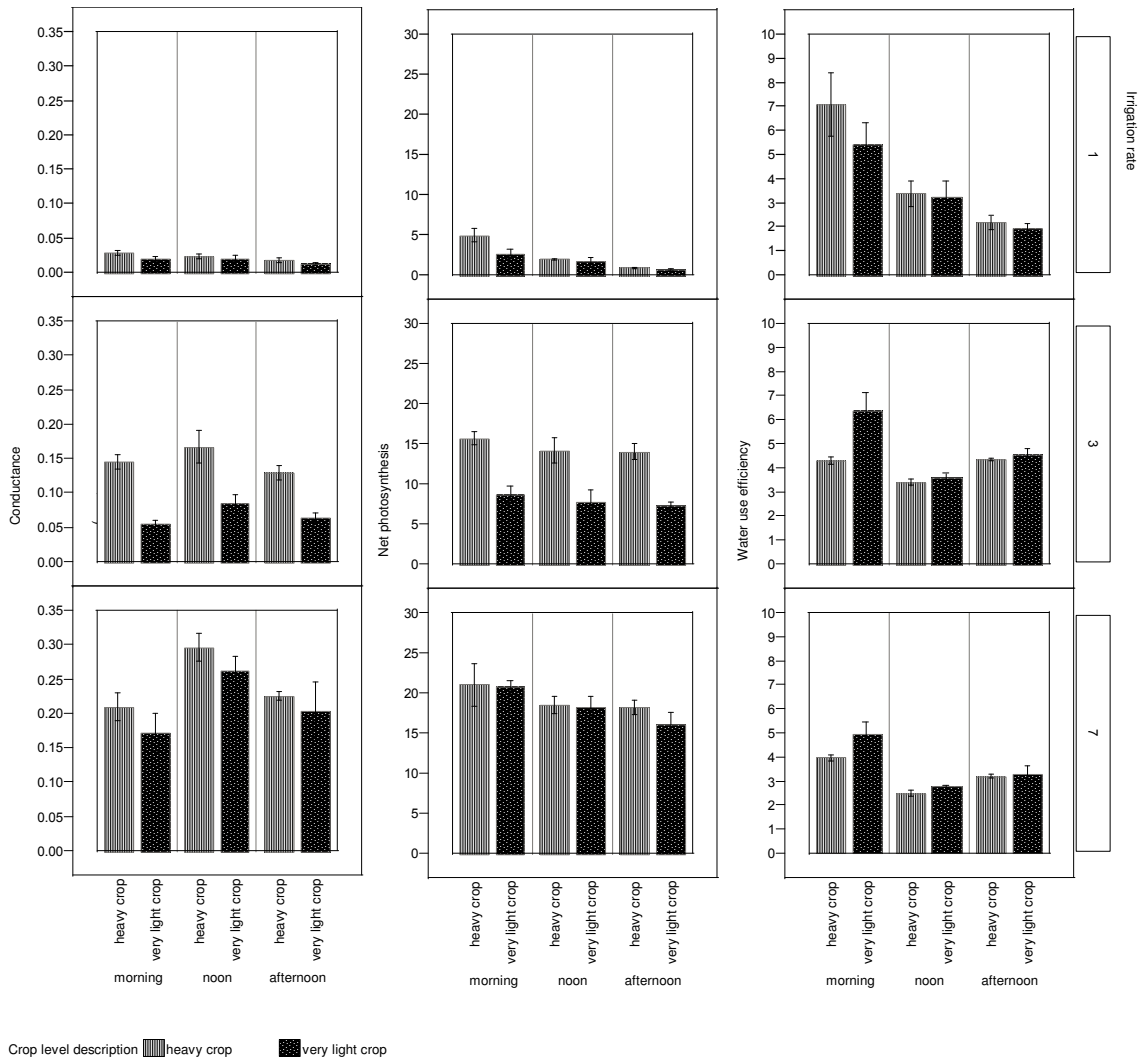
**השפעת רמת ההשקיה ועומס היבול על פוטנציאל המים בגזע ובעלים** – הן רמת ההשקיה והן עומס היבול השפיעו רבות על פוטנציאל המים: פוטנציאל המים בגזע הגיע לערכיו השליליים ביותר בשעות אחר הצהריים המוקדמות. ברמות השקיה של 1, 3 ו-7 מ"מ ליום נמדד פוטנציאל מים בן -2.6, -1.3 ו-0.8 Mpa, בהתאמה (איור 1). פוטנציאל המים בעלים היה שלילי יותר מאשר בגזע בכל עת, למעט בעצים העמוסים בטיפול ההשקיה הנמוך. בכל טיפולי ההשקיה, עצים שנשאו יבול כבד הגיעו לפוטנציאל מים שלילי יותר מאלה שנשאו יבול קל. השפעת עומס היבול על פוטנציאל המים, הן בגזע והן בעלים, היתה רבה במיוחד בשעות הבוקר והתמעטה לאחר מכן. ההפרשים בפוטנציאל המים בעלים בבוקר בין עצים עמוסים לכאלה בהם עומס היבול היה קל עמדו על כ-0.7 Mpa.

**השפעת רמת ההשקיה ועומס היבול על מוליכות הפיוניות, הפוטוסינתזה ויעילות השימוש במים** – מוליכות הפיוניות וקצב הפוטוסינתזה היו קשורים באורח חיובי לרמת ההשקיה. מוליכות הפיוניות היתה קשורה באורח חיובי לעומס היבול בכל רמות ההשקיה, אך קצב הפוטוסינתזה עלה עם העליה בעומס היבול רק בשני טיפולי ההשקיה הנמוכים (איור 2). בכל הטיפולים מוליכות הפיוניות הגבוהה ביותר נמדדה בצהריים, כנראה כביטוי לתנאים האטמוספריים (טמפרטורה גבוהה ולחות יחסית נמוכה). קצב הפוטוסינתזה הגבוה ביותר נמדד בכל הטיפולים בבוקר, כנראה עקב ריכוז הסוכרים הנמוך בעלים. עם זאת, יש לציין את ערכיהם הנמוכים מאד של שני מדדים אלה בטיפול ההשקיה הנמוכה. יעילות השימוש במים הרגיעת היתה גבוהה בשעות הבוקר בכל הטיפולים, הגיעה לשפל בצהריים ועלתה שוב אחר הצהריים בשני טיפולי ההשקיה הגבוהים. לעומת זאת בטיפול שנמצא בעקת מים חריפה המשיכה יעילות השימוש במים לרדת אחר הצהריים והגיעה לערכים הנמוכים ביותר בין עצי הניסוי.

ההפרש בין פוטנציאל המים שנמדד בעלים לבין זה שנמדד בגזע (איור 1) מייצג את הכח המניע לזרימת מים בעצה, והוא פרופורציונאלי לשיעור הטרנספירציה. בטיפול ההשקיה הנמוכה עמד הגרדיאנט של פוטנציאל המים על ערכים קרובים ל-0 בכל שעות היום, מה שעלול היה לגרום לסגירת הפיוניות, להתחממות העלים ולפגיעה במערכת הפוטוסינתטית שהתבטאה בירידה ביעילות השימוש במים, למרות עקת המים החריפה בה נמצאו העצים. השינויים היומיים בגרדיאנט פוטנציאל המים מלמדים על מידת העקה בה נמצאים העצים: שלושת הטיפולים בהם חלה ירידה הדרגתית בגרדיאנט במהלך היום (שני טיפולי העומס בטיפול ההשקיה הצמא ביותר והשילוב של השקיה בינונית ועומס יבול גבוה) היו שרויים בעקה שהתבטאה בפירות קטנים בעת הקטיפ. בעצים הנמצאים בעקת מים חמורה קצב ייצור המוטמעים נמוך מאד ואיננו מאפשר פיתוח גרדיאנט משמעותי של פוטנציאל מים. הירידה בגרדיאנט בעצים עמוסים עשויה לנבוע מירידה בתכולת הסוכרים המסיסים בעלים עם הזרמתם לפירות, שהם המבלע החזק ביותר בעץ בתקופת השנה בה נערך הניסוי. בעצים הנושאים עומס יבול נמוך, כמו גם באלה המושקים כל צרכם, נצברים מוטמעים בעלים במהלך היום ואלה מביאים לפוטנציאל אוסמוטי שלילי יותר בעלים ולהגדלת גרדיאנט פוטנציאל המים לאורך העץ. אכן, שלושה טיפולים אלה הניבו את הפירות הגדולים ביותר בניסוי זה.



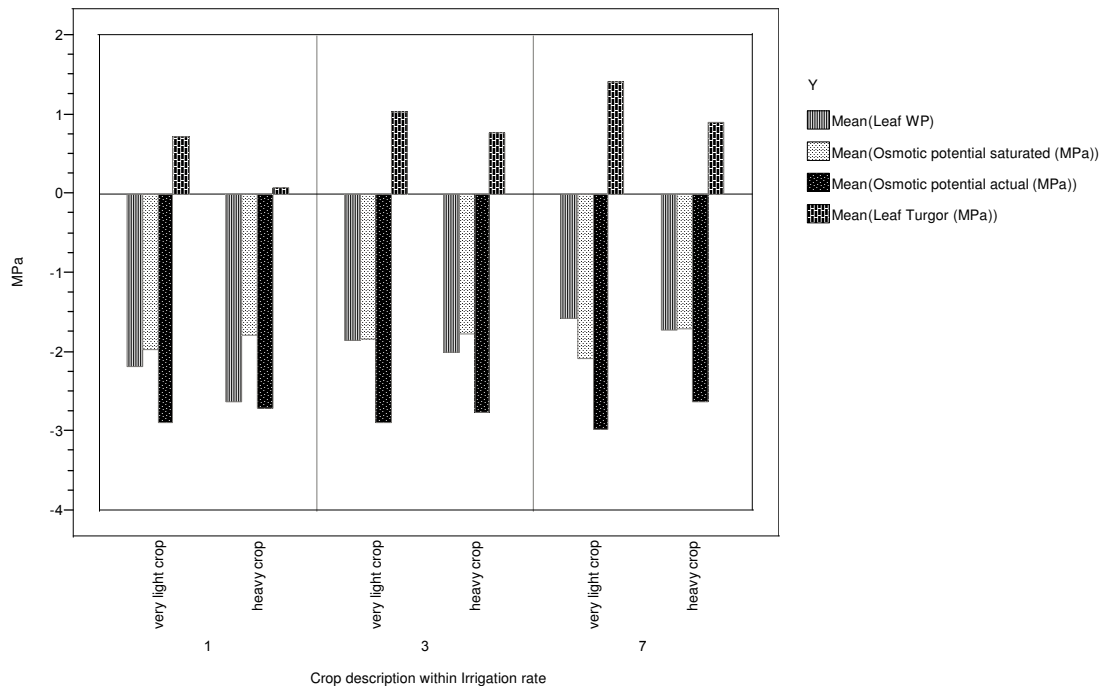
איור 1: עקומים יומיים של פוטנציאל המים בגזע, פוטנציאל המים בעלים וההפרש ביניהם בשלוש רמות השקיה ובשתי רמות של עומס יבול. כל מדידה מהווה ממוצע של שלושה עצים. הקווים המאונכים מייצגים שגיאות תקן.



איור 2: עקומים יומיים של מוליכות הפיוניות, קצב הפוטוסינתזה נטו ויעילות השימוש במים הרגעית בשלוש רמות השקיה ובשתי רמות של עומס יבול. כל מדידה מהווה ממוצע של שלושה עצים. הקווים המאונכים מייצגים שגיאות תקן.

**השפעת רמת ההשקיה ועומס היבול על הפוטנציאל האוסמוטי והטורגור בעלים** – תוצאות משנים קודמות, בהן נמצאה רמה גבוהה של סורביטול בעלים בהשפעת עקת מים, העלו את ההשערה כי סוכר אלכוהול זה משמש בתהליכי התאמה אוסמוטית בעצי תפוח. על מנת לבחון השערה זו נמדד הפוטנציאל האוסמוטי בעלי העצים בהם נמדד פוטנציאל המים. הפוטנציאל האוסמוטי נמדד בעלים שהוקפאו בחנקן נוזלי מיד עם הסרתם מהעץ, על מנת להעריך את תרומתו לפוטנציאל המים בעלים וכן לאחר הרוויית העלים במים מזוקקים, על מנת לנטרל את תכולת המים בעלים. תוצאות המדידות האלה מובאות באיור 3. מהתוצאות עולה כי רמת ההשקיה לא השפיעה כלל על תכולת המומסים בעלים (ולכן גם על הפוטנציאל האוסמוטי שלהם). לעומת זאת בכל טיפולי ההשקיה הפוטנציאל האוסמוטי של העלים שלילי מעט יותר בעצים העמוסים מאשר בעצים הנושאים יבול נמוך (ההבדל מובהק סטטיסטית רק בטיפול ההשקיה הגבוה). הטורגור הושפע הן מרמת ההשקיה והן מעומס היבול. הוא הגיע לערכים הגבוהים ביותר בשילוב שבין עומס יבול נמוך והשקיה מרובה, ולערך קרוב ל-0 בשילוב שבין עומס יבול גבוה והשקיה נמוכה. הימצאותו של ריכוז מומסים דומה בעלי עצים המושקים כל צרכם ובעצים

הנתונים במחסור חמור במים מלמד על כך שבעצים הנתונים בעקת מים שיעור המוטמעים הנותר בעלים מתוך סך המוטמעים שהם מייצרים גבוה בהרבה מאשר בעצים שאינם סובלים עקה כזאת (ראה גם שיעורי הפוטוסינתזה באיור 2).



איור 3 : השפעת רמת ההשקיה ועומס היבול על פוטנציאל המים בעלים, הפוטנציאל האוסמוטי האמיתי בעלים, הפוטנציאל האוסמוטי בעלים ברוויה והטורגור המחושב בעלים.

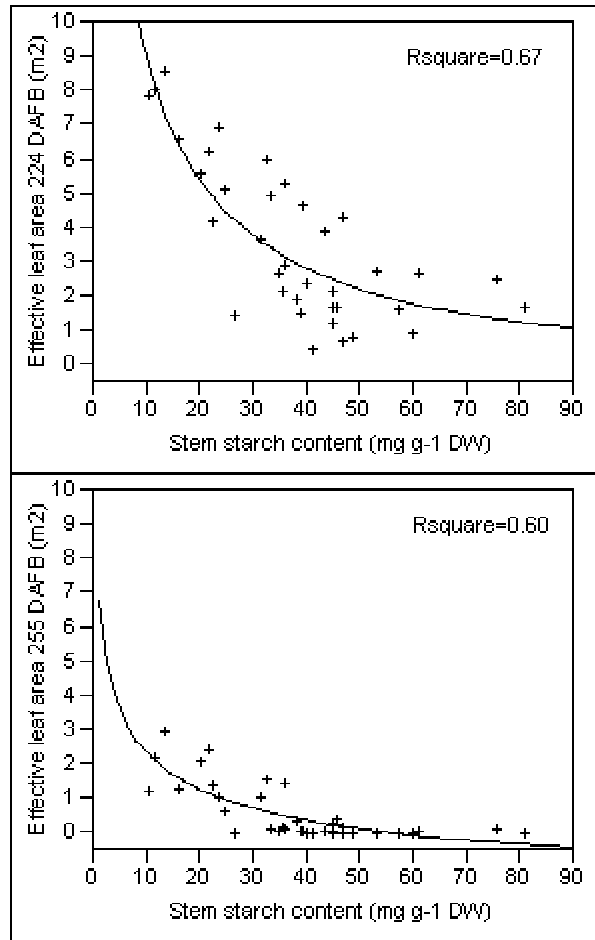
**השפעת רמת ההשקיה ועומס היבול על נשירת העלים הסתויות** – תצפיות שנעשו בשנים קודמות הראו כי עצים הנתונים בעקת מים מאחרים בכניסתם לתרדמה חורפית. בניסוי שנערך בעונת 2008 ערכנו מעקב אחר שטח העלווה הירוקה שנותר על העצים בסתיו ובראשית החורף. העצים שהשתתפו בניסוי צולמו בשני מועדים, 18 בנובמבר ו-19 בדצמבר. פותח אלגוריתם לסימון העלווה הירוקה בתצלומים ולהערכת שטחה: התצלומים חולקו לריבועים בשטח ידוע (5X5 ס"מ). לכל ריבוע כזה חושב הצבע הממוצע. נקבעו קריטריונים של גוון (hue angle), בהירות (value) ורווית הצבע (chroma) המייצגים עלווה ירוקה. לאחר מכן סומנו ריבועים אלה ונספרו (איור 4). בשני מועדי הבדיקה נמצא יחס הפוך בין שטח העלווה הירוקה לבין שיעור ההשקיה שניתן לעצים במשך העונה ( $P < 0.001$ ). יש לציין כי ההשקיה בכל עצי הניסוי הופסקה כבר בסוף חודש אוקטובר, לאחר הצטברות של כ-30 מ"מ של גשם בחלקת הניסוי. עומס היבול לא השפיע על נשירת העלים, אף כי תכולת העמילן בעלים היתה קשורה לשטח העלווה הירוקה באורח הדוק יותר ( $r^2 = 0.67, 0.60$  בנובמבר ובדצמבר, בהתאמה) מאשר שיעור ההשקיה בפני עצמו ( $r^2 = 0.64$ ), 0.52 בנובמבר ובדצמבר, בהתאמה) – ראה איור 5. ממצאים אלה מעלים את ההשערה כי האיחור בכניסת העץ לתרדמה בהשפעת עקת מים קשור במחסור במוטמעים: הסתיו בישראל מאופיין בטמפרטורות נוחות, ביום ארוך יחסית לאורך היום בקווי רוחב צפוניים יותר ובארועי גשם ספורדיים. תנאים אלה הינם קרובים למיטביים לקיומה של פוטוסינתזה נמרצת, המאפשרת מילוי, גם אם חלקי, של המחסור במוטמעים בעצים שסבלו מעקת מים במשך עונת הגידול. ואכן,

במדידות פוטוסינתזה שנערכו בעלים ירוקים ב-18 בנובמבר נמצאו שיעורי הטמעה של 6-8  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , המהווים כ-40% משיעורי ההטמעה המירביים שנמדדו בחודש יוני (הנתונים אינם מוצגים).



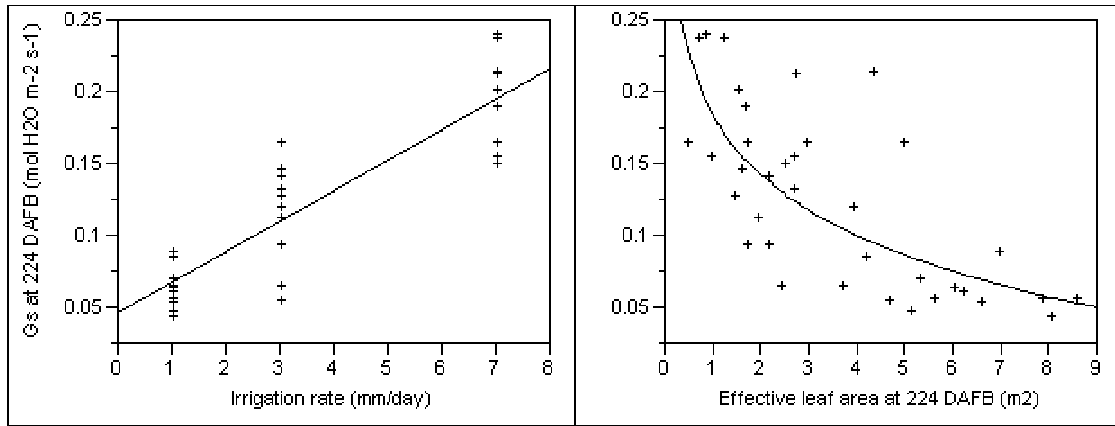
איור 4 : איתור העלווה הירוקה בתצלום של עץ. כל ריבוע בתצלום המעובד – שטחו 25 סמ"ר.





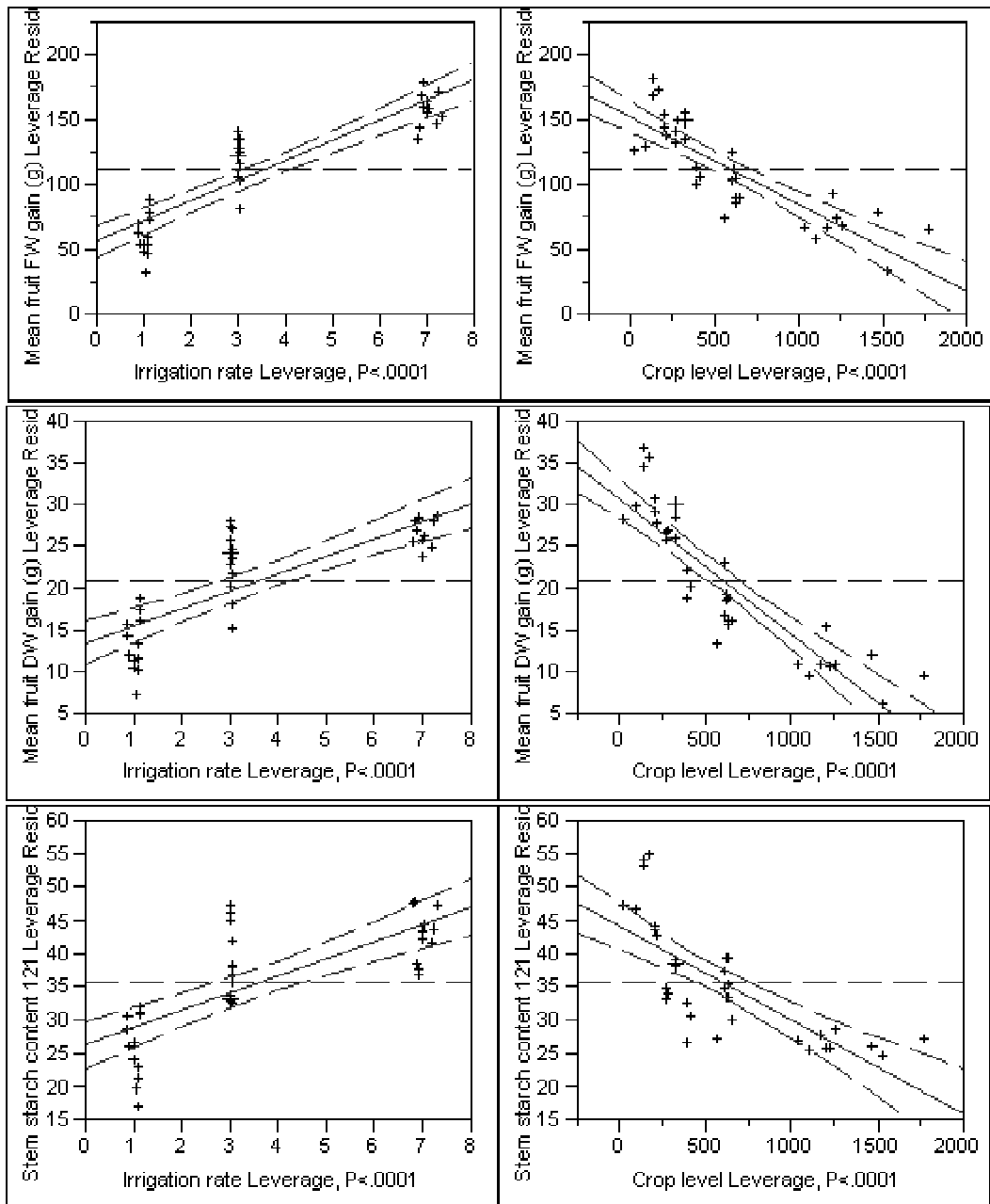
איור 5 : השפעת תכולת העמילן בענפים בסוף חודש ספטמבר על שטח היטל העלווה הירוקה לעץ באמצע נובמבר (למעלה) ובאמצע דצמבר (למטה).

יש לציין כי בעוד שיעור הפוטוסינתזה לא הושפע באורח מובהק משיעור ההשקיה, מוליכות הפיוניות נמצאה ביחס ישר לשיעור ההשקיה במהלך העונה וביחס ישר לשיעור העלווה הירוקה שנשא העץ באותו מועד (איור 6). הממצא האחרון מלמד על מגבלת מים לפוטוסינתזה אפילו בשלב מאוחר זה של העונה בעקבות ניצול יעיל של מי הגשמים ע"י העצים שסבלו עקה חריפה. בעצים אלה התקיים שיעור פוטוסינתזה של כ-7 מיקרומול  $CO_2$  למטר בריבוע לשניה, שיעור דומה לזה שהושג במוליכות פיוניות דומה בחודש יוני (ראה שיעור ההשקיה הבינוני באיור 2). יש לשער כי זמינות מים גבוהה יותר בקרקע היתה מביאה לשיעורי פוטוסינתזה גבוהים אף יותר בעצים אלה. נתונים ראשוניים מראים כי הפיגור הגדול (למעלה מ-30 ימים) בכניסה לתרדמה גרם להתעוררות אביבית מאוחרת ולקויה בפקעים הווגטיביים של העצים שנחשפו לעקת מים חמורה בעונה הקודמת, בעקבות החורף החמים של עונת 2008-2009.

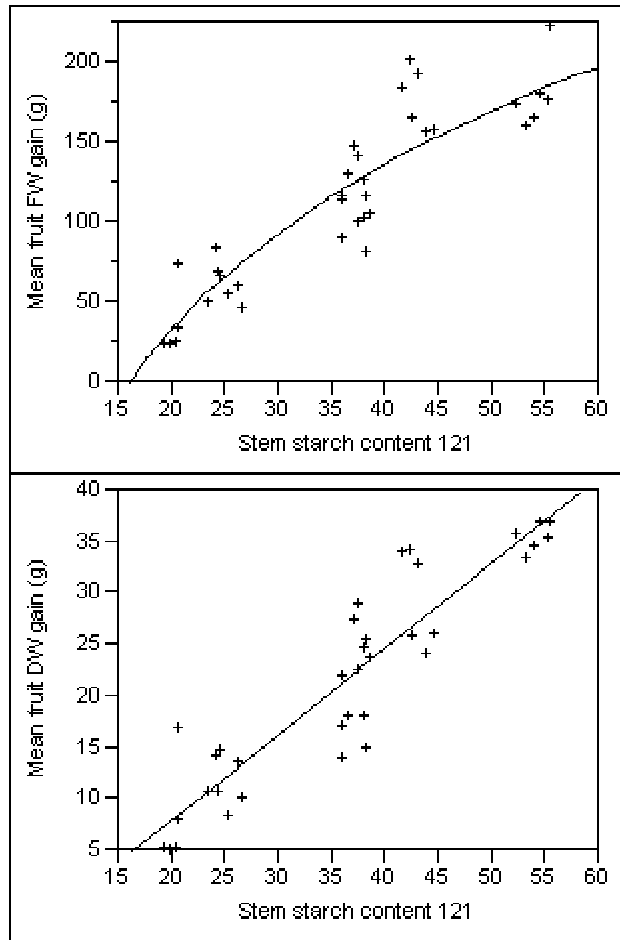


איור 6: השפעת שיעור ההשקיה במהלך העונה (משמאל) ושטח העלווה הירוקה (מימין) על מוליכות הפיוניות של העלווה הירוקה כפי שנמדדה בתאריך 18 בנובמבר. שני העקומים מובהקים ( $P < 0.0001$ ).

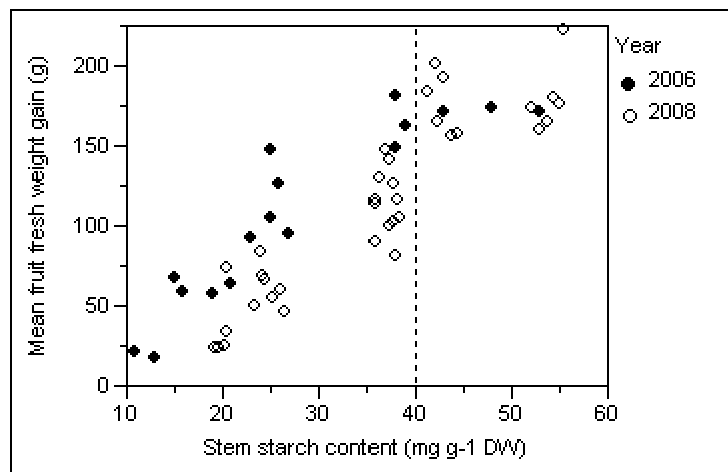
**השפעת רמת ההשקיה ועומס היבול על משקל הפרי בקטיף** – משקל הפרי הטרי והיבש בקטיף גדל עם העליה בשיעור ההשקיה היומית מ-1 ל-7 מ"מ, ועם הירידה במספר הפירות לעץ מכ-1500 ל-100 (איור 7). תכולת העמילן בענפים רב שנתיים בעץ הושפעה משיעור ההשקיה ועומס היבול באורח דומה (איור 7). השפעות אלה היו כולן מובהקות מאד ( $P < 0.0001$ ). ממצאים אלה מאששים תוצאות שנתקבלו בניסויים קודמים ומחזקים את ההשערה כי גודל הפרי הממוצע בעת הקטיף מושפע מזמינות המוטמעים בעץ. תכולת העמילן בענפים במהלך עונת הגידול אף עשויה לנבא את משקל הפרי בעת הקטיף (איור 8). עדויות תומכות לכך נתקבלו הן ב-2006 והן ב-2008. בשתי העונות נמצא כי משקל הפרי המירבי מתקבל כאשר תכולת העמילן בענפים עולה על 40 מ"ג לגרם משקל יבש (איור 9).



איור 7: מודלים דו-גורמיים המתארים את השפעות שיעור ההשקיה היומי (מ"מ) ומספר הפירות לעץ על משקל הפרי הטרי הממוצע לעץ (גרם - למעלה), משקל הפרי היבש הממוצע לעץ (גרם - באמצע) ותכולת העמילן בענפים רב שנתיים כפי שנמדדה בראשית אוגוסט (מ"ג לגרם משקל יבש - למטה).



איור 8: השפעת תכולת העמילן בענפים רב שנתיים של עצי תפוח בני 17 שנים מהזן דלישס זהוב על משקל הפרי הטרי (למעלה) והיבש (למטה) הממוצע בעת הקטיף.



איור 9: השפעת תכולת העמילן בענפים רב שנתיים בעצי תפוח מבוגרים מהזן דלישס זהוב על משקל הפרי הטרי בקטיף בעונות 2006 (עיגולים מלאים) ו-2008 (עיגולים ריקים). הקו המאונך המקווקו מציין רמת עמילן של 40 מ"ג לגרם, מעליה לא חלה עליה במשקל הפרי הטרי).

**מסקנות ביניים** – הניסוי שנערך ב-2008 סייע להבנה שלנו את מנגנוני עקת המים בהיבטים של עומס היבול:

א. לעומס היבול נודעת השפעה רבה על צריכת המים של העץ, בעיקר בעת עקת מים. עצים עמוסים שמרו פוטנציאל מים שלילי יותר מעצים שנשאו יבולים קלים בכל שיעורי ההשקיה, ושמרו על מוליכות פיוניות גבוהה יותר אף אם זו הביאה לשימוש יעיל פחות במים. שיעור ההשקיה לא השפיע כלל על הפוטנציאל האוסמוטי בעלים, אך השפיע על הטורגור בהם. לעומת זאת, עליה בעומס היבול הביאה לפוטנציאל אוסמוטי שלילי יותר בעלים.

ב. עקת מים במשך עונת הגידול עלולה להביא לאיחור ניכר בכניסת העצים לתרדמה החורפית, שמתבטאת בשרידת עלווה ירוקה ופעילה פוטוסינתטית בסתיו ואף בראשית החורף. דחיית התרדמה עלולה להתבטא בהתעוררות מאוחרת ולקויה באביב העוקב ובירידה ביבולים עקב קשיי האבקה זרה. נראה כי עיכוב זה בנשירת העלים קשור למחסור במוטמעים.

ג. זמינות המוטמעים במהלך עונת הגידול ניתנת להערכה ע"י מדידת תכולת העמילן בענפים רב שנתיים. זהו מדד חד ערכי באמצעותו ניתן לנבא את משקל הפרי הממוצע בקטיף.

#### פרסומים –

Internal management of non-structural carbohydrate resources in apple leaves and stems under a broad range of sink and source capacity manipulations (submitted).  
Shaul Naschitz, Amos Naor, Shani Genish, Shmuel Wolf and Eliezer E. Goldschmidt.