

ינואר 2013

## בחינת מודל השקיית ענבי יין בזן מרלו בכרם חולדה

דו"ח מחקר, מוגש למועצת גפן היין

ע"י אמנון שוורץ<sup>1</sup>, ישי נצר<sup>1,5</sup>, ישראל מוניץ<sup>1</sup>, ערן הרכבי<sup>2</sup>, סילביו פלדמן<sup>3</sup>, אלעד גוטמן<sup>3</sup>, יעקב כהן-

אחדות<sup>3</sup>, עמי חריטן<sup>4</sup>, אלישיב דרורי<sup>5</sup>

הפקולטה לחקלאות רחובות<sup>1</sup>, שה"מ<sup>2</sup>, יקבי ברקן ומשק חולדה<sup>3</sup>, נטפים<sup>4</sup>, מו"פ אזורי השומרון ובקעת הירדן<sup>5</sup>

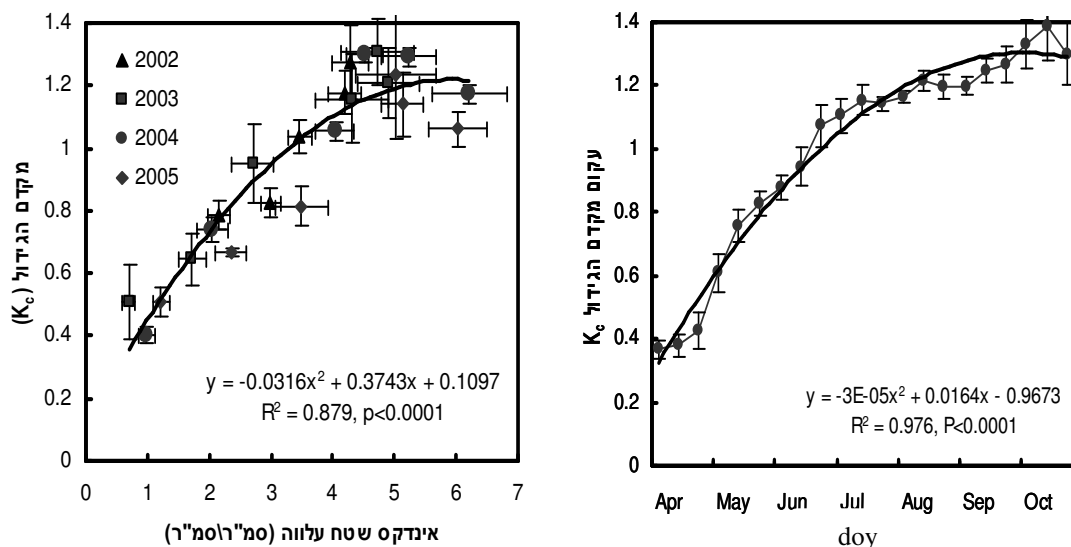
### מבוא ותאור הבעיה

בשנת המחקר הראשונה המחקר לא תוקצב כלל וכל ההוצאות כוסו ע"י מבצעי המחקר הרשומים למעלה. בשנה המחקר השניה והשלישית המחקר מומן ע"י המועצה לגפן היין בהיקף של 40 אלף ש"ח לשנה. בשנת המחקר האחרונה (2012) המחקר לא תוקצב כלל. למחקר הנוכחי יש שתי מטרות עיקריות. המטרה הראשונה היא לבחון את השימוש במודל ההשקיה שנבנה על ידנו עבור ענבי מאכל, גם עבור ענבי יין. ההנחה היא שהגורם הבסיסי המכתיב את ההבדל בצריכת המים בין גפני מאכל לגפני יין, הוא גודל הנוף. המטרה השניה היא לבחון את נוסחת ההשקיה המבוססת על הגבלת ההשקיה בתקופה מוגדרת לאורך העונה בשיטה המכונה RDI Regulated Deficient Irrigation. בהתאם לכך, במחקר שנערך בכרם מסחרי של ענבי יין בקיבוץ חולדה נבחנות מספר קונפיגורציות של מודל השקיה המבוסס על גודל הנוף ונתונים מטאורולוגיים. השפעת טיפולי ההשקיה נבחנת על ידי מדדי צמיחה, פוטנציאל מים, חילוף גזים וכמות ואיכות ענבי היין בזן מרלו. בעונות 2011-2012 הוכן יין מהחזרות השונות, נבדקו מדדי איכות ביין, והיינות השונים עתידים לעבור טעימה על ידי פנאל של יינים מומחים. מערכת הניסוי כוללת חמישה טיפולים המסודרים בבולקים באקראי, עם ארבע חזרות לכל טיפול. מערכת השקיה נפרדת לחלקות הניסוי, הוקמה בלא תמורה כספית ע"י חברת נטפים. הממצאים של המחקר עד עתה שופכים אור על השפעת מנות המים על גודל היבול ואיכותו וכמו כן על השפעת מנות המים בשלבים פנולוגיים שונים של התפתחות הגרגר, על גודל היבול ואיכותו.

שטח כרמי היין עומד כיום על כ- 55 אלף דונם, ועפ"י ההערכות הם עשויים לגדול עם הנטיעות לפני שנת השמיטה הבאה. שיטות ההשקיה המיושמות כיום בחלק מכרמי ענבי היין נעזרות בנתוני מתח המים בקרקע (על בסיס מספר מוגבל של טנסיומטרים, בעיקר בתחילת העונה) תכולת רטיבות נפחית, וכן על מדידת פוטנציאל המים בגזע. חקלאים רבים, לעומת זאת, מסתמכים על הערכות ויזואליות של מצב העלווה וקצבי הצימוח, שיטה הנסמכת על הערכות ולא על מדידות מדויקות. עבודות שנעשו בעבר בנושא השקיית כרמי יין הסתמכו על מדדים מטאורולוגיים ללא התחשבות בגודל הנוף והשפעתו על צריכת המים.

קיים מתח טבעי בין היינים, המעוניינים בהפחתת מנות המים, במטרה לקבל אשכולות בעלי גרגרים קטנים ובעלי ארומה וצבע חזקים, לבין מרבית הכורמים שהכנסתם תלויה בגודל היבול, המושפע מגודל מנת המים, יותר מאשר בכל גורם אחר. חקלאים במספר אזורים מדווחים על מגמה של פחיתת

יבולים מלווה בתופעות של התייבשות עלים והופעת אשכולות מרובי דבלנים, ככל הנראה עקב העובדה שהקטנה בלתי מבוקרת של מנות המים גורמים לעקת יובש מתמשכת ומצטברת. בענבי מאכל ידוע כי תנאי האקלים, גודל הנוף ושיטת ההדליה הם הגורמים העיקריים המשפיעים על צריכת המים של הגפן. בהתאם לכך, בניסוי רב שנתי באזור לכיש מצאנו כי צריכת המים של הגפן מצויה במתאם עם גודל הנוף ועקב כך מקדם הגידול עולה בהתאמה לגודל הנוף (Netzer et al. 2005, Netzer et al. 2009). הנתונים האמפיריים שנאספו בכרם ענבי מאכל במשך מספר עונות אפשרו לנו לבנות עקום עונתי של מקדם הגידול לכרם ענבי מאכל מהזן סופיריור באזור לכיש (Crop Coeficient) (תרשים 1 מתוך Netzer et al. 2005). במחקר דומה שבוצע בקליפורניה בזן Tompson seedles נבנה עקום מקדם גידול עונתי הדומה לזה שהתקבל בניסוי שלנו (Williams et al. 2003). עקום מקדם גידול עונתי (עקום -  $K_c$ ) או טבלת ערכי  $K_c$ , עומדת לרשות הכורמים ומאפשרת להם לחשב את גודל מנת המים להשקיה באופן שיוצג להלן. מקדם הגידול  $K_c$  הוא המנה המתקבלת מחלוקת צריכת המים היומית (או השבועית)  $ET_c$  של הגפן באופוטורנספירציה הפוטנציאלית  $ET_0$ , המחושבת מנתונים מטאורולוגים אזוריים (Allen et al 1998). במחקר בלכיש נמדדה צריכת המים של הגפן באופן ישיר באמצעות ליזימטרים. במחקר בענבי המאכל מצאנו גם כי קיים מתאם בין אינדקס שטח העלווה LAI לבין  $K_c$ . תרשים מס' 2 מתאר את הקשר הנ"ל. לפיכך יש באפשרותנו לחשב את ערכו של  $K_c$  בעקבות מדידה של LAI בלבד, ללא צורך במדידה ישירה של צריכת המים של הגפן.



תרשים 1 (ימין) מהלך עונתי של מקדם הגידול כפי שנמדד בענבי מאכל.  
תרשים 2 (שמאל) קורלציה בין אינדקס שטח העלווה למקדם הגידול.

### היפותזת המחקר

מודל ההשקיה שנבנה עבור ענבי מאכל עשוי לשמש כלי לבקרת ההשקיה גם בענבי יין לאחר קביעת מקדמי ההשקיה המתאימים לענבי יין. ניתן לקבוע את גובה מנות המים בהשקית כרמי יין על בסיס מדידות אינדקס שטח עלווה LAI (Leaf Area Index) והאופוטורנספירציה הפוטנציאלית (עפ"י

נוסחת פנמן המתקנת), באמצעות הנוסחה הקושרת בין LAI לבין מקדם הגידול  $K_c$  המוצגת בתרשים מס' 2. יישום מקדמי השקיה שונים על בסיס המודל יאפשר אופטימיזציה של ההשקיה בהתאם לגודל הנוף ותנאי האקלים, ויאפשר את הכוונת ההשקיה לקבלת רמות עקה מדודות בשלבים פנולוגיים מוגדרים.

### תכנית המחקר - מודל ההשקיה

בכרם ענבי יין בקיבוץ חולדה נבחנת בזן מרלו ההשפעה של השקיה לפי חמישה מקדמי השקיה שונים, על הגידול, על היבול, ועל מאפייני איכות הפרי והיין. משמעותו של מקדם השקיה 1 היא שגודל מנת המים  $ET_c$  מחושבת בהתאם לערכו של מקדם הגידול  $K_c$  של אותה תקופה. בהתאם לכך כאשר מקדם ההשקיה קטן מ-1, לדוגמא 0.5 ניתן להשתמש ב- $K_c$  רק לאחר שכפלנו את ערכו ב-0.5. טיפולי ההשקיה בכרם חולדה כוללים השקיה גבוהה, בינונית, נמוכה (בהתאם למקדמי השקיה שונים כפי שיפורט בהמשך) וכן שני טיפולים "דינמיים" שבהם נקבע מקדם השקיה שונה לשלבים פנולוגיים מוגדרים לאורך העונה.

כאשר ניתן למדוד את צריכת המים של הגפן באופן ישיר באמצעות ליזימטרים, כבניסוי שבצענו

$$K_c = ET_c / ET_o$$

$ET_c$  – צריכת מים יומית של הגפן.

$ET_o$  – אוופוטנספירציה פוטנציאלית יומית.

$K_c$  – מקדם הגידול (Crop coefficient).

הקשר בין  $K_c$  לבין LAI נוסח על ידנו לאחר מדידות שטח העלווה במשך כל העונה ומוצג בנוסחה:

$$K_c = 0.2609 * LAI + 0.3645$$

אם מקבלים את ההנחה שגודל הנוף, המתבטא בערכו של LAI, הוא הגורם המרכזי הקובע את צריכת המים, הרי שמדידות תכופות של LAI בכרם בחולדה תאפשרנה חישוב של  $K_c$  לכרם. לאחר שחישבנו את  $K_c$  ניתן יהיה לחשב את צריכת המים  $ET_c$  באמצעות הנוסחה הבאה:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

$ET_o$  הוא האוופוטנספירציה הפוטנציאלית. את ערכו של  $ET_o$  ניתן לקבל מידי יום כחלק מהשירות של משרד החקלאות. עד עונת 2008 חישוב  $ET_o$  בתחנות המטאורולוגיות של משרד החקלאות נעשה ע"פ שיטת CIMIS שהוכנסו בה שינויים שהוצעו ע"י משה מירון. החל מ-2008 החישוב נעשה לפי שיטת ASCE, מסיבה זו נוסחת הקשר בה השתמשנו שונה במעט מזו המוצגת בתרשים 2.

### דור פעולות של חישוב מנת המים ע"פ המודל

1. מדידת שטח העלווה (LAI) בשיטה בלתי הרסנית, באמצעות מכשיר SunScan.
2. חישוב מקדם הגידול  $K_c$  בהתאם לאינדקס שטח העלווה (LAI) באמצעות הנוסחה:

$$K_c = 0.2609 * LAI + 0.3645$$

3. קבלת הערך של האופוטנספירציה היומית  $ET_0$  ממדידות אקלימיות של תחנה מטאורולוגית סמוכה (תחנת רבדים). השימוש הוא ב  $ET_0$  ממוצע לפרק הזמן שבין שתי השקיות.

4. חישוב  $ET_c$  ע"פ הנוסחה:  $K_c = ET_c / ET_0$

5. שלושת הטיפולים A,B,C יושקו לאורך כל העונה לפי מקדמי השקיה קבועים: 0.2, 0.35, 0.5 מערכו של מקדם הגידול  $K_c$ . בטיפולים D ו-E מקדמי השקיה ישתנו במועדים מתאימים בהתאם לשלבים הפנולוגיים של הגידול (טבלה 1).

טיפולים D ו-E נועדו לבחון השקיה גרעונית בשלבים פנולוגיים שונים Regulated Deficit Irrigation (RDI). טיפול D כולל התחלה השקיה מאוחרת, 0 בשלב I, בשלב II השקיה נמוכה והשקיה גבוהה בשלב III. טיפול E מבקש לבחון את השפעת ההשקיה הגבוהה בתחילת העונה, לפי מקדם השקיה 0.5 בשלב I, ומקדם השקיה 0.2 בשלב II ובשלב III.

טבלה 1: פריסת הטיפולים בניסוי השקיה במרלו, כרם חולדה 2012-2009. STAGE I (שלב 1) מוגדר מחנטה ועד אשכול צפוף, STAGE II (שלב 2) מוגדר משלב זה ועד סוף החלפת הצבע מירוק לאדום (98% בוחל), STAGE III (שלב שלוש) מוגדר מסוף הבוחל עד הבציר. לאחר הבציר כל ההשקיה התבצעה באופן אחיד ע"פ מקדם ההשקיה הנמוך.

אחרי בציר	STAGE III מבוחל עד בציר	STAGE II מאשכול צפוף עד 100% בוחל	STAGE I מחנטה עד אשכול צפוף	דשן	כיתוב בתרשימים	טיפול
20 % $ET_c$	20 % $ET_c$	20 % $ET_c$	20 % $ET_c$	+	0.2	A
20 % $ET_c$	35 % $ET_c$	35 % $ET_c$	35 % $ET_c$	+	0.35	B
20 % $ET_c$	50 % $ET_c$	50 % $ET_c$	50 % $ET_c$	+	0.5	C
20 % $ET_c$	50 % $ET_c$	20 % $ET_c$	0 % $ET_c$	+	0.5 <-0.2 <-0	D
20 % $ET_c$	20 % $ET_c$	20 % $ET_c$	50 % $ET_c$	+	0.2 <-0.2 <-0.5	E

### פוטנציאל מים בגזע 2012-2009

מדידה של פוטנציאל המים בגזע בוצעה אחת לחודש בעונות 2009,2010 ואחת לשבוע בעונות 2011-2012, יום אחד לפני ההשקיה. 3 עלים בלתי מנותקים לחזרה (12 לטיפול, 60 עלים לכלל החלקה) הוכנסו בשעה 10:30 לשקית פלסטיק כסופה אטומה. החל מהשעה 12:00 ואילך, עלה המדידה נותק מהגפן ופוטנציאל המים שלהם נמדד באמצעות תא הלחץ (ארימד, כפר חרוב). המדידה הסתיימה בסביבות השעה 14:30. המדידות מתבצעות על שלוש גפנים מסומנות (לחזרה) עליהם גם בוצעה המדידה של שטח העלווה וחילוף הגזים.

### מדידות פיזיולוגיות וחילוף גזים 2012-2011

בשלושה מועדים המייצגים את השלבים הפנולוגיים השונים, התבצעו מדידות יומיות של מדדי חילוף גזים ע"י LI-6400 (קצב פוטוסינטזה ומוליכות פיוניות) Mini-Pam (פלורוסנציית כלורופיל).

### **מדידות שטח עלווה 2012-2009**

מדידות ה LAI בוצעו בכרם אחת לחודש (אחת לשבועיים ב 2011-2012) על מנת לעקוב אחר גדילת הנוף. המדידות נערכו באמצעות מכשיר SUN SCAN המצויד ב- 64 חיישני קרינה (Delta-T Devices, Cambridge UK). כיול המדידות התבצע ע"י השוואת תוצאות מכשיר ה SUN SCAN לתוצאות של מדידה ישירה של שטח העלים לאחר הסרת עלים מ- 27 גפנים. מהתוצאות עלה יחס ישר בין תוצאות המדידה הדיגיטלית לבין תוצאות המדידות ההרסניות ( $n=27, R^2 = 0.921$ ). בזמן הגיזום החורפי נשקל משקל הגזם הכללי בטיפולים השונים. עצמת הצמיחה ועומס היבול נקבעו כיחס בין משקל הפרי למשקל הזמורות לאחר הזמירה (Bravdo et al. 1985) וכיחס יבול מול שטח עלווה (על בסיס נתוני אינדקס שטח העלווה).

### **מדידות קוטר גזע 2012-2011:**

אחת לחודש, נמדד קוטר הגזע של כל הגפנים הנבדקות בניסוי (12 גפנים לחזרה, 48 גפנים לטיפול). קוטר הגזע נמדד באמצעות קליבר דיגיטלי, בגובה 30 ס"מ, במיקום קבוע שסומן על ידי סרט צבעוני.

### **בדיקות יבול, מרכיביו ואיכות**

כדי לקבל תמונה מלאה על כלל מרכיבי היבול, נשקל היבול וכן נספרו האשכולות של כל גפן בנפרד. שבוע לפני הבציר נדגמו באקראי 18 אשכולות לחזרה (6 מהמזרח, 6 מהמערב, 6 ממרכז הגפן) לבדיקת מדדי הבשלה. בוצעה שקילת 100 גרגרים לחזרה, ונמדד קוטרם ע"י קליבר דיגיטלי. האשכולות נסחטו ידנית וסוננו בחיתול בד. אנליזת התירוש בוצעה ונבדקו המדדים: סוכר (ברפרטומטר והידרומטר) ו pH. כמו כן תתבצע אנליזת חומצות. אנליזת צבע תתבצע על גרגרים שנדגמו מכלל האשכולות והוקפאו. בשנת 2011 בוצעה בדיקת צבע בספקטרוטומטר על היין שהוכן מהחזרות השונות.

### **תוצאות 2012-2009**

מתוצאות היבול (טבלאות 2-4) עולה שמספר האשכולות לא הושפע באופן מובהק מטיפולי ההשקיה בעונות 2009-2010, אך הושפע באופן מובהק בעונת 2011-2012. בעונה זו ניכרה עליה במספר האשכולות עם העלייה במנת המים המיושמת. כמו כן ניכרת עליה בסך היבול עם העלייה במנת המים המיושמת ע"פ מקדם השקיה 0.2 להשקיה עפ"י מקדם השקיה 0.5, עלייה זו נמצאה מובהקת בעונות 2010-2012. עליה זו מלווה במגמה של עיכוב בצבירת הסוכר ב- 2009 ובאופן מובהק ב 2010-2012. בטיפול שבו ניתנה ההשקיה לפי סדרת מקדמי ההשקיה 0.2-0.5 התקבל היבול הנמוך ביותר בעונות 2009-2010 (בעונת 2011 עם גשמי האביב המאוחרים התקבל יבול נמוך, אך גבוה מהטיפול בעל מקדם ההשקיה הקבוע 0.2). בעונת 2010 ארעו 2 תקלות מחשב בהפעלת מע' המים: בהשקיה הראשונה של העונה קיבל הטיפול בעל מקדם ההשקיה 0.2, עוד 100 קוב (מעין סימולציה של גשמי אביב מאוחרים), למרות זאת נשמרת מגמת העליה ביבול, משקל אשכול, מס' הגרגרים וצבירת הסוכר. אילולא תקלה זו היו עשויים ההבדלים להיות גדולים אף יותר. התקלה

השניה התרחשה בטיפול בו יישמו מקדמי ההשקיה 0.2-0.2-0.5, טיפל זה קיבל תוספת של 30 קוב לקראת סוף ההבשלה ב 2010 כך שבשלב III המקדם היה למעשה 0.3. יתכן כי עקב כך גודל הגרגר גדל יחסית לגודל הצפוי אם היתה ניתנת ההשקיה כפי המתוכנן. נתוני ה pH בכל הטיפולים גבוהים למדי (חוץ מעונת 2011 בה היו סבירים, סביב 3.7) ואינם שונים במובהק. נתוני החומצה הכוללת (TA) שבטיפולים היו נמוכים, מה שמאפשר לייננים חופש משחק בתיקוני החומצה ביין.

טבלה 2: היבול מרכיביו ואיכותו בהשפעת טיפול ההשקיה בכרם חולדה- 2009.

TA	מנת מים עונתית	מס' אשכולות לגפן	יבול (טון לדונם)	משקל אשכול (גר')	משקל 100 גרגרים (גר')	BRIX	pH	טיפול
3.05 C	105	69.6	1.74 AB	112.1 BC	123.4 C	24.32	3.97	0.2
3.59 B	184	66.9	1.84 AB	124.6 AB	133.8 B	23.62	3.98	0.35
4.25 A	256	65.9	1.93 A	132.7 A	150.4 A	23.37	4.01	0.5
3.57 B	143	65.8	1.62 B	110.9 C	118.1 C	23.35	4.00	0.5-0.2-0
3.18 BC	141	69	1.97 A	129.6 A	143.9 A	23.75	3.99	0.2-0.2-0.5
0.0001		N.S.	0.0005	0.0001	0.0001	N.S.	N.S.	

טבלה 3: היבול מרכיביו ואיכותו בהשפעת טיפול ההשקיה בכרם חולדה- 2010.

pH	מנת מים עונתית	מס' אשכולות לגפן	יבול (טון לדונם)	משקל אשכול (גר')	משקל 100 גרגרים (גר')	מספר דבלנים לאשכול	BRIX	טיפול
3.86	(93)197 *	58.7	1.33 B	112.1 BC	144.0 C	36.5 A	24.05 A	0.2
3.94	179	60.6	1.45 AB	124.6 AB	145.5 BC	26.3 B	23.15 AB	0.35
3.91	238	61.5	1.48 A	132.7 A	157.4 A	18.9 B	22.1 B	0.5
3.91	107	53.7	0.99 C	110.9 C	117.4 D	23.6 B	23.6 A	0.5-0.2-0
3.94	**160 (130)	56.8	1.28 AB	129.3 A	150.1 B	24.2 B	22.9 AB	0.2-0.2-0.5
N.S.		N.S.	0.0001	0.0001	0.0001			

## טבלה 4: היבול מרכיביו ואיכותו בהשפעת טיפול ההשקיה בכרם חולדה- 2011.

TA	מנת מים עונתית	מס' אשכולות לגפן	יבול (טון לדונם)	משקל אשכול (גר')	משקל 100 גרגרים (גר')	BRIX	pH	טיפול
2.92	115	73.8 AB	1.23 C	76.9 B	126.5 C	22.7	3.67	0.2
3.44	192	79.9 AB	1.46 A	82.7 AB	142.7 B	24.0	3.62	0.35
3.93	265	82.8 A	1.43 AB	78.6 B	159.8 A	22.1	3.6	0.5
2.81	143	72.6 B	1.29 BC	79.3 B	123.4 C	23.0	3.72	0.5-0.2-0
3.39	145	73.5 B	1.42 AB	87.2 A	143.8 B	25.0	3.7	0.2-0.2-0.5
N.S.		0.0049	0.0004	0.0001	0.0001	N.S.	N.S.	

## טבלה 5: היבול מרכיביו ואיכותו בהשפעת טיפול ההשקיה בכרם חולדה-2012.

TA	מנת מים עונתית	מס' אשכולות לגפן	יבול (טון לדונם)	משקל אשכול (גר')	משקל 100 גרגרים (גר')	BRIX	pH	טיפול
3.9	123	83.2 B	1.89 C	102.0 AB	133.6 A	21.4	3.75	0.2
4.6	209	97.9 A	2.28 A	105.0 AB	135.7 A	21.55	3.71	0.35
4.2	292	98.2 A	2.29 A	105.1 AB	137.2 A	20.95	3.65	0.5
3.3	168	92 AB	2.02 BC	98.7 B	125.2 B	20.89	3.58	0.5-0.2-0
4.5	159	88.7 AB	2.19 AB	110.9 A	126.2 B	21.46	3.57	0.2-0.2-0.5
N.S		0.0002	0.0001	0.0065	0.0001	N.S	N.S	

מבחינת הצבע בעונת 2011 (טבלה 5), הצבע (sum, סכימה של אורכי הגל 420,520,620 nm) של הטיפול בעל מקדם ההשקיה הנמוך (0.2) היה החזק ביותר, ברמת ביניים היה הטיפול בעל מקדם ההשקיה הבינוני (0.35) והטיפול בעל מקדם ההשקיה הגבוה (0.5) היה בעל הצבע החלש ביותר. הטיפול בעל סידרת מקדמי ההשקיה 0.5-0.2-0 היה בעל צבע חלש/בינוני (בין הטיפול בעל מקדם ההשקיה 0.5 לבין הטיפול בעל מקדם ההשקיה 0.35). הטיפול בעל סידרת מקדמי ההשקיה 0.5-0.2-0.2 היה בעל צבע חזק (מעט חלש יותר מהצבע של הטיפול בעל מקדם ההשקיה 0.2). מבחינת הפוליפנולים (אורך גל 280 nm), הטיפול בעל מקדם ההשקיה הנמוך (0.2) היה בעל הכמות הרבה ביותר, ברמת ביניים היה הטיפול בעל מקדם ההשקיה הבינוני (0.35) והטיפול בעל מקדם ההשקיה הגבוה (0.5) היה בעל הכמות הנמוכה. הטיפול בעל סידרת מקדמי ההשקיה 0.5-0.2-0 היה בעל הכמות הנמוכה ביותר (אפילו מהטיפול בעל מקדם ההשקיה הגבוה). הטיפול בעל סידרת מקדמי ההשקיה 0.5-0.2-0.2 היה בעל כמות גבוהה (מעט נמוכה יותר מהכמות של הטיפול בעל מקדם ההשקיה 0.2).

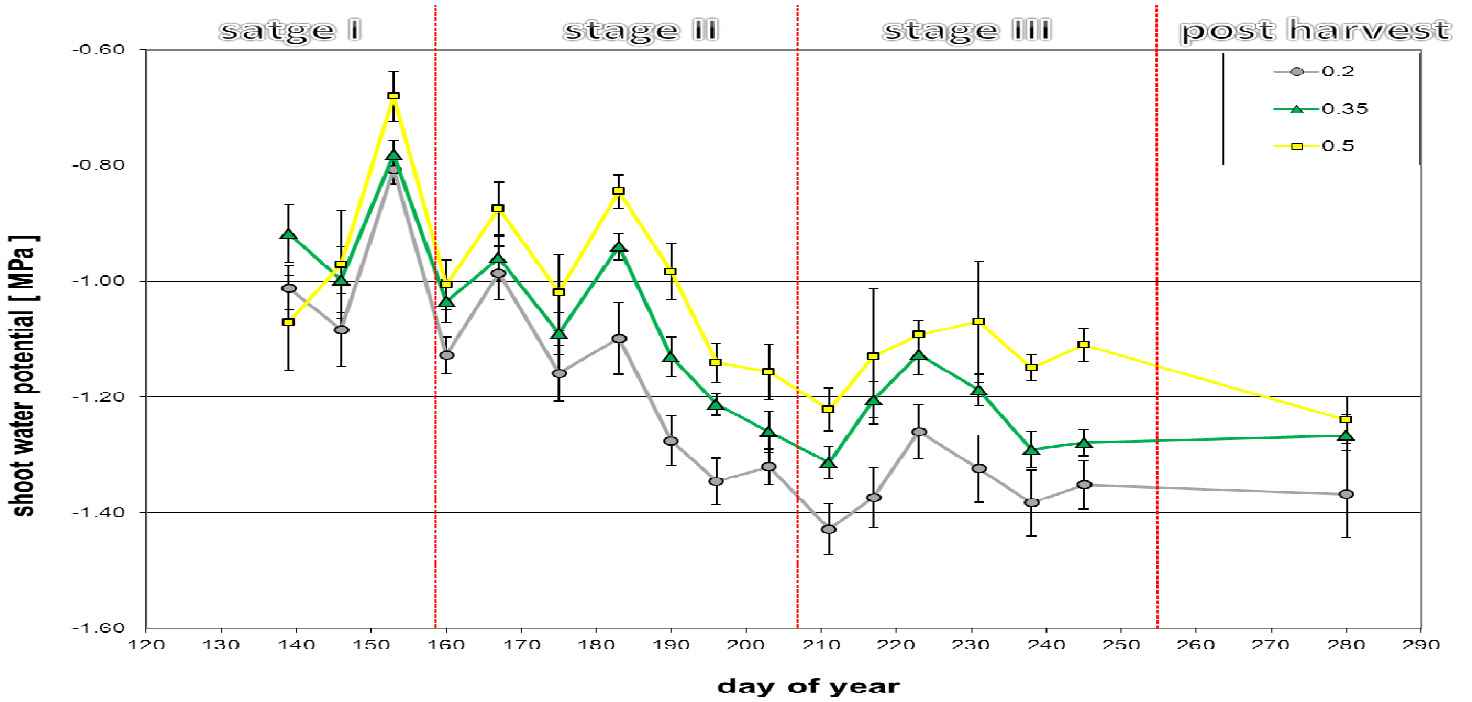
טבלה 6: נתוני צבע ליין שהוכן לחזרות של הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה השונים (סך הכל 20 יינות נפרדים הוכנו), מרלו, כרם חולדה, עונת 2011 (n = 4).

SUM	620 nm	520 nm	420 nm	280 nm	מקדם
8.11	0.95	4.18	2.98	39.25	0.2
7.49	0.92	3.85	2.73	36.69	0.35
6.65	0.81	3.44	2.40	34.77	0.5
7.25	0.82	3.77	2.67	30.37	05.-0.2-0
7.99	0.92	4.19	2.88	36.37	0.2-0.5-0.5

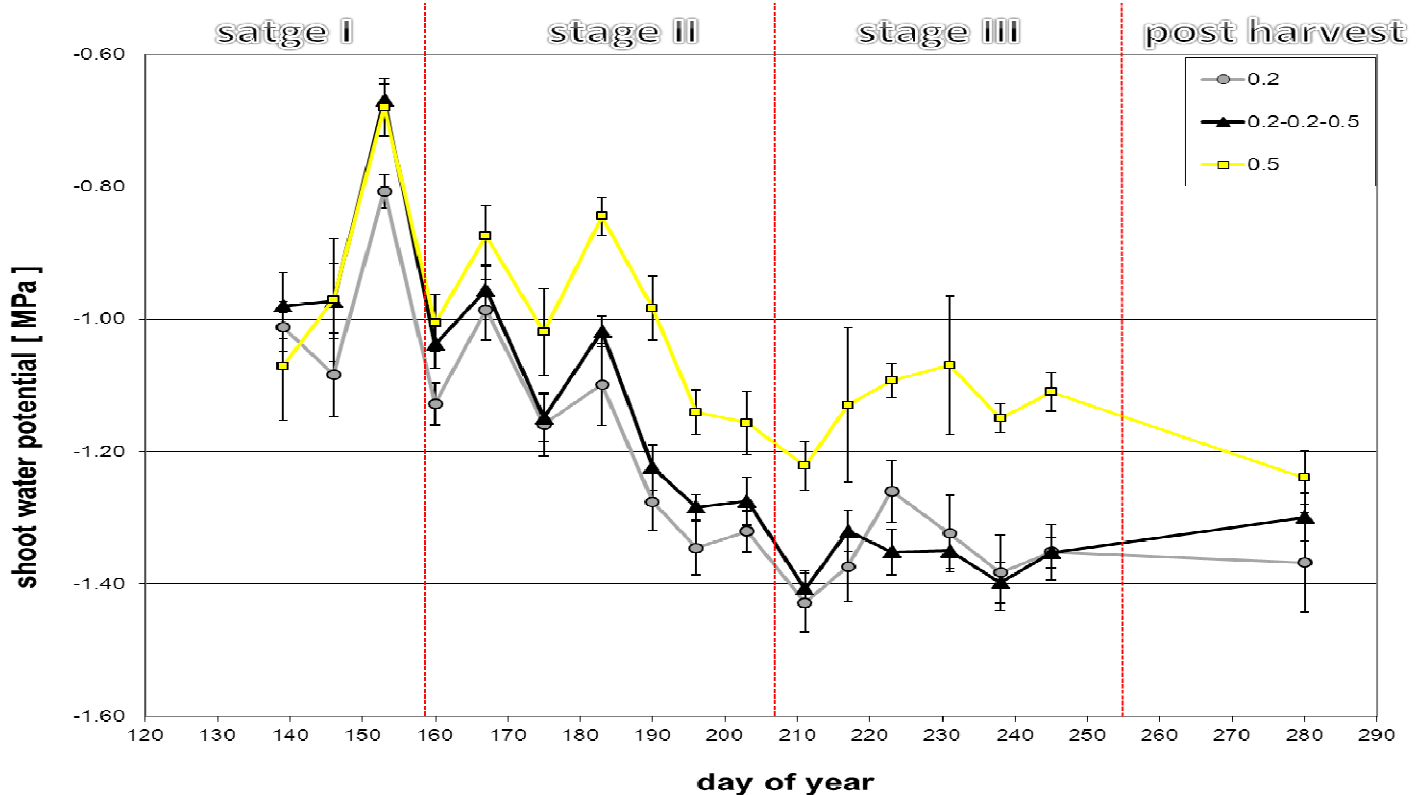
מבחינת פוטנציאל המים בגזע בעונת 2011-2012, ניכרים הבדלים ברורים ומובהקים בין שלושת טיפולי ההשקיה לפי מקדמי ההשקיה הקשיחים - הנמוך (0.2) הבינוני (0.35) והגבוה (0.5) (תרשימים 6-8, 10-12). המגמה שהסתמנה היא ירידה הולכת וגוברת של פוטנציאל המים לאורך העונה (ערכים שליליים יותר), עובדה זו אופיינית לגידול בו עקת המים היא חלק מובנה מ"דרישות הגידול". ערכי פוטנציאל המים בגזע באמצע היום, שנתקבלו בשיא הקיץ נעו סביב  $-1.2$  MPa בטיפול ההשקיה הגבוה,  $-1.3$  MPa,  $-1.4$  MPa בהשקיה הבינונית והנמוכה בהתאמה (תרשימים 6, 10). בתרשימים 7, 11 מוצגים ערכי פוטנציאל המים בגזע של טיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2) והגבוהה (0.5) מול תוצאות הטיפול המשולב גבוהה בתחילת העונה ונמוכה בהמשכה ( $-0.5 < -0.2 < 0.2$ ). טיפול זה עבר מהשקיה גבוהה לנמוכה בתחילת יוני. ניתן לראות שעד האזור שבו שונה מקדם ההשקיה (אזור הימים 155-160) נמדדו ערכי פוטנציאל מים דומים בטיפול הגבוה ובטיפול המשולב. החל מהיום שבו ההשקיה הועברה ממקדם 0.5 למקדם 0.2 ואילך, נמדדה ירידה בערכי פוטנציאל המים בגזע בטיפול זה. החל מיום 215-235 ערכי פוטנציאל המים בגפנים אלו היו נמוכים אף מאלו שנמדדו בגפנים שהושקו לפי מקדם 0.2 במשך כל העונה. עקה זו מעניינת כי בסיכום הכללי טיפול זה זכה לכמות מים עונתית ממוצעת (148 מ"ק לעונה) גבוהה יותר מאשר טיפול ההשקיה הנמוכה (119 מ"ק מים לעונה). בימים אלו אנו בוחנים את המבנה הרב שנתי של העצה בכדי לבחון הבדלים אנטומיים שהתפתחו בעקבות הטיפולים השונים (רוחב טבעת שנתי, קוטר ומספר חוליות טרכיאה, הופעת טילוזות).



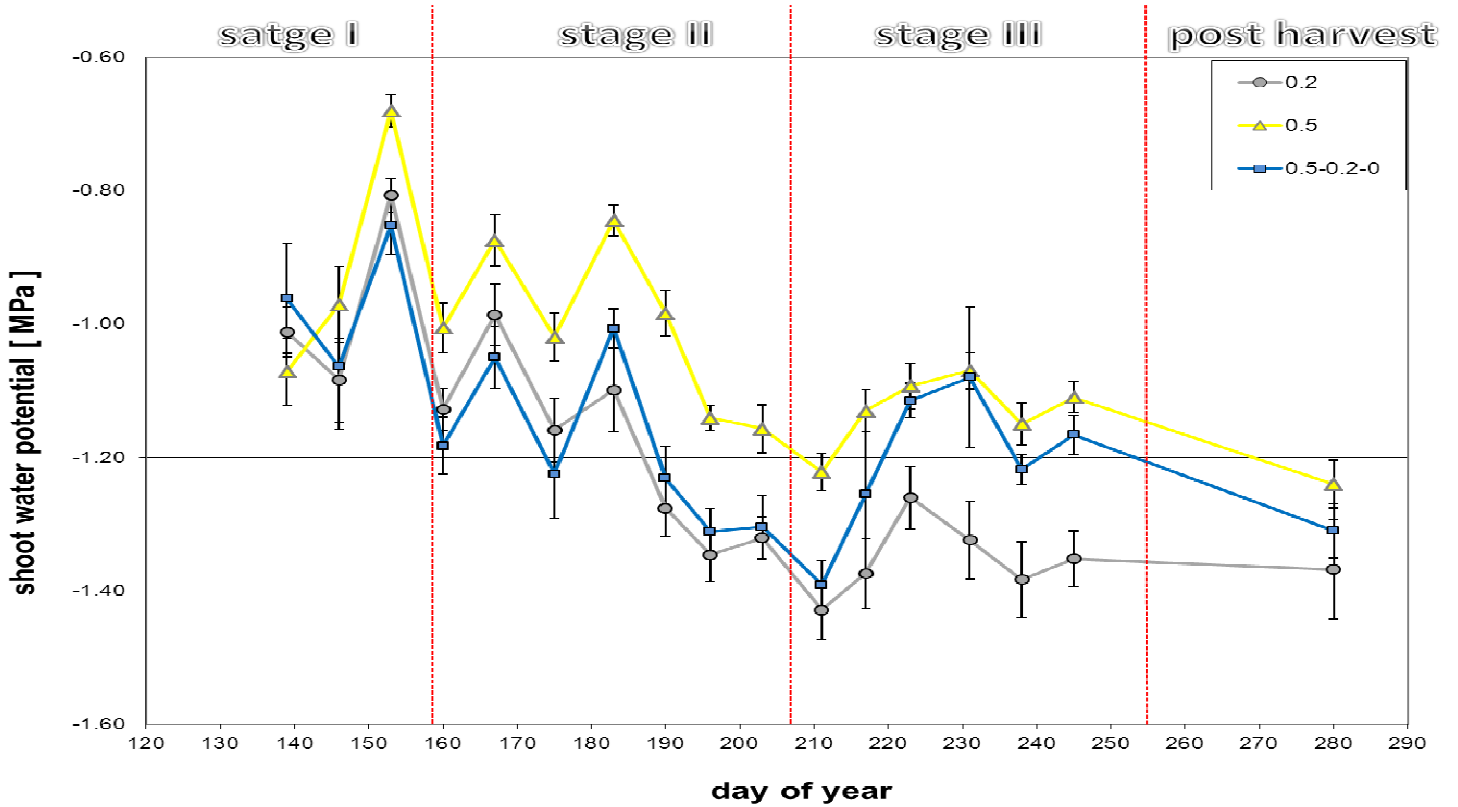
תרשים 6: מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע באמצע היום (Mid-day stem water potential) בטיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2) הבינונית (0.35) והגבוהה (0.5), מרלו, כרם חולדה, 2011. כל נקודה היא ממוצע של 12 עלים (3 עלים ב 4 חזרות).



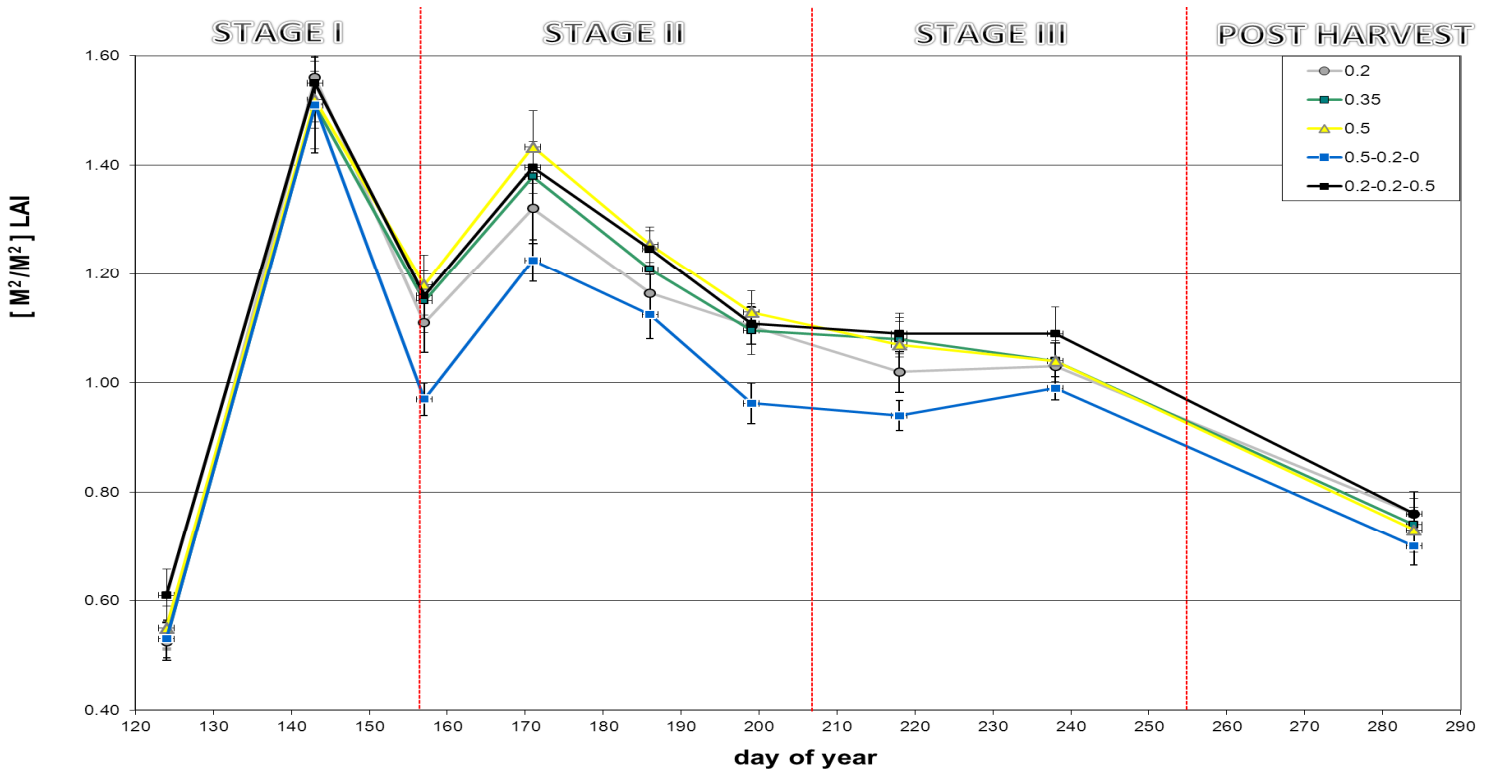
תרשים 7: מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע באמצע היום (Mid-day stem water potential) בטיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2), הגבוהה (0.5), והשקיה הגבוהה-נמוכה-נמוכה (0.2,0.2,0.5) מרלו, כרם חולדה 2011.



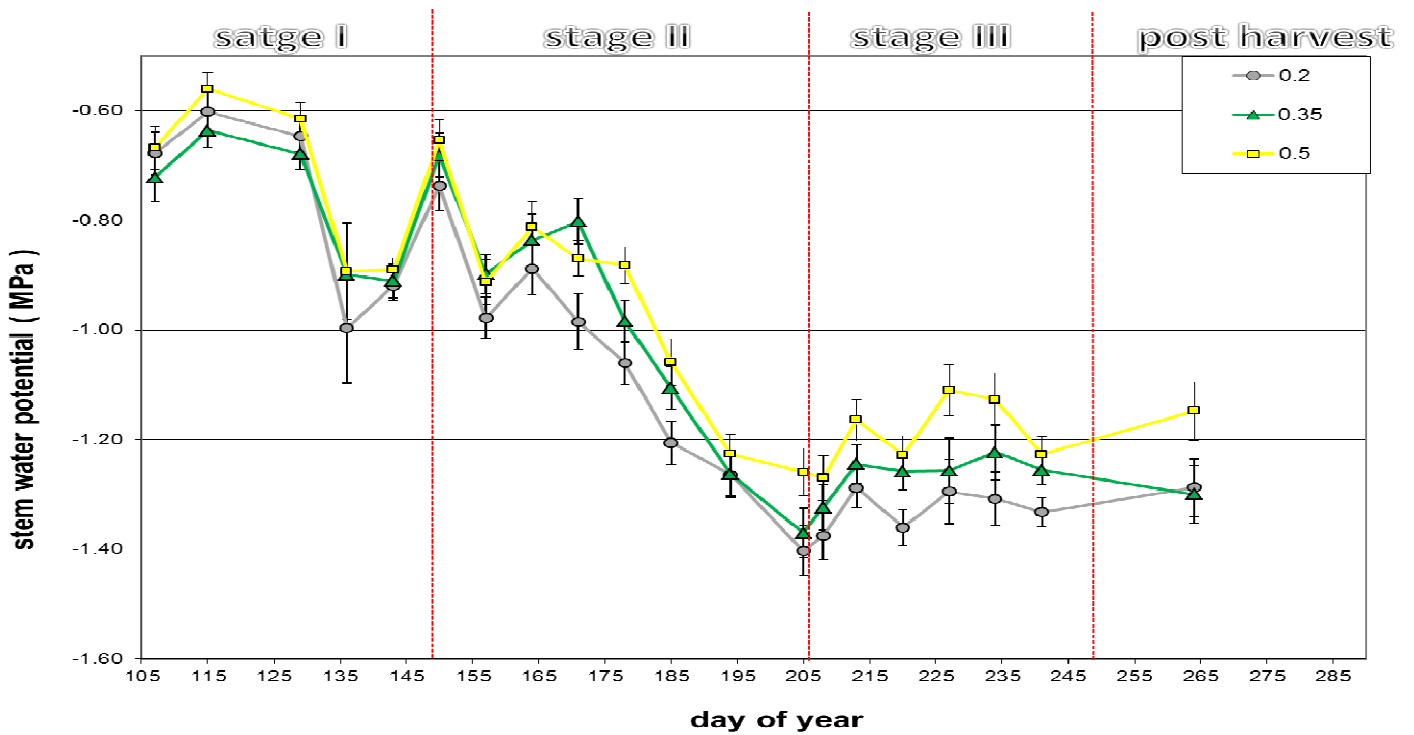
תרשים 8 : מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע באמצע היום (Mid-day stem water potential) בטיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2), הגבוהה (0.5), והשקיה הנמוכה-נמוכה-גבוהה (0.5,0.2,0) מרלו, כרם חולדה 2011.



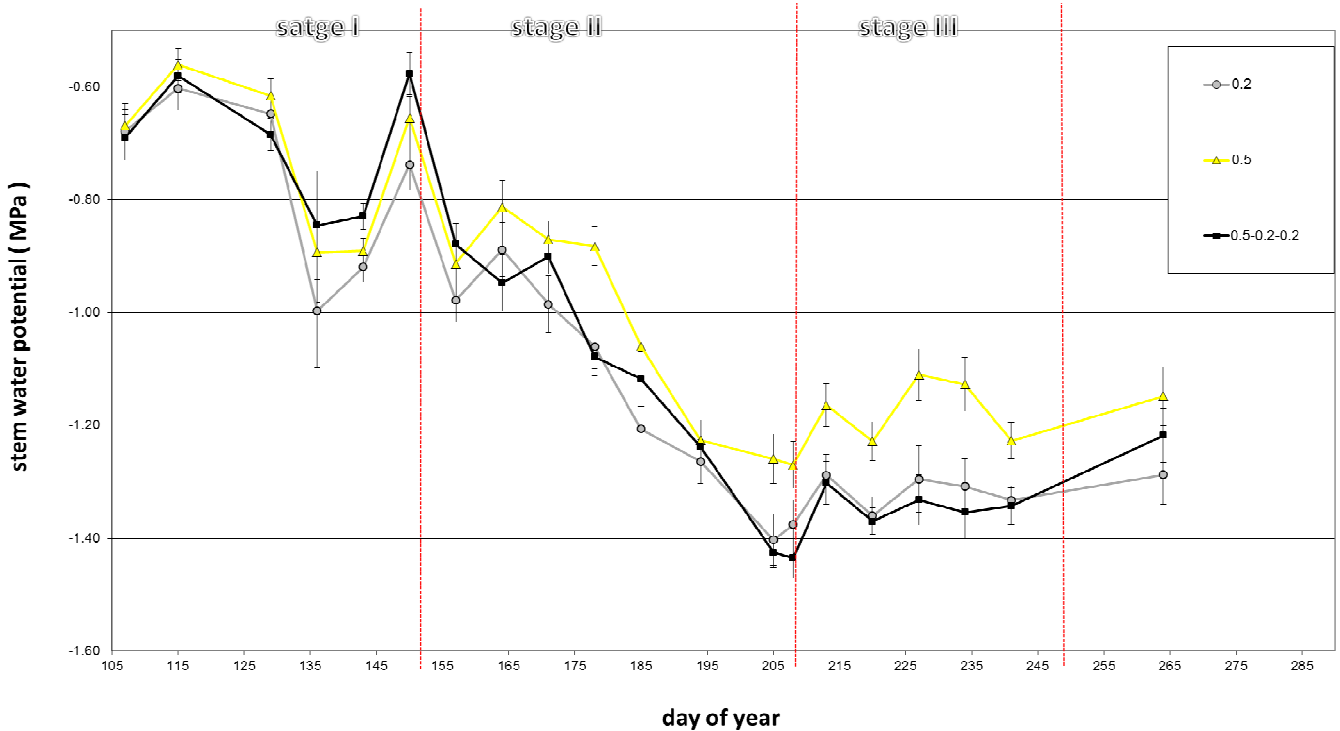
תרשים 9: מהלך עונתי של שטח עלווה, ביחידות של אינדקס שטח עלווה (מ"ר למ"ר), המדידות נערכו באמצעות מכשיר SUN SCAN (Delta-T Devices, Cambridge UK), מרלו, כרם חולדה 2011, (n=12).



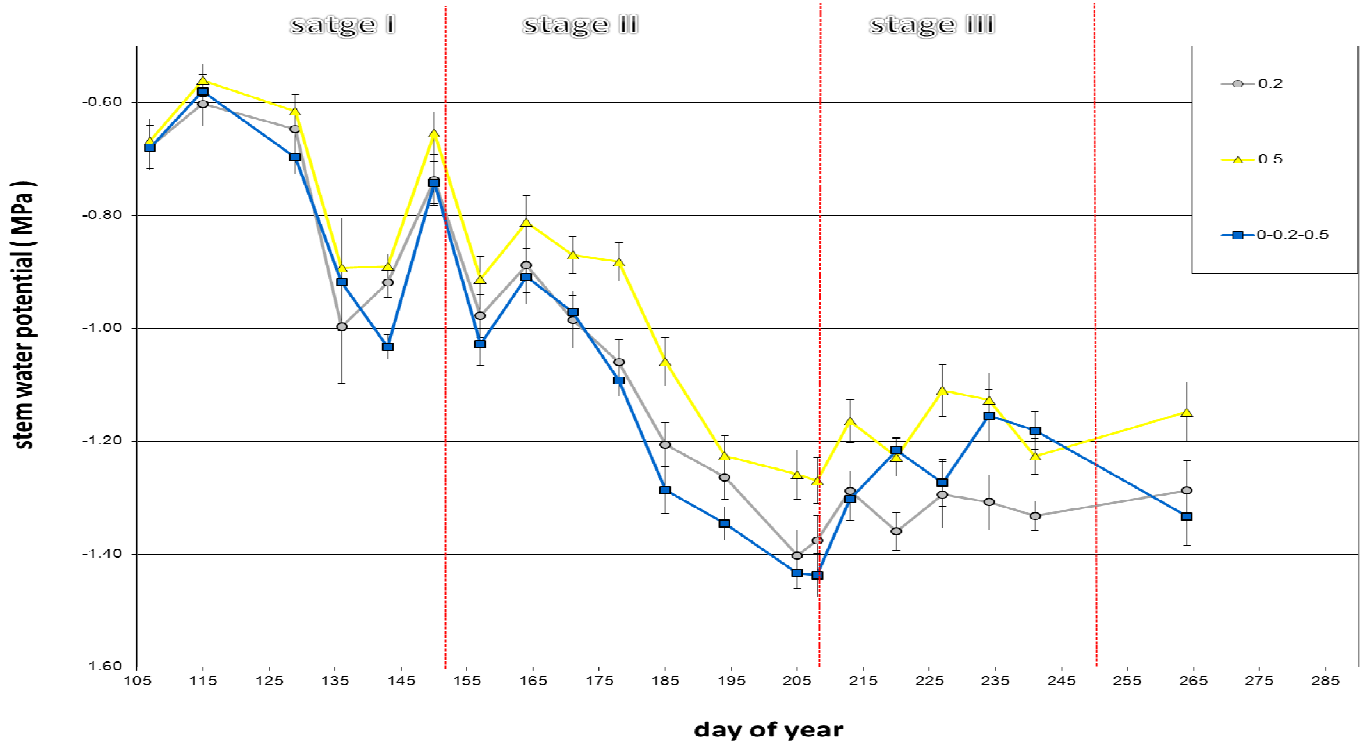
תרשים 10: מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע באמצע היום (Mid-day stem water potential) בטיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2) הבינונית (0.35) והגבוהה (0.5), מרלו, כרם חולדה, 2012. כל נקודה היא ממוצע של 12 עלים (3 עלים ב 4 חזרות).



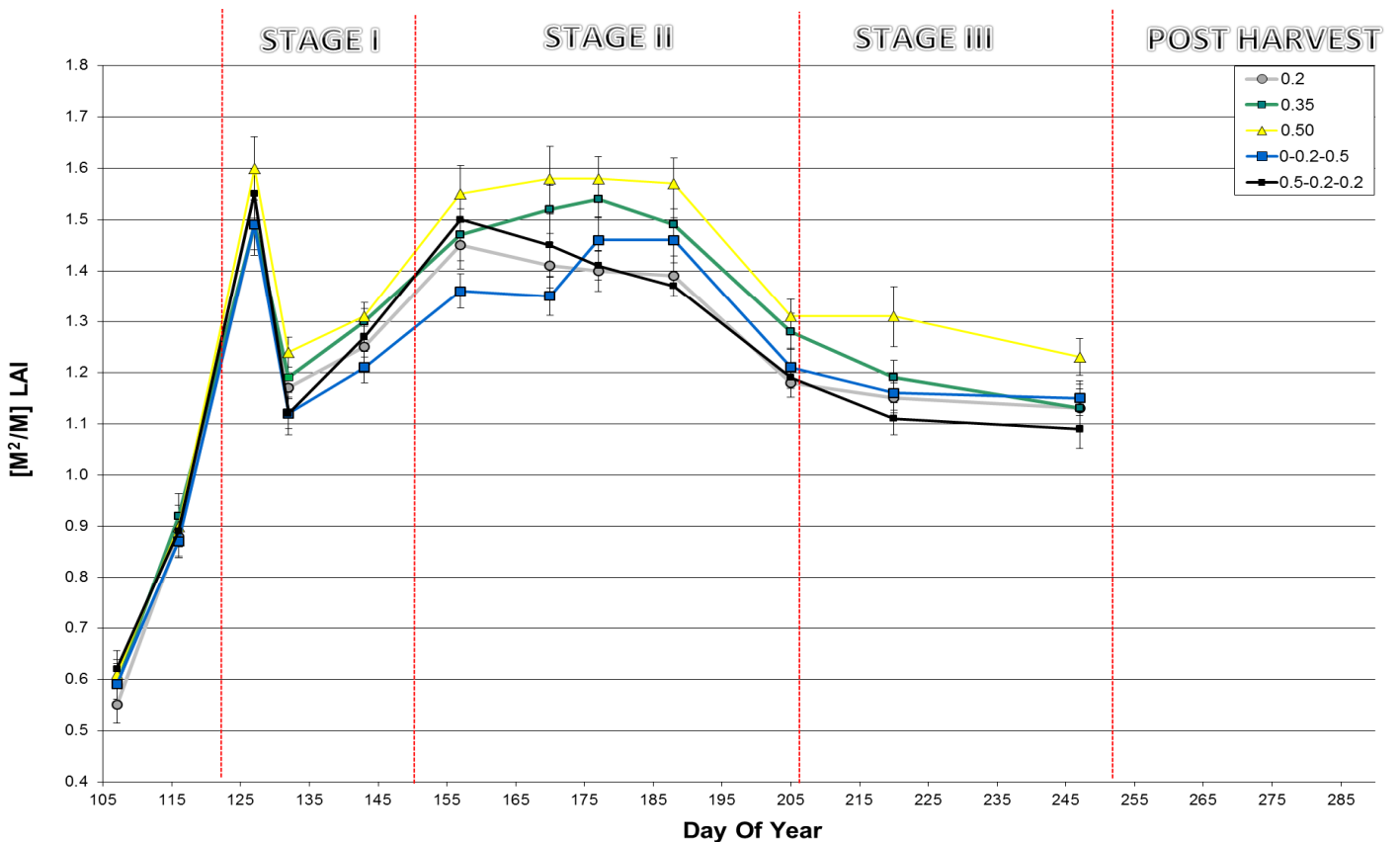
תרשים 11: מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע באמצע היום (Mid-day stem water potential) בטיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2), הגבוהה (0.5), והשקיה הנמוכה-נמוכה-גבוהה (0.2,0.2,0.5), מרלו, כרם חולדה, 2012.



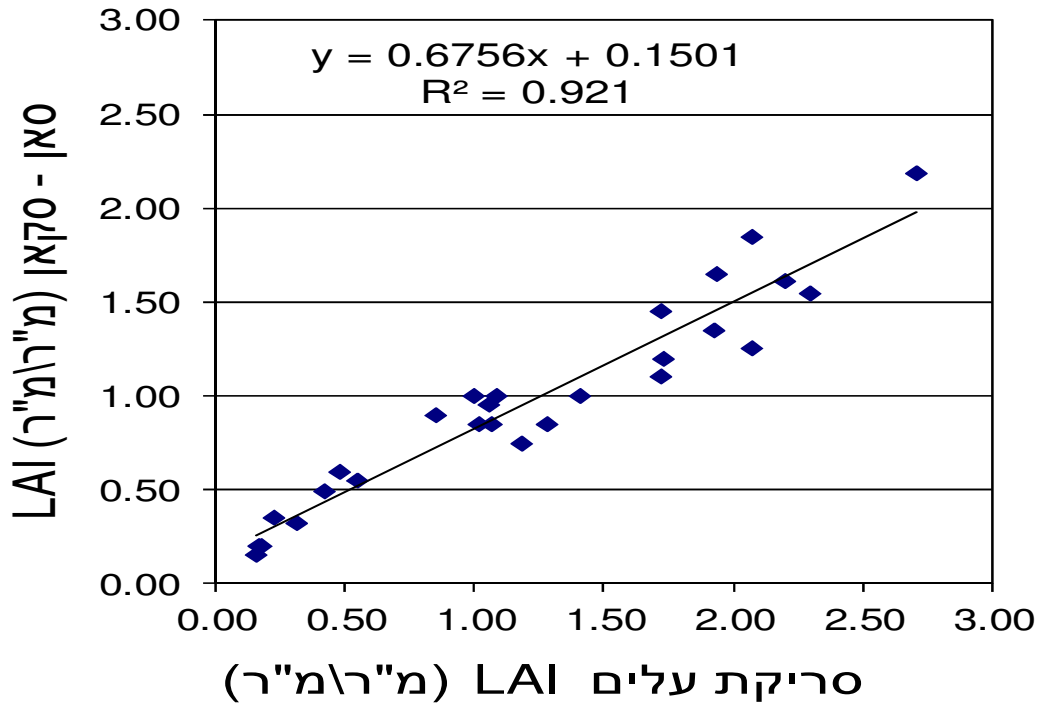
תרשים 12 : מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע באמצע היום (Mid-day stem water potential) בטיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2), הגבוהה (0.5), והשקיה הנמוכה-נמוכה-גבוהה (0.5,0.2,0) מרלו, כרם חולדה 2012.



תרשים 13: מהלך עונתי של שטח עלווה, ביחידות של אינדקס שטח עלווה (מ"ר למ"ר), המדידות נערכו באמצעות מכשיר SUN SCAN (Delta-T Devices, Cambridge UK), מרלו, כרם חולדה 2012, (n=12).



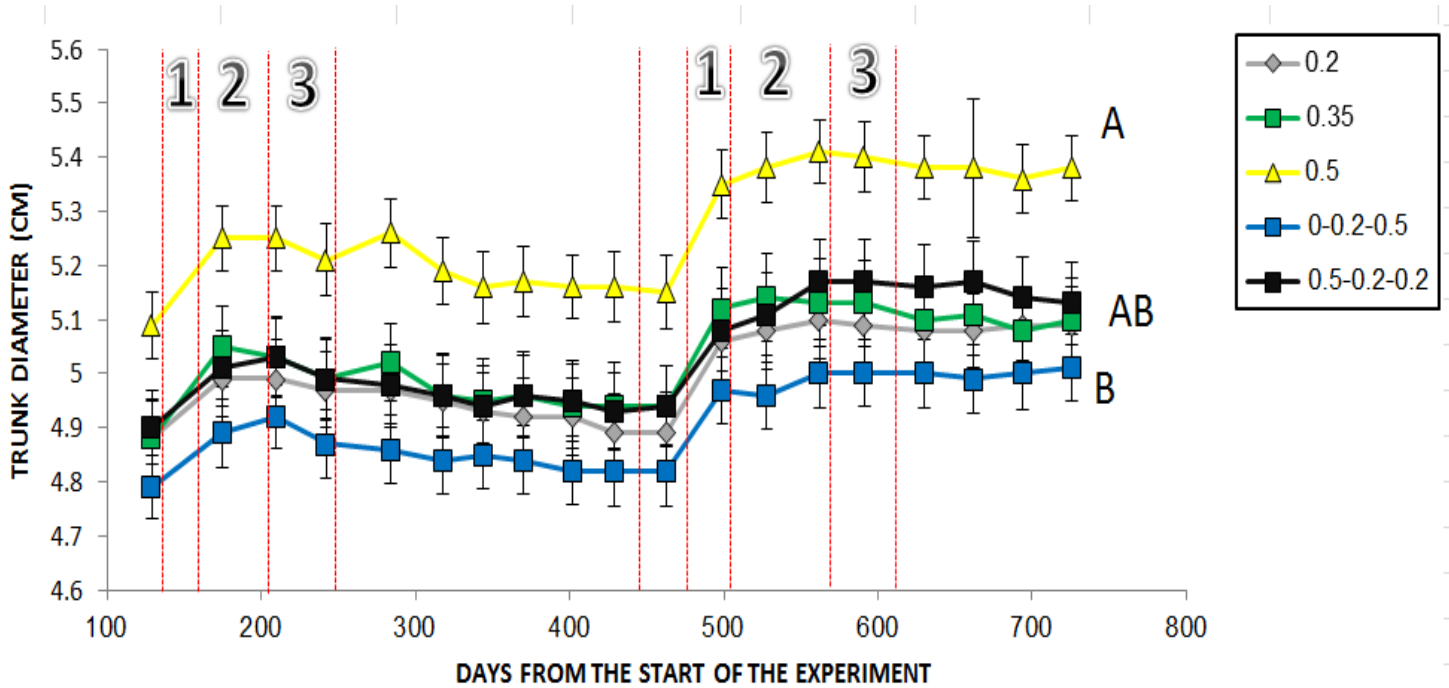
תרשים 14: מתאם של שטח עלווה שנמדד על ידי מדידות הרסניות של הסרת עלים, לשטח העלווה שחושב על ידי מכשיר SUN SCAN. המדידות התבצעו במספר זני גפן יין בחוות נטע, דולב, חולדה ויתיר ( $n=27$ ,  $R^2 = 0.921$ ).



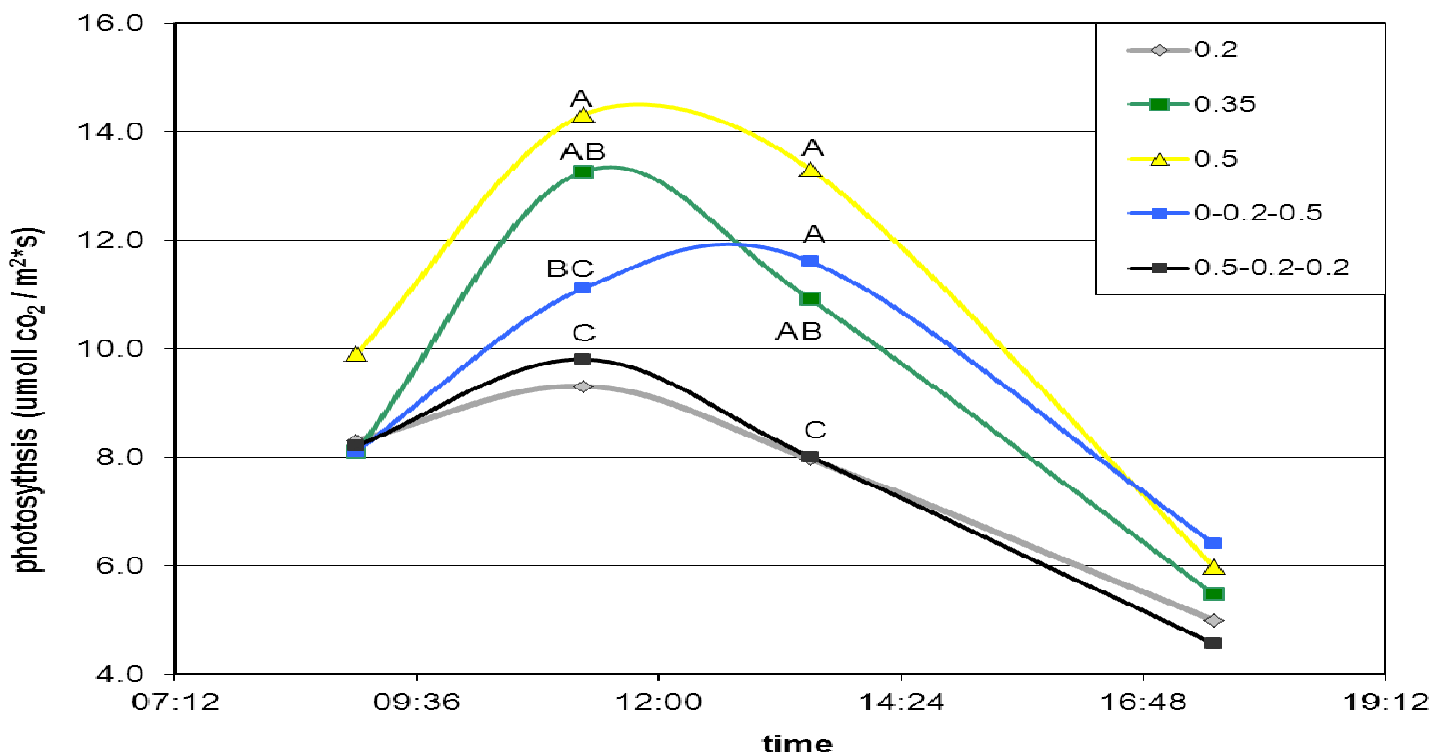
מבחינת קוטר הגזע של הגפנים (תרשים 15) נראתה מגמה קבוע לאורך כל עונות הגידול: הטיפול בעל מקדם ההשקיה הגבוה (0.5) היה בעל קוטר הגזע הגדול ביותר, אחריו ברמת ביניים היו הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה 0.35 ו 0.2 ביחד עם הטיפול בעל סידרת מקדמי ההשקיה 0.2-0.2-0.5. הטיפול בעל קוטר הגזע הנמוך ביותר, בצורה מובהקת לאורך כל העונה, היה הטיפול בעל סידרת מקדמי ההשקיה 0.5-0.2-0. עובדה זאת מעניינת מאחר ומבחינת כמות מים כוללת, הטיפול בעל סידרת מקדמי ההשקיה 0.5-0.2-0 קיבל מנת מים עונתית (158 מ"ק לעונה בממוצע) גבוהה יותר משמעותית מהטיפול בעל מקדם ההשקיה הנמוך (119 מ"ק לעונה בממוצע).

מבחינת מהלך יומי של קצב פוטוסינתזה, שנמדד בתחילת שלב 3, ניתן לראות כי הטיפול בעל מקדם ההשקיה הגבוה (0.5) היה בעל קצב הפוטוסינתזה הגבוה ביותר במשך כל היום. ברמת ביניים היה הטיפול בעל מקדם ההשקיה הבינונית (0.35), וקצב הפוטוסינתזה הנמוך ביותר נמדד בטיפול בעל מקדם ההשקיה הנמוך (0.2). הטיפול בעל סידרת מקדמי ההשקיה 0.5-0.2-0, שהיה בשלב זה במקדם השקיה 0.5, הראה קצב פוטוסינתזה דומה ואף נמוך, מהטיפול בעל מקדם ההשקיה 0.35. הטיפול בעל סידרת מקדמי ההשקיה 0.2-0.2-0.5, שהיה בשלב זה במקדם השקיה 0.2, הראה קצב פוטוסינתזה דומה לטיפול בעל מקדם ההשקיה 0.2.

תרשים 15: קוטר הגזע של הגפנים בטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה השונים במשך עונת הגידול, הקוטר נמדד באמצעות קליבר דיגיטלי בגובה 30 ס"מ מהקרקע. מרלו, כרם חולדה, עונת 2012-2011 (n = 48).



תרשים 16: מהלך יומי של קצב הפוטוסינתזה בטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה השונים, כפי שנמדד באמצעות מכשיר חילוף גזים (li-cor 6400) בתחילת שלב III, מרלו, כרם חולדה, עונת 2011 (n = 12).



### תקציב וחלוקת תפקידים

אמנון שוורץ, ישי נצר, ישראל מוניץ - מעקבי הבשלה, תפעול מערכת ההשקיה, מעקב אחר ההיבטים הפיסיולוגיים של הצמיחה וההתפתחות וכן מעקב אחר היבול ומדדי איכות.  
 ערן הרכבי – ליווי וייעוץ אגרונומי.  
 אלעד גוטמן, סילביו פלדמן ויעקב כהן אחדות – ליווי וייעוץ אגרונומי.  
 עמי חריטן – עזרה במדידות פיסיולוגיות.  
 אלישיב דרורי – הנחיה בהכנת היינות, עזרה ביצוע וניתוח בדיקות יין.

### רשימת ספרות

Allen RA, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998) Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. (FAO irrigation and drainage paper 56) FAO, Rome

Bravdo B, Hepner Y (1987) Water management and effect on fruit quality on grapevines. In: Lee T (ed) Proceedings of the 6th Australian Wine Industry Technical Conference, Adelaide.

Cohen S, Rao RS, Cohen Y (1997) Canopy transmittance inversion using a line quantum probe for a row crop. Agric For Meteorol: DOI 10.1016/S0168-1923(96)02426-4

Grantz DA, Williams LE (1993) An empirical protocol for indirect measurement of leaf area index in grape *Vitis vinifera* L. Hortscience 28:777-779

Netzer Y, Yao C, Shenker M, Cohen S, Bravdo B and Schwartz A (2005) Water consumption of 'Superior Seedless' grapevines grown in a semiarid region. Acta Hort (ISHS) 689:399-406

Netzer Y, Shenker M, Bravdo B, and A Schwartz. (2009) Water use and the development of seasonal crop coefficients for Superior Seedless grapevines trained to an open-gable trellis system. The Journal of Irrigation Sci. DOI 10.107/s00271-008-0124-1

Williams LS, Ayars JE (2005) Grapevine water use and crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy. Agric For Meteorol 132:201-211.

