

# צעדים ראשונים ביישום מודל השקיה מושכל לענבי יין באזור ההר

ישי נצר, אלישיב דרורי, אמנון שוורץ\*

ייעודו של המחקר הוא פיתוח מודל השקיה לזני איכות של ענבי יין באזור ההר. במסגרת זו מובאות תוצאות של שתי שנות מחקר ראשונות. המודל מתבסס על ערכי צריכת מים, שנמדדו בליזימטרים בכרם בענבי מאכל במשך שבע עונות רצופות. בענבי המאכל נוסח הקשר בין אינדקס שטח העלווה LAI לבין מקדם הגידול  $K_c$  כדלהלן:

$$K_c = 0.2609 \times LAI + 0.3645 \quad (\text{Netzer et al., 2009})$$

אנו מניחים שההבדל האינהרנטי במוליכות הפיוניות בין ענבי מאכל לענבי יין קטן יחסית, ולכן קצב הטרנספירציה נקבע בעיקר על ידי שטח העלווה ועל ידי תנאי הסביבה. מדידות תכופות של שטח העלווה בכרם ענבי היין אפשרו לחשב את מקדם הגידול של הכרם על פי הנוסחה דלעיל. בהתאם למקובל, ההתאדות היומית (אוּפּוּטְרַנספירציה) של גידול  $ET_c$  ניתנת לחישוב באמצעות הנוסחה:  $ET_c = ET_0 \cdot K_c$ . ההתאדות הפוטנציאלית  $ET_0$  חושבה על פי נוסחת פנמן מנתונים מטאורולוגיים של תחנה סמוכה לכרם. ולפיכך באמצעות מדידת LAI וערכי  $ET_0$  שנתקבלו מנוסחת פנמן, חושבה ההתאדות היומית של הכרם  $ET_c$ . המחקר נערך בכרם 'קברנה סובניון' הנטוע באזור דולב. ניסוי ההשקיה כלל חמישה טיפולים: שלוש רמות השקיה מחושבות בהתאם למקדמי השקיה 0.2, 0.35 ו-0.5 של  $ET_c$ , ושני טיפולי השקיה דינמית, שבמהלכה שונו מקדמי ההשקיה בהתאם לשלבים פנולוגיים של הגרגר 0.2, 0.2, 0.5 של  $ET_c$  וכן - 0.2, 0.2, 0.5 של  $ET_c$ . נערך מעקב שבועי אחר פוטנציאל המים של הגזע ומעקב חודשי אחר LAI. לרמת ההשקיה הייתה השפעה מובהקת על גובה היבול הכללי ועל מספר האשכולות וכן על משקל הגרגר וקוטרו. במקדם ההשקיה הדינמית, שמתחיל בהשקיה מרובה ועובר להשקיה נמוכה, התקבלו תוצאות טובות של יבולים גבוהים יחסית עם נתוני ענבים, תירוש ויין משופרים. תוצאות אלו מפריכות תפיסות רווחות המקשרות יבולים גבוהים לאיכות יין פחותה, ממצאים מעודדים אלו מצריכים המשך מעקב.

## הרקע לעריכת המחקר

השטח הנטוע בכרמים לענבי היין עומד כיום על כ-50,000 דונם (ע"פ מועצת גפן היין). לאור ההישגים שאליהם מגיעים היקבים, ועם המשך ההתפתחות של 'תרבות יין' בישראל השטח הנטוע גדל בהתמדה. יחד עם מגמה זו מתקיימים תהליכים של מעבר לזני איכות ושל הקטנת עומסי היבול בכרמים הקיימים במטרה לשפר את איכות הענבים המגיעים ליקבים - תנאי המקובל כהכרחי לקבלת יין איכותי. ככלל, שמירה על היקף השטח המעובד באזורי הגידול השונים יחד עם הקיצוץ במכסות המים מחייב מעבר לגידולים חסכניים במים, וענף גפן היין מתאים להגדרות אלה. למשק המים של הגפן השפעה על גודל היבול בכלל ועל איכות היין המיוצר (Bravdo & Hepner, 1987). בניגוד להשקיה בענבי מאכל

שבה מועדפת השיטה של 'NON STRESS', גידול ענבי יין איכותיים מחייב יישום עקה מדודה בחלק משלבי הגידול (REGULATED DEFICIT IRRIGATION) RDI). בנושא קביעת רמות ההשקיה של כרמי ענבי היין קיים מתח מובנה בין המגדלים לבין צורכי היקבים. מצד הכורמים מתקיים אינטרס ברור להגדלת מנות המים, התורמות לצימוח הווגטטיבי ולהגדלת היבול ובאופן זה להגדלת רווחיהם המתבססים לרוב על משקל היבול. מהצד השני, הייננים מעוניינים לקבל אשכולות בעלי גרגר קטן בעל צבע חזק וארומה עשירה, וזאת ניתן להשיג על ידי הגבלת ההשקיה במועדים קבועים. מכאן נובע כי תכנון ההשקיה בכרם ענבי היין צריך לענות על הדילמה של יצירת יבול מיטבי (אופטימלי) באיכות מיטבית. לפיכך, יש לתאם את נוסחת ההשקיה לשלבי ההתפתחות הווגטטיבית של הנוף ושלבי התפתחות האשכול ושלבי ההבשלה (צבירת סוכרים וארומות). מדיווחים של כורמים עולה כי בשנים האחרונות נצפתה הפחתה מסוימת של יבול וכן תופעות המכונות 'עלפון אשכול / דבלנות' (Berry Shrinkage) וגרגרים 'צימוקיים', תופעות הקשורות למאזן המים של הגפן. התופעה נובעת כנראה מהגבלת ההשקיה דווקא במועדים בלתי מתאימים מבחינת התפתחות הענב.

השאלות העומדות בבסיס ניהול ההשקיה הן, כמובן, מתי להתחיל להשקות? כמה להשקות? מתי להשקות? (Erie et al., 1982; Evans et al., 1993; Behboudian & Singh, 2001). קיימות גישות שונות לפתרון שאלות אלו, שחלקן מתבסס על מדידות כמות המים בקרקע, ואחרות מתבססות על השקיה לפי מדדים מטאורולוגיים, ויש המתבססות על מדדים פיסולוגיים. מדידה ישירה של צריכת מים ניתנת לביצוע באמצעות ליזימטרים. מדידות צריכת מים בגפנים באמצעות ליזימטרים בוצעו בשנים האחרונות על ידי Netzer et al., 2005; Netzer et al., 2009; Williams et al., 2003. מקדם הגידול ( $K_c$ ) מחושב כאוּפּוּטְרַנְסְפִירַצִיָה (צריכת מים) של הגידול בתנאים סטנדרטיים ( $ET_c$ ) מחולקת בהתאדות המחושבת על פי נוסחת פנמן מונטית' המתקנת ( $ET_o$ ) (Allen et al., 1998).

$$K_c = ET_c / ET_o$$

עקום עונתי של מקדם הגידול ( $K_c$ ) נבנה בענבי מאכל בלכיש (Netzer et al., 2009) לאחר שצריכת מים ( $ET_c$ ) נמדדה ב-12 ליזימטרים במשך שבע עונות, ונתונים אלו שימשו בסיס לקביעת מקדם ההשקיה בכרם ענבי היין בניסוי הנוכחי. אנו מניחים שההבדל האינהרנטי במוליכות הפיוניות בין ענבי מאכל לענבי יין קטן יחסית, ולכן קצב הטרנספירציה נקבע בעיקר על ידי תנאי הסביבה וגודל הנוף, הבא לידי ביטוי ב-LAI (Leaf Area Index). אינדקס שטח העלווה מוגדר כשטח העלווה (בצד אחד של העלים) של עץ או צמח ליחידת קרקע המיועדת לאותו צמח. לדוגמה: אם ממוצע אינדקס שטח העלווה של שטח מסוים עומד על 1.4, הווי אומר שעל דונם קרקע יש 1400 מ"ר עלווה. העקום העונתי של מקדם הגידול ( $K_c$ ) שנבנה על ידנו לגפן ענבי המאכל, התבסס על השקיה יומית המחזירה לגפן את מלוא האוּפּוּטְרַנְסְפִירַצִיָה. השקיה לפי מקדם השקיה 1 פירושה שנפח המים המוחזר לקרקע מדי יום, זהה לאוּפּוּטְרַנְסְפִירַצִיָה היומית בגפנים שזכו להשקיה המאפשרת צריכת מים בכמות שהיא בקירוב בלתי מוגבלת. בפרקטיקה החקלאית מספקים לכרם מנת מים על פי מקדם השקיה נמוך מ-1, ובניסוי הנוכחי מנות המים עמדו על  $ET_c \times 0.5$ ,  $ET_c \times 0.35$  ו- $ET_c \times 0.2$ , ערכים אלו מבטאים רמות שונות של יישום עקה. ייחודו של המודל המבוסס

על יחס עקום מקדם הגידול ( $K_c$ ) – לשטח העלווה LAI, הוא בכך שהמודל מבטא את השפעתם של כלל הגורמים המשפיעים על צריכת המים (קרי גודל נוף והשפעות אקלים). בניסוי שנערך בענבי יין על קרקע סלעית באזור הר, אנו בוחנים מקדמי השקיה נמוכים מאלו הנהוגים בענבי מאכל. מטרת הניסוי היא לבחון את ההשפעה של חמישה טיפולי השקיה שונים המבטאים רמות שונות של השקיה גירעונית (בשלים פנולוגיים שונים) על התפתחות הנוף, גודל היבול ואיכות היין. הפרי מהטיפולים השונים הועבר ליקב לצורך הכנת יינות ועריכת מבחני טעימה.

## מטרות המחקר

1. בחינת השימוש בעקום עונתי של מקדם הגידול ( $K_c$ ) בכרם ענבי יין. עקום מקדם הגידול נבנה עבור כרם ענבי מאכל באזור לכיש על ידי מדידת צריכת מים של גפנים נטועות בליזימטרם. ההתאמה של המודל לענבי יין מתבססת על הקשר בין מקדם הגידול ( $K_c$ ) לבין השינוי העונתי של אינדקס שטח העלווה LAI.
2. השפעת טיפולי השקיה גירעונית  $K_c < 1$  על מדדי צמיחה, פוטנציאל מים, יבול ואיכות הענבים והיין. נבחנה ההשפעה של השקיה לפי שלושה מקדמי השקיה שונים. כמו כן נבחנה ההשפעה של התאמת מקדמי השקיה לשלבים פנולוגיים שונים בהתפתחות הווגטיבית של הגפן ובהתפתחות הפרי והבשלתו.

## חומרים ושיטות

### פירוט מערך הניסוי

חלקת הניסוי ממוקמת בתוך חלקה מסחרית (13 דונם) מהזן קברנה סובניון (נטיעת 1999) על כנת רוג'רי. חלקת הניסוי ממוקמת בתוך אזור של כ-150 דונם בשיפולי היישוב דולב (32.1 ° N, 35.2 ° E). הקרקע באזור כבדה (טרה רוסה), הכרם נטוע באזור סלעי שעבר הכשרת קרקע.

כיוון השורות בכרם הוא צפון-דרום (18°) כשמרחקי הנטיעה הם 1.30×3 מטרים, ומשמעותם 250 גפנים לדונם. הגפנים הודלו על הקורדונים בשיטת VSP. בניסוי חמישה טיפולי השקיה, מבנה ניסוי השדה הוא חד גורמי בארבע חזרות במתכונת של בלוקים באקראי. כל חזרה כוללת קטע מוגדר של עשר גפנים על שלוש שורות כל אחת, כאשר שמונה הגפנים המרכזיות בשורה האמצעית מהוות את גפני המדידה שבהן מבוצעות המדידות, וכל שאר הגפנים משמשות כגפני / שורות גבול.

מערך הניסוי כולל קו מים ומערך 'הקטנת לחץ' נפרד לחלקת הניסוי, שעוני מים לכל אחת מחלקות הניסוי, מכל דשן ומדשנת העומדים בלעדית לרשות הניסוי. ההשקיה מתבצעת פעמיים בשבוע (בימים שני ושישי) בעזרת טפטפות מווסתות מתוצרת 'נטפים' בעלות ספיקה של 2.4 ליטרים/שעה הממוקמות במרווחים של חצי מטר, וההשקיה היא בבקרת מחשב השקיה (דרים, טלגיל). כל טיפול השקיה קיבל מים ממגוף נפרד עם שעון מים נפרד. כל הטיפולים הושקו באותה שעה. אחת לשבוע נבדקו הספיקות ובמקרים של נזקי בעלי חיים לצנרת, תוקנה המערכת.

הדשן שניתן הוא '12-3-6' בתוספת מיקרואלמנטים, והוא ניתן בריכוז של 0.05

אחוזים. הדישון הופסק בסוף שלב 1 של התפתחות הגרגר וחודש מיד לאחר הבציר במינון כפול.

תחנה מטאורולוגית הוקמה בטלמון סמוך לאתר הניסוי בשיתוף עם משרד החקלאות. על בסיס נתוני טמפרטורה, לחות, קרינה ומהירות רוח מחושבת ההתאדות היומית על פי נוסחת פנמן מונטית' (Allen et al., 2005) הנהוגה על בסיס תחשיבי שיטת (American Society of Civil Engineers) ASCE.

**מודל ההשקיה**

נבחנה השפעתם של חמישה מקדמי ההשקיה בכרם: גבוהה, בינונית, נמוכה וכן עוד שני טיפולים 'דינמיים'.

קביעת ההשקיה התבצעה על בסיס המתאם בין מקדם הגידול ( $K_c$ ) לבין LAI שנמדדו. וחושבו על ידינו במשך שבע עונות רצופות בענבי מאכל שהושקו בליזמטרים באזור לכיש.

$$K_c = 0.2609 \times LAI + 0.3645$$

כאמור, ( $K_c$ ) מקדם הגידול מחושב על פי הנוסחה:

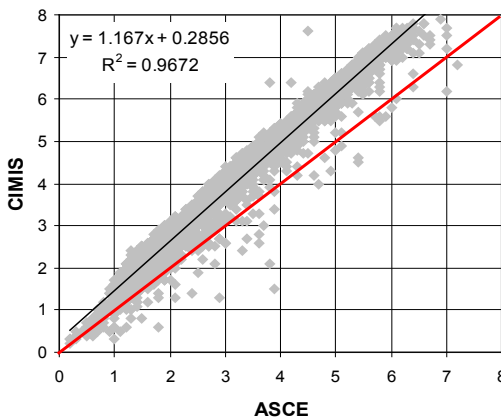
$$K_c = ET_c / ET_o$$

ומתוך כך ניתן לחלץ את צריכת המים של הגידול ( $ET_c$ ) על ידי הכפלת מקדם הגידול בהתאדות המחושבת (פנמן).

$$ET_o \times K_c = ET_c$$

קורלציה בין מקדם הגידול לבין LAI נתקבלה בעקבות מחקר רב־שנתי בליזמטרים של ענבי מאכל בלכיש (Netzer et al., 2009). נוסחה זו תוקנה מאחר שנתוני ההתאדות המחושבת בניסוי בלכיש חושבו על פי נוסחת (California Irrigation Management Information) CIMIS

(System) והחל משנת 2010 בכל התחנות של משרד החקלאות הערכים מחושבים על פי ASCE American Society of Civil Engineers). מהשוואה בין שיטות החישוב השונות על נתוני לכיש 2002–2008, ניתן לראות הבדלים של למעלה ממיליטר אחד (1 מ"מ) בין שתי שיטות החישוב כאשר מדובר על ערכי התאדות סביב ערכים של שישה מיליטרים (6 מ"מ) ליום.



**תרשים 1:** קורלציה בין ערכי התאדות מחושבת (מ"מ/יום) על פי נוסחת פנמן מונטית' המתוקנת בשיטת CIMIS ובשיטת ASCE. הקו החלק החוצה את התרשים לאורכו, מייצג יחס של 1:1. (סרטוט: ישי נצר)

**סיכום שיטת החישוב:**

1. מקדם הגידול ( $K_c$ ) התקבל על בסיס מדידות גודל הנוף LAI ובהתאם לנוסחה:  

$$K_c = 0.2609 \times LAI + 0.3645$$
2. צריכת המים של הגפן חושבה על ידי הכפלת מקדם הגידול בממוצע ההתאדות המחושבת של שלושה ימים אחרונים.
3. בשלושה טיפולי השקיה יושמו מקדמי ההשקיה 'הקשיחים' לאורך כל העונה – 0.35, 0.5, 0.2, (כאחוז מצריכת המים המחושבת) – טיפולים A,B,C בהתאמה ומקדמי ההשקיה 'הדינמיים' שהשתנו לאורך העונה בשלבים פנולוגיים שונים D,E, כמפורט בטבלה 1.

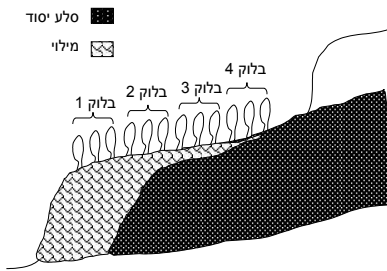
**טבלה 1:** פריסת הטיפולים בניסוי השקיה בקברנה סובניון, כרם דולב 2009–2010. STAGE I (שלב 1) מוגדר מחנטה ועד אשכול צפוף, STAGE II (שלב 2) מוגדר משלב זה ועד סוף החלפת הצבע מירוק לאדום (100% בוחל), STAGE III (שלב 3) מוגדר מסוף הבוחל עד הבציר. לאחר הבציר כל ההשקיה התבצעה באופן אחיד על פי מקדם ההשקיה הנמוך.

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

היום שנקבע כסוף שלב 1 – STAGE I – הוא 26 ביוני 2009 (יום 177) ושמונה ביוני 2010 (יום 160). היום שנקבע כסוף שלב 2 – STAGE II (שלב הבוחל) – הוא 31 ביולי 2009 (יום 212), 23 ביולי 2010 (יום 204).

**אפיון קרקע והחלקה**

הקרקע, שעליה נטוע הכרם היא אדמת הר מסולעת (טרה רוסה). חלקות הכרם בנויות כמדרגות שהוכשרו בהר, והסלעים והקרקע שנמצאו בחלקה הפנימי של החלקה, שוטחו בחלקה החיצוני. השורות הן במקביל לקווי הגובה כך שהשורות הפנימיות של החלקה נטועות בעיקר בסלע היסוד, והשורות החיצוניות נטועות באדמת מילוי (ראו תרשים 3,2).



**תרשים 2:** סכמת צד משוערת של חתך רוחב קרקעי של חלקת ניסוי ההשקיה, קברנה סובניון, דולב 2009–2010 (סרטוט: ישי נצר)



**תרשים 3:** תצלום של חלקת הניסוי (מסומנת ב'מקבילית') במהלך חורף 2008, צולם מחלקו המערבי של ערוץ נחל דולב (צילום: ישי נצר).

כיוול המדידות התבצע בעבר בענבי מאכל על ידי השוואת תוצאות מכשיר SunScan לתוצאות של מדידה ישירה של שטח העלים לאחר הסרת עלים מ<sup>18</sup> גפנים. מהתוצאות עלה יחס ישר בין תוצאות המדידה הדיגיטלית לבין תוצאות המדידות ההרסניות ( $Y=0.982X+0.0133, R^2=0.9912, n=18$ ).

**בדיקות יבול, מרכיבו ואיכות**

כדי לקבל תמונה מלאה על כלל מרכיבי היבול, נשקל היבול הכללי וכן נספרו האשכולות. 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 על ידי קליבר דיגיטלי (האחרונה רק בעונת 2009). האשכולות נסחטו ידנית וסוננו בחיתול בד. אנליזת התירוש בוצעה ונבדקו המדדים: סוכר (ברפרטומטר והידרומטר) ו-pH. כמו כן התבצעה אנליזת חומצות. אנליזת צבע תבצע על גרגרים שנדגמו מכלל האשכולות והוקפאו.

**פוטנציאל מים בגזע**

החל מחודש מאי ועד לתום העונה בוצעה אחת לשבוע מדידת פוטנציאל המים בגזע. המדידה בוצעה ביום השלישי לאחר ההשקיה. בעונת 2009 נמדדו שני עלים לחזרה (8 לטיפול, 40 עלים לכלל החלקה) לכל יום מדידה, בעונת 2010 נמדדו שלושה עלים לחזרה (12 לטיפול, 60 עלים לכלל החלקה). העלים הוכנסו לשקית פלסטיק כסופה אטומה בשעה 10:00–11:00. החל מהשעה 12:00 העלים נותקו מהצמח ופוטנציאל המים נמדד באמצעות תא הלחץ. תא הלחץ מורכב על מריצה ניידת, כך שהזמן בין קטיף העלה וההכנסה לתא לתחילת מדידה קטן מ<sup>20</sup> שניות. המדידה הסתיימה בסביבות השעה 14:30. המדידות התבצעו על שתיים-שלוש גפנים מסומנות בכל חזרה. באותן גפנים בוצעה גם מדידה של שטח העלווה.

**מדידות שטח עלווה**

מדידות LAI בוצעו בכרם אחת לשלושה שבועות – חודש כדי לעקוב אחר גדילת הנוף. המדידות נערכו באמצעות מכשיר SunScan Canopy Analysis System המצויד ב־60 גששי קרינה (Delta-T Devices, Cambridge UK).

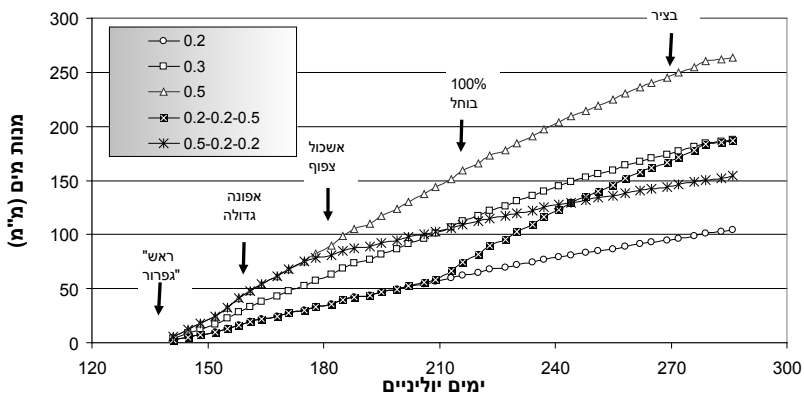
### מעקב הבשלה והכנת יין

לשלושת טיפולי ההשקיה הראשונים (A, B, C) בוצע מעקב הבשלה פעמיים בשבוע כדי לתזמן את מועד הבציר. המדדים שנקבעו לבציר היו ריכוז סוכר מעל ערך של 24.5 מעלות בריקס וערכי pH בטווח 3.6–3.7. כאשר הבריקס באחד הטיפולים עבר את הסף הוא נבצר מיידית. טיפולים D,E נבצרו ב־24 בספטמבר 2009. שש מחזרות הניסוי שהגיעו לטווח המוגדר נבצרו ב־25 בספטמבר 2009 והועברו במכלי מזון של 60 ליטר ליקב גבעות להתחלת תהליך הכנת היין. שש החלקות הנותרות נבצרו בבציר לילה ב־26 בספטמבר 2009 והועברו למחרת היום ליקב להכנת יינות עבור המחקר. בעונת 2010 כל הניסוי נבצר בתאריך אחד, בשניים בספטמבר.

### ממצאים ודיון

מסקמת מנות המים העונתיות (תרשים 4) עולה כי מנת המים הנמוכה עמדה על כ־111–113 מ"ק (מיליליטר מעוקב) מים לעונה, וההשקיה הגבוהה על יותר 263–271 מ"ק מים לעונה. הטיפול עם המקדם הנמוך־נמוך־גבוה נע בטווח 168–194 מ"ק מים לעונה בדומה למנה שקיבל הטיפול של המקדם הבינוני 194–195 מ"ק מים לעונה. הטיפול של גבוה־נמוך־נמוך הסתכם ל־157–161 מ"ק מים בעונה.

מנת המים הנמוכה נעה בטווח של 0.5–1 מ"מ ליום (ובאירוע קיצון אחד גם 1.2), מנת המים הבינונית נעה בטווח 1–1.9, ואילו במנת המים הגבוהה נעו הערכים בטווח 1.4–2.7 מ"מ ליום.



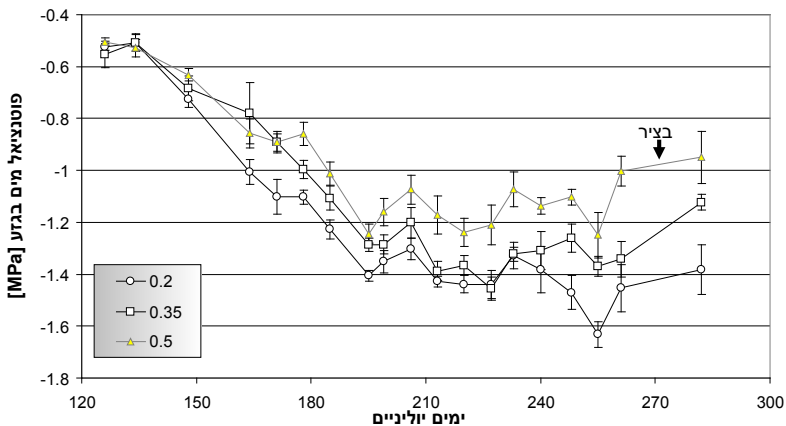
**תרשים 4:** מנת המים העונתית המצטברת בטיפולי ההשקיה השונים: הנמוכה (0.2), הבינונית (0.35) והגבוהה (0.5), הנמוכה שעולה לגבוהה (0.2,0.2,0.5), והגבוהה שיורדת לנמוכה (0.5,0.2,0.2) קברנה סובניון, כרם דולב 2009. השלבים הפנולוגיים המקובלים מצוינים על התרשים: 'ראש גפרור' כאשר החנטים בקוטר של 2–2.5 מ"מ, 'אפונה גדולה' בקוטר של 7–8 מ"מ, אשכול צפוף הוא סיומו של שלב 1, 100% בוחל הוא סיום שלב 2, והבציר הוא סיומו של שלב 3. (סרטוט: ישי נצר)



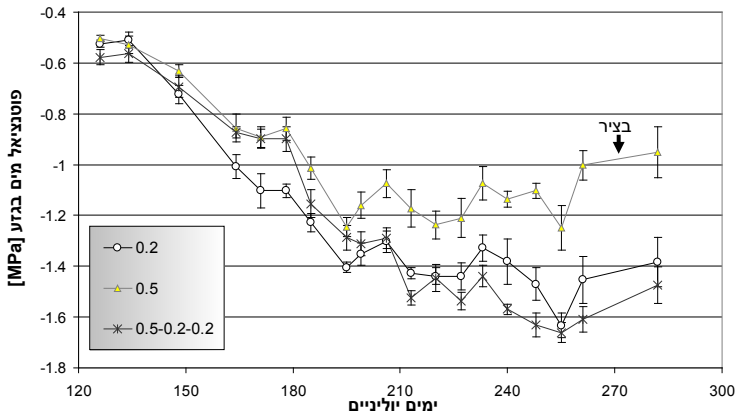


ממדידות פוטנציאל המים בגזע ניכרים הבדלים ברורים ומובהקים בין שלושת טיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2), הבינונית (0.35) והגבוהה (0.5) (תרשים 5). המגמה שהסתמנה היא ירידה הולכת וגוברת של פוטנציאל המים (ערכים שליליים יותר) לאורך העונה, עובדה אופיינית לגידול שבו עקת המים היא חלק מ'דרישות הגידול'. ערכי פוטנציאל המים שנתקבלו בשיא הקיץ בעונת 2009 (תרשים 5) נעו סביב  $-1.1$  MPa בטיפול ההשקיה הגבוה,  $-1.3$  MPa,  $-1.4$  MPa בהשקיה הבינונית והנמוכה בהתאמה. ניתן להמחיש את הגישות המדידה בתא הלחץ בירידה החדה (ערכים שליליים יותר) בכל הטיפולים ביום 195 (14 ביולי), שבו עקב טעות בחישוב מנות המים התקבלה ירידה חדה בערכי הפוטנציאל. תיקון ההשקיה על פי התכנית המקורית העלה את הערכים לסביבות הערך הקודם בתוך כשבועיים. בעונת 2010 ישנה מגמה כללית של ערכים שליליים יותר, עובדה מעניינת המצריכה דיון נפרד וקשורה ככל הנראה למצב הפנולוגי של הגפן ביחס לכמויות המים בקרקע בעונות השונות.

בתרשים 6 מוצגים ערכי פוטנציאל המים בגזע של טיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2) והגבוהה (0.5) מול תוצאות הטיפול המשולב גבוה-נמוך-נמוך ( $-0.2-0.2-0.5$ ). טיפול זה עבר מהשקיה גבוהה לנמוכה ב-26 ביוני (יום 177) בעונת 2009. ניתן לראות שעד יום זה ישנה זהות בערכי פוטנציאל המים בין טיפול זה לטיפול הגבוה. מיום המעבר ואילך ישנה ירידה בערכי הפוטנציאל, ומיום 200 התקבלו ערכים שליליים אף יותר מטיפול ההשקיה הנמוכה, אף על פי שבסכמה הכללית טיפול זה מקבל כמות מים עונתית ( $\sim 160$  מ"ק לעונה) גבוהה יותר מאשר טיפול ההשקיה הנמוך ( $\sim 120$  מ"ק מים לעונה). ניתן להסביר זאת על בסיס נתוני העלווה שהתקבלו ביום 199 (טבלה 2), הגבוהים באופן מובהק בטיפול ההשקיה המשולב ( $-0.2-0.2-0.5$ ). כלומר בגפנים שקיבלו מנות מים גבוהות (ומנת דשן גבוהה – דישון ע"פ ריכוז) בשלב ביסוס הנוף, התפתחה עלווה גדולה יותר, מה שגרם להתפתחות עקת מים חריפה יותר כאשר ההשקיה הועברה למקדם נמוך. כמו כן אנו בודקים היבטים אנטומיים הקשורים בהתפתחות עצת הגפן בתנאי עקות המים השונות.



**תרשים 5:** מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע באמצע היום (Mid-day stem water potential) בטיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2), הבינונית (0.35) והגבוהה (0.5), קברנה סובניון, כרם דולב, 2009, כל נקודה היא ממוצע של שמונה עלים בארבע חזרות. (סרטוט: ישי נצר)



**תרשים 6:** מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע באמצע היום (Mid-day stem water potential) בטיפולי ההשקיה הנמוכה (0.2), הגבוהה (0.5) והגבוהה-נמוכה-נמוכה (0.5,0.2,0.2) קברנה סובניון, כרם דולב, 2009 (סרטוט: ישי נצר)

בהשפעת מנת המים (המקדמים הקשיחים) נראית מגמה ברורה של עלייה בגובה היבול עם מנת המים (טבלאות 3, 4). מגמה זו שלא הייתה ברורה דייה בעונת 2009 (בעוד שהאשכולות התמיינו לפני שהחל הניסוי), ברורה לגמרי בתוצאות 2010. כצפוי, מספר האשכולות היה דומה בכל הטיפולים בעונת 2009, וכצפוי בעונת 2010 ישנה מגמה ברורה של עלייה במספר האשכולות עם העלייה במנת המים. בבחינה של עצמת הקשר ומובהקותו בין היבול לכלל מרכיביו מתברר כי גובה היבול מושפע בעיקר ממספר האשכולות וברמה פחותה יותר ממשקל האשכול. בבחינת משקל האשכול נראית עלייה במשקלו עם העלייה במנות המים אם כי ביבול 2010 ישנה חריגה קלה בהשקיה הגבוהה. במשקל הגרגר נראית מגמה מובהקת ברורה של עלייה במשקל על עליית מנות המים. באופן מסורתי מקובל משקל גרגר גבוה כאינדיקציה לירידה באיכות היין.

**טבלה 3:** היבול ומרכיביו בטיפולי ההשקיה השונים: הנמוכה (0.2), הבינונית (0.35) והגבוהה (0.5), הנמוכה-נמוכה-גבוהה (0.2,0.2,0.5) והגבוהה-נמוכה-נמוכה (0.5,0.2,0.2), קברנה סובניון, כרם דולב, 2009. המשקלים מציינים משקל טרי. האותיות השונות באנגלית מציינות מובהקות כאשר  $p < 0.05$ .

טיפול	כיתוב בתרשימים	השקיה	מנת מים (מ"מ לעונה)	יבול (טון לדונם)	מס' אשכולות לגפן	משקל אשכול (גר')	משקל 100 גרגרים (גר')
A	0.2	נמוכה	111	1.31 B	66.5 A	78.6 B	109.1 C
B	0.35	בינונית	195	1.63 A	69.5 A	93.4 A	126.3 AB
C	0.5	גבוהה	271	1.56 AB	66.2 A	95.8 A	134.4 A
D	0.2, 0.2, 0.5	נמוכה שעולה לגבוהה	194	1.44 AB	66.2 A	89.07 AB	121.2 B
E	0.5, 0.2, 0.2	גבוהה שיורדת לנמוכה	161	1.66 A	68.8 A	98.7 A	112.3 C
P Value							
				0.011	0.8915	0.0008	<0.0001

**טבלה 4:** היבול ומרכיביו בטיפולי ההשקיה השונים: הנמוכה (0.2), הבינונית (0.35) והגבוהה (0.5), הנמוכה-נמוכה-גבוהה (0.2,0.2,0.5) והגבוהה-נמוכה-נמוכה (0.5,0.2,0.2), קברנה סובניון, כרם דולב, 2010. המשקלים מציינים משקל טרי. האותיות השונות באנגלית מציינות מובהקות כאשר  $p < 0.05$ .

טיפול	כיתוב בתרשימים	השקיה	מנת מים (מ"מ לעונה)	יבול (טון לדונם)	מס' אשכולות לגפן	משקל אשכול (גר')	משקל 100 גרגרים (גר')
A	0.2	נמוכה	133	0.92 B	48.8 B	79.9 C	117.1 C
B	0.35	בינונית	194	1.24 A	56.1 AB	95.1 A	122.4 B
C	0.5	גבוהה	263	1.32 A	59.7 A	91.8 AB	131.6 A
D	0.2, 0.2, 0.5	נמוכה שעולה לגבוהה	168	1.12 AB	52.8 AB	89.4 ABC	121.7 B
E	0.5, 0.2, 0.2	גבוהה שיורדת לנמוכה	157	1.21 A	60.9 A	83.0 BC	116.4 C
P Value							
				<0.0001	0.0018	0.0002	<0.0001

במדדי התירוש של עונת 2009 לא הייתה השפעה מובהקת של הטיפולים על ה-pH (טבלה 5), וככל שמנת המים עלתה, נצפה איחור בהבשלה, כפי שהדבר בא לידי ביטוי במדדי הסוכר.

בריכוז האנטוציאין ביין נראתה מגמה מובהקת של דלדול הצבע עם העלייה במקדם ההשקיה הקשיח, אולם בטיפול 0.2-0.2-0.5 נמדד ריכוז האנטוציאין הגבוה ביותר. עובדה זו עולה בקנה אחד עם נתוני פוטנציאל המים בגזע המצביעים על כך שהשקיה מרובה בשלב I והפחתה משמעותית במנות המים בשלבים II, III גוררת כניסה לעקה חריפה לקראת ההבשלה, אפילו ביחס לטיפול שקיבל השקיה נמוכה לאורך כל העונה (טיפול 0.2) (תרשימים 6,5).

**טבלה 5:** מדדי תירוש בטיפולי ההשקיה השונים: הנמוכה (0.2), הבינונית (0.35) והגבוהה (0.5), הנמוכה-נמוכה-גבוהה (0.2,0.2,0.5) והגבוהה-נמוכה-נמוכה (0.5,0.2,0.2), קברנה סובניון, כרם דולב, 2009. האותיות השונות באנגלית מציינות מובהקות כאשר  $p < 0.0005$ .

צבע (מ"ג אנטוציאין / גר ח"י)	Brix	pH	השקיה	כיתוב בתרשימים	טיפול
4.49 A	24.075 A	133	נמוכה	0.2	A
3.41 CB	23.37 AB	194	בינונית	0.35	B
2.90 C	22.60 B	263	גבוהה	0.5	C
4.20 AB	22.85 AB	168	נמוכה שעולה לגבוהה	0.2, 0.2, 0.5	D
4.54 A	23.37 AB	157	גבוהה שיורדת לנמוכה	0.5, 0.2, 0.2	E
0.05	0.05	N.S.			P Value

**טבלה 6:** הציון המשוכלל הממוצע של 12 דגימות יין מעונת 2009 שהתקבל בטעימה עיוורת של יין בודד. והציון של 20 דגימות יין מעונת 2010 שהתקבל בטעימה עיוורת של שבעה ייננים: הנמוכה (0.2), הבינונית (0.35) והגבוהה (0.5), הנמוכה-נמוכה-גבוהה (0.2,0.2,0.5) והגבוהה-נמוכה-נמוכה (0.5,0.2,0.2).

2010	2009	מקדם	טיפול
85.1 AB	85 A	נמוך	0.2
82.8 CB	82.5 A	בינוני	0.35
83.CB	79.5 A	גבוה	0.5
80.8 C	-	נמוך שעולה לגבוה	0.2-0.2-0.5
87.5 A	-	גבוה שיורד לנמוך	0.5-0.2-0.2
<0.0001	0.05		P Value

מבחינת המקדמים הדינמיים נראה שהשקיה משופרת בשלב I (בהשוואה למקבילתה המשופרת בשלב III) מעלה את היבול ואת מספר האשכולות, בעוד משקל הגרגר הוא הנמוך ביותר. מהתרשמות כללית של היינן שהכין את היין בעונות 2010, 2011 טיפול זה נראה מבטיח למדי.

בתאריך 14 במרץ 2012 התבצעה באריאל טעימת יין עיוורת של 20 יינות מניסוי דולב 2010 (בשיטה דומה לטעימה המקובלת ב־OIV). בטעימה שהתבצעה על ידי שבעה מבכירי הייננים בישראל, התקבלו התוצאות הבאות (טבלה 6): בציון הכללי קיבל הטיפול הגבוה היורד לנמוך את הציון הגבוה ביותר (87.5). ציון זה היה גבוה במובהק מכל שאר הטיפולים (לבד מהטיפול הנמוך שקיבל ציון 85.1). את הציון הנמוך ביותר קיבל הטיפול הנמוך שעולה לגבוה (80.8). יצוין כי בשישה מתוך תשעת מרכיבי הריח, הטעם והצבע שדורגו, התקבלו מגמות דומות עם רמת מובהקות גבוהה. (התוצאות התקבלו סמוך מאוד לסיום כתיבת מאמר זה ופורטו בפרסומי המשך).

## סיכום

עם העלייה בחשיבות איכות היין להצלחה המסחרית של היקבים, כיום היקבים מוכנים לשלם יותר בעבור ענבי יין איכותיים. בעבודה זו נבחן מודל השקיה על בסיס נתוני גודל הנוף ונתונים מטאורולוגיים של האזור כדי לבחון את היחס בין ממשק ההשקיה לבין מדדים פיזיולוגיים של הצמח ולבין גובה היבול ואיכות היין.

יישום השקיה בצמח רב־שנתי מחייב בחינה לאורך שנים, במיוחד בצמח כמו הגפן, שהתמיינות האשכולות מתבצעת בעונה הקודמת לעונת ההנבה. יישום ההשקיה משפיע במידה רבה על פוטנציאל המים של הצמח, כפי שניתן לראות במדדי פוטנציאל המים בגזע, שהוכחו כאמינים וכמשקפים במידה רבה את מאזן המים בגפן.

גודל הגרגר נחשב מדד חשוב המשפיע על ארומטיות היין וצבעו, ממשק ההשקיה נחשב כגורם עיקרי המשפיע על גודל הגרגר, וניתן לראות בשלב זה, שניתן לקבל גרגר קטן ויין עם צבע טוב מבלי לפגוע ביבולים. נקודה זו מחייבת בחינה של עוד כמה עונות מדידה.

## תודות

המחקר מומן מתקציב המדען הראשי של משרד החקלאות.

ברצוננו להודות לכל מי שסייע לנו:

לאנשי 'יקבי כרמל' המממנים את הכנת היינות בניסוי, לאנשי הלוגיסטיקה, לייננים על טעימת היינות, לאנשי החינוך בכפר הנוער 'שפיה' ולתלמידים שעמלו על הכנת היינות בהדרכתו של קובי ארנס. כמו כן תודה לטכנאים: יאיר אלדר, זיוון שביט, אלי וילגה, בת־אל ועקנין ואור בומץ.

## רשימת מקורות

- Allen, R.A., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage, Paper 56*.
- Allen R.G., Walter I.A., Elliott R.L., Howell T.A., Itenfisu D., Jensen M.E., & Snyder R.L. (2005). *ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation*. Amer. Soc. Civil Eng. ISBN-9780784408056.
- Behboudian, M.H., & Singh, Z. (2001) Water relations and irrigation scheduling in grapevine. *Horticultural-Reviews*, 27, 189-225.
- Bravdo, B., & Hepner, Y. (1987). Water management and effect on fruit quality un grapevines. in: Lee, T. (ed.), *Proceedings of the 6th Australian Wine Industry Technical Conference* (p. 150-158). Adelaide: Australian Industrial Publications.
- Erie, L.J., French, O.F., Bucks, D.A., & Harris, K. (1982) Consumptive use of water by major crops in the southwestern United States. *Conservation research report no. 29*. Washington. D.C.: United States Department of Agriculture.
- Evans, R.G., Spayd, S.E., Wample, R.L., Kroeger, M.W., & Mahan, M.O. (1993) Water use of *Vitis vinifera* grapes in Washington. *Agric Water Manage*: DOI 10.1016/0378-3774(93)90035-9
- Netzer, Y., Yao. C., Shenker, M., Cohen, S., Bravdo, B., & Schwartz, A. (2005) Water consumption of 'Superior Seedless' grapevines grown in a semiarid region. *Acta Hort* (ISHS) 689, 399-406.
- Netzer, Y., Yao. C., Shenker, M., Bravdo, B., & Schwartz, A. (2009) The use of crop coefficient for skilled irrigation of Table Grapes trained to a large trellis system. *Irrig Sci*, 27, 109-120
- Williams, L.E., Phene. C.J., Grimes, D.W., & Trout, T.J. (2003) Water use of mature Thompson Seedless grapevines in California. *Irrig Sci*, 22, 11-18.

\* ד"ר ישי נצר<sup>1,2,3</sup>, ד"ר אלישיב דרורי<sup>1</sup> ופרופ' אמנון שוורץ<sup>3</sup>

1. מו"פ אזורי השומרון ובקעת הירדן

2. מו"פ ההר המרכזי

3. הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים