

יישום השקיה גרעונית מדייקת בכרמי איכות (קברנה סובניון) ביער יתיר

ישי נצר, יאיר היאט, דרור דותן, שראל מוניץ, יחזקאל הראש, אלון חורש, אלישיב דרורי, אילנה שטיין, אמנון שוורץ

תקציר

באזור יער יתיר נטועים כרמי יין לייצור יינות איכותיים במיוחד. באזור שורר אקלים "צחיח למחצה" (semi-arid climate), והוא מאופיין במיעוט משקעים (255 מ"מ בשנה בממוצע) ובהתאדות גבוהה בקיץ. הגורמים שהניעו את המחקר היו תופעות שליליות שנצפו בכרמים: ירידה ביבולים, התייבשויות עלים נרחבות, הצטמקות גרגרים ועוד תופעות פיזיולוגיות שונות. האפשרות שמדובר בבעיות הזנה או הגנת הצומח נשללו בסדרת בדיקות שנערכו בעונת 2010, טרם החל המחקר. בזני גפן אדומים דרושה עקת יובש כדי לעלות את ריכוזם של חומרי הצבע והארומה בגרגרי הענבים הדרושים לייצור יין איכותי (Bravdo et al. 1985). בבחינה מקדימה לפני שהחל המחקר, עלה כי מקור התופעות השליליות נובע ממשק מים לא תקין בצמח. בשל כך הועמד מחקר שבחן את ממשק ההשקיה הקיים (השקיה משקית) מול משטר השקיה מושכלת (מודל) שפותח לענבי יין אדומים. חמש שנים נבחן טיפול המודל המבוסס על תחשיבי גודל נוף ואקלים ועל שינוי מקדמי השקיה על פי השלבים הפנולוגיים. מתוצאות המחקר עולה שעל ידי יישום של מודל השקיה מושכל ניתן להשיע על התפתחות הנוף ולשפר מאוד את גובה היבולים ואת חיוניות הצמח.

מילות מפתח: ענבי יין; קברנה סובניון; עקת יובש; פוטנציאל מים; איכות יין

הצורך ביצירת עקת יובש חשוב מאוד בענף גפן היין, בייחוד בענבי יין אדומים (Grevén et al. 2005; El-ansary and Okamoto 2007; Romero and Fernández-fernández 2010; Ortega-Farías et al. 2012). ישנן כמה סיבות הנתמכות במחקרים שונים, המעידות על השפעות חיוביות של עקת מים על איכות היין. אחד ההסברים לקשר בין עקת יובש לאיכות היין הוא השפעת משק המים על גודלו הפיזי של הגרגר. לגודל הגרגר מיוחסת השפעה ניכרת על איכות היין. מכיוון שמרבית חומרי הארומה בזנים האדומים מיוצרים בקליפה, ככל שהגרגר קטן יותר, מוטה יחס הקליפה-ציפה (Skin to pulp ratio) לטובת הקליפה (McCarthy 1997), מה שמאפשר קבלת יין כהה יותר, בעל טעמים מורכבים יותר ובעל יכולת יישון ארוכה יותר (Kennedy 2002). הסבר נוסף הקושר בין איכות היין לעקת יובש, עולה ממחקרים המעידים על הקשר בין עקת יובש ליצור מוגבר של אנתוציאנינים, פנולים וחומרים ארומטיים שונים (Deloire et al. 2005; Kennedy 2002). בשנים האחרונות קבוצת המחקר שלנו מתמקדת בפיתוח מודל להשקיה גרעונית מדייקת המיועד לענבי יין אדומים. במסגרת המחקרים נבנה באזור שילה מערך ליזמטרים המודד יום יום את צריכת המים של הגפן. מטרת המחקר בשילה לקשור אמפירית בין צריכת המים לגורמים

המשפיעים עליה שהם בעיקר שטח העלווה האפקטיבי ותנאי האקלים (Munitz et al. 2014). יישום השקיה על בסיס היחס הנ"ל (להלן המודל) נבחן במשך תשע שנות מחקר בניסויים בדולב ובחולדה בזנים מרלו וקברנה סובניון (Netzer et al. 2012; Munitz et al. 2016). בניסויים אלה הומחשה החשיבות של שמירה על משק מים משופר במהלך שלב 1 של התפתחות הגרגר על ידי שימוש במקדם השקיה שעמד על 0.5 (כלומר 50% מצריכת המים המקסימלית של הגפן). על מנת להגיע לאיכויות יין גבוהות הופחת המקדם לערך של 0.2 בהמשך העונה, עת חמרי הטעם והצבע מצטברים בגרגר הענבים. בשל כך הוחלט להשתמש בתצורת השקיה דומה בניסוי הנוכחי ביער יתיר.

מטרות המחקר

בחינת משטר השקיה המותאם לזני איכות באופן שיאפשר יצירת עקה מבוקרת בשלבים פנולוגיים מוגדרים, תוך שמירה על יבול כלכלי, על בריאות העלווה והגפן, בד בבד עם שמירה על איכות הפרי והיין.

חומרים ושיטות

המחקר בוצע בכרם של מושב כרמל בחלקות הממוקמות ביער יתיר בשנים 2011–2015. למחקר הוקצו 70 דונם כרם יין מכרמים המשווקים ליקב יתיר, שכללו שלושה זני יין אדומים: שיראז, קברנה סובניון ומרלו. במאמר הנוכחי נעסוק בתוצאות הזן **קברנה סובניון** בלבד (עקב קוצר היריעה יושם דגש על תוצאות מעונות המחקר בשנים 2014 ו-2015. חלקת הזן קברנה סובניון משתרעת על פני 14.1 דונם, ומרווחי הנטיעה בכרם היו סטנדרטיים: 3 מ' בין השורות ו-1.5 מ' בין הגפנים שבתוך השורה (222 גפנים לדונם). הגפנים עוצבו כקורדון דו-בדי על מערכת הדליה VSP (שילוב שריגים אנכי). הגפנים הושקו באמצעות טפטפות בספיקה של 2.3 ליטר לשעה במרווחים של 0.5 מ'. בחלקת הזן קברנה סובניון יושמו שני הטיפולים: טיפול מודל וטיפול משקי. לכל טיפול הוצבו ארבע חזרות: כל שלוש שורות משמשות כחזרה באופן המאפשר ביצוע ניתוחים סטטיסטיים כמקובל (השורה האמצעית נמדדת, והאחרות משמשות כשורות גבול).

ההשקיה התבססה על תחשיבי המודל שנערכו על פי עקרונות שיטת RDI (Regulated deficient irrigation): השקיה גרעונית מווסתת שעיקרה שינויי מקדמי ההשקיה בהתאם לשלבים הפנולוגיים. תחשיבי צריכת המים המקסימלית בוצעו על בסיס נתוני שטח עלווה ונתוני ההתאדות (פנמן). על סמך ממצאי מחקרים קודמים (Netzer et al. 2012; Munitz et al. 2016), הותאמו מקדמי השקיה שונים עבור המועדים הפנולוגיים השונים. עונת הגידול חולקה לשלוש תקופות כמקובל בספרות, בהתאם לשלבים הפנולוגיים של התפתחות הגרגר: שלב 1 – משלב הפריחה המלאה עד לאשכול צפוף; שלב 2 – מאשכול צפוף עד 95% בוחל (Veraison); ושלב 3 – מסוף הבוחל עד בציר (Kennedy 2002) בטיפול ההשקיה המושכלת (טיפול המודל), בשלב 1 מקדם ההשקיה שיושם עמד על 0.5 (כלומר 50% מצריכת המים המקסימלית של הגפן). בשלב 2 מקדם ההשקיה שיושם עמד על 0.3, ובשלב 3 הופחת מקדם ההשקיה ועמד על 0.2 (פירוט של מנות המים מופיע בתחילת פרק התוצאות). ההשקיה ניתנה פעמיים בשבוע בימים קבועים. באופן פרטני הופחת המקדם

ל-0.15 בשלב 3 של עונת 2015. רכיב ההתאדות במודל חושב על פי נוסחת פנמן מונטית' המתוקנת (Allen et al. 1998), על בסיס נתונים שהתקבלו מהתחנה המטאורולוגית "שני" הסמוכה לאתר הניסוי. נתוני אינדקס שטח עלווה (LAI) נמדדו ושוקללו בחישוב הסופי של מנות המים בטיפול המודל.

כדי לבחון את השפעת משטרי ההשקיה השונים נבדקו במהלך עונת הגידול מדדים פיזיולוגיים בשני הטיפולים. המדדים שנלקחו הם אלה: פוטנציאל מים בגזע בצוהרי היום באמצעות תא לחץ (mrc ארימד 3000), אינדקס שטח עלווה (SunScan-Canopy analysis system), משקל גזם וקוטר גזע. כמו כן בוצעה עבודה אנטומית מקיפה שמיפתה את המערכת ההידראולית של עצת הגזע, הזמורות והפטוטרות. הניתוח האנטומי כלל בדיקה של קוטר חוליות הטרכיאה (צינורות עצה המוליכות מים מהשורש לנוף הצמח), מדידת שטח טבעת שנתית בגזע, מדידת רקמת העצה בזמורות, מדידת שטח הצרור בפטוטרות וכן חישוב מוליכות המים התאורטית באמצעות שימוש בנוסחה המבוססת על נוסחת האגן פואזי (Tyree and Ewers 1991). בסוף כל עונת גידול נבצרה כל גפן בנפרד, ונמדדו היבול, מרכיביו ואיכותו. נוסף על כך, בשלוש שנות המחקר האחרונות הועברו ליקב המחקרי של מו"פ אזורי מזרח ענבים מכל הטיפולים לפי חזרות המחקר. כל חזרה כללה יבול שלא פחת מ-50 ק"ג, וממנו הוכן יין בנפרד במיקרוויניפקציה. מהיין נלקחו דגימות צבע לבדיקה בספקטרופוטומטר (420,520,620 nm). עוד נבדקו רמות הפנולים (280 nm). ערכים אלו מבטאים את איכות היין ואת כושר ההשתמרות שלו לאורך שנים. לאחר שהייה של כשנה בבקבוקי זכוכית נטעמו היינות על ידי פאנל טועמים מקצועי הכולל ייננים, וניתנו ציונים עבור היינות מהטיפולים השונים (סה"כ הוכנו כל שנה שמונה יינות מהזן קברנה סובניון, ארבעה יינות לכל טיפול בכל עונה). בציר החלקה כולה הוא בציר מכני הנועשה באמצעות בוצרת נגררת של חברת ALMA. הבציר התבצע בלילה לכל טיפול במועדו. הפרי הובל במשאיות ליקב בתוך כמחצית השעה והגיע ליעדו לפנות בוקר.

תוצאות

תחשיבי מנות המים בטיפולי המודל התבססו על נתוני אקלים, התפתחות העלווה ומקדמי השקיה המותאמים לכל שלב פנולוגי, ולכן מנות המים השתנו בין השנים. הפער הרב־שנתי הממוצע במנות המים בין טיפול המודל לטיפול המשקי עמד על 42% תוספת לטיפול המודל (טבלה 1). עיקר הפער בין הטיפולים נבע מההשקיה מוגברת שניתנה בשלב 1 ובתקופה שבין הבלבול לפריחה.

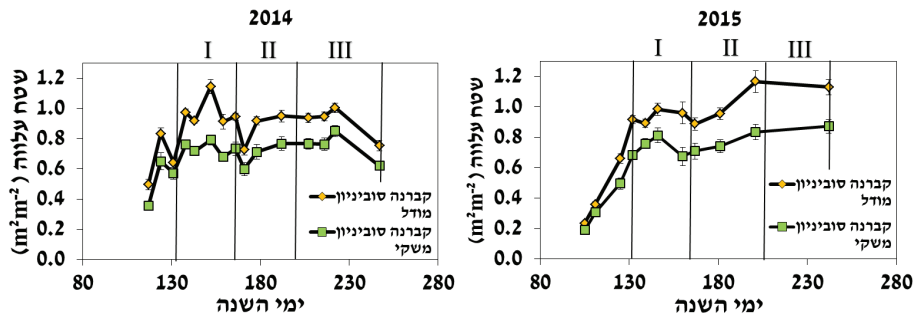
מנת המים הממוצעת בשלב 1 בטיפול המודל הייתה 1.6–2.3 מ"מ ליום (שווה ערך לקוב לדונם ליום), ואילו בטיפול המשקי בשלב 1 מנת המים הממוצעת ליום הייתה 0.4–1.0 מ"מ ליום. מנת המים הממוצעת בשלב 2 בטיפול המודל הייתה 0.9–1.9 מ"מ ליום, ואילו בטיפול המשקי באותו זמן מנת המים הממוצעת ליום הייתה 0.8–1.0 מ"מ. בשלב 3 מנת המים הממוצעת ליום בטיפול המודל הייתה 0.75–1.2 מ"מ ליום, ואילו בטיפול המשקי מנת המים הממוצעת ליום הייתה 0.1–1.5 מ"מ ליום.

טבלה 1: כמויות המים העונתיות וכמות המים היומית הממוצעת לכל שלב פנולוגי לאורך שנות הניסוי - קברנה סוביניון, כרם מושב כרמל, 2011-2015.

עונה	טיפול קברנה סוביניון	כמות מים עד בציר (מ"ק לדונם)	פיזור מים לאורך העונה - ממוצע ליום (מ"ק לדונם)		
			סוף שלב 1	סוף שלב 2	סוף שלב 3
2011	מודל	191	1.9	1.3	1.0
	משקי	143	0.6	0.9	1.2
2012	מודל	234	2.3	1.9	1.0
	משקי	152	1.0	0.8	1.3
2013	מודל	232	1.9	1.5	1.2
	משקי	157	0.8	1.0	1.5
2014	מודל	195	1.6	1.4	0.75
	משקי	141	0.4	0.8	1.0
2015	מודל	186	1.6	0.9	1.0
	משקי	133	0.6	0.9	1.3

אינדקס שטח עלווה

בכל עונות המחקר ניכרה מגמה ברורה של שיפור שטח העלווה בטיפול המודל (דותן 2015; היאט 2016). בעונת 2014 במהלך שלב 1 נראתה עלייה הדרגתית בשטח העלווה, וניתן לראות את השפעות שילובם של שני החוטים וכן את הקיטום שבוצע ממש בסוף שלב 1, להקטנת שטח העלווה (איור 1). בסוף שלב 1 ממוצע אינדקס שטח העלווה בטיפול המודל היה 0.9 מ"ר/מ"ר, ובטיפול המשקי 0.7 מ"ר/מ"ר. בעונת 2014 נשמר פער של 0.2 יחידות לטובת טיפול המודל, ואילו בשנת 2015 הפער גדל ל-0.3 יחידות. בנקודה זו יצוין כי גם ערך אינדקס שטח עלווה של 1 מ"ר/מ"ר נחשב כשטח עלווה בינוני-נמוך, והערכים המתקבלים בחלקות גפן בעלות צימוח "סטנדרטי", הם 1.3-1.5 מ"ר/מ"ר.

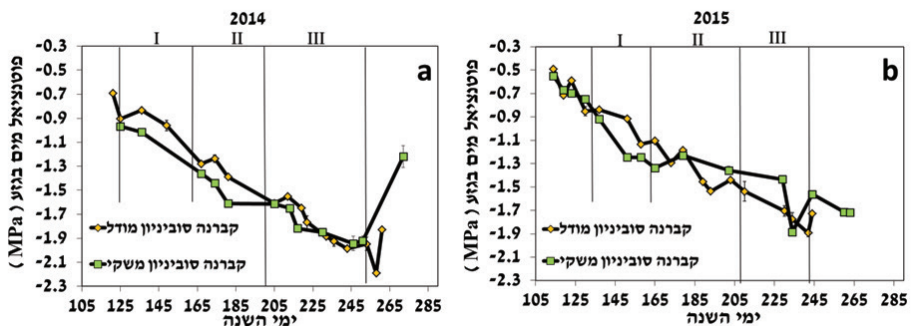


איור 1: מהלך עונתי של אינדקס שטח העלווה (מ"ר/מ"ר) בטיפולים השונים. כל נקודה מייצגת ממוצע של 12 גפנים (ארבע חזרות לטיפול, שלוש גפנים לחזרה). קווי השגיאה האנכיים מייצגים את שגיאת התקן (S.E.) של ממוצע החזרות (n=4). קברנה סוביניון, כרם מושב כרמל, 2014-2015.

פוטנציאל מים בצוהרי היום

בעונת 2014 במהלך שלב 1 ממוצע ערכי פוטנציאל המים בגזע בטיפול המודל שנמדדו בצוהרי היום, היה -0.8 MPa (-0.95 MPa לעומת (8 אטמוספרות) לטיפול המשקי (איור 2). במהלך שלב 2 נמשכה הירידה בערכי פוטנציאל המים (יותר שלילי) תוך שמירה על הבדל בין טיפול המודל לטיפול המשקי. בסוף שלב 2 ניתן לראות שממוצע ערכי פוטנציאל המים בין הטיפולים זהה והוא -1.6 MPa. במהלך שלב 3 מתבצע היפוך מגמה: טיפול המודל, שעד מחצית שלב 3 היה משופר יותר, הופך להיות בעל פוטנציאל מים שלילי יותר עד הבציר, כלומר נכנס לעקת יובש משמעותית יותר. ממוצע פוטנציאל המים בטיפול המודל ערב הבציר היה -1.9 MPa ובטיפול המשקי -1.8 MPa (איור 2a).

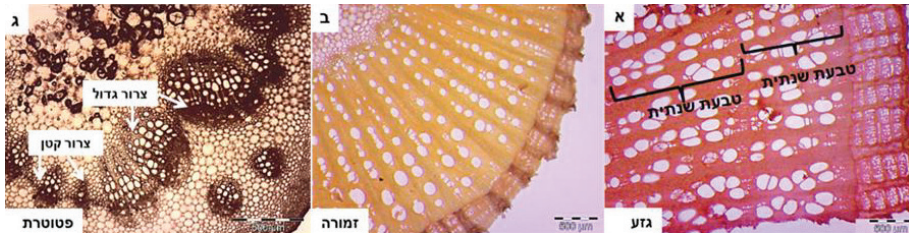
בעונת 2015 נראית מגמה שהייתה אופיינית בכל שאר עונות המחקר: בשלב 2 יש היפוך מגמה ברור ולאורך כל שלב 3 (וגם במחצית שלב 2) טיפול המודל נמצא בעקת יובש משמעותית יותר (איור 2b). העיקרון של שילוב בין עקת מים מופחתת במהלך שלב 1 ועקת מים חריפה בשלב 3 הוא שעומד בבסיס יישום ההשקיה לייצור של ענבי איכות אדומים.



איור 2: מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע בטיפולים השונים. כל נקודה מייצגת ממוצע של 12 גפנים (ארבע חזרות לטיפול, שלוש גפנים לחזרה). קווי השגיאה האנכיים מייצגים את שגיאת התקן (S.E.) של ממוצע החזרות (קברנה סוביניון, כרם מושב כרמל, 2015–2014). (n=4)

נתוני ניתוח אנטומי

בגזע התקבלו הבדלים מובהקים בשטח הטבעת השנתית של העצה (איור 3א). שטח הממוצע של הטבעת השנתית בטיפול המודל היה 192 מ"ר, ואילו בטיפול המשקי ממוצע שטח הטבעת השנתית היה 160 מ"ר. ממוצע מוליכות המים התאורטית ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{MPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) בזמורות היה גבוה יותר באופן מובהק בטיפול המודל לעומת ממוצע מוליכות המים בזמורות בטיפול המשקי. בפטוטורות, שטחו הממוצע של צרור הובלה קטן בטיפול המודל היה 0.19 מ"ר, ואילו בטיפול המשקי שטחו הממוצע של צרור הובלה קטן היה 0.16 מ"ר, והפער בין הטיפולים היה מובהק.



איור 3: א (ימין) – תצלום חתך רוחב מהגזע, ניתן להבחין באזור השיפה מחוץ לקמביום ובשתי טבעות שנתיות; ב (מרכז) – תצלום חתך רוחב של זמורה חד שנתית; ג (שמאל) – תצלום חתך רוחב של פטוטרות.

בניסוי הנוכחי נאספו נתונים פרטניים של כל גפן בנפרד על פי הטיפולים והחזרות, מה שאפשר ביצוע מבחנים סטטיסטיים. בנוסף, קיבלנו את הנתונים המסחריים המלאים שהתקבלו על ידי הבוצרת המכנית לכל טיפול בנפרד, ללא יכולת לבצע ניתוח סטטיסטי (טבלה 2). קיים פער של כ-20% בגובה היבולים (מקדם מתאם 0.84), כך שהיבול בדיגום המחקרי גבוה מהיבול המסחרי שנבצר על ידי הבוצרת המכנית. קיימים כמה הסברים אפשריים לפער זה:

1) בדיגומים המחקריים נלקחים עצים בריאים ללא בעיות צימוח וללא אפקטים של שולים.

2) הבציר הידני־מחקרי מתבצע באופן מוקפד, ואין אשכול שנשאר על הגפן, ואילו בבציר המכני נשארים מעט יבול ושזרות על הגפן, מה שמקטין את משקל "חומר הגלם" המגיע ליקב.

3) לבוצרות יש פחת ביבולים הנובע מנשירת גרגרים לקרקע (כתוצאה מוויברציות הבוצרת), ואיבוד תירוש לסביבה בכרם ובמהלך העמסה וההובלה ליקב (אחרי הבציר המכני הגפן "רטובה" כולה).

בממוצע של כל עונות המחקר בזן קברנה סוביניון בטיפול המודל היו 1009 ק"ג ענבים לדונם, ובטיפול המשקי היו 724 ק"ג ענבים לדונם. למעשה, יש כ-40% תוספת משקל בטיפול המודל לעומת הטיפול המשקי (טבלה 2). ביבול המסחרי שהוסר על ידי הבוצרת ישנו פער של כ-30% לטובת היבול בטיפול המודל. במרכיבי היבול ברמה השנתית ניכר הבדל קל בתוספת של ארבעה אשכולות לגפן בטיפול המודל. במשקל הגרגר נראתה עלייה של כ-20% בטיפול המודל. משקל האשכול בטיפול המודל היה גבוה באופן עקיב ומובהק לאורך כל שנות המחקר (טבלה 2). נראה שעיקר תוספת המשקל בטיפול המודל נובעת מהתוספת במשקל הגרגר בטיפול זה.

טבלה 2: היבול ומרכיביו – מידע היבול המדגמי מייצג מדידות שנערכו עבור 36 גפנים לטיפול, 72 גפנים בסה"כ (תשע גפנים לחזרה, ארבע חזרות לטיפול). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן Student's t ברמת מובהקות של $p < 0.05$. קברנה סובניון, כרם מושב כרמל, 2011–2015.

עונה	טיפול קברנה סובניון	יבול מדגמי (ק"ג/דונם)	יבול מסחרי נתוני בוצרת (ק"ג/דונם)	מספר אשכולות לגפן	משקל 100 גרגרים (גר')	משקל אשכול (גר')
2011	מודל	870 A	760	32 A	112.2 A	112.2 A
	משקי	590 B	580	27 B	86.3 B	101.1B
2012	מודל	1060 A	860	38 A	103.7 A	127.5 A
	משקי	680 B	660	28 B	90.2 B	112.2 B
2013	מודל	1490 A	1070	53A	102.6 A	127.9 A
	משקי	1010 B	820	46 B	88.2 B	101.8 B
2014	מודל	860 A	630	29	98.7 A	136.5 A
	משקי	550 B	510	26	77.1 B	97.5 B
2015	מודל	800	620	36	89.9	100.6 A
	משקי	720	430	38	81.6	85.7 B
ממוצע רב־שנתי	מודל	1009 A	788	37 A	102.3 A	123.1 A
	משקי	724 B	600	33 B	84.9 B	99.8 B

נתוני האיכות של היין

מבחינת עצמת הצבע, המתבטאת בסכימת בליעת האור בכל אורכי הגל ביין, נראה לאורך שלוש השנים יתרון מובהק לטיפול המשקי (טבלה 3); ההבדל המובהק בפנולים נראה רק בעונה אחת. בטעימות היין, עלה הטיפול המשקי על טיפול המודל באופן מובהק בפער של כ־2.5 נקודות (טבלה 3); בעונת 2015 הפער בין הטיפולים אינו מובהק.

טבלה 3: מדדי איכות ביין הצעיר בטיפולים השונים – היין הוכן מכל חזרה בנפרד ביקב המחקרי של מו"פ שומרון באריאל. אותיות שונות באנגלית משמעותן כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן Student's t ברמת מובהקות של $p < 0.05$. קברנה סוביניון, כרם מושב כרמל, 2013–2015.

עונה	טיפול	Color Intensity (420+520+620)	פנולים (280nm)	Color hue (420/520nm)	ציון יין כללי
2013	מודל	9.1 B	33.3 B	0.68	86.5 B
	משקי	12.7 A	38.8 A	0.66	88.4 A
2014	מודל	9.0 B	43.1	0.70	84.9 B
	משקי	13.5 A	49.8	0.68	87.4 A
2015	מודל	7.3 B	26.2	0.79	83.7
	משקי	10 A	29.6	0.8	85.3

סיכום ומסקנות

מהתוצאות עולה כי הגפנים שהושקו על פי תחשיבי המודל, שהותאמו ליעד גידול של ייצור יין איכותי במיוחד, הצליחו להניב תוספת מסחרית של 30%. במהלך שלב 1 (שלב שבו יש פעילות קמביאלית ערה, צימוח ווגטיבי והתמיינות פקעים לעונה הבאה) יושמה מנת מים גבוהה יחסית, וזו גרמה לצימוח ווגטיבי מיטבי עקב פוטנציאל מים משופר בגזע. בהמשך העונה הובילה הפחתת ההשקיה בשלב 2 ובשלב 3 לעקת יובש ניכרת ביותר (אפילו ביחס לגפנים שהושקו בטיפול המשקי). היבול בטיפול המודל היה גבוה בצורה בולטת מטיפול המודל בכל שנות המחקר. אנו מעריכים כי הסיבות בגינן גפנים בטיפול המודל הגיעו לעקה חריפה יותר בשלבים 2 ו-3 קשורות לשטח העלווה (LAI) הגבוה יותר בטיפול המודל וכן למבנה האנטומי השונה שפיתחו גפנים שהושקו על פי המודל. בזן קברנה סוביניון ניכר שיטנו הבדל מסוים באיכות היין, אולם בשנה האחרונה ניתן לראות שהפער בין הטיפולים בטעימת היין הצטמצם והפך לפער לא מובהק. אנו משערים שהגורמים לצמצום הפער בין הטיפולים היא התאמתו של מקדם ההשקיה ספציפית עבור הזן קברנה סוביניון. בעונות 2011–2014 בשלב 1 היה מקדם ההשקיה 0.5, בשלב 2 הופחת המקדם ל 0.3, ובשלב 3 הוא היה 0.2 ($ET_c < 30 < 50\%$). בעונת 2015 מקדם ההשקיה בשלב 1 היה 0.5, בשלב 2 הוא הופחת ל-0.2, ובשלב 3 הוא הופחת עוד ל-0.15 ($ET_c < 20 < 50\%$). השינוי במקדמי ההשקיה חל בשל ייעודם של הענבים ליין ברמת פרימיום וכן על בסיס תוצאות ניתוח אנטומיית העצה. כפי שנכתב במאמר קודם, שבו פורסמו תוצאות הזן שיראז (עלון הנוטע, יוני 2016), השימוש במקדמי השקיה ($ET_c < 30 < 50\%$) אינו המודל עצמו אלא גרסת יישום אחת של המודל. יש כורמים שבחרו מקדמי השקיה שונים של המודל ליעדי גידול שונים (לדוגמה באזורים שבהם יש אוגר מים משמעותי בקרקע, נעשה שימוש במקדמי השקיה של ($ET_c < 0 < 20\%$), ובאזורים בהם יעד הגידול הוא כמותי, יש שיישמו השקיה במקדמי ($ET_c < 50 < 60\%$). מלבד הצורך להתאים את מקדמי ההשקיה

לייעודו של היבול (כמותי/פרימיום) יש צורך להתחשב בהבדל האנטומי המהותי שיש בין הזנים השונים (Hayat et al. 2015) והכנות השונות (Shtein et al. 2016; Tombesi et al. 2010). בכל מקרה, התאמת המקדמים לחלקה צריכה להתבסס על ידע אגרונומי קיים וכן על בחינת משק המים של החלקה באמצעות תא לחץ. לתוצאות ניסוי זה משמעות כלכלית גבוהה. פרט לעונת 2013, בכל שאר עונות הניסוי הגיעו הענבים לאותה קטגוריה בסיווג היין. על כן, תוספת מים של כ־60 קוב בממוצע לעונה (שעלותם כ־150 ₪) הביאה לתוספת יבול של כ־290 ק"ג לדונם בממוצע השווה לכ־290 בקבוקי יין (לפי "כלל אצבע" שמק"ג ענבים ניתן להפיק בקבוק יין אחד). עם זאת, בעונת 2013 איכות ענבי המודל הורידה את היין שהוכן מהם לסדרה בינונית, יין הנמכר במחיר של כ־50 ₪ לבקבוק. לעומת זאת, ענבי הטיפול המשקי הגיעו לסדרת סופר־פרימיום, ומחירו עשוי להגיע ל־150 ₪ לבקבוק. למרות הפרש יבול גדול מאוד (ואולי גם בגללו) – תוספת של כ־49% בטיפול המודל (490 ק"ג לדונם) – נראה כי בשנה זו לא הייתה כדאיות כלכלית לטיפול המודל. בשל כך, ביישום המסחרי באזור המקדם המומלץ בשלב 1 אינו עולה על 0.4, ובשלב 3 מקדם ההשקיה אינו עולה מ־0.2. התאמת מקדמי ההשקיה של המודל בצורה מיטבית לזן ולאזור מביאה לאיזון היבול תוך שמירה על איכות היין באופן המשקלל את צורכי הכורם ואת צורכי היקב.

תודות

המחקר ממומן מקרן המדען הראשי של משרד החקלאות ומימון עצמי של מו"פ ההר. תודה מיוחדת ליקב יתיר ולמחלקה החקלאית של יקבי כרמל על הליווי לאורך כל שנות המחקר ולמשק כרמל על "תרומת" החלקות לצורכי הניסוי. ברצוננו להודות לחקלאים אהרון צוויבל ושלוש קורסובר על תפעול שוטף של הניסוי בשטח ושיתוף הפעולה הפורה. תודה מיוחדת לטכנאי המסור איצ'ה אסטריק שעזר באיסוף הנתונים הפיסיולוגיים ותפעול מערך ההשקיה. ליינן יקב יתיר, ערן גולדווסר, על העזרה היוזמה וההכוונה לאורך כל הדרך. תודה לד"ר גיל ניר מיקבי כרמל על קריאה ביקורתית של המאמר ושיפורו. תודה רבה לחברת פייטק על העזרה המרובה בנושא הדנדרומטרים בניסוי זה ובשאר הניסויים. תודה רבה לצוות המעבדה במו"פ אזורי מזרח ובקעת הירדן: אהרון שגב, יעקב הניג, ניר חן וד"ר מריה סטניבסקי, על הכנת היינות ואנליזות שוטפות.

רשימת מקורות

דותן, ד'. 2015 יישום השקיה מיטבית בזנים שונים של כרמי יין באזור יבשני. עבודת גמר, האוניברסיטה העברית בירושלים.
היאט, י'. 2016. השפעת עקות יובש על הפיסיולוגיה, אנטומיית העצה ומדדי איכות היין. עבודת גמר, האוניברסיטה העברית בירושלים.

נצר, ל', היאט, ל', דותן, ד', דרורי א', מוניץ ש', הראש ל' ושוררץ א' 2016. **פיתוח שיטת השקיה מושכלת לענבי יינות איכות מהזן שיראז - חלק א'**. עלון הנוטעי, יולי 2016.

Allen, R. Pereira, L. 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. Loinger, C. 1985. Effect of Irrigation and Crop Level on Growth, Yield and Wine Quality of Cabernet Sauvignon. *Am J Enol Vitic 36*: 132–139.

Deloire, A. Ojeda, H. Zebic, O. Bernard, N. Hunter, J. Carbonneau, A. 2005. Influence de l'état hydrique de la vigne sur le style de vin. *Le Progrès Agricole et Viticole 122*: 455–462.

El-ansary, D.O. Okamoto, G. 2007. Vine Water Relations and Quality of "Muscat of Alexandria" Table Grapes Subjected to Partial Root-zone Drying and Regulated Deficit Irrigation. *J Japan Hort Sci 76*: 13–19.

Greven, M. Green, S. Neal, S. 2005. Regulated deficit irrigation (RDI) to save Water and Improve Sauvignon Blanc quality. *Water Sci Technol 51*: 9–17.

Hayat, Y. Munitz, S. Schwarz, A. Netzer, Y. 2015. Hydraulic mapping of three wine grape cultivars. *Judea and Sameria Research Studies 24*: 351–360.

Kennedy, J. 2002. Understanding Grape Berry Development. *Pract Winer Vineyard 4*: 1–5.

McCarthy, M. 1997. The Effect of Transient Water Deficit on Berry Development of cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.). *Aust J Grape Wine Res 3*: 2–8.

Munitz, S. Schwartz, A. Netzer, Y. 2014 Evaluation of Seasonal Water Use and Crop Coefficients for Cabernet Sauvignon grapevines as the Base for Skilled Regulated Deficient Irrigation. *Acta Hort. 10.17660/ActaHortic.2016.1115.6*

Munitz, S. Schwarz, A. Netzer, Y. 2016. Sustained and Regulated Deficit Irrigation of Field Grown Merlot Grapevines. *Aust J Grape Wine Res* DOI: 10.1111/ajgw.12241

Netzer, Y. Drori, E. Schwarz, A. 2012. Primary Steps in the Application of a Skilled Irrigation Model for Quality Vine Grapes Grown in the Mountain Region. *Judea and Sameria Research Studies 21*: 319–332.

Ortega-Farias, S. Fereres, E. Sadras, V.O. 2012. Special Issue on Water Management in Grapevines. *Irrig Sci*. DOI: 10.1007/s00271-012-0356-y.

Romero, P. Fernández-fernández, J.I. 2010. Physiological Thresholds for Efficient Regulated Deficit-Irrigation Management in Winegrapes Grown under Semiarid Conditions. *Am J Enol Viti 3*: 300–312.

Shtein, I. Hayat, Y. Munitz, S. Harkabi, E. Akerman, M. Drori, E. Schwartz, a. Netzer, Y. 2016. From structural constraints to hydraulic function in three *Vitis* rootstocks. *Trees* DOI: 10.1007/s00468-016-1510-6.

Tombesi, S. Johnson, R.S. Day, K.R. DeJong, T.M. 2010. Relationships between Xylem Vessel Characteristics, Calculated Axial Hydraulic Conductance and Size-Controlling Capacity of Peach Rootstocks. *Annals of Botany* 105: 327–331.

Tyree, M.T. Ewers, F.W. 1991. The Hydraulic Architecture of Trees and Other Woody Plants. *New Phytologist* 119: 345–360.

- * ד"ר ישי נצר, מו"פ אזורי מזרח, מו"פ ההר המרכזי
- * יאיר היאט, מו"פ אזורי מזרח, מו"פ ההר המרכזי, האוניברסיטה העברית בירושלים
- * דרור דותן, יקב יתיר
- * שראל מוניץ, יחזקאל הראש ואלון חורש, מו"פ אזורי מזרח, האוניברסיטה העברית בירושלים
- * ד"ר אלישיב דרורי, מו"פ אזורי מזרח
- * ד"ר אילנה שטיין ופרופ' אמנון שוורץ, האוניברסיטה העברית בירושלים

