

# **פיתוח מתודת השקיה מושכלת לענבי יין לבנים**

**עבודת-גמר**

**מוגשת לפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה**

**ע"ש רוברט ה. סמית**

**האוניברסיטה העברית בירושלים**

**לשם קבלת תואר "מוסמך למדעי החקלאות"**

**על ידי**

**דניאל מינץ**

**דצמבר 2019**

**רחובות**

**טבת התש"פ**



**עבודה זו נעשתה בהדרכתם של**

**ד"ר ישי נצר**

**מו"פ אזורי מזרח ובקעת הירדן**

**ופרופ' ז'וזה גרינצוויג**

**הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית**

**האוניברסיטה העברית בירושלים**

## תודות

תודה רבה מעומק הלב לד"ר ישי נצר. על ההנחיה הקשובה, הליווי בשטח, הנתינה האין סופית ופתיחות הראש. תודה על העזרה ברגעים הקשים, הסקרנות והעניין בו הובלת אותי בעולם המחקר החקלאי.

לפרופ' ז'וזה גרינצוויג, תודה על התמיכה והעזרה, תמיד בנועם, על נקודת המבט המקצועית והבלתי מתפשרת.

לחברי לצוות המחקר, מאסטרנטים, דוקטורנטים וטכנאים. תודה על העזרה בימי שטח קשים, תמיכה, מענה לכל שאלה ושמירה על מורל גבוה. שראל – על הזמינות המלאה, תמיד, המקצועיות והנסיון הרב – היית חלק חשוב מהמחקר. לידידה – תודה על שותפות לדרך, שמירה על מצב רוח טוב, פרופורציות נכונות ועזרה מעל ומעבר. מתניה – תודה על העזרה בשטח ותמיד בחיוך. בן – הטכנאי המצטיין, על הרצינות הרבה בעבודה, התמיכה והרוגע המדבק. ישי בן יעקב – תודה על שתמיד הנעמת את זמננו ביחד, על שעות מאומצות בשטח, ועל כל העזרה. עידן – תודה על העצות הטובות והתמיכה. אילנה – תודה על הייעוץ והידע הרב שחלקת, על התמיכה והמקצועיות.

לנעה אוחנה לוי, מלכת הסטטיסטיקה, תודה על המענה והזמינות לכל שאלה, תודה על הדוגמא האישית כאשת מחקר מבריקה.

לאנשי קיבוץ מירב, לנוער ובמיוחד למשה הרניק הכורם. תודה רבה על שיתוף הפעולה המלא, המסירות, על העזרה בבצירים, בתקלות בשטח, על דרך ארץ, סבלנות ודוגמא לניהול חקלאי מצוין, היית שותף מלא למחקר.

תודה ליקב בנימינה על שיתוף הפעולה.

לאנשי יקב שורק, ולניר שחם היינן, תודה רבה על הכנת היין, על הסבלנות, המסירות והמקצועיות.

למשפחתי היקרה, תודה על העזרה והתמיכה, על העניין שגילתם, על העידוד והסיוע בכל.

ליערה שלי, תודה שהקשבת, שאלת והתעניינת. שתמיד דחפת קדימה והיית לצידי. לא הייתי יכולה לעשות זאת בלעדיך.

## תקציר

גידול גפן היין נמצא בשנים האחרונות במגמת התרחבות בעולם בכלל ובישראל בפרט, המגמה המסתמנת בשנים האחרונות היא הגדלה משמעותית של נטיעת הזנים הלבנים. היקף הייצור של ענבי יין לבנים עומד היום על כ- 13,000 טון בכל הארץ, כ 22% מכלל הייצור של ענבי יין. בגידול זני גפן אדומים דרושה "עקת יובש" בחלק משלבי עונת הגידול על מנת לגרום לעלייה בריכוזם של חומרי הצבע והארומה בגרגרי הענבים, הדרושים לייצור יין איכותי. בענבי יין לבנים, לעומת זאת, יש מחסור במידע לגבי השפעת השקיה ומשק המים הצמחי על איכות ענבי יין לבנים.

מטרת מחקר זה הייתה לפתח מתודת השקיה מושכלת לענבי יין לבנים המבוססת על שינויים דינמיים בתנאי האקלים, צימוח העלווה ושלבים פנולוגיים שונים. כחלק ממחקר זה, נבחנו משטרי השקיה גרעונית שונים והשפעתם על מדדי ווגטציה, אנטומיה ופיזיולוגיה של הצמח, יבול ומרכיביו, איכות הענבים והיין.

**שיטות:** הניסוי נערך בחלקת סובניון בלאן מסחרית בקיבוץ מירב. נבחנו חמישה משטרי השקיה גרעונית, כאשר מנות המים המיושמות נגזרות מצריכת המים של הגידול ( $ET_c$ ). שלושה טיפולים בעלי מקדמי השקיה קבועים לאורך עונת הגידול (SDI) טיפול מקדם נמוך ( $ET_c 30\%$ ), טיפול מקדם בינוני ( $ET_c 45\%$ ) וטיפול מקדם גבוה ( $ET_c 60\%$ ), ושני טיפולים בעלי מקדמי השקיה מבוקרים לאורך עונת הגידול (RDI) – טיפול מקדם "נמוך לגבוה" - בשלבים 1, 2, 30%, שיפור המקדם בשלב 3, 60% וטיפול מקדם "גבוה לנמוך" - בשלב 1, 60%, הפחתת המקדם בשלבים 2, 3, 30%. הניסוי הוקם במערך של בלוקים באקראי כאשר 5 הטיפולים חוזרים בארבע שורות חוזרות בפיזור אקראי במרחב. במטרה לבחון את משטרי ההשקיה השונים, מדדים פיזיולוגיים נמדדו במהלך העונה: קוטר הגזע, פוטנציאל מים בגזע בצהרי היום, שטח העלווה ומדדי חילוף גזים. בסוף כל עונת גידול, כל גפן נבצרה בנפרד ומדדי יבול נמדדו. יין הופק במיקרו-ויניפיקציה מכל חזרה בנפרד. במהלך החורף, משקלי גזם של כל הגפנים נשקלו. בתום העונה השנייה לניסוי קדוחות גזע נדגמו, מדדים אנטומיים של מערכת העצה נמדדו ומוליכות הידראולית חושבה.

**תוצאות:** משק מים משופר בשלב 1 (חנטה עד אשכול צפוף) גרם לצימוח ווגטטיבי נמרץ יותר ויבול גבוה יותר. בנוסף לכך ובניגוד להשערת המחקר, נמצא כי עקת יובש בשלב 3 (בוהל עד בציר) תרמה להעלאת איכות היין בהסתמך על תוצאות טעימת היין בעונה השנייה למחקר. לפי תוצאות המחקר הטיפול בעל מקדם ההשקיה "גבוה לנמוך", בראשית העונה, בעל ממשק מים ומצב פיזיולוגי משופר אשר הוביל להתמיינות טובה וליבול מספק, יחד עם התפתחות ווגטטיבית משופרת. הקטנת מנות המים בשלבים הבאים הובילה להתפתחות עקת יובש מתונה והדרגתית בעלת השפעה חיובית על איכות היין. לעומת זאת ניתן לראות כי משק מים משופר ללא עקת יובש בשלב 3 ועקת מים בשלב 3 ללא משק מים משופר בתחילת העונה לא תרמו לאיכות היין. לפי ניתוח אנטומי בסוף השנה השנייה למחקר לא נמצאה שונות במבנה ההידראולי בטיפולים השונים, הממצאים האנטומיים במחקר זה עומדים בניגוד לממצאי יתר העבודות של קבוצת המחקר אשר הצביעו על קשר הדוק בין משטר

ההשקיה למבנה ההידראולי של הגפן. על פי הממצאים לגידול ענבי יין לבנים באזור יובשני למחצה נדרשו מקדמי השקיה גבוהים יותר מהמקובל בענבי יין אדומים.

**מסקנות:** מודל השקיה המבוסס על מדדי נוף ומטאורולוגיה ושימוש במקדמי השקיה קבועים (SDI) ומבוקרים (RDI) השפיעו על יבול, שטח העלווה, משק המים הצמחי, ומדדי חילוף גזים. מטיפול מקדם "גבוה לנמוך" הופק היין בעל האיכות הגבוה ביותר כתוצאה מעקת יובש בסוף העונה אכן כנראה הייתה בעלת השפעה חיובית על טעם היין ויצירת תרכובות ארומטיות. שימוש מוצלח במודל השקיה הנבחן בעבודה זו דורש התאמות של מקדמי ההשקיה לפי אזור הגידול, זן ענבי היין, מטרות הגידול והתאמה לחלקות כרם ייחודיות.

## תוכן

5	תקציר
9	1. מבוא
9	1.1 רקע כללי
9	1.2 גפן היין בישראל
9	1.3 מורפולוגיה של הגפן
10	1.4 מחזור הגידול של הגפן
10	1.4 התפתחות הפרי
11	1.5 השקיה בגפן יין
12	1.5.1 השקיה גרעונית מבוקרת – RDI
12	1.5.2 השקיה ענבי יין לבנים
13	1.6 מדדי איכות ביינות לבנים
13	1.6.1 השפעת משק מים בענבי יין לבנים
16	1.7 מטרות המחקר
16	1.8 השערת המחקר
17	2. חומרים ושיטות
17	2.1 אתר הניסוי
17	2.2 טיפולי ההשקיה
18	2.3 מבנה הניסוי
19	2.4 מדדי וגטציה
19	2.4.1 אינדקס שטח עלווה (LAI)
20	2.4.2 קוטר גזע
20	2.4.3 משקל גזם ומספר הזמורות
21	2.5 ממדי פיזיולוגיה ומשק מים
21	2.5.1 פוטנציאל מים בגזע
21	2.5.2 חילוף גזים - מוליכות פיוניות וקצב פוטוסינתזה
22	2.6 מדדים אגרוטכניים
22	2.6.1 מעקב הבשלה
22	2.6.2 בדיקות היבול ומרכיביו
22	2.7 מדדי יין
22	2.7.1 בדיקות איכות התירוש
22	2.7.2 הכנת היין
23	2.7.3 בדיקה סנסורית של היין
23	2.8 מדדי אנטומיה
23	2.8.1 קוטר טרכיאות ומוליכות הידראולית
24	2.8.2 זווית הטיית הגזע
24	2.9 סטטיסטיקה

25	3 תוצאות
25	3.1 פנולוגיה ואקלים
27	3.2 מנות מים
30	3.3 אינדקס שטח העלווה LAI (Leaf area index)
32	3.4 קוטר גזע
34	3.5 משקל גזם ומספר הזמורות
35	3.6 פוטנציאל מים בגזע בצהרי היום
37	3.7 מדדי פיזיולוגיה ומשק מים - מהלכים יומיים
42	3.8 יחסים בין מדדים פיזיולוגיים שנמדדו בצהרי היום
45	3.9 מעקב עונתי משקל גרגר
47	3.10 היבול ומרכיביו
49	3.2 מתאמים בין מרכיבי היבול
51	3.3 איכות התירוש
53	3.4 איכות היין
54	3.5 מדדים אנטומיים של מערכת העצה בגזע
55	3.6 בחינת השפעת זווית ההטיה של הגזע על מדדי אנטומיית העצה
57	4 דיון
57	4.1 תנאי גידול ייחודים בגלבוע
57	4.1 קבלת החלטות השקיה מושכלות
57	4.1.1 מנות המים
58	4.1.2 מקדמי ההשקיה
58	4.2 השפעת ההשקיה על ממדי צימוח
58	4.2.1 אינדקס שטח העלווה
59	4.2.2 קוטר הגזע
60	4.2.3 משקל הגזם ומספר הזמורות
61	4.3 השפעת ההשקיה על מדדים פיזיולוגיים
61	4.3.1 השפעת ההשקיה על פוטנציאל המים בגזע
62	4.3.2 השפעת ההשקיה על מהלכי פיזיולוגיה יומיים
63	4.4 השפעת ההשקיה על מרכיבי היבול
63	4.4.1 התפתחות הגרגרים
64	4.4.2 היבול ומרכיביו
65	4.5 השפעת ההשקיה על איכות התירוש והיין
66	4.6 השפעת ההשקיה על מדדים אנטומיים
68	4.7 דיון מסכם
69	5 רשימת ספרות
81	6 נספחים



## 1. מבוא

### 1.1 רקע כללי

גפן היין שייכת למשפחת הגפניים (Vitaceae), צמחים מטפסים מעוצים הנעזרים בקנוקנות לטיפוס. משפחה זו כוללת בתוכה זני פרי, כנות וזני בר. הסוג ויטיס (Vitis) מחולק לשני תת סוגים: מוסקדיניה (Muscadinia) ואאוויטס (Euviates). האחרון כולל 30 מינים המתחלקים לשלוש קבוצות: אמריקאית, אסייתית ואירופאית (Keller 2015). בקבוצה האירופאית נמצא המין ויטיס ויניפרה (Vitis Vinifera) הכולל את רוב הזנים ליין, למאכל ולצימוקים שמגדלים בארצות הגפן (הוכברג 1954). מין זה כולל שני תתי מינים: גפן הבר (Sylvestris) והגפן התרבותית (Sativa). הגפן התרבותית התפתחה כנראה במקביל משני מקורות של גפן הבר, האחד במזרח הקרוב והשני במערב הים התיכון. המגוון הגנטי הרב ביותר של המין נמצא באזור שבין הים הכספי לים השחור, מכאן ההנחה שזהו המקור לתפוצתו (De Lorenzis et al. 2015).

### 1.2 גפן היין בישראל

כרמי היין נטועים בכל רחבי הארץ וסך שטחם מגיע כיום לכדי 55,000 דונם (הרכבי 2017). יבול ענבי היין במדינת ישראל גדל בשנים האחרונות באופן מתמיד, ובבציר 2014 עמד על כ-60,000 טון (המועצה לגפן היין בישראל 2014). המגמה המסתמנת בשנים האחרונות היא הגדלה משמעותית של נטיעת הזנים הלבנים. ניתן לראות גדילה מתמשכת בהיקף הגידול של ענבי יין לבנים כאשר נפחם מכלל הענבים הנבצרים עולה משנה לשנה והיקף הייצור של ענבי יין לבנים עומד היום על כ-13,000 טון (22% מכלל הייצור של ענבי יין בישראל). הזנים העיקריים הם מוסקט אלכסנדרוני, פרנץ' קולמבר, שרדונה וסובניון בלאן (המועצה לגפן היין בישראל 2014).

### 1.3 מורפולוגיה של הגפן

החלקים הקבועים של גפן מניבה (שעוצבה באופן מסחרי בשיטת VSP – Vertical Shoot Positioning) כוללים מערכת השורשים המתחברת לגזע בגובה של כמטר, ממנו מתפצלים שני בדים (מכונים גם קרוודון דו בדי) הנושאים מספר סעיפים (זמורות חורפיות מקוצרות). במהלך העונה מתפתחים מניצנים הממוקמים על הסעיפים הקבועים ענפים ירוקים וצעירים הנקראים שריגים. השריגים נושאים עלים, תפרחות וקנוקנות. התפרחות מכילות אברי רבייה זכריים ונקביים המאובקים ע"י הרוח כאשר הפרי המתפתח נישא על גבי אשכולות (Keller 2015). במהלך העונה השריגים מתעצמים וצורתם משתנה ונהיית מעט פחוסה ואז יכוננו זמורות, במהלך החורף נושרים העלים וזמורות החורף נחשפות במלואן.

#### 1.4 מחזור הגידול של הגפן

מחזור הגידול מתחיל בבלבוב האביבי, לאחר יציאה מתרדמת החורף, בעקבות עליית הטמפרטורות והתארכות היום פורצים השריגים הצעירים מהניצנים שהתעוררו. השריגים פורצים מניצנים הממוקמים בעמדה 1-3 מבסיסי הזמורות המקוצרת (סעיפים) שהושארו בזמן הזמירה החורפית. הצימוח איטי מיד לאחר הבלבוב ולאחר מכן מתגבר, כאשר קצב הצימוח תלוי בטמפרטורה ובזמינות המים לגפן. השריגים מתארכים ושטח העלווה גדל לאורך העונה, עלים נוספים מופיעים לאורך השריג, כמו גם קנוקנות ותפרחות. הפריחה מתחילה מבסיס האשכול לכיוון הנטף ולא תמיד מתקדמת באופן רציף ואחיד. בזמן הפריחה מתחילים תהליכי התמיינות בניצנים שבחיקי העלים, מה שיקבע את פוטנציאל הרפרודוקטיביות של העונה הבאה. הפרחים הופכים לחנטים צעירים, המתפתחים לגרגרים הנישאים באשכולות. בזמן הבשלת הגרגרים נקבע מועד הבציר והאשכולות מוסרים מן הגפנים בבציר המתרחש בסוף הקיץ/ תחילת הסתיו. בסתיו נעים המוטמעים מהעלים אל אברי האגירה (זמורות, גזע ושורשים), העלים מאבדים כלורופיל, מתחילים להתייבש עד שנושרים במהלך החורף. לאחר סיום השלכת, הניצנים נכנסים לתרדמת החורף והגפן מחדשת פעילותה באביב הבא (Iland, P; Dry, P; Proffitt, T; Tyerman 2011)

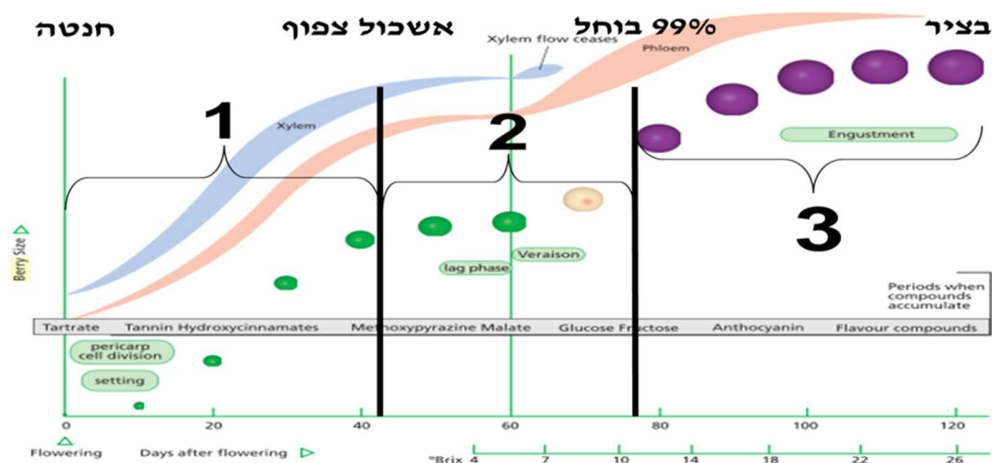
#### 1.4 התפתחות הפרי

לאחר ההפריה השחלות מתפתחות לגרגר בתהליך החנטה. עקומת גדילת הגרגר (איור מס' 1) בדרך כלל עוקבת אחר תבנית מסוג סיגמואיד כפול והתפתחות הגרגר נעשית בשלושה שלבים (Coombe & McCarthy 2000, Kennedy 2002):

**שלב 1:** מוגדר מחנטה ועד אשכול צפוף, מצב בו גרגרי הענבים נוגעים אחד בשני. בשלב זה מתרחשת גדילה מהירה של הגרגר ועליה במשקלו עקב חלוקת תאים נמרצת, הגרגרים הירוקים והקשים צוברים חומצות אורגניות (בעיקר חומצה מאלית וחומצה טארטארית) כמו גם טאנינים, חומצות אמינו וחומרי ארומה. משך הזמן של שלב 1 הוא כ-60 יום.

**שלב 2:** מוגדר משלב האשכול הצפוף ועד סוף הבוחל (התרככות הגרגר ושינוי הצבע לאדום בענבים אדומים או שקוף ירקרק בענבים לבנים). במהלך שלב זה הזרעים מתפתחים במהירות גדילת הגרגר מאטה וריכוז החומצה מגיע לשיאו.

**שלב 3:** מוגדר מסוף הבוחל ועד הבציר. בשלב זה נצפית המשך הגדילה בנפח התאים. הגרגר ממשיך להתרכך ונצברים חומרי צבע וארומה וסוכרים (גלוקוז ופרוקטוז), שלב זה מסתיים בבציר כתלות בשיקולו של האגרונום או היינן.



איור מס' 1. שלושת שלבי ההתפתחות של גרגרי הגפן. מתוך Kennedy 2002.

### 1.5 השקיה בגפן יין

ניהול ממשק ההשקיה הוא המשתנה הגדול ביותר הניתן לשינוי באיכות ענבי יין באזורים צחיחים (Fereres & Evans 2006). למצב המים של הגפן השפעה רבה על פרמטרים שונים בהתפתחות הגפן, כגון: צימוח וגטיבי, קצב פוטוסינתזה, מוליכות הפיוניות וכמובן ההבשלה, כמות ואיכות הפרי (Fernández-Fernández & Martínez-Cutillas 2010). רוב אזורי גידול ענבי היין ממוקמים באזורים יבשים בהם גידול הענבים תלוי בהשקיה. השקיה גרעונית היא פרקטיקה מקובלת באזורים אלו והיא מאפשרת שליטה בהתפתחות העלווה ושיפור איכות הפרי בהתאם לסגנון היין הרצוי (Keller 2010). משק המים הוא גורם משפיע ביותר בבחינת הפיזיולוגיה של הגפן. ניתן לראות השפעותיו על קצב קיבוע הפחמן, מוליכות פיוניות ופוטנציאל המים בגזע (Chaves et al. 2003, Medrano et al. 2003, De Souza et al. 2005, Munitz et al. 2016a לעקת יובש אשר מעודדת הצטברות חומרי צבע ופוליפנולים בענבים אדומים כמו גם מגדילה את יחס קליפה/ציפה ובכך מגדילה את ריכוז חומרי הטעם וארומה המתרכזים בקליפה (Bravdo et al. 1985, Roby et al. 2004, Castellarin et al. 2007, Chaves et al. 2007 מבוקרת ניתן להימנע מצד אחד מיובש קיצוני הגורם לירידה דרמטית במדדי פיסיוולוגיה, הבשלה מוקדמת, יבול ומשקל גרגר נמוך, כמו גם ריכוז חומצה נמוך. לעומת זאת, זמינות מים גבוהה (מידל) גורמת להבשלה איטית, עודפי יבול, הגדלת הגרגר, וירידה בחומרי הצבע עקב הצללה (Jackson et al. 1993). השקיה גרעונית יכולה להיות קבועה SDI – Sustained Deficit Irrigation או מבוקרת - RDI - Regulated Deficit Irrigation. השקיה גרעונית קבועה מנמיכה את השקיה במקדם נמוך לאורך כל העונה, כאשר מנת המים היומית המחושבת נמוכה מהאופוטורנספירציה המחושבת לגידול (ET<sub>c</sub>), ואילו השקיה גרעונית מבוקרת מנמיכה את השקיה במקדמים משתנים בשלבים פנולוגיים שונים

( Girona et al. 2009, Fernández-Fernández & Martínez-Cutillas 2010, Basile et al. 2012, )  
(Williams 2012, Shellie 2014, Munitz et al. 2017).

### **1.5.1 השקיה גרעונית מבוקרת – RDI**

במהלך יישום השקיה גרעונית מבוקרת יש שינוי רציף ברמת עקת היובש בשלבים פנולוגיים ספציפיים במהלך עונת הגידול ( Kellner et al. 2008, Girona et al. 2009, Fernández-Fernández & Martínez-Cutillas 2010). כאשר ההיגיון העומד מאחורי יישום זה הוא שבכל שלב פנולוגי ישנו צורך במצב פיסיוולוגי שונה. יישום עקת מים מבוקרת בשלב אחד תגרום לצימוח ווגטיבי נשלט, גודל גרגר מוקטן ופחיתה מתונה ביבול (Keller et al. 2008, Chaves et al. 2010, Romero et al. 2013, Munitz et al. 2017). בגפן, קיימים שני שלבים פנולוגיים מוגדרים בהם ניתן להשפיע על היבול ועל איכותו: (Shellie 2006, Girona et al. 2009) בשלב הראשון (מוגדר מסוף פריחה עד אשכול צפוף) ניתן להשפיע על מספר התאים בגרגר בנוסף לביוסניטזה של ארומות וחומרי טעם בענבים. בשלב השלישי ( מוגדר מבוחל עד בציר) ניתן להשפיע על נפחם של התאים המרכיבים את הגרגר וגם על צבירת חומרי צבע, פוליפנולים וחומרי טעם מסוימים בענבים ( Kennedy 2002, Zarrouk et al. 2012, Mirás-Avalos & Intrigliolo 2017). מחקר בזן "קברנה סובניון" מצא הבדלים ביבול ביישום עקת מים בשלב 1 ובשלב 3, כאשר הפחיתה ביבול ביישום העקה בשלב 3 הייתה פחותה לעומת שלב 1. לעומת זאת ריכוז הפוליפנולים בענבים וביין היה גבוה יותר ביישום עקה בשלב 1 לעומת עקה בשלב 3 (Keller et al. 2016). מחקר נוסף שנערך בקבוצת המחקר שלנו בזן "מרלו" הראה יבול משופר ביישום עקת מים בשלב 3 וגם שיפור באיכות והצבע והטעם בענבים וביין באותה אסטרטגיית השקיה (Munitz et al. 2017). בזן "טמפרניליו" נמצא כי עקה בשלב 3 גרמה לעלייה באיכות הענבים והתירוש בבחינת ריכוז הסוכר, חומצה פוליפנולים ואנטוציאנינים ( Girona et al. 2009). לעומת זאת בזן הלבן "שרדונה" נמצא כי עקת יובש לאחר הבוחל גרמה לירידה באיכות היין כמו גם לפחיתה ביבול (Basile et al. 2012). נראה כי יש לבחון כל זן לגופו ולאתר את השלבים הפנולוגיים בהם ניתן (ואולי אף רצוי) להשרות עקת יובש נשלטת. על ידי כך ניתן לחסוך בתשומות מים, מבלי לגרום לפגיעה משמעותית ברמת היבול, ואף לשפר את איכות הפרי והיין. כמו כן ישנה חשיבות לשמירה על עקה מבוקרת על מנת להישאר בתחום הכדאיות הכלכלית יחד עם שמירה על קיימות הגידול לאורך כמה שיותר שנים.

### **1.5.2 השקיה ענבי יין לבנים**

ינות לבנים איכותיים מיוצרים היסטורית באזורים צפוניים קרירים וגשומים (עמק המוזל, אלזס, שמפיין, בורגנדי). באזורים אלו לא קיימת מתודה מסודרת ואין צורך אמיתי להשקיה עונתית, אלא רק לעיתים להשקיית עזר במקרה של אירועי יובש ארוכים. עקב השינויים האקלימיים החלים בשנים האחרונות נראית מגמה של מחסור גובר במים באזורי גידול של ענבי יין ( Van Leeuwen & Seguin )

2006, Moriondo et al. 2013). להשקיה יש חשיבות גוברת עקב השפעתה על איכות היין והיבול המתקבל באזורי גידול צפוניים בהם כמות המשקעים יורדת (Reynolds et al. 2007), כמו גם באזורים צחיחים יותר, בהם השקיה היא כבר עכשיו פרקטיקת גידול חשובה (Myburgh 2006).

## 1.6 מדדי איכות ביינות לבנים

בענבי יין לבנים איכות היין נקבעת בעיקר לפי הפרופיל הארומטי, כמו גם חומציות היין וצבעו (Rib'ereau-Gayon et al. 2006). תכולת החומצה חשובה לרעננות היין, ליכולת היישון ויציבות היין. היין הצבע תורם לפרופיל האיכות המבוקש על ידי הצרכנים. ארומת היין משפיעה על המאפיינים האורגנולפטיים של היין (Polášková et al. 2008). ארומה זו היא התוצאה של אינטראקציות בין רכיבי הענב ובין וחומרים הנוצרים בעת התסיסה האלכוהולית ולאחר יישון היין. הארומה תלויה בזן הענבים, גורמים סביבתיים ואקלימיים, טכניקות ייצור יין ופרקטיקות גידול בכרם (Jackson et al. 2001, Falqué et al. 1993).

לזנים שונים יש קבוצות ארומטיות שונות אשר להן משקל רב בקביעת הארומה הטיפוסית לזן מסוים באזור מסוים. מרכיבי הארומה ביין משתייכים לשלוש קבוצות לפי מקורם: ארומות שמקורם בענבים, בתהליך התסיסה או בתהליך ההתיישנות. ישנן הרבה מולקולות ארומה שמקורן בענב אך עוברות שינויים במהלך תהליך התסיסה האלכוהולית והמאלולקטית ובמהלך תהליכי היישון (Ilc et al. 2016). בזן סובניון בלאן הקבוצות החשובות התורמות לארומה האופיינית הן בעיקר התיולים והמטוקסיפיראזינים וכן אסטרים, מונוטרפנים, נוריסופרנוידים ואחרים (Benkowitz et al. 2012).

### 1.6.1 השפעת משק מים בענבי יין לבנים

בגידול זני גפן אדומים דרושה "עקת יובש" בחלק משלבי עונת הגידול על מנת לגרום לעלייה בריכוזם של חומרי הצבע והארומה בגרגרי הענבים, הדרושים לייצור יין איכותי (Munitz et al. 2017). בענבי יין לבנים, לעומת זאת, במהלך תהליך הייצור ברוב המקרים הקליפות מופרדות והמיץ הסחוט תוסס והופך ליין ולכן, מקור הפוטנציאל הארומטי רובו בעסיס הענבים (תירוש), ואכן מוצאים חומרי מוצא רבים בכל חלקי הענב אשר תורמים לפרופיל הארומטי של יינות לבנים (B. Wilson, C. R. Strauss, 2002, Peyrot des Gachons et al. 1986). על מנת להבין את השפעת ההשקיה על איכות יינות לבנים, יש לבחון את השפעות משק המים על הביצועים הפיזיולוגיים של הגפנים כגון פוטוסינתזה ומוליכות הפיוניות ומכאן להסיק על השפעות מדדי הפיסיולוגיה על כמות ואיכות היין. במחקרים שנעשו בשנים האחרונות נצפו מספר תופעות. במחקר בגליסיה שבספרד בשני זנים לבנים מקומיים הושוו שני משטרי השקיה: האחד, השקיה גרעונית מפריחה ועד לשבועיים לפני בציר, והשני, ללא השקיה כלל (גשמים בלבד). בשני הזנים משק המים היה משופר בטיפולים המושקים אבל מוליכות הפיוניות ופלורוסנציות הכלורופיל היו דומות בין הטיפולים. היבול לרוב לא הושפע, למעט בזן אחד בשנת הניסוי האחרונה (Trigo-Córdoba et al. 2015). כמו כן משקל הגזם עלה בטיפולים המושקים

בשני הזנים. רמת הסוכר ירדה ורמת החומצה עלתה עם ההשקיה, מדדי יבול ומדדים פיזיולוגיים לא הושפעו בהשוואה בין השקיה גרעונית לבין חלקה ללא השקיה בטעימה סנסורית של יינות המחקר זן אחד קיבל ציונים כוללים גבוהים יותר בטיפולים הלא מושקים והזן השני הצטיין דווקא בטיפול המושקה (Trigo-Córdoba et al. 2014). במחקר אחר נבדקה ההשפעה של עקת יובש בזן אדום (קברנה סובניון) ובזן לבן (שרדונה). שני הזנים הושקו בשני טיפולים: השקיה גרעונית והשקיה לא גרעונית ונבדקה ההשפעה של משק המים בצמח על ביטוי גנים הקשורים למסלולים מטבוליים מסוימים כמו גם ריכוז מטבוליטים משניים וראשוניים בענבים (Deluc et al. 2009). השפעת עקת המים הייתה שונה בין שרדונה לקברנה: בקברנה נמצאה השפעה במסלולים ביוסינטיים הקשורים לרמת הפיגמנטים האדומים בזג הענב (רמתם עלתה בעקבות עקת מים) כמו גם לרמת ה ABA בגרגר (עקת מים גרמה לעלייה דרמטית בריכוז). לעומת זאת, בשרדונה שינויים ביוסינטיים גרמו לעלייה בקרטנואידים, פלאבנולים וחומרי ארומה נדיפים בגרגר. ריכוז ה ABA בגרגר בשרדונה ירד החל מהבחול. הועלתה השערה כי עקב מחסור באנטוציאנינים, המשתתפים במנגנוני הגנה מפני קרינה בענבי יין אדומים, בענבי יין לבנים עקת מים השפיעה על מטבוליטיים אחרים הנחשבים למגני קרינה, כגון קרטנואידים ופלאבנולים. "שרדונה" בצרפת ו"איראן" בספרד הושקו בליזימטרים במשטר המשרה עקה ובמשטר ללא עקה (Gómez-del-Campo et al. 2002). באופן כללי שינוי במשק המים גרם לירידה כללית בשטח העלווה, בפעילות פוטוסינטטית, כמו כן נצפה קשר הדוק בין שטח העלווה לבין יצירת חומר יבש. באופן פרטני, משק המים הכתיב שינוי בתזמון הצטברות החומר היבש בזמן מחזור הגדילה כך שעקה גרמה ליצירה של כמות גדולה של חומר יבש מחנטה עד בוחל וגפן מושקה היטב יצרה יותר חומר יבש לאחר בוחל. הזן "איראן", שמקורו באזור גידול יובשני יחסית לשרדונה (הגדל באזורי גידול ממוזגים יותר) גילה רגישות פחותה למחסור במים ושטח העלווה וכמות החומר האורגני המיוצר היו גבוהים יותר בהשקיית חסר. מחקר שנערך בספרד בחן את השפעת משטר השקיה שונים בזן "מוסקט אלכסנדרוני": ביקורת בהשקיה לא גרעונית ( $ET_c$  100%) השקיה גרעונית קבועה – SDI ( $ET_c$  50%) וגרעונית מבוקרת - RDI בשתי גרסאות: עקה מוקדמת (ללא השקיה לפני בוחל ואחר כך  $ET_c$  100%) ועקה מאוחרת ( $ET_c$  100% עד בוחל ואחר כך  $ET_c$  25%) (Buesa et al. 2017). טיפולי ההשקיה השונים השפיעו על פוטנציאל המים בגזע בשלבים הפנולוגיים השונים בהן נגרמה עקה מכוונת כמו גם בעקה הממוצעת לעונה – משק המים היה משופר בטיפול הביקורת לעומת טיפולי ההשקיה הגרעונית. בבחינת הגדילה הווגטטיבית נראה הבדל בשטח העלווה שהיה הגדול ביותר בטיפול הביקורת, קטן יותר בטיפול ה SDI והקטן ביותר בשני טיפולי ה RDI. בבחינת היבול מספר האשכולות לשריג היה הנמוך ביותר לביקורת לעומת טיפולי ה RDI. בנוסף, העקה המוקדמת גרמה לירידה חדה במשקל הגרגר. היבול היה נמוך יותר בטיפול ה RDI, ל SDI יבול ממוצע, ובטיפול הביקורת היבול היה הגבוה ביותר. בבחינת הרכב הגרגר בטיפול הביקורת ריכוז הסוכר היה נמוך יותר אבל החומצה הייתה מעט יותר גבוהה. לפי מחקר זה ניתן להשקות באזור הנבחן ובזן הנבחן בהשקיה גרעונית קבועה ( $ET_c$  50%) לקבלת יבול מספק, הרכב גרגר מיטבי וחסכון במים, בנוסף עקת מים לפני בוחל גרמה ליבול נמוך, הבשלה מוקדמת, תכולת סוכר גבוהה וירידה בחומצה

המאלית. עקת מים לאחר בוחל גרמה לירידה ביבול ללא שינוי ממשי בהרכב הגרגר. בניו זילנד בזן "סובניון בלאן" נבחנו 4 טיפולי השקיה : ביקורת ( $ET_c$  100%), ושלושה טיפולי השקיה גרעונית מבוקרת – RDI ( $ET_c$  80%,  $ET_c$  70%,  $ET_c$  60%) כאשר סף ההשקיה אשר נקבע לפי מדידת פוטנציאל המים בעלה לפני זריחה והיה שונה בשלבים הפנולוגיים השונים (Greven et al. 2005). המחקר נמשך שנתיים אשר במהלכן לא נצפו הבדלים בין הטיפולים בתכולת הסוכר, תכולת החומצה, pH, משקל גרגר, משקל גזם, אורך השריגים. גם ערכי פוטנציאל המים היו דומים בין הטיפולים השונים. בשנה השנייה למחקר נראתה השפעת עקת המים בשטח העלווה הנמדד ובהצהבת עלים לטיפולים אשר הושקו פחות. ככלל הייתה השפעה גדולה יותר לאקלים השונה בשתי עונות הגידול ולאירועי אקלים קיצוניים (צינה אביבית) אל מול השפעת טיפולי ההשקיה השונים. לפי המחקר ניתן להפחית כ 40% מכמות ההשקיה באסטרטגיית ההשקיה אשר נבחנה ללא פגיעה ביבול ואיכות הפרי. במחקר בזן "שרדונה" יישמו טיפולי השקיה גרעונית בשלושה שלבים פנולוגיים שונים (פריחה-חנטה, חנטה-בוחל ובוחל-בציר) בארבע מקדמי השקיה שונים (0, 25, 50, 100 %  $ET_c$ ), הגפנים גודלו במיכלים (Basile et al. 2012). בין הביקורת המושקית לבין טיפולי ההשקיה הגרעונית השונים היו הבדלים נרחבים במשקל הפרי היבש, הרכב התירוש ואפיון סנסורי של היין. יינות מטיפולים שונים קובצו לקבוצות על בסיס מאפיינים סנסוריים דומים בטעימה, קבוצה אחת הייתה מורכבת מהביקורת ללא השקיה גרעונית כמו גם מטיפולי השקיה עם עקה בינונית בשלב שתיים. עוד קבוצה הורכבה מטיפולי השקיה גרעונית בכל הרמות שהושרו לפני בוחל. הקבוצה השלישית הורכבה מטיפולי השקיה גרעונית ברמה בינונית וגבוהה לאחר בוחל. הציון הכללי של היין היה דומה בין הטיפולים השונים כמו גם הרכב היין והתירוש, פרט לריכוז חומצות האמינו שהיה הגבוה ביותר לטיפולי השקיה גרעונית לאחר בוחל. כמו כן השקיה גרעונית השפיעה באופן בולט על משק המים של הצמח, מוליכות פיוניות, שטח העלווה ונשירת עלים. יישום מקדם השקיה 0% בכל השלבים ומקדם 25% בשלב שלוש גרמו לנשירת עלים וליבול נמוך במיוחד. עקת מים מוקדמת (לפני חנטה) גרמה ליבולים הגבוהים ביותר בקרב טיפולי ההשקיה. במחקר ברמת הגולן בזן "סובניון בלאן" יושמו שלושה טיפולי השקיה, נמוכה, בינונית וגבוהה בהשקיה של 1, 2, 3 מ"מ/יום בהתאמה (Naor et al. 1993). מקדמי ההשקיה יושמו בכל הטיפולים מבוחל עד בציר. הרעה במשק המים לאחר בוחל בניסוי זה הובילה לתוצאות פחותות. היבול היה גבוה משמעותית בטיפול ההשקיה הגבוהה לעומת ההשקיה הנמוכה ברוב שנות הניסוי עקב הבדלים במשקל הגרגר בעיקר. ריכוז הסוכר בתירוש היה גבוה יותר בטיפול בעל מקדם ההשקיה הגבוה לעומת הטיפול בעל המקדם הנמוך ולא נראה הבדל בין הטיפולים בבחינת ריכוז החומצה. התארכות השריגים השנתית לא הייתה שונה בין הטיפולים, כנראה בגלל היישום המאוחר של טיפולי ההשקיה השונים (לאחר בוחל). פוטנציאל המים בעלה (LWP) היה משופר בטיפול בעל מקדם ההשקיה הגבוה לעומת הטיפול בעל מקדם ההשקיה הנמוך. ערכי פוטנציאל המים בעלה בכל הטיפולים היו גבוהים מאוד, כנראה בגלל ערכים גבוהים של קרינה, מהירות רוח וגרעון לחץ האדים (VPD). התנגדות פיוניות ( $R_s$ ) הייתה נמוכה יותר לטיפול בעל מקדם ההשקיה הגבוה אל מול הטיפולים בעלי המקדם הבינוני והנמוך, כמו כן נראתה קורלציה שלילית בין

LWP לבין  $R_s$  בערכי LWP נמוכים מ-1.2 MPa. תנודות בטמפרטורת העלה בטיפול בעל מקדם ההשקיה הגבוה היו נמוכות, ככל הנראה בגלל משק המים המשופר. אותו טיפול הציג גם ערכי טמפרטורת עלה נמוכים יותר משאר הטיפולים. לסיכום, ניתן לראות השפעות שליליות וחיוביות בהשקיית חסר על כל גווניה. חשוב להבין את השפעות המורכבות של משק המים על מרכיבי איכות ויבול בפרי ובענבים בכל זן ובכל תנאי אקלים, על מנת לייצר מתודה מוסדרת להשקיית ענבי יין לבנים אשר כרגע לא קיימת בישראל.

### 1.7 מטרות המחקר

פיתוח מתודת השקיה מושכלת עבור ענבי יין לבנים תוך בחינת משטר השקיה גרעונית קבועה והשקיה גרעונית מבוקרת תוך חקירת המשתנים הבאים:

1. בחינת שלושה מקדמי השקיה "קבועים" ושני מקדמי השקיה "דינמיים" על מדדי פיזיולוגיה, ווגטציה ואנטומיה של המערכת ההידראולית.
2. בחינת השפעת ממשקי ההשקיה המיושמת על היבול, מרכיביו, איכותו ומועד הבציר.
3. כימות והשפעת טיפולי ההשקיה על איכות היין ועל מרכיבי ארומה ביינות לבנים.

### 1.8 השערות המחקר

השקיה בעלת מקדם השקיה קבוע (SDI) תגרום להעלאת היבול עם הגדלת מקדם ההשקיה בטיפול בעל מקדם ההשקיה הבינוני תהיה איכות הענבים והיין הגבוהה ביותר (עקת יובש בינונית). השקיה במקדם נמוך תגרום לירידה באיכות הענבים והיין עקב עקת יובש משמעותית, וההשקיה במקדם הגבוה תגרום לירידה באיכות הענבים והיין בגלל המחסור בעקת יובש מסוימת. השקיה בעלת מקדם השקיה שונה לאורך עונת הגידול (RDI) תגרום לאיכות ענבים ויין גבוהה יותר בטיפול בעל מקדם השקיה "נמוך לגבוה" לעומת הטיפול בעל מקדם ההשקיה "גבוה לנמוך". בטיפול בעל מקדם השקיה "גבוה לנמוך" יתכן ותיווצר מערכת הידראולית משופרת העשויה להוביל לעקת יובש חריפה בשלב הבשלת הפרי ותגרום לירידה באיכות הענבים והיין.



## 2. חומרים ושיטות

### 2.1 אתר הניסוי

חלקת הניסוי נמצאת בכרם סובניון בלאן בקיבוץ מירב בגלבע (430 מטר מעל פני הים). הכרם ניטע על כנת פולסן בשנת 2009, כיוון הנטיעה הוא מזרח/מערב ומרווחי הנטיעה הם 3 x 1.5 מ'. מערכת ההדליה היא מסוג VSP (שילוב שריגים אנכי) בעלת שני חוטי שילוב (בגבהים 40 ו-80 ס"מ מעל הבד). ההשקיה (מים שפירים) בוצעה פעמיים בשבוע בעונות הגידול 2017-2018. מערך ההשקיה בנוי מצינורות טפטוף על קרקעיים לאורך כל שורה (מרווח של 50 ס"מ בין כל טפטפת) המחברים לראש השקיה ובו מגוף ראשי וחמישה מגופי משנה נפרדים (מגוף לכל טיפול) כאשר לכל אחד מהם יש שרון מים נפרד. השליטה והבקרה מתבצעת על ידי מחשב השקיה (טלגיל, ישראל Dream 2).

ההתאדות הפוטנציאלית ( $ET_0$ ) חושבה על פי נוסחת Penman-Monteith המתוקנת כאשר הנתונים התקבלו מהתחנה המטאורולוגית הממוקמת בקיבוץ "מעלה גלבע" הנמצאת במרחק 4.5 ק"מ מאתר הניסוי.

### 2.2 טיפולי ההשקיה

קביעת ההשקיה התבצעה על בסיס המתאם בין אינדקס שטח העלווה (Leaf Area Index) לבין מקדם הגידול ( $K_c$ ) (נספח מס' 3), שנמדדו וחושבו במשך 5 עונות רצופות בענבי קברנה סובניון שהושקו בליזימטרים באזור שילה (Munitz et al. 2016). צריכת המים של גפנים נגזרת מגודל הנוף ומתנאי האקלים (Picón-Williams et al. 2003, Netzer et al. 2005, Williams & Ayars 2005, Toro et al. 2012, Munitz et al. 2016, 2017). חישוב מנות המים ליישום מבוצע בשקלול ההתאדות הפוטנציאלית המחושבת מקדם הגידול ( $K_c$ ) לקבלת צריכת המים של הגידול ( $ET_c$ ).

ההתאדות הפוטנציאלית המחושבת ( $ET_0$ ) מתקבלת על ידי הצבתם של נתונים מטאורולוגיים (טמפ', לחות וקרינה בגובה 2 מ', כיוון ועוצמת רוח בגובה 10 מ') בנוסחת פנמן-מונטית' המתוקנת (Allen et al. 1998). בגלל הצורך להשרות עקת יובש בענבי יין אדומים ולבנים, מנת המים המקסימלית המיושמת כהשקיה מחושבת כך שלא תעלה מעל ערך של 60% מצריכת המים של הגידול ( $ET_c$ ) (Greven et al. 2005, Fereres & Soriano 2007, Santesteban et al. 2011, Romero et al. 2013, Trigo-Córdoba et al. 2014, Munitz et al. 2016). לפרקציה ההשקיה המיושמת המחושבת על בסיס צריכת המים של הגידול ( $ET_c$ ) מתייחסים כמקדם השקיה (מקדם עקה).

מקדם הגידול  $K_c$  מתקבל על בסיס מדידות גודל הנוף LAI ובהתאם לנוסחה האמפירית הבאה:

$$K_c = 0.523 \times LAI + 0.104$$

כאשר ( $K_c$ ) מקדם הגידול - מחושב ע"פ הנוסחה:  $K_c = ET_c / ET_0$

ומתוך כך ניתן לחלץ את צריכת המים של הגידול ( $ET_c$ ) ע"י הכפלת מקדם הגידול בהתאדות המחושבת (פנמן):  $ET_c = K_c \times ET_o$  (Allen et al. 1998). צריכת המים של הגפן חושבה על ידי הכפלת מקדם הגידול בממוצע ההתאדות המחושבת של שלושה ימים אחרונים הנלקחו באופן רציף מהתחנה המטאורולוגית האזורית.

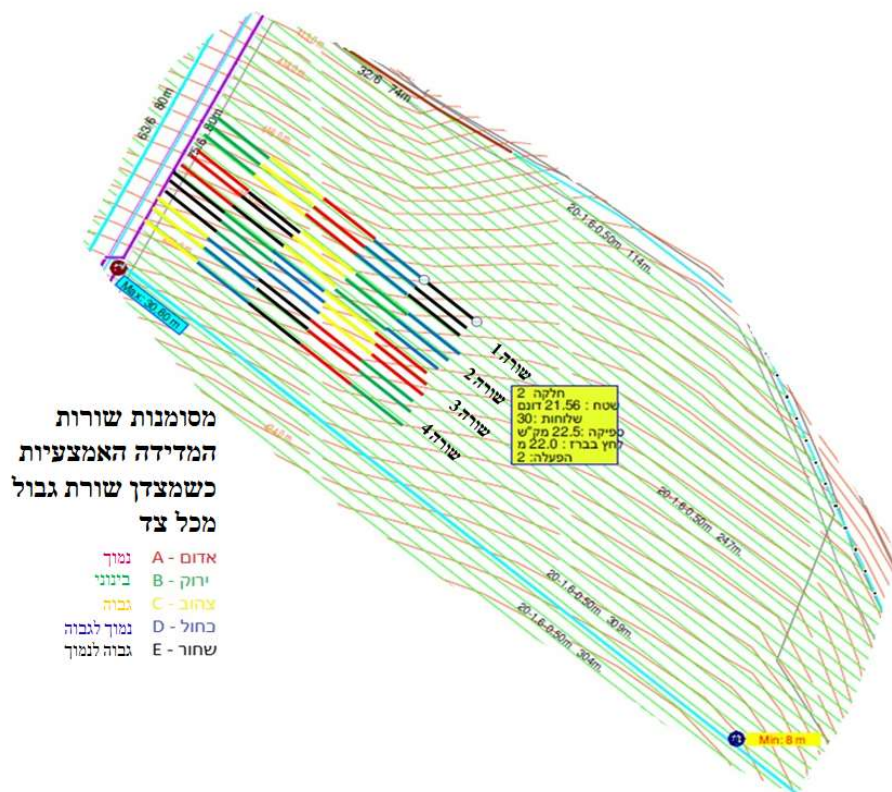
עונת הגידול מחולקת לשלושה שלבים על בסיס הפנלוגיה של התפתחות הגרגר: השלב הראשון מהחנטה עד "אשכול צפוף" (כאשר הגרגרים נוגעים אחד בשני), השלב השני מ"אשכול צפוף" עד לבוחל (שינוי צבע הגרגר) והשלב השלישי מהבוחל עד לבציר (Kennedy 2002). במהלך שלושת שלבי עונת הגידול נבחנו חמישה טיפולי השקיה (טבלה מס' 1): שלושה טיפולים בעלי מקדמי השקיה קבועים לאורך עונת הגידול (SDI) טיפול מקדם נמוך ( $ET_c$  30%), טיפול מקדם בינוני ( $ET_c$  45%) וטיפול מקדם גבוה ( $ET_c$  60%), ושני טיפולים בעלי מקדמי השקיה משתנים לאורך עונת הגידול (RDI) – טיפול מקדם "נמוך לגבוה" – בשלבים 1, 2, 30%, שיפור המקדם בשלב 3, 60% וטיפול מקדם "גבוה לנמוך" – בשלב 1 60%, הפחתת המקדם בשלבים 2, 3, 30%.

**טבלה מס' 1.** מקדמי ההשקיה בטיפולים השונים באתר הניסוי, כרם מירב 2017-2018.

Treatment	Irrigation factor	Irrigation	Stage 1	Stage 2	Stage 3
A	0.3	Low	30 % $ET_c$		
B	0.45	Medium	45 % $ET_c$		
C	0.6	High	60 % $ET_c$		
D	0.3,0.3,0.6	Low to High	30 % $ET_c$		60 % $ET_c$
E	0.6,0.3,0.3	High to Low	60 % $ET_c$	30 % $ET_c$	

### 2.3 מבנה הניסוי

הניסוי הוקם במתכונת של ארבעה בלוקים באקראי כאשר בכל בלוק מפוזרים באקראי כל חמשת הטיפולים (van Es et al. 2007). כל חזרה מורכבת משלוש שורות בנות 16 גפנים כל אחת, כאשר 12 הגפנים במרכז השורה האמצעית משמשות כגפני מדידה, ושורה מכל צד שורת המדידה משמשת כשורת גבול, כך שכל חלקת הניסוי מורכבת מ 12 שורות וסך הכל 240 גפנים (איור מס' 2).



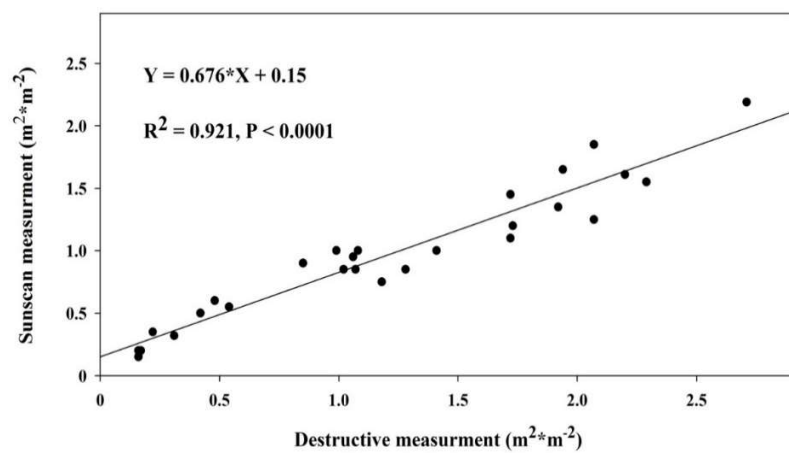
איור מס' 2. מפת הניסוי, קיבוץ מירב, 2017

## 2.4 מדדי וגטציה

### 2.4.1 אינדקס שטח עלווה (LAI)

אינדקס שטח העלווה הוא היחס בין שטח העלווה של הגפן (רק צד אחד של העלים) לבין שטח הקרקע המיועד לאותה גפן. אינדקס שטח העלווה משמש כמדד לשטח העלווה בגפן ומה שמשיע עליו הם כמות המפרקים על השריגים, כמות העלים וגודלם של העלים. מדידות אינדקס שטח העלווה (LAI) בוצעו אחת לשבוע/שבועיים בשלושה גפנים לחזרה (12 גפנים לטיפול, 60 גפנים לכלל החלקה), על מנת לעקוב אחר התפתחות הנוף של הגפנים לאורך עונת הגידול ולקבל נתוני יסוד עבור מודל ההשקיה. המכשיר המשמש למדידה הוא Sunscan (Delta-T Devices, Cambridge UK) המצויד במקל גלאים באורך 1 מ' בעל 64 חיישני קרינה. בכל גפן נמדדו 8 קווי מדידה לאורך 1.5 מ' בניצב לשורת המדידה תוך כדי הקפדה על מדידה של כל המקטע המוצל של הגפן. ערך ה-LAI הממוצע שהתקבל עבור שמונת קווי המדידה חולק ב-2, בכדי להגיע לערכו הסופי של ה-LAI (מכיוון שהמרווח בין השורות הוא 3 מ', וערך ה-LAI נמדד רק במקטע של 1.5 מ' המכסה את הצל של הגפן, וקיים עוד מקטע של 1.5 מ' מואר, בו ערכי LAI הם 0. היחידות של מדד אינדקס שטח העלווה (LAI) הם

$m^2/m^2$ , ומשמעותם היא  $m^2$  עלוה ל-  $m^2$  קרקע. כיול מדידות אינדקס שטח העלוה שנמדדו באמצעות מכשיר ה- Sunscan, התבצע על ידי השוואת התוצאות שהתקבלו באמצעות המכשיר לתוצאות שהתקבלו במדידה ישירה של שטח העלוה, שהתבצעו לאחר הסרת עלים מ- 27 גפנים, בשלבים פנולוגיים שונים ובאתרים שונים (איור מס' 3). מההשוואה בין שתי שיטות המדידה, נתקבל יחס ליניארי בין תוצאות המדידה של המכשיר לבין תוצאות המדידה הישירה של שטח העלים ( $Y = 0.676 \cdot X + 0.015$ ,  $R^2 = 0.92$ ,  $n = 27$ ). על ידי חלוקה של שטח העלוה לגפן במשקל היבול שלה מתקבל מדד בעל יחידות של מ"ר/ק"ג שמהווה מדד משלים והופכי לעומס היבול (Kliwer & Dokoozlian 2005).



**איור מס' 3.** מתאם בין המדידה של אינדקס שטח העלוה (LAI) המתקבלת באמצעות מדידה הרסנית שבוצעה על ידי הסרת עלים לבין המדידה המתקבלת ממכשיר ה- Sunscan. המדידה בוצעה בכרם ענבי יין בשלושה אתרים שונים: כרם חולדה, דולב, חוות נטע, 2011-2008.

#### 2.4.2 קוטר גזע

הבדיקה התבצעה פעם בשבוע בתחילת העונה ואחת לשבועיים-שלושה אחרי האטת הגדילה הווגטטיבית והתפתחות מלאה של הנוף. הגזע נמדד באמצעות קליבר דיגיטלי (סיגנט, דגם 75420) בנקודות קבועות המסומנות על הגזע בגובה 30 ס"מ ובמיקום קבוע. המדידות נעשו על 12 גפנים לכל חזרה, 48 גפנים לטיפול סה"כ 240 גפנים ביום מדידה. המדידה נעשתה מספר פעמים בודדות בחורף (פעם בחודש/חודשיים).

#### 2.4.3 משקל גזם ומספר הזמורות

בחורף לאחר זמירת הכרם נשקלו הזמורות לכל גפן בנפרד, ל12 גפנים לחזרה, 48 גפנים לטיפול וסה"כ 240 גפנים. בנוסף נספרו מספר הזמורות לגפן וחושב משקל הזמורה הממוצע (Kliwer & Dokoozlian 2005).

## 2.5 ממדי פיזיולוגיה ומשק מים

### 2.5.1 פוטנציאל מים בגזע

החל מסוף חודש אפריל ועד לתום העונה התבצעה אחת לשבוע מדידת פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום. המדידה התבצעה כמה שעות לפני ההשקיה בין השעות 12:00-14:00. מכל חזרה נמדדו 3 עלים (12 עלים לטיפול, 60 עלים לכלל החלקה). שלוש הגפנים המסומנות בכל חזרה ששימשו למדידות פוטנציאל המים, שימשו גם למדידות אינדקס שטח העלווה ומדדי חילוף הגזים. נבחרו עלים בוגרים (אך לא בוגרים מידי) שאינם קרועים. שעה וחצי לפחות לפני תחילת המדידה כוסו העלים בשקית ניילון למניעת אידוי, והוכנסו לתוך שקית כסופה ייעודית למניעת טרנספירציה מהעלה על מנת להשוות בין פוטנציאל המים בעלה הנמדד לפוטנציאל המים בגזע. עלה המדידה נותק ונכנס לתא לחץ דגם 600 (PMS, USA) ודגם ARIMAD 3000 (MRC, Israel) כאשר הזמן בין קטיף העלה וההכנסה לתא לתחילת מדידה קטן מ-20 שניות. בשלב המדידה הוזרם גז חנקן לתוך התא, בקצב אחיד ואיטי של  $0.01 \text{ MPa}\cdot\text{s}^{-1}$  (Turner 1988) ברגע שנצפתה "כיפת מים מלאה" על שטח פני הפטוטרת נעצרה הזרמת הגז והלחץ נרשם (Williams, L.E. Araujo 2002, Romero et al. 2010). הלחץ הנגדי שנדרש להפעיל על העלה המנותק עד להופעת "כיפה" מלאה של טיפת מים ראשונה, שווה ערך נחשב למתח שבו אחוזים המים בעצה של הגזע בזמן המדידה (Boyer 1995) הערכים המתקבלים במדידה זו (ביחידות שליליות של MPa) מבטאים את פוטנציאל המים של הגזע.

### 2.5.2 חילוף גזים - מוליכות פיוניות וקצב פוטוסינתזה

במהלך המחקר בוצעו מעקבים אחר המהלך היומי של קצב קיבוע הפחמן ומוליכות הפיוניות במקביל למדידות תא לחץ. נערכו שלושה ימי מדידה מלאים במהלך כל עונה, בשנת 2017 נערכו 2 ימי מדידה בסוף שלב 2 ובסוף שלב 3, ובמהלך שנת 2018 התקיימו 3 ימי מדידה בסוף כל שלב פנולוגי. יום מדידה כלל מדידות לאורך היום, מהזריחה ועד לשקיעה. מדידות חילוף הגז בוצעו בעלים בוגרים, שלמים וחשופים לשמש נמדדו ארבעה עלים לחזרה, 16 עלים לטיפול, 80 עלים סה"כ. העלים נמדדו במערכת פוטוסינתטית ניידת מסוג LI-6400 (LI-COR, Lincoln, Nebraska USA). תא המדידה היה תא פלורוסנטי לעלים רחבים (פתח עגול,  $2 \text{ cm}^2$ ). פרוטוקול המדידה היה:

$$T_{\text{block}} = 25^{\circ}\text{C}, \text{VPDL} = 3 \pm 1 (\text{kPa}), \text{Flow rate} = 500 (\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$$

$$\text{PAR} = 1000 (\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}), \text{Ref CO}_2 = 400 (\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$$

בתחילת כל יום מדידה המכשיר עבר כיוול על פי הוראות היצרן. כלל הנתונים מימי המדידה נשמרו ביחידת הבקרה של המכשיר ונפרקו אל המחשב לצורך עיבוד.

## 2.6 מדדים אגרוטכניים

### 2.6.1 מעקב הבשלה

לקראת הבציר, מסוף חודש יולי התבצע מעקב הבשלה פעם בשבוע על מנת לתזמן את מועד הבציר. נדגמו באקראי 12 אשכולות לחזרה לצורך בדיקת מדדי הבשלה. התבצעה שקילה של 100 גרמים לחזרה, על מנת לקבוע את משקלו הסופי הממוצע של הגרגר. האשכולות נסחטו ידנית ובתירוש המתקבל נבדקו המדדים: רמת הסוכר ( $^{\circ}$  Brix) ו pH, לפי תוצאות נקבע מועד הבציר, כאשר כל חזרה נבצרה כאשר הערך של התירוש בדגימה עמד על  $22-23^{\circ}$  Brix ומתחת לערך סף של pH 3.4.

### 2.6.2 בדיקות היבול ומרכיביו

אחת לשבוע לאורך העונה בוצעה שקילה של 100 גרמים מכל חזרה על מנת לקבוע את משקלו הממוצע של הגרגר ורמת הסוכר ( $^{\circ}$  Brix), וכאשר הגרגר התחיל להתרכך נמדד גם ה pH. איסוף הגרגרים לאורך העונה התבצע באופן אקראי משני צידי השורה וממקומות שונים באשכול. בזמן הבציר נספרו האשכולות ונשקל היבול של כל גפן בנפרד, ל 12 גפנים לחזרה, 48 גפנים לטיפול וסה"כ 240 גפנים בחלקה. הבציר נערך בלילה כשהטמפרטורות נמוכות, הענבים הובלו קרים בארגזים קטנים ליקב שורק למניעת פציעת הגרגרים, למניעת התחמצנות התירוש ולהתחלת תהליך ייצור היין בטמפרטורה אופטימלית. הענבים נשמרו עד לשעות הבוקר בחדר קור בטמפ' של 4 מ"צ.

## 2.7 מדדי יין

### 2.7.1 בדיקות איכות התירוש

בתחילת תהליך הכנת היין נלקחו דגימות תירוש מכל חזרה ונבדקו רמת הסוכר ( $^{\circ}$  Brix), רמת החומצה (TA) וה pH. ערכי הסוכר נרשמו ושומשו למעקב אחר התסיסה האלכוהולית ורמת החומצה כמו גם ה pH של התירוש שימשו להעריך אם יש צורך בתוספת חומצה ליין (גם טעימת היין נלקחה בחשבון בהכרעה הסופית).

### 2.7.2 הכנת היין

היין הוכן לאחר בניית פרוטוקול תוך התייעצות עם ייננים מובילים ועם ניר שחם יינן יקב שורק (קיבוץ נחשוף) בו נעשה היין. יין הוכן במיכלים נפרדים מכל חזרה בנפרד, ההפרדה בין החזרות נשמרה נשמרה מתחילת התהליך עד וסופו. פרוטוקול ייצור היין נקבע תוך כדי שמירה על דרכי ייצור סטנדרטיות ורלוונטיות לתעשיית היין הישראלית וגם מתאימות להפקת יין איכותי מענבי סובניון בלאן בלאן מאקלים חם. הענבים הגיעו ליקב קרים בשעת לילה והוכנסו למכולת קירור לשמירה על הטמפרטורה הנמוכה. בבוקר למחרת התחיל תהליך הייצור כאשר הענבים נמעכו והשזרות הופרדו, קליפות הענבים והתירוש הועברו ישירות למכבש סל נירוסטה העובד בעזרת לחץ מים. הענבים

המעוכים נלחצו עד ללחץ מקסימלי הנקבע מראש והתירוש הוזרם ישירות למיכל תסיסה מזוכית. התירוש הושאר למשך לילה בקירור להפרדה של המשקעים הגסים מהנוזל, בבוקר שלמחרת המיץ הנקי הועבר למיכל תסיסה, הוספו מזינים ושמרים (X5, Laffort, France). מיכלי התסיסה תססו בחדר ייעודי מקורר לטמפרטורת תסיסה אופטימלית שנקבעה מראש ( $14-17^{\circ}\text{C}$ ). במהלך התסיסה בוצע מעקב אחר כל המכלים באופן יום יומי כדי להעריך את תקינות התסיסה ואת סיומה. התסיסה נמשכה לרוב בין שבועיים לשלושה ולאחר סיומה הוסף ביסולפיט והיינות נשמרו בקירור עד לסינון ובקבוק.

### 2.7.3 בדיקה סנסורית של היין

היין נטעם על ידי פאנל ייננים מהתעשייה ודורג תוך שימוש בטופס ייעודי לטעימת יינות לבנים יבשים (OIV Score sheet, 2009). היין הוגש בטמפרטורת הגשה סטנדרטית ( $12-14^{\circ}$ ) כאשר לפני ההגשה כל בקבוק נבדק לתקינות, כמות קבועה נמזגה לכוסות טעימה אשר היו מקודדות בקוד של שלוש ספרות לפי החזרות השונות. כל הדוגמאות הוגשו בסדר ספציפי ושונה בין הטועמים השונים לפי סידור "ריבוע לטיני" אשר נקבע מראש כדי למנוע את השפעת הטועמים אחד על השני ולמנוע תלות בין מושבי הטעימה השונים של אותו טועם. הטעימה נערכה בארבע סבבים ובאמצע הטעימה הייתה הפסקה להתרעננות ומנוחת הטועמים (טופס טעימה בנספחים).

### 2.8 מדדי אנטומיה

#### 2.8.1 קוטר טרכיאות ומוליכות הידראולית

התבצע דיגום גזע באמצעות מקדח גזע ייעודי (נספח מס' 2) בגובה 10 ס"מ מתחת לפיצול הבדים. נעשו חתכים של גלילי העצה בעובי של 30-40  $\mu\text{m}$  באמצעות מיקרוטום עץ (Reicher NR 17 800, Austria). החתכים נצבעו באמצעות Phloroglucinol-HCl (Ruzin S 1999). החתכים נצפו וצולמו בבינוקולר (Olympus sz x7, Tokyo, Japan) המצויד במצלמה דיגיטלית מובנית (Olympus u-tz). National Institutes of Health, Tokyo, Japan) 0.5 xc-3, Tokyo, Japan) הודגמו ונתחו באמצעות התוכנה ImageJ Image processing and analysis in java (USA). בוצעה חלוקה של חוליות הטרכיאה לפי קבוצת גודל. טרכיאה מעל 100 מיקרון הוגדרה כטרכיאה גדולה. בגזעים נלקחו מדדים מהטבעות השנתיות משנת 2017-2018 (ההשקיה לפי המודל החלה בשנת 2017). באמצעות שימוש בנוסחת Hagen-Poiseuille המותאמת לזרימת מים בצמחים חושבו המוליכות ההידראולית הספציפית ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{MPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ) והמוליכות ההידראולית עבור טבעת שנתית ( $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{MPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ) על פי הנוסחה, כאשר  $\text{Kh} = \text{מוליכות הידראולית} = \pi$ , פאי,  $p = \text{צפיפות החומר}$ ,  $\eta = \text{צמיגות החומר}$  ו  $d = \text{קוטר הטרכיאה}$  (Tyree & Ewers 1991).

## 2.8.2 זווית הטיית הגזע

זווית ההטייה של גפני הניסוי בשטח נמדדה בעזרת יצירת משולש ובו ניצב אחד הוא פלס באורך קבוע, יתר המשולש הוא גזע הגפן ואורך הניצב השלישי נמדד בשטח (נספח מס' 1), בעזרת נתונים אלו חושבה זווית ההטייה לכל גפן בנפרד. כמו כן, התבצע ניתוח אנטומי נוסף של מספר גפנים מייצגות בעלות זווית הטייה גדולה וקטנה, 8 גפנים נלקחו לבחינה אנטומית מחודשת כאשר 4 גפנים היו בעלות זוויות ההטייה המקסימליות בניסוי ו-4 גפנים בעלות זוויות הגפנים המינימליות בניסוי. לכל גפן נלקחו דוגמאות גזע מארבעה כיוונים שונים (צפון, דרום, מזרח ומערב).

## 2.9 סטטיסטיקה

התוצאות נותחו באמצעות ANOVA - Analysis of variance בתוכנת JMP (JMP statistical softwear SAS institute inc, Cary, NC) הניסוי כגורם האקראי. בניתוח כלל הנתונים לכל הפרמטרים הנבחנים בכל יום מדידה נערך מבחן Tukey- Kramer. אותיות שונות באנגלית מציינות מובהקות סטטיסטית כאשר  $p < 0.05$ . השוואת טיפולי ההשקיה על הקשר בין המדדים הפיזיולוגיים השונים נבחנה בעזרת ANCOVA – בתוכנת JMP (JMP statistical softwear SAS institute inc, Cary, NC). נערך מבחן Tukey- Kramer בניתוח הקשרים הלינאריים לפרמטריים פיזיולוגיים שונים לכלל טיפולי ההשקיה. אותיות שונות באנגלית מציינות מובהקות סטטיסטית כאשר  $p < 0.05$ . השוואות מתאמי מרכיבי היבול השונים בין העונות השונות לכלל טיפולי ההשקיה נותחו באמצעות מחשבון להשוואת קורלציות ((Cocor v.1.1-0 בעזרת מבחן Fisher כאשר  $p < 0.05$  (Diedenhofen) (& Musch 2015).



### 3. תוצאות

#### 3.1 פנולוגיה ואקלים

השלבים הפנולוגיים השונים של התפתחות הגפן חלו במועדים שונים בין השנים 2017 - 2018 (טבלה 2). בעונת 2018 השלבים הפנולוגיים הופיעו מוקדם יותר מאשר בעונת 2017, ניתן להבחין בפער של כשבוע במועדי השלבים הפנולוגיים השונים. **עונת 2017** הייתה שנה מעוטת גשמים והתאפיינה במיעוט גשמי אביב (טבלה 3). בחורף 2016-2017 כמות המשקעים העונתית הייתה נמוכה מהממוצע השנתי ב-33% (373 מ"מ בשנה לפי תחנה מטאורולוגית מעלה גלבו) ההתאידויות היומיות (מחושבת ע"פ נוסחת פנמן מונטית) באתר הניסוי היו גבוהות למדי כאשר בחודש יולי ממוצע ההתאדות היומית עמד על 8.1 מ"מ, ככל הנראה עקב רוחות ערות המנשבות בגלבו. בבחינת הנתונים המטאורולוגיים (איור מס' 4) נצפתה מגמת עליה בטמפרטורה היומית הממוצעת מאפריל עד אוגוסט (ערכים גבוהים במיוחד בחודש יולי), כאשר נצפו כמה ימים חריגים ובהן טמפרטורות והתאידויות גבוהה במיוחד במהלך שרבים באפריל ובמאי. תחילת **עונת 2018** התאפיינה בהתאדות נמוכה יחסית כאשר ממוצע ההתאדות היומית באפריל עמד על 5 מ"מ (איור מס' 5) ובגשמים אביביים (טבלה 3). ניתן לומר כי עונת 2018 הייתה גשומה יותר יחסית לעונת 2017 כאשר ממוצע המשקעים בחורף 2017-2018 הייתה גבוהה מהממוצע השנתי ב-18%, מתוכם 61 מ"מ גשם ירדו באביב. נצפתה מגמת עליה בטמפרטורה היומית הממוצעת כמו בהתאדות היומית הממוצעת מאמצע מאי עד יולי כאשר הממוצע לחודש יולי עמד על 7.7 מ"מ. נצפו ימים חריגים ובהן טמפרטורות והתאידויות גבוהות במהלך אמצע מאי. כמו כן תחילת וסוף העונה (חודשים אפריל ויולי) במהלך עונת 2018 התאפיינו באקלים מתון לעומת עונת 2017 (טבלה 4), כאשר בחודש אפריל 2017 התאדות פנמן מחושבת חודשית הייתה 173 מ"מ לעומת 150 מ"מ באפריל 2018, ההתאדות לחודש יולי בעונת 2017 הייתה 252 מ"מ לעומת 238 בעונת 2018. אירוע אקלימי חשוב מאוד ובעל משמעות להתפתחות הכרם היה אירוע ברד וגשם כבד מאוד בתחילת מאי 2018 שגרם לנזקים משמעותיים מאוד לעלים, תפרחות ושריגים צעירים.

**טבלה מס' 2.** תאריכים פנולוגיים עיקריים במהלך תקופת המחקר, כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018-2017.

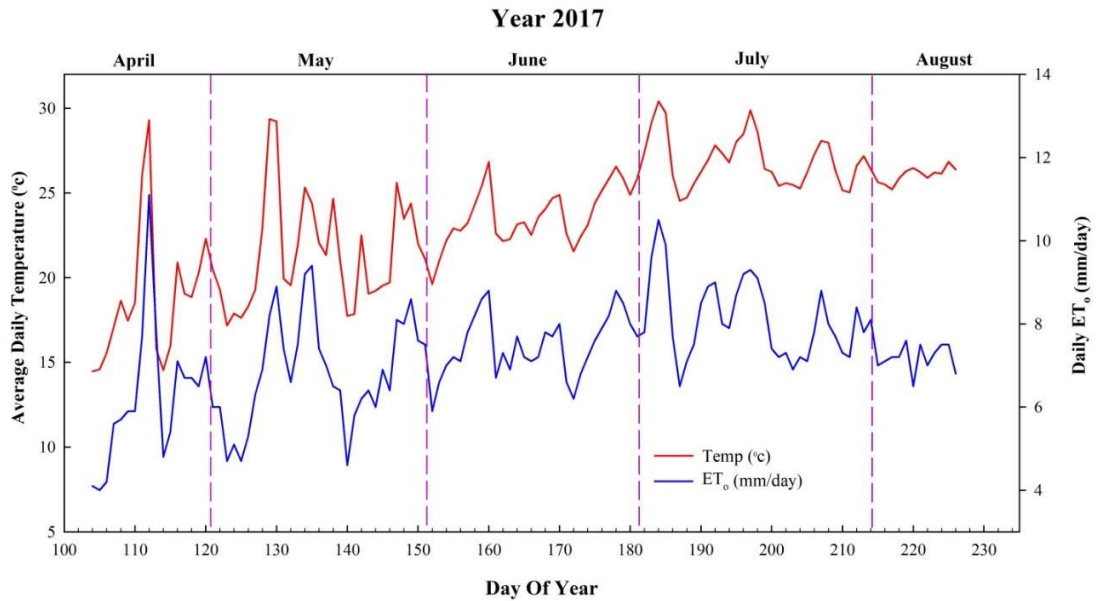
שנה	לבלוב	100% פריחה	אשכול צפוף	95% בוחל	בציר 1	בציר 2	בציר 3
2017 (DOY)	15/03/17 (74)	10/05/17 (130)	04/06/17 (155)	07/07/17 (188)	06/08/17 (218)	12/08/17 (224)	17/08/17 (229)
2018 (DOY)	07/03/18 (66)	02/05/18 (122)	27/05/18 (147)	02/07/18 (183)	01/08/18 (213)	04/08/18 (216)	-

**טבלה מס' 3.** כמות המשקעים העונתית הכוללת (1/9-31/05) (מ"מ), כמות המשקעים באביב (1/3-31/5) (מ"מ), אחוז גשמי האביב מסך המשקעים העונתיים וההתאדות המחושבת המצטברת העונתית (1/3-31/8) לאורך השנים באתר הניסוי, כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018-2017.

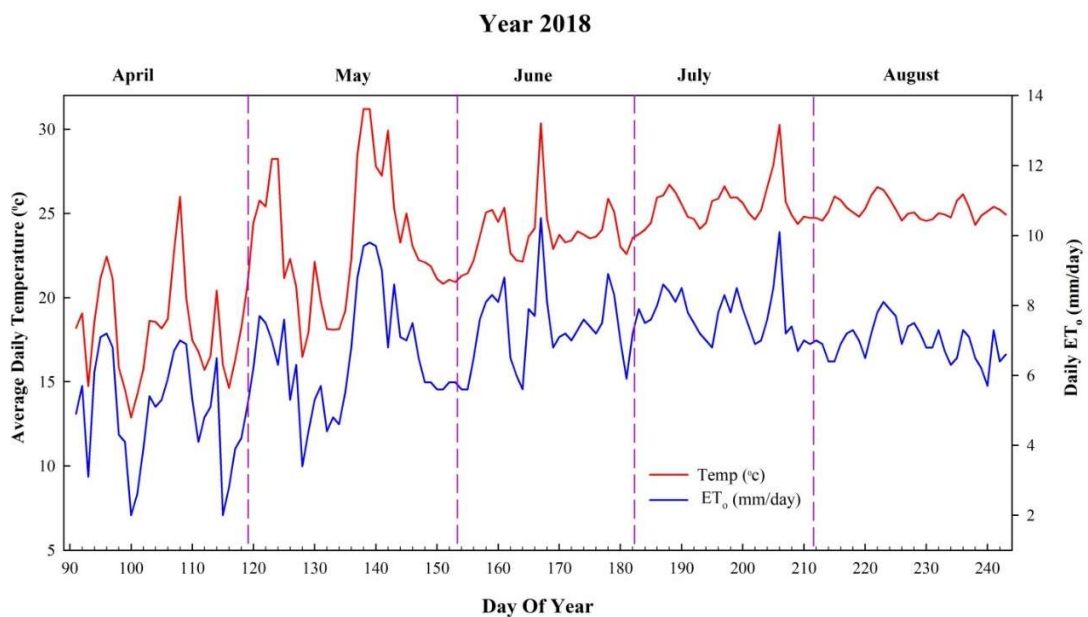
2018	2017	
441	251	כמות משקעים עונתית (מ"מ)
60.6	24.4	כמות משקעים באביב (מ"מ)
13.7%	9.7%	גשמי אביב (%)
1166	1159	התאדות עונתית מחושבת (מ"מ)

**טבלה מס' 4.** נתוני התאדות פנמן עונתית (מ"מ) לפי חודשי העונה. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018-2017.

התאדות פנמן חודשית – ממוצע יומי (מ"מ/יום)		התאדות פנמן חודשית מצטברת (מ"מ/חודש)		
2018	2017	2018	2017	
5.0	5.8	150	173	אפריל
6.6	6.8	206	211	מאי
7.3	7.5	218	224	יוני
7.7	8.1	238	252	יולי
7.0	7.1	216	218	אוגוסט



**איור מס' 4.** התאדות יומית ממוצעת עונתית וטמפרטורה יומית ממוצעת עונתית (אפריל עד אוגוסט) שחושבו לפי נתונים הנמדדו בתחנה המטאורולוגית מעלה גלבע, 2017.



**איור מס' 5.** התאדות יומית ממוצעת עונתית וטמפרטורה יומית ממוצעת עונתית (אפריל עד אוגוסט) כפי שחושבו לפי נתונים הנמדדו בתחנה המטאורולוגית מעלה גלבע, 2018.

### 3.2 מנות מים

בתחילת המחקר, בתחילת עונת 2017, מקדמי ההשקיה שנקבעו היו נמוכים יותר ממקדמי השקיה בהמשך העונה ובעונת 2018. המקדם "קבוע נמוך" נקבע 0.2 (אחוז מצריכת המים המקסימלית  $ET_c$  20%), "קבוע בינוני" 0.3 ו"קבוע גבוה" 0.4, גם המקדמים הדינמיים נבחרו בהתאמה, המקדם

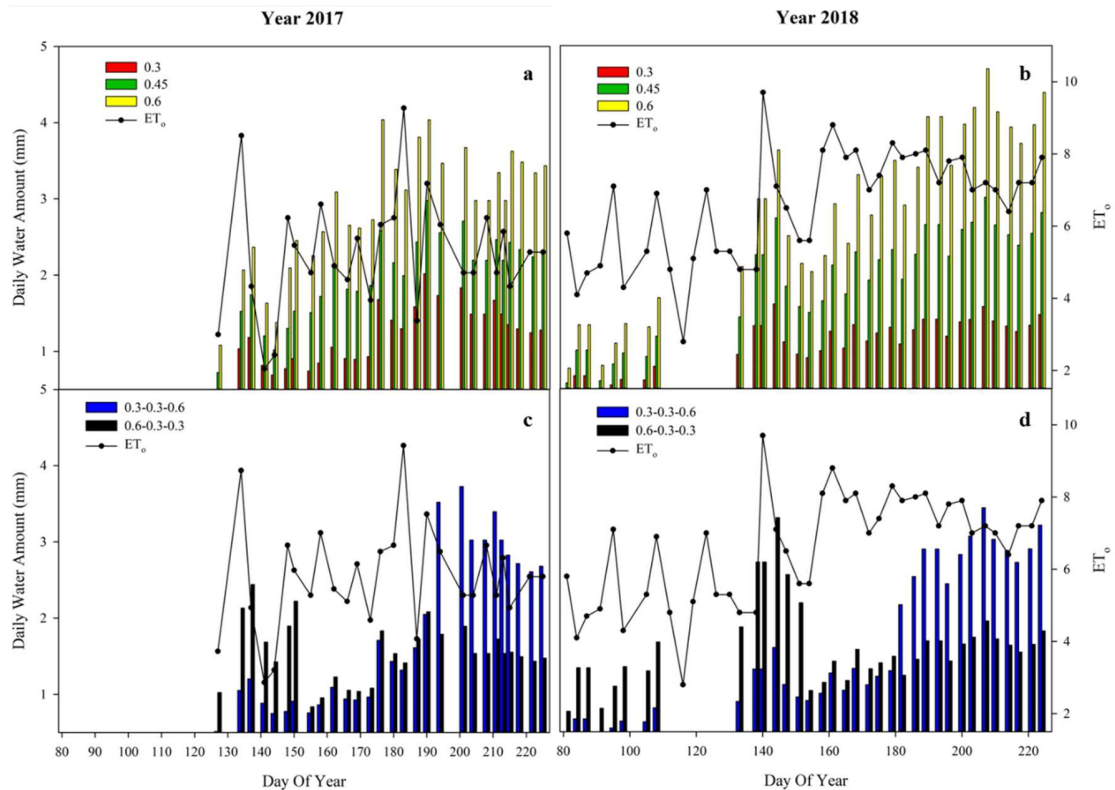
"נמוך לגבוה" נקבע 0.2,0.2,0.6 והמקדם "גבוה לנמוך" 0.4,0.2,0.2 עד אמצע שלב 2. לאור נתוני התאודיות גבוהים ששררו באתר הניסוי וערכי פוטנציאל מים שליליים מידי בגזע שהתקבלו בכל הטיפולים הוחלט לשנות את מקדמי ההשקיה למקדמים המופיעים בטבלה מס' 5, מקדמים אלה נשארו קבועים להמשך הניסוי.

**בעונת 2017** ההשקיה החלה מתחילת שלב 1, כלומר מהפריחה. ניתן לראות עלייה במהלך העונה במנת המים המיושמת במקביל לעליית ההתאדות לכל הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים ולטיפול "נמוך לגבוה" שמראה את העלייה הדרמטית ביותר (איור מס' 6). בבחינת מנות המים שישמו בטיפול "גבוה לנמוך" ניתן לראות שהמנות בשלב 1 ו 3 דומות עקב התאדות נמוכה במהלך שלב 1 והתאודיות גבוהות בהמשך העונה. סה"כ מנות המים העונתיות משתנות בין הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים בעונת 2017 כשטיפול "קבוע נמוך" בעל המנה העונתית הקטנה ביותר, אחריו הטיפול "קבוע הבינוני" (תוספת של כ 50% לעומת המקדם הנמוך) ולבסוף הטיפול "קבוע גבוה" (תוספת של 102% לעומת המקדם הנמוך ו 35% מהמקדם הבינוני). מנת המים העונתית של טיפול "נמוך לגבוה" דומה למנת המים של טיפול "קבוע נמוך" ומנת המים של טיפול "גבוה לנמוך" גבוהה ממנת "קבוע נמוך" ונמוכה ממנת "קבוע בינוני".

**בעונת 2018** השקית הניסוי החלה בלבול. מנות המים הממוצעות לטיפול ההשקיה דומות בשלבים 1 ו 2 לכל הטיפולים פרט לטיפול ההשקיה "גבוה לנמוך" כאשר בשלב 1 מנת המים הממוצעת לטיפול זה גבוהה ב 50% מהמנה הממוצעת בשלב 2. המנה הממוצעת לטיפול בשלב 3 גבוהה יותר לכל הטיפולים לעומת המנות בשלבים 1 ו 2 בהתאם לעלייה בערכי ההתאדות (איור מס' 6), פרט לטיפול "נמוך לגבוה" הגבוה ב 132% בהשוואה למנה הממוצעת בשלבים 1 ו 2. בבחינת מנות המים העונתיות "קבוע נמוך" בעל המנה העונתית הקטנה ביותר, אחריו הטיפול "קבוע בינוני" (תוספת של 75% לעומת המקדם הנמוך) ולבסוף הטיפול "קבוע גבוה" (תוספת של 156% לעומת המקדם הנמוך ו 47% מהמקדם הבינוני). מנות המים העונתיות של שני הטיפולים הדינמיים זהים ונמוכים ביחס לשאר הטיפולים פרט לטיפול "קבוע נמוך". בהשוואה שנתית בין 2017 ל 2018 ניתן לציין עלייה במנות המים העונתיות לכל הטיפולים בעונת 2018 בהשוואה לעונה הקודמת.

טבלה מס' 5. מנות המים הממוצעות בטיפול ההשקיה השונים לאורך השלבים הפנולוגיים השונים במהלך שנות הניסוי, כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017-2018.

מנת מים עונתית (מ"מ)		שלב III מבוחל עד בציר (מ"מ)		שלב II מאשכול צפוף עד בוחל (מ"מ)		שלב I מפריחה עד אשכול צפוף (מ"מ)		לבלוב עד פריחה (מ"מ)		מקדם השקיה
2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	
228	231	1.4	1.6	1.1	1.2	1.2	0.8	0.6	0	<b>0.3</b>
398	344	2.6	2.5	2.0	2.1	2.0	1.3	0.9	0	<b>0.45</b>
585	467	4.0	3.4	2.8	3.1	2.7	1.9	1.2	0	<b>0.60</b>
377	320	2.9	3.0	1.3	1.2	1.2	0.9	0.6	0	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
313	277	1.7	1.7	1.3	1.3	2.6	1.7	1.2	0	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>



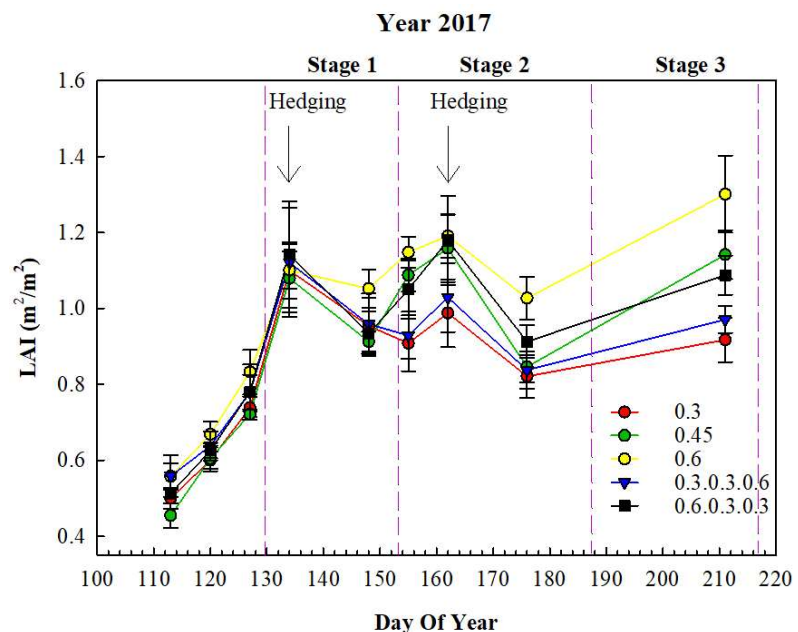
**איור מס' 6.** מנות המים (מ"מ/יום) וההתאדות המחושבת ( $ET_0$ ) ע"פ נוסחאת פנמן מונטני לטיפולים בעלי מקדמי השקיה קבועים (a) ודינמיים (c) בשנת 2017, ולטיפולים בעלי מקדמי השקיה קבועים (b) והדינמיים (d) בשנת 2018. הנתונים עבור ההתאדות המחושבת נלקחו מהתחנה המטאורולוגית במעלה גלבע, כל נתון התאדות הוא ממוצע של שלושה ימים. כל עמודה במנות המים מייצגת השקיה אחת. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018-2017.

### 3.3 אינדקס שטח העלווה (LAI (Leaf area index)

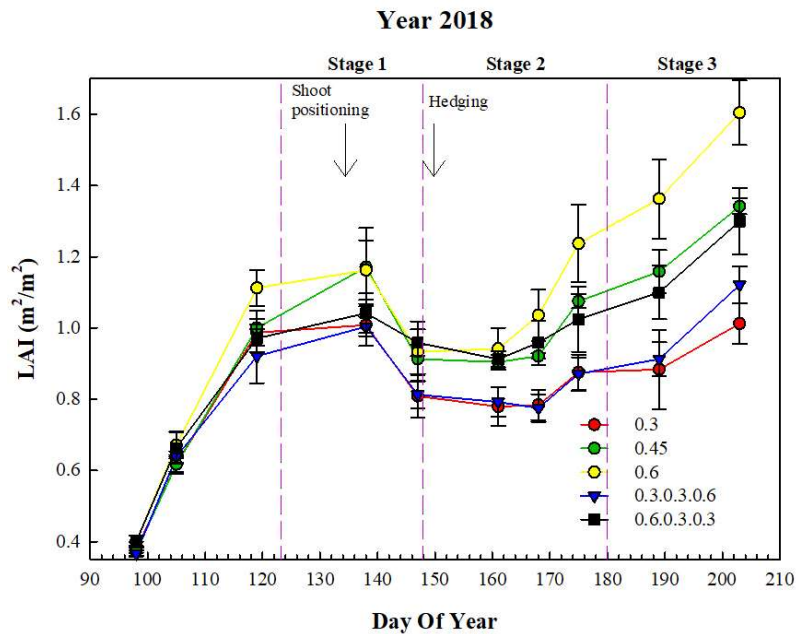
**בעונת 2017,** בבחינת תוצאות אינדקס שטח העלווה (איור מס' 7) ניתן לראות עלייה חדה בשטח העלווה לכל הטיפולים בתחילת העונה עד לקיטום ראשון בשלב 1 כאשר ערכי שטח העלווה לכל הטיפולים עמדו בממוצע על  $1 \text{ m}^2/\text{m}^2$  ללא הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים (נספח מס' 4). לאחר הקיטום ערכי שטח העלווה ירדו בהמשך, בין שלב 1 לשלב 2, שוב עלו עד לקיטום השני בו ממוצע ערכי שטח העלווה לכל הטיפולים בשלב 2 היה  $1.1 \text{ m}^2/\text{m}^2$  ללא הבדלים מובהקים סטטיסטית כשאחריו ירידה בשטח העלווה (איור מס' 7). בין שלב 2 לשלב 3 נראית עלייה בשטח העלווה עד לבציר, ההבדלים מובהקים סטטיסטית נראו בקרב הטיפולים בעלי מקדמי השקיה קבועים, ככל שמקדם ההשקיה גבוה יותר כך שטח העלווה גדל כאשר בסוף שלב 3 ממוצע שטח העלווה בטיפול "קבוע גבוה" הוא  $1.3 \text{ m}^2/\text{m}^2$ , לטיפול "קבוע בינוני" ממוצע שטח העלווה הוא  $1.1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ , ושטח העלווה של הטיפול "קבוע נמוך" הוא  $0.9 \text{ m}^2/\text{m}^2$ . בקרב הטיפולים בעלי מקדמי השקיה

הדינמיים ממוצע שטח העלווה של הטיפול "גבוה לנמוך" ( $1.1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) בסוף העונה זהה לשטח העלווה של הטיפול בעל "קבוע בינוני". בין הטיפול "נמוך לגבוה" ( $1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) לבין טיפול "קבוע נמוך", נראה הבדל קטן בשטח העלווה, על אף הגדלה הדרמטית במנות המים בשלב 3.

**בעונת 2018**, בבחינת תוצאות אינדקס שטח העלווה (איור מס' 8) ניתן לראות עלייה חדה בשטח העלווה לכל הטיפולים בתחילת העונה עד לנקודה בה שולבו חוטי ההדליה (שלב 1) שגרמה לירידה כללית בשטח העלווה. בשלב זה ממוצע אינדקס שטח העלווה בטיפולים כאשר ערכי שטח העלווה לכל הטיפולים עמדו בממוצע על  $1.1 \text{ m}^2/\text{m}^2$  ללא הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים (נספח מס' 5). בתחילת שלב 2 התבצע קיטום ולאחריו ירידה בשטח העלווה הממוצע לכל הטיפולים. החל מאמצע שלב 2 ואילך ניתן לראות עלייה בשטח העלווה בכל הטיפולים כאשר נצפים הבדלים מובהקים סטטיסטית, בסוף שלב 2 הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים נבדלו זה מזה והמגמה שנראתה בעונת 2017 חוזרת, ככל שמקדם ההשקיה גבוה יותר כך שטח העלווה גדל. בשיא התפתחות העלווה, בסוף שלב 3, ממוצע שטח העלווה לטיפול "קבוע גבוה" ( $1.6 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) הוא הגבוה ביותר, אחרי טיפול "קבוע בינוני" ( $1.3 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) ולבסוף לטיפול "קבוע נמוך" ( $1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ). ממוצע שטח העלווה של הטיפול "גבוה לנמוך" ( $1.3 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) בסוף העונה זהה לשטח העלווה של הטיפול "קבוע בינוני". ממוצע שטח העלווה לטיפול "נמוך לגבוה" ( $1.1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) גבוה מעט ממוצע שטח העלווה לטיפול "קבוע נמוך". המהלך העונתי לטיפולי ההשקיה השונים דומה בין עונות 2018-2017, כאשר במהלך עונת 2018 ההבדלים בין הטיפולים נראים בשלב מוקדם יותר ושטח העלווה בסוף שלב 3 מעט יותר גבוה בסוף עונת 2018 אל מול סוף עונת 2017.



**איור מס' 7.** מהלך עונתי של אינדקס שטח העלווה (מ"ר/מ"ר) בטיפולים השונים. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן (S.E.) של הממוצע. כל נקודה היא ממוצע של 12 גפנים. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.



**איור מס' 8.** מהלך עונתי של אינדקס שטח העלווה (מ"ר/מ"ר) בטיפולים השונים. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן (S.E.) של הממוצע. כל נקודה היא ממוצע של 12 גפנים. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

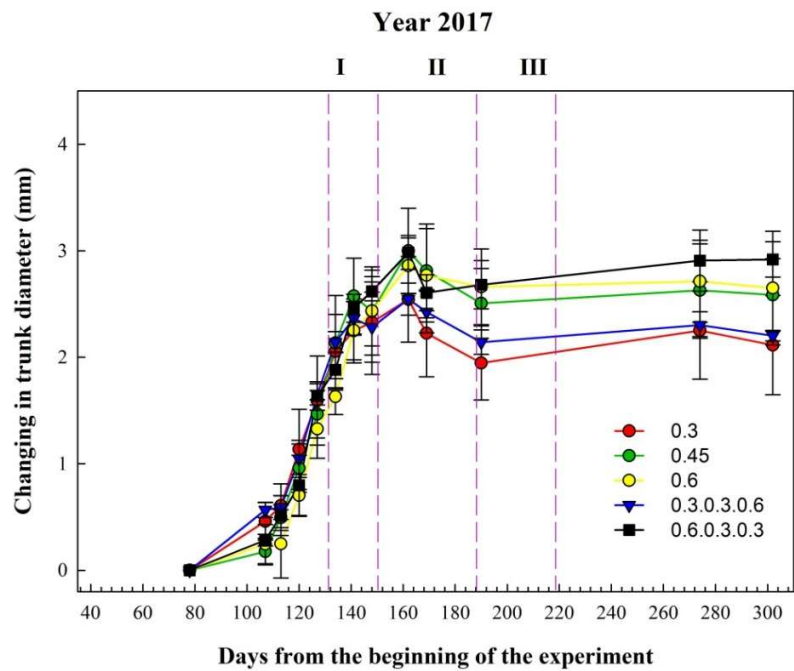
### 3.4 קוטר גזע

**בעונת 2017** התפתחות קוטר הגזע בכל הטיפולים הייתה דומה (איור מס' 9) ולא נראים הבדלים מובהקים סטטיסטית בממוצע גדילת הגזע (נספח מס' 6). לאחר הבלבול עלייה בגדילת קוטר הגזע לכל הטיפולים עד לשיא בתחילת שלב 2 שלאחריה ירידה קלה עד שלב 3 ואז, התייצבות ללא גדילה נוספת של הגזע. החל משלב 2 ניתן לראות כי ממוצע ערכי גדילת קוטר גזע גבוהים יותר לטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה "קבוע גבוה", "קבוע בינוני" ו"גבוה לנמוך". לעומתם גדילת קוטר הגזע בערכים נמוכים יותר לטיפולים בעלי מקדמי השקיה "קבוע נמוך" ו"נמוך לגבוה" אך הבדלים אלו בין לא היו מובהקים סטטיסטית.

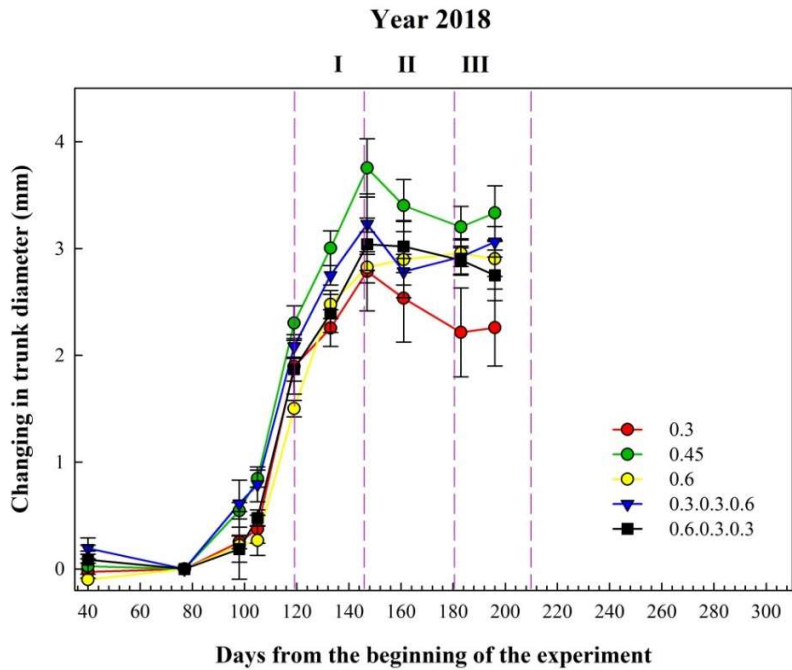
**בעונת 2018**, תחילת השתנות קוטר הגזע לאחר הבלבול, שיא הגדילה בתחילת שלב 2, לאחר מכן ירידה בממוצע גדילת קוטר הגזע והתייצבות, בדומה לעונת 2017 (איור מס' 10). בקרב כלל הטיפולים נראו הבדלים מובהקים סטטיסטים החל משלב 1 (נספח מס' 7), כאשר בתחילתו הטיפול בעל ממוצע ערכי גדילת קוטר הגזע הגבוהים ביותר הוא "קבוע בינוני", טיפולים בעלי ערכים ברמת ביניים הם הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה "נמוך לגבוה", "גבוה לנמוך" ו"קבוע גבוה" ולבסוף הטיפול בעל ערכי גדילת קוטר הגזע הנמוכים ביותר הוא "קבוע נמוך". בשיא גדילת קוטר הגזע, בתחילת שלב 2, המגמה דומה אך לא נראים הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים. בהמשך, בתחילת שלב 3 ההבדלים בין הטיפולים מובהקים סטטיסטית והמגמה זהה – טיפול "קבוע בינוני" בעל ממוצע גדילת קוטר הגזע הגבוהה ביותר, ברמת הביניים הטיפולים "קבוע גבוה", "גבוה לנמוך" ו"נמוך לגבוה" ולבסוף, טיפול "קבוע נמוך", בעל ממוצע גדילת הגזע הנמוך ביותר.



בעונת 2018 טיפול "קבוע בינוני" בניגוד למצופה ובשונה מעונת 2017 בעל השתנות קוטר הגזע הגבוהה ביותר.



**איור מס' 9.** מהלך עונתי של השתנות קוטר הגזע בכל הטיפולים. כל נקודה מייצגת ממוצע של 48 גפנים לטיפול. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן (S.E.) של הממוצע. שלבי ההתפתחות של הגרגר מסומנים באותיות רומיות בכל עונת גידול. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.



**איור מס' 10.** מהלך עונתי של השתנות קוטר הגזע בכל הטיפולים. כל נקודה מייצגת ממוצע של 48 גפנים לטיפול. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן (S.E.) של הממוצע. שלבי ההתפתחות של הגרגר מסומנים באותיות רומיות בכל עונת גידול. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

### 3.5 משקל גזם ומספר הזמורות

בבחינת משקל הגזם, מספר הזמורות ומשקל זמורה בשנת 2017 לא נראו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים השונים, אך ניתן לראות שקיימת נטייה בטיפול ה"קבוע גבוה" לצימוח של יותר זמורות כאשר גם סך המשקל וגם משקל כל זמורה גבוה יותר. בשנת 2018 נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים כאשר טיפול "קבוע גבוה" בעל משקל הגזם לגפן הגבוה ביותר (1.56 ק"ג), יותר זמורות לגפן (35) ומשקל הזמורה הגבוה ביותר (44.7 גר'). טיפול "קבוע נמוך" וטיפול "נמוך לגבוה" בעלי הזמורות בעלות המשקל הנמוך ביותר, 33.2 ו 33.6 גר' בהתאמה.

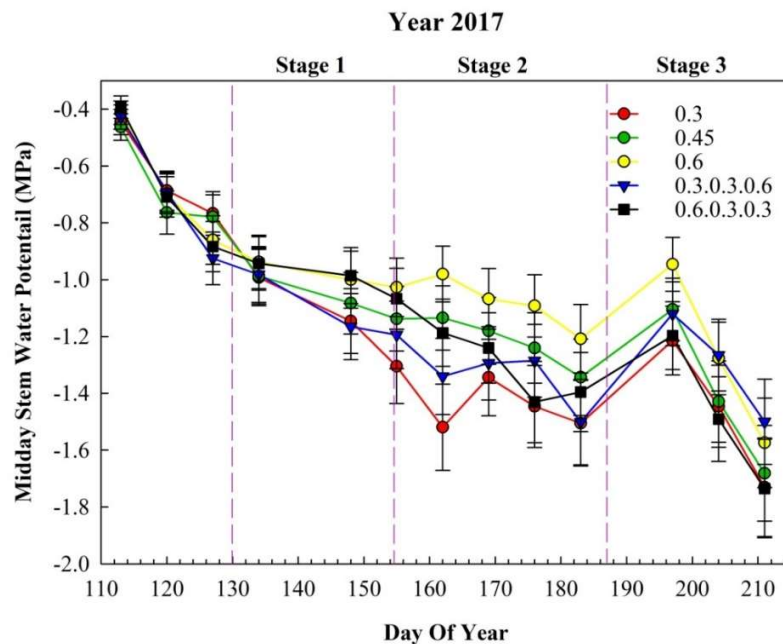
**טבלה מס' 6.** משקל גזם, מספר זמורות לגפן ומשקל זמורה בטיפול ההשקיה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 12 גפנים לחזרה, 48 גפנים לטיפול, 240 גפנים סך הכל. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017-2018.

2018			2017			מקדם השקיה
משקל (גר') זמורה	מספר זמורות לגפן	משקל גזם (ק"ג/גפן)	משקל (גר') זמורה	מספר זמורות לגפן	משקל גזם (ק"ג/גפן)	
33.2 B	30.7 B	0.99 B	23.8	30.9	0.73	<b>0.3</b>
39.9 AB	31.5 B	1.25 B	27.8	31.1	0.84	<b>0.45</b>
44.7 A	35.0 A	1.56 A	30.0	34.7	1.03	<b>0.6</b>
33.6 B	31.4 B	1.04 B	23.0	32.4	0.74	<b>0.3&gt;0.3&gt;0.6</b>
39.7 AB	30.2 B	1.19 B	25.9	32.7	0.83	<b>0.6&gt;0.3&gt;0.3</b>
0.029	0.002	0.0004	N.S.	N.S.	N.S.	<b>p value</b>

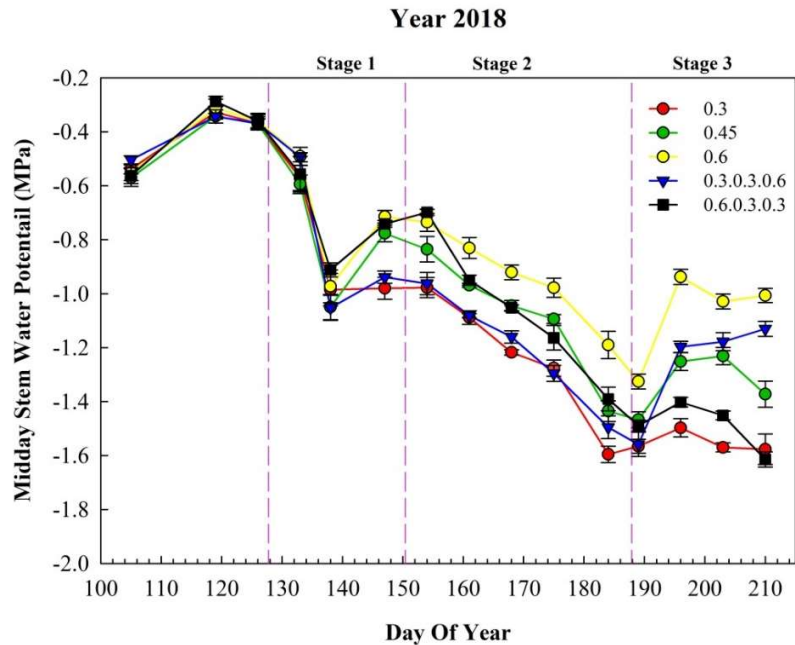
### 3.6 פוטנציאל מים בגזע בצהרי היום

**עונת 2017** התאפיינה במגמת ירידה בערכי פוטנציאל המים (יותר שלילי) מתחילתה ועד סופה פרט לעלייה חדה בתחילת שלב 3 שנגרמה ע"י תקלת השקיה נקודתית (איור מס' 11). בתחילת העונה לא נצפו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין ממוצעי ערכי פוטנציאל המים של הטיפולים השונים עד לסוף שלב 1 בו הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים נבדלים זה מזה (נספח מס' 8), ככל שמקדם ההשקיה גבוה יותר כך פוטנציאל המים גבוה יותר (פחות שלילי). בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הדינמיים ניתן לראות כי טיפול "גבוה לנמוך" מציג בשלב זה ממוצע ערכי פוטנציאל מים זהה לטיפול "קבוע גבוה", בעל ממוצע הערכים הכי גבוהים (הכי פחות שליליים) והטיפול "נמוך לגבוה" מציג ממוצע ערכי פוטנציאל מים זהה לטיפול "קבוע נמוך" בעל ממוצע הערכים הנמוכים ביותר (השליליים ביותר). בהמשך למגמת ירידת ממוצע ערכי פוטנציאל המים העונתית, בסוף שלב 2 בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים נשמרים ההבדלים בין הטיפולים. טיפול ההשקיה "גבוה לנמוך", לאחר שינוי מקדם ההשקיה, דומה לטיפול "קבוע בינוני" בממוצע ערכיו. טיפול "נמוך לגבוה" ממשיך להראות את ממוצע ערכי פוטנציאל המים הנמוכים ביותר בדומה לטיפול "קבוע נמוך". לאחר תקלת ההשקיה ביום 197 במהלכה כל הטיפולים קיבלו השקיה עודפת וערכי פוטנציאל המים השתפרו. לאחר מכן נראית המשך מגמת הירידה בפוטנציאל המים כאשר בשיא שפל הערכים, בסוף שלב 3, נראים שוב הבדלים בין הטיפולים. בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים נמשכת המגמה – ככל שמקדם ההשקיה גבוה יותר כך פוטנציאל המים גבוה יותר (פחות שלילי). טיפול "גבוה לנמוך" בעל הערכים הנמוכים ביותר וזהים לטיפולים "קבוע נמוך" ו"קבוע בינוני". הטיפול "נמוך לגבוה" מציג את ממוצע ערכי פוטנציאל המים הגבוהים ביותר.

**ב 2018** נמדדה מגמת ירידה בערכי פוטנציאל המים העונתית (איור מס' 12), בדומה לעונת 2017, פרט לשני אירועים חריגים, עלייה בפוטנציאל המים בסוף שלב 1 ובאמצע שלב 3. לאחר אירועים אלו, שוב ירידה בפוטנציאל המים. ברוב שלבי העונה פוטנציאל המים בגזע בכל הטיפולים היה משופר אל מול המועד המקביל דאשתקד. הטיפולים השונים לא נבדלו זה מזה בחינת ממוצע ערכי פוטנציאל המים בגזע עד לסוף שלב 1 בו מופיעים הבדלים סטטיסטיים בין הטיפולים הנשמרים עד סוף העונה (נספח מס' 9). בסוף שלב 1, בבחינת טיפולי ההשקיה בעלי המקדם הקבוע, ממוצע פוטנציאל המים של טיפול "קבוע גבוה" הוא הגבוה ביותר, ערכים דומים לטיפול "קבוע בינוני", ולבסוף טיפול "קבוע נמוך". בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הדינמיים, טיפול "גבוה לנמוך" מציג בשלב זה ממוצע ערכי פוטנציאל מים זהים לטיפול "קבוע גבוה" ולטיפול "נמוך לגבוה" ממוצע ערכים דומה לטיפול "קבוע נמוך", בעל ממוצע הערכים הנמוכים ביותר. בסוף שלב 2 ערכי פוטנציאל המים בגזע הנמוכים ביותר בעונה לכל הטיפולים כאשר המגמה בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים נשמרת. לטיפול "גבוה לנמוך" ממוצע ערכי פוטנציאל מים הדומה לערכי טיפול "קבוע בינוני". לטיפול "נמוך לגבוה" ממוצע ערכי פוטנציאל מים זהה לממוצע ערכי טיפול "קבוע נמוך". מאמצע שלב 3 פוטנציאל המים בגזע עולה בכל הטיפולים כאשר בסוף שלב 3 ושוב נשמרת המגמה בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה קבועים. לטיפול "גבוה לנמוך" ממוצע ערכי פוטנציאל המים דומה לממוצע טיפול "קבוע גבוה" ולטיפול "נמוך לגבוה" ממוצע ערכי פוטנציאל מים זהה לממוצע ערכי טיפול "קבוע בינוני".



**איור מס' 11.** מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום בטיפולים השונים. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן (S.E.) של הממוצע. כל נקודה היא ממוצע של 12 עלים. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.



**איור מס' 12.** מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום בטיפולים השונים. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן (S.E.) של הממוצע. כל נקודה היא ממוצע של 12 עלים. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

### 3.7 מדדי פיסולוגיה ומשק מים - מהלכים יומיים

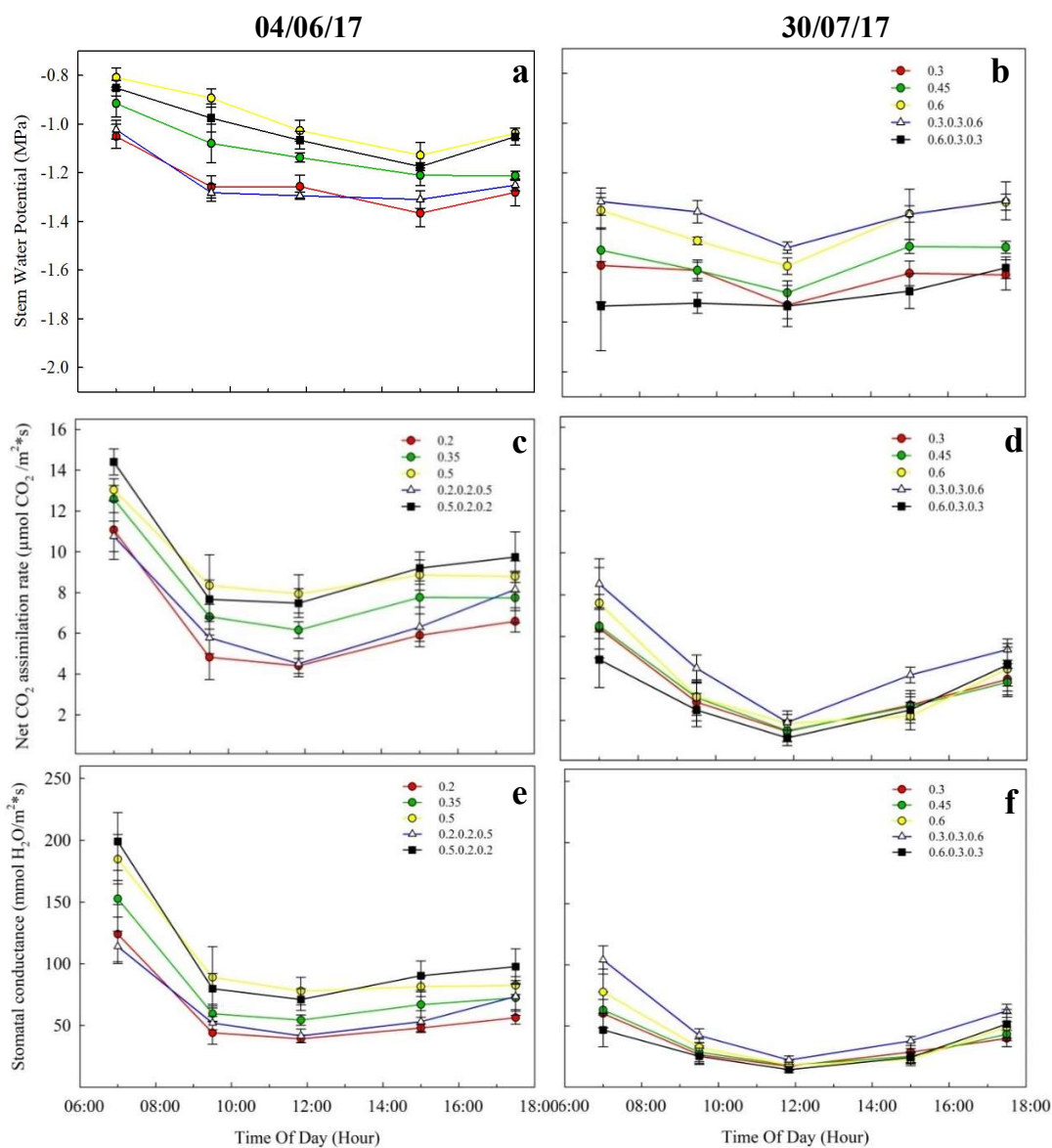
**בעונת 2017** נערכו מדידות של מהלכים פיסולוגיים יומיים בשני מועדים, בסוף שלב 1 (04/06/17) ובסוף שלב 3 (30/07/17). **בסוף שלב 1** (איור מס' 13 a,c,e) ניתן לראות מגמה דומה לכל הטיפולים כאשר מוליכות הפיוניות וקצב קיבוע הפחמן מתבצעים בעיקר בשעות הבוקר בזמן שפוטנציאל המים של הגפנים נמצא במצב משופר ולאחר מכן לאורך היום ישנה ירידה הדרגתית במדדים השונים עד לשעות הצהריים. לקראת סוף היום חל שיפור מסוים במדדים השונים, אולם הם לא חוזרים לערכים שנמדדו בשעות הבוקר. בבחינת **פוטנציאל המים**, הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים נבדלים זה מזה בכל שעות המדידה (נספח מס' 10), ככל שמקדם ההשקיה גבוה יותר כך פוטנציאל המים גבוה יותר (פחות שלילי). בבחינת הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הדינמיים, ממוצע ערכי טיפול "גבוה" לנמוך" נמוך יותר מטיפול "קבוע גבוה" ומעל טיפול "קבוע בינוני" וממוצע ערכי טיפול "נמוך לגבוה" דומים לממוצע ערכי טיפול "קבוע נמוך". בבחינת **קצב קיבוע הפחמן** נראים הבדלים מובהקים סטטיסטית ברוב שעות היום הדומים להבדלים בערכי פוטנציאל המים, כלומר ככל שמקדם ההשקיה גבוה יותר כך קצב קיבוע הפחמן גבוה יותר. בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הדינמיים ניתן לראות כי לטיפול "גבוה לנמוך", ממוצע ערכים הדומה לטיפול "קבוע גבוה" במדידת השעה 12:00. במדידת הבוקר ומדידת השעה 15:00 הוא בעל הערכים הגבוהים ביותר בקרב כל הטיפולים. טיפול "נמוך לגבוה" דומה לטיפול "קבוע נמוך" עד מדידת השעה 12:00 ואחריה יש שיפור בממוצע הערכים והוא דומה לטיפול "קבוע בינוני". בבחינת **מוליכות הפיוניות** המגמה חוזרת על עצמה, ישנם הבדלים

דומים בין הטיפולים כאשר בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים, הטיפול "קבוע גבוה" בעל מוליכות הפיוניות הגבוהה ביותר, אחריו הטיפול "קבוע בינוני" ולבסוף הטיפול "קבוע נמוך" בעל מוליכות הפיוניות הנמוכה ביותר. בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הדינמיים שוב ערכים דומים לטיפול "גבוה לנמוך" ולטיפול "קבוע גבוה" ברוב שעות היום, ונמדדת מוליכות הפיוניות הגבוהה ביותר בניסוי. טיפול "נמוך לגבוה" דומה לטיפול "קבוע נמוך" עד מדידת השעה 12:00 ואחריה יש שיפור בממוצע הערכים לעומתו.

**בסוף שלב 3** (איור מס' 13 b,d,f) ניתן לראות, כי בדומה לסוף שלב 1, **קצב קיבוע הפחמן ומוליכות הפיוניות** גבוהים בתחילת היום לכל הטיפולים ולאחר מכן יורדים לשפל בשעות הצהריים ניכרת מגמה של שיפור קל, אך לא נראו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים השונים בכל מועדי המדידה (נספח מס' 11), ערכי כל הטיפולים דומים ונמוכים, במיוחד במדידת צהרי היום. **פוטנציאל המים בגזע** מראה ערכי שיא (פחות שלילים) בתחילת היום ובסופו וערכי שפל בצהרי היום. נראים הבדלים סטטיסטים בכל מועדי המדידה פרט למדידת הבוקר המוקדמת. ערכי פוטנציאל המים בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים הם הגבוהים ביותר לטיפול "קבוע גבוה", עוקב הטיפול "קבוע בינוני" ולבסוף, עם הערכים הנמוכים ביותר, טיפול "קבוע נמוך", אשר במדידות הבוקר דומה לטיפול "קבוע בינוני". טיפול "גבוה לנמוך" בעל הערכים הנמוכים ביותר בניסוי בשעות הבוקר המוקדמות והמאוחרות, בשאר מועדי המדידה, דומה לטיפול "קבוע נמוך". הטיפול "נמוך לגבוה" בעל הערכים הגבוהים ביותר בניסוי בשעות הבוקר המאוחרות וצהרי היום, בשאר הזמן דומה לטיפול "קבוע גבוה".

בהשוואת המדדים הפיזיולוגיים בסוף שלב 1 ובסוף שלב 3 ניתן לראות ירידה בפעילות הפיזיולוגית בסוף העונה לעומת תחילת העונה לכל הטיפולים בניסוי. ברמת קצב קיבוע הפחמן ומוליכות הפיוניות בסוף העונה ההבדל בין הטיפולים, שנראה בתחילת העונה, מצטמצם, וכאמור, הערכים נמוכים לכלל הטיפולים.

Year 2017



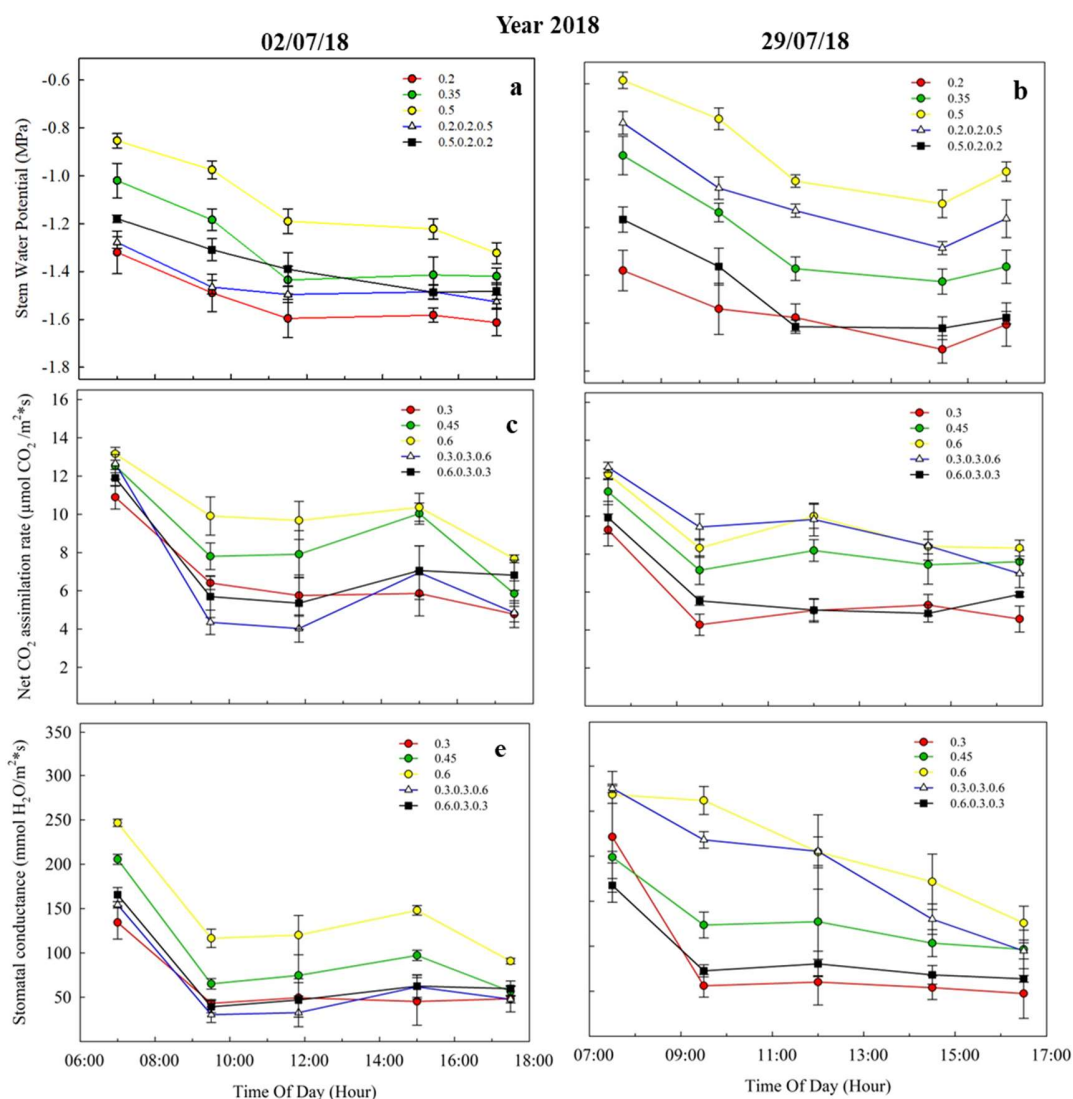
**איור מס' 13.** מהלכים יומיים של פוטנציאל המים בגזע (a,b), קצב קיבוע פחמן (c,d) ומוליכות פיוניות (e,f) אשר נמדדו בשני ימי מדידה בסוף שלב 1 ובסוף שלב 3. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן (S.E.) של ממוצע 4 החזרות, בכל חזרה נמדדו שלושה גפנים. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.

**בעונת 2018** נערכו מדידות של מהלכים יומיים בשני מועדים, בסוף שלב 2 (02/07/18) ובסוף שלב 3 (29/07/18). **בסוף שלב 2** (איור מס' 14 a,c,e), נמדדו ערכי קיבוע פחמן משופרים ומוליכות פיוניות גבוהה בשעות הבוקר, אחריה ירידה הדרגתית ושיפור קל בסוף היום, פרט לטיפול "קבוע נמוך" אשר לא מראה שיפור בסוף היום. פוטנציאל המים לא עוקב אחר תבנית זו ולאחר ערכים נמוכים יותר (פחות שליליים) בתחילת היום נראית וירידה הדרגתית (ערכים יותר שליליים) עד לסוף היום, בכל הפרמטרים נראו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בכל שעות המדידה, פרט למדידות סוף היום לקצב קיבוע הפחמן ומוליכות פיוניות (נספח מס' 12). בבחינת **פוטנציאל המים** ישנם הבדלים מובהקים בין הטיפולים בכל שעות המדידה כאשר בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים לטיפול "קבוע גבוה" הערכים הגבוהים ביותר, טיפול "קבוע בינוני" מציג ערכי ביניים וטיפול "קבוע נמוך" בעל ממוצע הערכים הנמוך ביותר בניסוי. בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הדינמיים ניתן להבחין כי לטיפול "נמוך לגבוה" ממוצע ערכי פוטנציאל מים גבוהים מטיפול "קבוע נמוך", נמוכים מטיפול "קבוע גבוה" ודומים לטיפול "גבוה לנמוך". באשר ל**קצב קיבוע הפחמן** ניתן לראות כמעט בכל שעות היום בקרב הטיפולים בעלי המקדמים הקבועים ממוצע ערכים הגבוה ביותר לטיפול "קבוע גבוה", אחריו "קבוע בינוני" ולבסוף "קבוע נמוך". בקרב הטיפולים בעלי המקדמים הדינמיים, טיפול "גבוה לנמוך" בדידות השעה 9:00 ו 12:00 דומה בערכיו לטיפול "קבוע נמוך", בשעה 15:00 חל שיפור בערכיו והוא מתקרב לטיפול "נמוך לגבוה". טיפול "נמוך לגבוה" מציג את ערכי קצב קיבוע הפחמן הנמוכים ביותר בניסוי בשעות 9:00 ו 12:00 ולאחר מכן משתפר. ממוצע **מוליכות הפיוניות** בקרב הטיפולים בעלי המקדמים הקבועים הוא הגבוה ביותר לטיפול "קבוע גבוה", בעל ערכי ביניים לטיפול "קבוע בינוני" ובעל ממוצע הערכים הנמוך ביותר לטיפול "קבוע נמוך". בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הדינמיים, לטיפול "גבוה נמוך" ממוצע הערכים הדומה לטיפול "קבוע נמוך" ו"נמוך לגבוה", במדידת השעה 15:00 הוא משופר לעומת הטיפול "קבוע נמוך".

**בסוף שלב 3** (איור מס' 14 b,d,f), המגמה הכללית לכל הטיפולים שונה בין הפרמטרים הנמדדים. בערכי פוטנציאל המים נמדדה ירידת ערכים הדרגתית מהבוקר עד שעות אחר הצהריים ולאחר מכן שיפור קל. קצבי קיבוע הפחמן המשופרים ביותר נמדדו בתחילת היום, עד לאמצע היום חלה ירידה במדד זה ואחרי הצהריים נמדד שיפור אם כי לרמה נמוכה מזו שנמדד בראשית הבוקר. מוליכות הפיוניות ירדה בצורה הדרגתית לאורך כל היום, כשבתחילת היום הערכים הגבוהים ביותר. ישנם הבדלים משמעותיים ומובהקים סטטיסטית בקרב כל הפרמטרים בכל שעות המדידה, פרט למוליכות פיוניות במדידת הבוקר (נספח מס' 13). בבחינת **פוטנציאל המים** בקרב הטיפולים בעלי המקדמים הקבועים, כבעבר, פוטנציאל המים הגבוה ביותר לטיפול "קבוע גבוה", אחריו "קבוע בינוני ולבסוף "קבוע נמוך. בקרב הטיפולים בעלי המקדמים הדינמיים, טיפול "גבוה לנמוך" דומה בממוצע ערכיו לטיפול "קבוע נמוך" רוב היום, או נמוך ממנו. טיפול "נמוך לגבוה" בעל ממוצע פוטנציאל מים גבוה מטיפול "קבוע בינוני" ונמוך מטיפול "קבוע גבוה". **קצב קיבוע הפחמן** בקרב הטיפולים בעלי המקדמים הקבועים, גם הוא, הגבוה ביותר לטיפול "קבוע גבוה", בעל ערכי ביניים לטיפול "קבוע בינוני" והנמוך ביותר לטיפול "קבוע נמוך". בקרב הטיפולים בעלי מקדמי השקיה דינמיים, טיפול "גבוה לנמוך" בעל ממוצע ערכים מעט גבוה מטיפול "קבוע נמוך" בשעות הבוקר, בשעות הצהריים הקצב יורד ודמה לטיפול "קבוע נמוך" ובסוף היום שוב מעט משופר. טיפול "נמוך לגבוה" בעל קצב



הקיבוע הגבוה בניסוי במדידת הבוקר, לאחר מכן הקצב יורד ודמה לטיפול "קבוע גבוה" ובסוף היום ירידה נוספת והקצב נמוך מהטיפול "קבוע גבוה". בבחינת ערכי מוליכות הפיוניות, נראה כי בקרב הטיפולים בעלי המקדמים הקבועים, ממוצע המוליכות הגבוה ביותר נמדד בטיפול "קבוע גבוה", אחריו "קבוע בינוני" ולבסוף "קבוע נמוך" בעל הערכים הנמוכים ביותר בניסוי. בקרב הטיפולים בעלי המקדמים הדינמיים, טיפול "גבוה לנמוך" משופר ביחס לטיפול "קבוע נמוך" בכל שעות היום פרט למדידות הבוקר. טיפול "נמוך לגבוה" בעל ממוצע מוליכות פיוניות מעט נמוך או דומה לטיפול "קבוע גבוה".



**איור מס' 14.** מהלכים יומיים של פוטנציאל המים בגזע (a,b), קצב קיבוע פחמן (c,d) ומוליכות פיוניות (e,f) אשר נמדדו בשני ימי מדידה בסוף שלב 2 ובסוף שלב 3. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן (S.E.) של ממוצע 4 החזרות, בכל חזרה נמדדו שלושה גפנים. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

### 3.8 יחסים בין מדדים פיזיולוגיים שנמדדו בצהרי היום

בכדי לבחון את הקשרים בין המדדים הפיזיולוגיים העיקרים נבחנה הרגרסיה הלינארית בין המדדים לכל טיפול בצהרי היום בעונת 2017 ובעונת 2018 (איור מס' 15). בנוסף מוצגים מקדם ההסבר ( $R^2$ ) ומובהקות הרגרסיה הלינארית ( $p$ ) (טבלה מס' 7).

**בעונת 2017** נמצא קשר לינארי בינוני בין פוטנציאל המים בגזע ומוליכות הפיוניות, לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים במבחן הסטטיסטי (אנליזת one way ANCOVA) שבחן את השונות בין הקשרים הלינאריים עבור כל טיפול (נספח מס' 14), אך ניתן לראות כי בערכי פוטנציאל מים גבוהים שונות ערכי מוליכות הפיוניות גבוהה יותר לעומת השונות בערכי פוטנציאל מים גבוהים. בנוסף, לטיפול "נמוך לגבוה" קשר חלש יותר לעומת שאר הטיפולים ( $R^2 = 0.39$ ) ככל הנראה עקב שיפור בפוטנציאל המים שלא היה קורלטיבי לביצועים מוליכות פיוניות נמוכים. בין פוטנציאל המים בגזע וקצב קיבוע הפחמן נמצא קשר בינוני, לא היה שונות מובהקת בין הטיפולים, אך לטיפול "גבוה לנמוך" קשר חזק יותר ( $R^2 = 0.72$ ), ולטיפול "נמוך לגבוה" קשר חלש יותר ( $R^2 = 0.38$ ). קשר לינארי חזק מאוד התגלה בין מוליכות הפיוניות לקצב קיבוע הפחמן בין כל הטיפולים ללא שונות סטטיסטית ביניהם. קשר זה, לטיפולים "קבוע בינוני", "נמוך לגבוה" ו"גבוה לנמוך", במגמה שלילית, כלומר, בניגוד למצופה ובניגוד למגמה בעונת 2018, ככל שקצב קיבוע הפחמן עולה מוליכות הפיוניות יורדת.

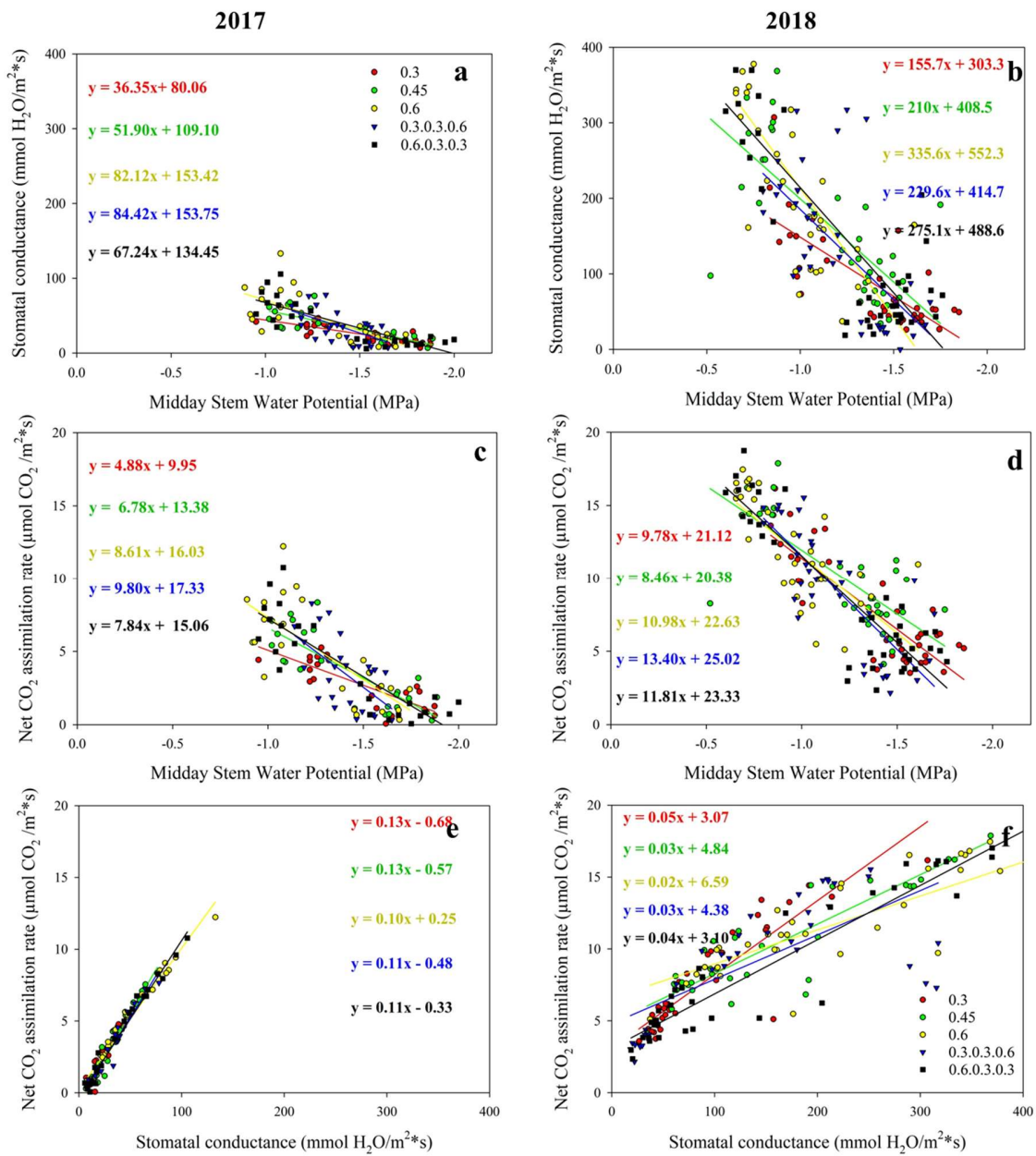
**בעונת 2018**, בין פוטנציאל המים בגזע ומוליכות הפיוניות נראה קשר לינארי בינוני, כאשר לא קיימת שונות סטטיסטית בין הטיפולים (נספח מס' 15) אך שוב, בערכי פוטנציאל מים נמוכים (פחות שלילים) שונות ערכי מוליכות הפיוניות גבוהה יותר. מגמה שחוזרת על עצמה היא קשר חלש בין המדדים שהתקבל לטיפול "נמוך לגבוה" ביחס לשאר הטיפולים ( $R^2 = 0.38$ ). בין פוטנציאל המים בגזע לקצב קיבוע הפחמן נצפה קשר לינארי בינוני, לטיפול "נמוך לגבוה" קשר חזק יותר לעומת שאר הטיפולים ללא הבדלים מובהקים סטטיסטית ( $R^2 = 0.79$ ). בבחינת הקשר בין מוליכות הפיוניות לקצב קיבוע הפחמן, נראה קשר לינארי חזק לטיפול "גבוה לנמוך" ( $R^2 = 0.90$ ) וקשר לינארי בינוני לטיפול "נמוך לגבוה" ( $R^2 = 0.52$ ).

במבחן שונות בין הקשרים הלינאריים בין הטיפולים בעונת 2018 נמצא כי הקשר בין מוליכות פיוניות לקצב קיבוע פחמן הוא החזק ביותר לטיפול "קבוע נמוך" והחלש ביותר לטיפול "גבוה לנמוך" (נספח מס' 12).

במבחן שונות בין הקשרים הלינאריים בין עונת 2018 לעונת 2017 (אנליזת two way ANCOVA), ניתן לראות כי כל הפרמטרים הנמדדים שונים באופן מובהק סטטיסטית בין השנים (נספח מס' 16), כאשר בקשר הלינארי בין מוליכות הפיוניות לקצב קיבוע הפחמן בנוסף לשונות בין עונת 2017 ל 2018 ניתן לראות גם שונות בין טיפולים בשנים שונות, ערכי קצב קיבוע כתלות במוליכות הפיוניות הם הגבוהים ביותר לטיפול "גבוה לנמוך" בעונת 2018 והנמוכים ביותר נמדדו לטיפולים "קבוע נמוך" ונמוך לגבוה" בעונת 2017.

**טבלה מס' 7.** מקדם ההסבר ( $R^2$ ) ומובהקות הרגרסיה הלינארית ( $p$ ) בין המדדים הפיזיולוגיים שנמדדו בצהריי היום, לפני ההשקיה: פוטנציאל המים, קצב קיבוע הפחמן ומוליכות הפיוניות לאדי מים. (n = 24 בעונת 2017, n = 36 בעונת 2018), כרם מירב, 2017-2018.

מוליכות פיוניות / קצב קיבוע פחמן		פוטנציאל מים / קצב קיבוע פחמן		פוטנציאל מים / מוליכות פיוניות		
2018	2017	2018	2017	2018	2017	
$R^2 = 0.81$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.91$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.71$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.64$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.59$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.65$ $p < 0.0001$	<b>0.3</b>
$R^2 = 0.82$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.95$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.55$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.66$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.49$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.60$ $p < 0.0001$	<b>0.45</b>
$R^2 = 0.60$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.98$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.54$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.56$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.47$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.50$ $p < 0.0001$	<b>0.60</b>
$R^2 = 0.52$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.96$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.62$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.38$ $p = 0012$	$R^2 = 0.38$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.39$ $p < 0.0001$	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
$R^2 = 0.90$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.98$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.79$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.72$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.68$ $p < 0.0001$	$R^2 = 0.65$ $p < 0.0001$	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>

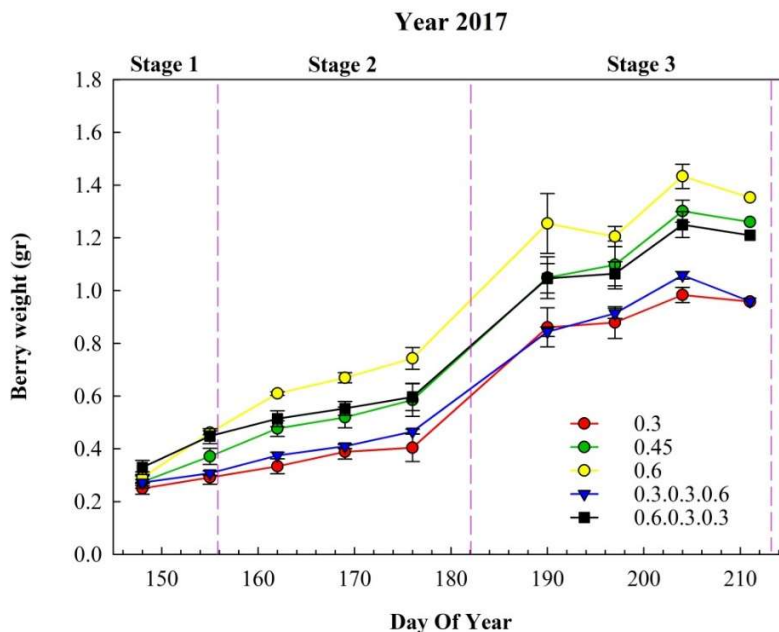


**איור מס' 15.** עקום רגרסיה לינארית בין פוטנציאל המים בגזע ומוליכות הפיוניות בצהרי היום עונת 2017 (a) עונת 2018 (b), בין פוטנציאל המים בגזע וקצב קיבוע פחמן בעונת 2017 (c) ובעונת 2018 (d), ומוליכות פיוניות וקצב קיבוע פחמן בעונת 2017 (e) ובעונת 2018 (f). כל נקודה היא ממוצע של 3 עלים בשלושה גפני מדידה, 24 נקודות לכל טיפול בעונת 2017 (משני ימי מדידה), 36 נקודות לכל טיפול בעונת 2018 (משלושה ימי מדידה). כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018-2017.

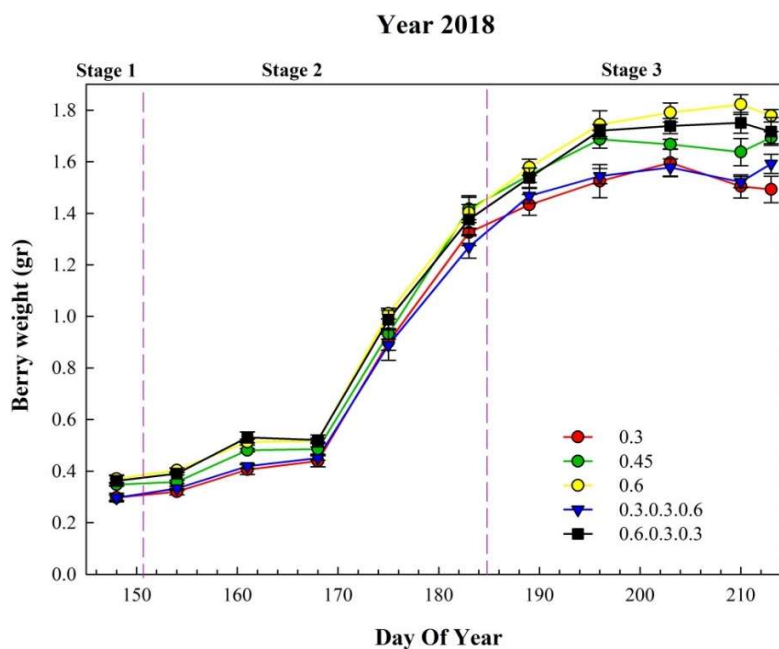
### 3.9 מעקב עונתי משקל גרגר

**בעונת 2017** התפתחות הגרגר לאורך העונה דומה בכל הטיפולים כאשר תבנית ההתפתחות דומה לתבנית סיגמואידית כפולה (איור מס' 16). בשלב 1 ועד סוף שלב 2 יש עלייה הדרגתית במשקל הגרגרים, מסוף שלב 2 נמדדה עלייה מהירה במשקל הגרגר עד אמצע שלב 3. החל מסוף שלב 1 נראים הבדלים מובהקים בין כל הטיפולים, ומובהקות זו נשמרה עד סוף העונה. בסוף שלב 1 ממוצע משקל הגרגר בטיפול "קבוע גבוה" הוא הגבוה ביותר, אחריו ממוצע טיפול "קבוע בינוני" ולבסוף ממוצע טיפול "קבוע נמוך". משקל הגרגר בטיפול "גבוה לנמוך" בממוצע דומה למשקל גרגר בטיפול "קבוע גבוה". משקל הגרגר הממוצע בטיפול "נמוך לגבוה" גבוה ממשקל הגרגר בטיפול "קבוע נמוך" ונמוך ממשקל הגרגר בטיפול "קבוע בינוני". בסוף שלב 3, ערב הבציר, הפער בין הטיפולים נסגר במידה אך המגמה בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים נמשכת. בטיפול "גבוה לנמוך" משקל הגרגר דומה למשקל הממוצע שהתקבל בטיפול "קבוע בינוני". ממוצע משקל הגרגר בטיפול "נמוך לגבוה" זהה לממוצע משקל הטיפול "קבוע נמוך".

**בעונת 2018** תבנית התפתחות הגרגר דומה לתבנית שנראתה בעונה הקודמת ותוארה באיור מס' 17, גם בעונת 2018 נראו הבדלים בין הטיפולים, כמעט בכל מועדי המדידה. בסוף שלב 1 בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים ממוצע משקל הגרגר גבוה יותר ככל שמקדם ההשקיה גבוה יותר. ממוצע טיפול "גבוה לנמוך" דומה לממוצע טיפול "קבוע גבוה". וטיפול "נמוך לגבוה" זהה בממוצע משקל הגרגר לטיפול "קבוע נמוך". בבחינת משקל הגרגר ערב הבציר (סוף שלב 3) שוב אותה מגמה בקרב הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הקבועים. בטיפול "גבוה לנמוך" ממוצע דומה לממוצע המשקל בטיפול "קבוע בינוני". טיפול "נמוך לגבוה" גם הוא דומה לטיפול "קבוע בינוני". באופן כללי ניתן לציין כי ערב בציר 2018 משקלי הגרגר שנמדדו היו גדולים משמעותית בכל הטיפולים בהשוואה למשקל באותו מועד בבציר 2017.



**איור מס' 16.** מהלכים עונתיים של משקל הגרגר בטיפולים השונים. כל נקודה מייצגת את משקלם של 50-100 גרגרים שנדגמו באופן אקראי מכל חזרה. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן (S.E.) של ארבע החזרות של כל טיפול. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.



**איור מס' 17.** מהלכים עונתיים של משקל הגרגר בטיפולים השונים. כל נקודה מייצגת את משקלם של 50-100 גרגרים שנדגמו באופן אקראי מכל חזרה. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן (S.E.) של ארבע החזרות של כל טיפול. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

**בעונת 2017**, העונה הראשונה לניסוי, בבחינת היבול לא התקבלו הבדלים מובהקים בין הטיפולים (טבלה מס' 8). יחד עם זאת, היבול הגבוה ביותר נמדד בטיפול "קבוע בינוני" שעמד על 1.49 טון/דונם, בעוד שהיבול הנמוך ביותר נמדד לטיפול "קבוע נמוך" ועמד על 1.13 טון/דונם. בשאר הטיפולים היבול עמד על ממוצע של 1.37 טון/דונם לטיפול. בבחינת מספר האשכולות לגפן לא ניכרו הבדלים מובהקים בין טיפולי ההשקיה, והוא בקירוב 51 אשכולות לגפן. משקל הגרגר ביום הבציר שונה באופן מובהק בין הטיפולים כאשר ממוצע משקל הגרגר בטיפול "קבוע גבוה" "קבוע בינוני" הוא הגבוה ביותר בטיפול "קבוע נמוך" ממוצע משקל הגרגר הוא הנמוך ביותר. טיפול "גבוה לנמוך" דומה לטיפולים "קבוע גבוה" ו"קבוע בינוני" ולבסוף טיפול "נמוך לגבוה" ובו משקל הגרגר הממוצע זהה לממוצע טיפול "קבוע נמוך".

בבחינת משקל האשכול ניתן לציין כי ממוצע טיפול "קבוע בינוני" הוא הגבוה מבין טיפולי הניסוי, מאידך לטיפול "קבוע נמוך" ממוצע משקל האשכול הנמוך בניסוי. בטיפול "קבוע גבוה", "גבוה לנמוך" ו"נמוך לגבוה" ערכים דומים, מספר הגרגרים לאשכול שונה באופן מובהק בין כל הטיפולים, כאשר בטיפול "קבוע גבוה" התקבלו הערכים הנמוכים ביותר לניסוי, טיפול "קבוע בינוני" עוקב ובטיפול "קבוע נמוך" ממוצע הגרגרים לאשכול הגבוה ביותר. בטיפול "גבוה לנמוך" ממוצע מספר הגרגרים לאשכול גבוה מטיפול "קבוע גבוה" ונמוך מטיפול "קבוע בינוני". לבסוף טיפול "נמוך לגבוה" ובו ממוצע מספר הגרגרים הגבוה לניסוי.

**בעונת 2018**, באופן כללי ניתן לציין כי ככל שמקדם ההשקיה גבוה יותר כך ממוצע ערכי מרכיבי היבול גדלים באופן מובהק פרט למספר הגרגרים לאשכול (טבלה מס' 9). ערכי היבול בכל הקטגוריות לטיפולים בעלי המקדמים הדינמיים דומות לערכי טיפול "קבוע בינוני", פרט למספר גרגרים לאשכול שאינם נבדלים סטטיסטית בין כל הטיפולים בעונת הגידול 2018. נצפים הבדלים מובהקים בין הטיפולים בגובה היבולים כאשר בטיפול "קבוע גבוה" התקבל היבול הגבוה בניסוי, שעמד על 1.83 טון/דונם. יבול "בינוני" התקבל בטיפול "קבוע בינוני" ולו ממוצע היבול עמד על 1.48 טון/דונם ובטיפול "קבוע נמוך" ממוצע היבול עמד על 1.21 טון/דונם והוא הנמוך בניסוי. ממוצע היבול לטיפול "גבוה לנמוך" וטיפול "נמוך לגבוה" זהה ועמד על 1.53 טון/דונם בקירוב, היבול לטיפולים אלו דומה לממוצע היבול לטיפול "קבוע בינוני". בבחינת מספר האשכולות לגפן טיפול "קבוע גבוה" בעל ממוצע מספר האשכולות לגפן הגבוה ביותר בניסוי, טיפול "קבוע בינוני" ברמת בינים, ולטיפול "קבוע נמוך" מספר האשכולות הנמוך. הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הדינמיים, טיפול "גבוה לנמוך" וטיפול "נמוך לגבוה" דומים בממוצע האשכולות לגפן לממוצע האשכולות לטיפול "קבוע בינוני". גם בבחינת משקל הגרגר מדרג הבדלים בין הטיפולים דומה. ממוצע משקל האשכול בין הטיפולים גם הוא הגבוה ביותר לטיפול "קבוע גבוה", טיפול "קבוע בינוני" ברמת בינים, והמשקל הנמוך ביותר בממוצע לטיפול "קבוע נמוך". טיפולים "גבוה לנמוך" ו"נמוך לגבוה" גם הם ברמת בינים, בדומה לטיפול "קבוע בינוני". בבחינת מספר הגרגרים לאשכול לא נראו הבדלים מובהקים בין הטיפולים כשממוצע מספר הגרגרים לאשכול עומד על 80.3 גרגרים בקירוב לכל הטיפולים.

**טבלה מס' 8.** היבול ומרכיביו בטיפול ההשקיה השונים. המידע בטבלה מייצג מדידות שנערכו עבור 48 גפנים לטיפול, 240 גפנים סה"כ. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.

מספר גרגרים לאשכול	משקל (גר') אשכול (גר')	משקל גרגר (גר')	מספר אשכולות לגפן	יבול (טון/דונם)	מקדם השקיה
111.9 B	108.2 B	0.96 B	48.66	1.31	<b>0.3</b>
106.6 BC	134.8 A	1.26 A	50.88	1.49	<b>0.45</b>
89.3 D	119.9 AB	1.35 A	52.57	1.39	<b>0.60</b>
128.6 A	123.4 AB	0.96 B	50.85	1.37	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
97.4 CD	118.1 AB	1.21 A	51.71	1.34	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
0.0001	0.052	0.0001	N.S	N.S	<i>p value</i>

**טבלה מס' 9.** היבול ומרכיביו בטיפול ההשקיה השונים. המידע בטבלה מייצג מדידות שנערכו עבור 48 גפנים לטיפול, 240 גפנים בסה"כ. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

מספר גרגרים לאשכול	משקל (גר') אשכול (גר')	משקל גרגר (גר')	מספר אשכולות לגפן	יבול (טון/דונם)	מקדם השקיה
80.9	119.85 B	1.49 B	46.2 B	1.21 C	<b>0.3</b>
79.3	134.3 AB	1.69 AB	49.9 AB	1.48 B	<b>0.45</b>
80.6	143.4 A	1.78 A	58.4 A	1.83 A	<b>0.60</b>
82.0	130.4 AB	1.59 AB	53.5 AB	1.53 B	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
79.0	135.1 AB	1.72 AB	52.1 AB	1.54 B	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
N.S	0.055	0.032	0.054	0.0001	<i>p value</i>



### 3.2 מתאמים בין מרכיבי היבול

במבחן מטריצת הקורלציות שנערך בין מרכיבי היבול של כלל טיפולי ההשקיה **בעונת 2017** (טבלה מס' 10) נמצא כי בין מספר האשכולות לגובה היבול קיים קשר חיובי ( $r = 0.46$ ), כי בין גובה היבול למשקל האשכול נמצא קשר חיובי בינוני ( $r = 0.48$ ), כמו כן בין מספר הגרגרים לאשכול ומשקל האשכול נמצא קשר חיובי ( $r = 0.53$ ). קשרים שליליים נמצאו בין מספר האשכולות למשקל האשכול ( $r = -0.54$ ) ובין מספר האשכולות למספר הגרגרים לאשכול ( $r = -0.47$ ), ולבסוף, בין מספר הגרגרים לאשכול ומשקל הגרגר ( $r = -0.59$ ).

בקורלציות שהתקבלו מנתוני מרכיבי היבול **בעונת 2018** (טבלה מס' 11), נמצא קשר חיובי חזק בין גובה היבול למספר האשכולות ( $r = 0.87$ ), גם בין גובה היבול למשקל האשכול ( $r = 0.63$ ), קשר דומה נמצא גם בין מספר הגרגרים לאשכול ומשקל הסופי של האשכול ( $r = 0.54$ ). בשנת המחקר השנייה חזר על עצמו הקשר השלילי בין מספר הגרגרים לאשכול ומשקל הגרגר ( $r = -0.49$ ).

על מנת לבחון האם קיימים הבדלים סטטיסטיים מובהקים בין מקדמי המתאם שהתקבלו ב 2017 אל מול 2018 בוצע מבחן פישר ( $z$ ), במבחן זה ערכים חיוביים הגבוהים מערך של 1.96 מצביעים כי ערכי הקורלציה ב 2018 גבוהים מאלה של 2017 (טבלה מס' 12). בהשוואת המתאמים בין עונות הגידול השונות ניתן לראות כי המתאם בין גובה היבול למספר האשכולות גבוה בשנת 2018 ביחס לשנת 2017. בבחינת המתאם בין מספר האשכולות למשקל האשכול ישנה מגמה דומה. בשאר השוואות המתאמים התקבלו ברוב המקרים קשר חיובי (כלומר שהמתאם של 2018 גבוהים משל 2017) ובמקרה בודד קשר שלילי (המתאם ב 2017 גבוה מזה שהתקבל ב 2018) אולם כל הני"ל התקבלו ללא מובהקות סטטיסטית.

**טבלה מס' 10.** מטריצת קורלציות לתיאור הקשרים בין מרכיבי היבול, בכל תא מוצג ערך מתאם פירסון ( $r$ ), וערך  $p$ . כרם מירב, 2017

מס' גרגרים לאשכול	משקל גרגר	משקל אשכול	מס' אשכולות	יבול	
					יבול
				$r = 0.46$ $p = 0.041$	מס' אשכולות
			$r = -0.54$ $p = 0.014$	$r = 0.48$ $p = 0.030$	משקל אשכול
		$r = 0.35$ N.S	$r = 0.04$ N.S	$r = 0.41$ N.S	משקל גרגר
	$r = -0.59$ $p = 0.006$	$r = 0.53$ $p = 0.017$	$r = -0.47$ $p = 0.038$	$r = 0.06$ N.S	מס' גרגרים לאשכול

טבלה מס' 11. מטריצת קורלציות לתיאור הקשרים בין מרכיבי היבול, בכל תא מוצג ערך מתאם פירסון (r), וערך p. כרם מירב, 2018

מס' גרגרים לאשכול	משקל גרגר	משקל אשכול	מס' אשכולות	יבול	
					יבול
				$r = 0.87$ $p = <.0001$	מס' אשכולות
			$r = 0.17$ N.S	$r = 0.63$ $p = 0.0029$	משקל אשכול
		$r = 0.43$ N.S	$r = 0.11$ N.S	$r = 0.31$ N.S	משקל גרגר
	$r = -0.49$ $p = 0.0286$	$r = 0.54$ $p = 0.0131$	$r = -0.04$ N.S	$r = 0.22$ N.S	מס' גרגרים לאשכול

טבלה מס' 12. השוואה בין שני מקדמי מתאם בלתי תלויים ( Comparison of 2 independent non overlapping correlation ) של מרכיבי היבול בין עונת 2017 ועונת 2018. ניתוח סטטיסטי בעזרת מבחן פישר, מוצגים תוצאות המבחן (z) ומובהקות ההשוואה בין המתאמים (p), כרם סובניון בלאן, מירב, 2017-2018.

מס' גרגרים לאשכול	משקל גרגר	משקל אשכול	מס' אשכולות	יבול	
					יבול
				$z = 2.43$ $p = 0.01$	מס' אשכולות
			$z = 2.26$ $p = 0.02$	$z = 0.64$ N.S	משקל אשכול
		$z = 0.27$ N.S	$z = 0.20$ N.S	$z = -0.33$ N.S	משקל גרגר
	$z = 0.41$ N.S	$z = 0.04$ N.S	$z = 1.3$ N.S	$z = 0.48$ N.S	מס' גרגרים לאשכול

### 3.3 איכות התירוש

**בעונת 2017**, בבחינת מדדי איכות התירוש נראים הבדלים מובהקים בין הטיפולים ברמת הסוכר וברמת ה TA (טבלה מס' 13). לטיפול "גבוה לנמוך" רמת סוכר נמוכה יותר אל מול שאר הטיפולים שעמדה על  $21.2^{\circ}\text{Brix}$  בזמן הבציר. שאר הטיפולים לא נבדלו מבחינה סטטיסטית אחד מהשני, כאשר רמת הסוכר ביום הבציר עמדה על  $22.6^{\circ}\text{Brix}$  בקירוב. בבחינת רמת ה pH לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים כאשר ממוצע הטיפולים עמד על 3.37 בקירוב. בבחינת רמת ה TA הטיפול בעל רמת ה TA הגבוהה ביותר ביום הבציר הוא טיפול "קבוע בינוני", ממוצע ערכיו עמד על  $4.14\text{ g/l}$  ולעומתו הטיפול בעל רמת ה TA הנמוכה ביותר הוא "נמוך לגבוה" והיא  $3.54\text{ g/l}$ . לטיפול זה גם רמת הסוכר הגבוהה ביותר. ערכי ה TA בעונת 2017 נמוכים באופן יחסי.

**בעונת 2018**, נראים הבדלים בכל מדדי איכות התירוש (טבלה מס' 14). ברמת הסוכר טיפול "גבוה לנמוך" גם בעונה זו בעל ממוצע הערכים הנמוך ביותר ועומד על  $23.4^{\circ}\text{Brix}$ , שאר הטיפולים דומים כאשר רמת הסוכר עומדת על  $24.3^{\circ}\text{Brix}$  בקירוב. ראוי לציין כי רמת הסוכר בשנת 2018 הייתה גבוהה מרמת הסוכר ב 2017, זו עקב הבשלה פתאומית ומהירה בצורה חריגה לקראת הבציר. ברמת ה pH בעונת 2018 נראו הבדלים בין הטיפולים כאשר לטיפול "קבוע נמוך" רמת ה pH הגבוהה ביותר (3.40) ולטיפול "נמוך לגבוה" הנמוכה ביותר (3.27). שאר הטיפולים זהים בממוצע הערכים עומדים על pH 3.37. ערכי ה pH דומים בין העונות השונות. ברמת ה TA ממוצע הערכים הגבוה ביותר לטיפול "נמוך לגבוה" ( $5.77\text{ g/l}$ ). לעומת זאת, רמת ה TA הנמוכה ביותר לטיפול "קבוע נמוך" ( $4.85\text{ g/l}$ ). בעונת 2018 ערכי ה TA גבוהים יותר מאשר בעונת 2017.

**טבלה מס' 13.** מדדי איכות התירוש בטיפול ההשקיה השונים. המידע בטבלה מייצג את מדדי התירוש שנמדדו ביקב לאחר קבלת הענבים. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.

TA(g/l)	pH	TSS (°Brix)	מקדם השקיה
3.75 AB	3.37 A	22.6 A	<b>0.3</b>
4.14 A	3.35 A	22.4 A	<b>0.45</b>
3.81 AB	3.40 A	22.5 A	<b>0.60</b>
3.54 B	3.36 A	23.0 A	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
3.63 AB	3.35 A	21.2 B	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
0.056	N.S	0.003	<i>p value</i>

**טבלה מס' 14.** מדדי איכות התירוש בטיפול ההשקיה השונים. המידע בטבלה מייצג את מדדי התירוש שנמדדו ביקב לאחר קבלת הענבים. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

TA(g/l)	pH	TSS (°Brix)	מקדם השקיה
4.85 B	3.40 A	24.75 AB	<b>0.3</b>
5.21 AB	3.37 AB	24.20 A	<b>0.45</b>
5.41 AB	3.37 AB	24.37 A	<b>0.60</b>
5.77 A	3.27 B	24.22 A	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
5.06 AB	3.37 AB	23.4 B	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
0.025	0.032	0.014	<i>p value</i>

### 3.4 איכות היין

**בעונת 2017**, בבחינת מדדי איכות היין בטעימה לא נראו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים בציון הכללי של היין, כלומר בסך הניקוד לכל מדדי האיכות בטעימה (טבלה מס' 15). הציון הממוצע שהתקבל מדירוג כל הטיפולים עמד על ציון של 85 נקודות בקירוב. בקרב מדדי האיכות בטעימה נראו הבדלים מובהקים רק בבחינת גוון הצבע, טיפול "גבוה לנמוך" כמו גם טיפולים "קבוע נמוך" ו "קבוע בינוני" בעלי הניקוד הגבוה ביותר בקטגוריה, כאשר הטיפול "נמוך לגבוה" דורג בניקוד הנמוך ביותר בקטגוריה.

**בעונת 2018**, נראים הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים השונים בציון הכללי (טבלה מס' 16). לטיפול "קבוע נמוך" ניקוד ביניים העומד על 84.2 נקודות, לטיפול "קבוע בינוני" ולטיפול "קבוע גבוה" הניקוד הנמוך בניסוי העומד על 83.7 ו 83.8 בהתאמה. לטיפול "גבוה לנמוך" הניקוד הגבוה ביותר מבין כל הטיפולים העומד על 86.3 נקודות ולבסוף טיפול "נמוך לגבוה" לו ניקוד ביניים העומד על 84.6 נקודות ודומה לטיפול "קבוע נמוך". בבחינה מדוקדקת של פרמטרי האיכות המרכיבים את הציון הכללי ניתן לציין הבדלים מובהקים גם בעונת 2018 בגוון הצבע, טיפול "גבוה לנמוך" מוביל בניקוד והטיפול לו איכות הגוון הנמוכה ביותר הוא "קבוע גבוה". בדיוק אותה מגמה חוזרת בבחינת מקוריות הטעם, כלומר אופייניות לזן בטעם היין. טיפול "גבוה לנמוך" בעל מקוריות הטעם הגבוהה ביותר וטיפול "נמוך לגבוה" בעל המקוריות הנמוכה ביותר.

**טבלה מס' 15**. מדדי איכות היין בטיפולי ההשקיה השונים. היין הוכן לכל חזרה בנפרד ביקב נחשון. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן-post hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.

כללי		טעם				ריח			צבע		מקדם השקיה
ציון כללי (סה"כ)	הערכה כללית	שיוריות	איכות	מקוריות	ריכוזיות	איכות	מקוריות	ריכוזיות	גוון	צלילות	
85.7	9.8	6.9	19.7	5.0	6.8	15.7	5.0	7.6	4.4 A	5.0	<b>0.3</b>
84.8	9.7	6.8	19.5	4.7	6.8	15.5	4.8	7.7	4.5 A	4.9	<b>0.45</b>
85.2	9.9	6.7	19.3	4.6	6.9	15.5	4.9	7.9	4.4 AB	5.0	<b>0.60</b>
84.3	9.8	6.7	19.4	4.8	6.8	15.4	4.7	7.7	4.0 B	5.0	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
85.0	9.7	6.7	19.4	4.8	6.8	15.6	5.0	7.6	4.5 A	5.0	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	<b>0.015</b>	N.S	<i>p value</i>

**טבלה מס' 16.** מדדי איכות היין בטיפולי ההשקיה השונים. היין הוכן לכל חזרה בנפרד ביקב נחשון. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן-post hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

מקדם השקיה		צבע		ריח			טעם			כללי	
צילות	גוון	ריכוזיות	מקוריות	איכות	ריכוזיות	מקוריות	איכות	שיוריות	כללית	הערכה	ציון כללי (סה"כ)
5.0	4.8 AB	7.2	4.5	15.8	6.6	4.4 AB	19.7	6.4	9.8		<b>84.2 AB</b>
5.0	4.8 AB	7.1	4.4	15.9	6.4	4.4 AB	19.6	6.5	9.7		<b>83.7 B</b>
5.0	4.6 B	7.3	4.3	16.0	6.7	4.2 B	19.5	6.4	10.0		<b>83.8 B</b>
5.0	4.8 AB	7.3	4.6	16.0	6.5	4.5 AB	19.6	6.4	10.0		<b>84.6 AB</b>
5.0	4.9 A	7.5	4.9	15.9	6.7	4.9 A	20.0	6.7	10.0		<b>86.3 A</b>
											<b>0.019</b>
											<b>0.053</b>
											<b>0.031</b>
											<b>0.3</b>
											<b>0.45</b>
											<b>0.60</b>
											<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
											<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
											<b>p value</b>

### 3.5 מדדים אנטומיים של מערכת העצה בגזע

בבחינת המדדים האנטומיים של מערכת העצה בגזע נבחנו רוחב הטבעת השנתית, שטח הטבעת השנתית, מוליכות מים כוללת תאורטית לטבעת שנתית, וקוטר הטרכיאות הגדולות והקטנות. בחינת המדדים התבצעה ממדגם של 60 גפנים סה"כ, 12 לטיפול ו3 לחזרה. המדדים האנטומיים בטיפולי ההשקיה השונים לא נבדלו זה מזה מבחינה סטטיסטית (טבלה מס' 17). בבחינת רוחב הטבעת השנתית בין הטיפולים השונים ניתן לציין מגמה ולפיה ככל שמקדם ההשקיה בשלב 1 גבוה יותר כך הטבעת השנתית רחבה יותר, יוצא מן הכלל ובניגוד למגמה הוא טיפול "קבוע גבוה" אשר ממוצע ערכיו הנמוך לא תואם את מקדם ההשקיה הגבוה בשלב 1 ובכל העונה. רוחב הטבעת השנתית בטיפולים השונים נע בין  $1282.4 \mu\text{m}$  לטיפול "גבוה לנמוך",  $870 \mu\text{m}$  בטיפול "קבוע נמוך". בבחינת שטח הטבעת השנתית שוב המגמה חוזרת כאשר טיפול "קבוע גבוה" שוב היוצא מן הכלל וממוצע הערכים נעים בין  $211.0 \text{ mm}^2$  לטיפול "גבוה לנמוך" לבין  $133.6 \text{ mm}^2$  לטיפול "קבוע נמוך". תבנית זו חוזרת על עצמה גם בהתייחס למוליכות מים כוללת תיאורטית לטבעת שנתית, המוליכות הגבוהה ביותר לטיפול "גבוה לנמוך" ועומדת על  $0.0979 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{MPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ . לעומת זאת לטיפול "קבוע נמוך" המוליכות הנמוכה ביותר העומדת על  $0.0574 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{MPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ . וגם כאן טיפול "קבוע גבוה", ללא תלות במקדם ההשקיה הגבוה, בעל מוליכות מים נמוכה כנגד המגמה הרווחת. בבחינת קוטר

טרכיאות הגדולות נשברת המגמה כאשר קוטרן שווה בין הטיפולים ועומד על  $205 \mu\text{m}$  בקירוב. כך גם קוטר טרכיאות הקטנות, ללא הבדל בין הטיפולים וקוטרן הממוצע עומד בקירוב על  $21.4 \mu\text{m}$ .

**טבלה מס' 17.** מדדים אנטומיים בטיפולי ההשקיה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שבוצעו בחתכי רוחב, עבור 3 גפנים לחזרה, 12 גפנים לטיפול, 60 גפנים בסה"כ. אותיות שונות באנגלית משמעותן היא היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017-2018.

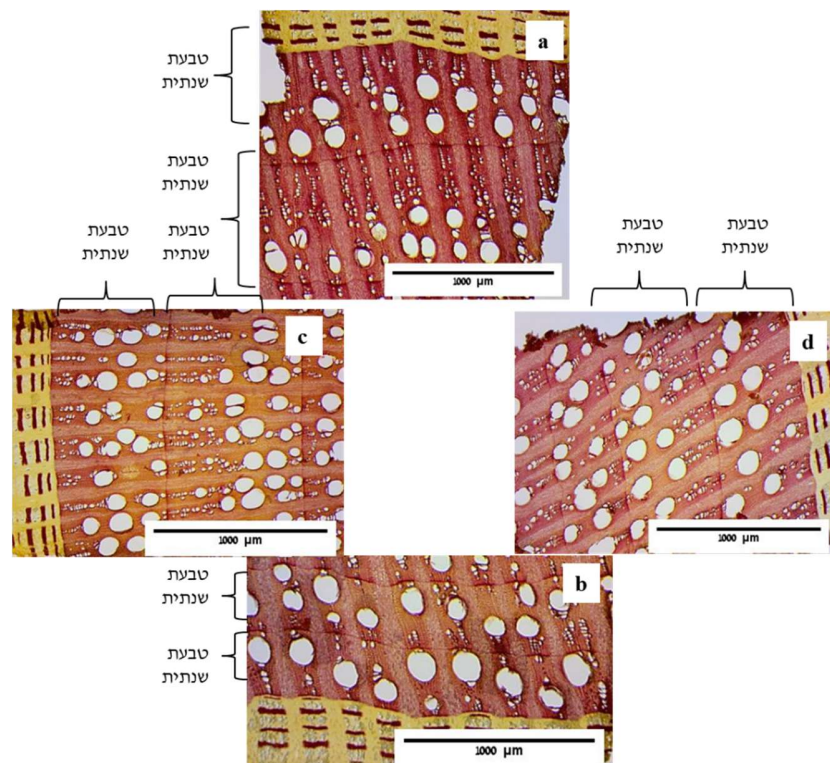
קוטר טרכיאות (<math><100 \mu\text{m}</math>) "קטנות"	קוטר טרכיאות (>math>>100 \mu\text{m}</math>) "גדולות"	מוליכות מים תיאורטית כוללת לטבעת שנתית	שטח טבעת שנתית ( $\text{mm}^2$ )	רוחב טבעת שנתית ( $\mu\text{m}$ )	מקדם השקיה
22 A	207 A	0.0574 A	133.6 A	870.5 A	<b>0.3</b>
22 A	211 A	0.0875 A	188.5 A	1170.8 A	<b>0.45</b>
21 A	201 A	0.0597 A	148.8 A	956.0 A	<b>0.6</b>
20 A	205 A	0.0744 A	154.0 A	976.6 A	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
22 A	201 A	0.0979 A	211.0 A	1282.4 A	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	<b>p value</b>

### 3.6 בחינת השפעת זווית ההטיה של הגזע על מדדי אנטומיית העצה

כאמור, לאחר הניתוח האנטומי התגלה כי לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים, בעקבות כך הועלתה ההשערה כי ייתכן שזווית הטיית הגפנים בשטח השפיעה על ערכי המדדים האנטומיים בהתאם לכיוון ממנו נלקחה דגימת הגזע. יתר על כן, שיערנו כי לטיפול "קבוע גבוה", עקב היותו המושקה ביותר, יתכן ופיתח עצה באופן לא רדיאלי בהתאם לאופן הטיית הגפנים (עצת מתח). לאחר מדידת זווית ההטיה (טבלה מס' 18) לא נראים הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים השונים (שיטת מדידת זווית ההטייה מוסברת בפרק השיטות). כלומר, מבחינה סטטיסטית טיפול "קבוע גבוה" לא שונה בצורה מובהקת משאר הטיפולים בזווית הטיית גפני הטיפול. במבדק האנטומי המחודש למדגם הגפנים, בבחינה ראשונית, נראו הבדלים בין רוחב הטבעות שנתיות, מספר וצפיפות כלי הובלת המים בין קדחים שנלקחו מכיוונים שונים אשר לא נותחו במסגרת עבודה זו (איור מס' 18).

**טבלה מס' 18.** זווית הטיית הגזע בטיפול ההשקיה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שבוצעו עבור 3 גפנים לחזרה, 12 גפנים לטיפול, 60 גפנים בסה"כ. אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017-2018.

מקדם השקיה	זווית הטיית הגזע (מעלות)
0.3	27.98 A
0.45	29.02 A
0.6	30.57 A
0.3->0.3->0.6	24.34 A
0.6->0.3->0.3	27.94 A
<i>p</i> value	N.S



**איור מס' 18.** חתך רוחב של שתי טבעות שנתיות ברקמת העצה בדגימת גזע שנלקחה מכיוון צפון (a), דגימה שנלקחה מכיוון דרום (b), דגימה שנלקחה מכיוון מערב (c) ודגימה שנלקחה מכיוון מזרח (d). כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017-2018.



## 4. דיון

### 4.1 תנאי גידול ייחודים בגלבוע

הרי הגלבוע ממוקמים בגבול שבין אזור האקלים היס תיכוני לאזור האקלים הערבותי הצחיח למחצה. ללא ספק תנאי הגידול הייחודים בגלבוע מבחינת תנאי האקלים (משקעים, ערכי התאדות) משפיעים גם הם על איכות הענבים והיין המופק מהם. מלבד האקלים, גורם נוסף העשוי לתרום לעקת יובש צמחיות הוא המסלע והקרקע. סלעי הגיר הקשים, הנם המרכיבים העיקריים במסלע באזור הגלבוע, אזור שמאופיין בסדקים רחבים הגורמים לחלחול מהיר של המים. בנוסף, לקרקעות שנוצרו על גיר תאחיזת מים נמוכה יחסית (פרלברג 2014).

השפעת האקלים והקרקע על גידול ענבי יין היא נושא מוכר בספרות. במחקר בצרפת נבדקו שלושה זני ענבים ב שלוש קרקעות שונות וסמוכות לאורך שמונה עונות שהתאפיינו בתנאים מטאורולוגיים שונים (van Leeuwen et al. 2004). נמצאו השפעות ברורות למזג האוויר והרכב הקרקע על גורמים שונים וביניהם מועדים פנולוגים, אורך שריגים, שטח העלווה, מצב משק המים, מהירות הבשלה, והרכב הענבים והתירוש.

בבחינת ההבדלים האקלימיים בין עונת 2017 לעונת 2018 ניתן לציין כי ערכי ההתאדות השנתית דמו בין שתי עונות המחקר אך נבדלו בתחילת העונה ובסופה – בעונת 2017 בחודשים אפריל ויולי ערכי ההתאדות גבוהים יותר. כמו כן, כמות המשקעים הייתה משמעותית יותר גבוה בעונת 2018. בתחילת חודש מאי 2018 התרחש אירוע ברד חריג ומשמעותי. ברד כבד היכה בחוזקה בעלים, בשריגים הצעירים ואף פגע בתפרחות/חנטים צעירים. כתוצאה מהפגיעה החזקה בעלים נצפתה התפתחות מאוחרת ונרחבת של בני שריגים. בני שריגים הם שריגים המתפתחים בד"כ מאוחר בעונה בצורה מוגבלת עקב החלשת השלטון הקודקודי של השריג הראשי המתפתח מהניצן המרכזי בפקע. כאשר הניצן הראשי או השריג הראשי נפגעים, כמו במקרה של הברד, מתפתחים אחד או שני ניצני המשנה המצויים בתוך הפקע (הפקע הוא המונח החקלאי לניצן מורכב ועטוי במצב בו עלי חפה גילדניים מחפים על מספר ניצנים). מכל ניצן משני מתפתח שריג צעיר המכונה בן שריג. התייחסות להשפעת גיל ואופי העלווה על הביצועים הפיזיולוגיים שלה תופיע בהמשך. יתכן והשונות בתנאי מזג האוויר בין שתי עונות המחקר בגלבוע תרמה לקיום מגמות שונות של פרמטרים הנבדקים במסגרת המחקר.

### 4.1 קבלת החלטות השקיה מושכלות

#### 4.1.1 מנות המים

מנות השקיה העונתיות בשתי שנות הניסוי היו גבוהות ממנות השקיה בכרמי סובניון בלאן מסחריים ברחבי הארץ, כפי שעלה משיחות עם מגדלים ואגרונומיים ביקבים מסחריים. בטיפול בעל מקדם ההשקיה "נמוך קבוע", הנמוך ביותר בניסוי, ניתנה מנת מים עונתית של 231 מ"מ בעונת 2017 ו 228 מ"מ בעונת 2018, לעומת מנות מים שבין 150-180 מ"מ בכרמי סובניון בלאן מסחריים אחרים

באזורים חמים ויבשים בארץ. מנות ההשקיה בשתי עונות הניסוי עלו לאורך העונה עם העלייה בערכי ההתאדות באתר הניסוי (איור מס' 6). מנות ההשקיה הגבוהות יחסית יתכן ונבעו מהתנאים הייחודיים של אזור הגידול שנידונו בפרק הקודם, ביניהם התנאים האקלימיים והרכב הקרקע האזורי. האזורי ערכי התאדות גבוהות בשימוש במודל ההשקיה הכתיבו מנות מים גבוהות והרכב הקרקע האזורי ותאחיזת המים הנמוכה השפיעו על קביעת מקדמי ההשקיה יחסית גבוהים. ניתן לשער שגם לטופוגרפיה של חלקת הניסוי יש השפעה על משק המים של הגפנים ומנות ההשקיה הנצרכות, לפי כך עקב שיפוע בחלקה יתכן ויש סחף של מים ו/או קרקע במורד השיפוע, מה שאולי תורם למנות ההשקיה הגבוהות. כלומר על מנת לשמור על משק מים תקין לאורך העונה בכרמי ענבי יין בגלבוש יש להשקות בכמות גדולה יחסית לנהוג בתעשייה.

#### **4.1.2 מקדמי ההשקיה**

מקדמי ההשקיה הותאמו מחדש באמצע עונת 2017 עקב ביצועים פוטוסינתטיים ירודים (איור מס' 13) וערכי פוטנציאל מים בגזע נמוכים (יותר שלילים) מן הרצוי (איור מס' 11) המתאים לעקות יובש משמעותיות. ערכי פוטנציאל המים נקבעו לפי ערכי פוטנציאל מקובלים לרמות עקה גבוהות, בינוניות ונמוכות מהספרות (Van Leeuwen et al. 2009), וכן מהניסיון שהצטבר בניסויים בענבי יין אדומים בארץ (Munitz et al. 2017, Netzer et al. 2019). כמו כן, עקב משק המים הגרעוני מידי בעונת 2017 נעשה שינוי בתזמון מועד תחילת ההשקיה. בעונת 2018 ההשקיה החלה מיד עם הבלבוב לעומת תחילת ההשקיה בראשית שלב 1 בעונת 2017. נראה ששינויים אלו השפיעו על גובה מנות ההשקיה בעונת 2018 (טבלה מס' 5) שהיו גבוהות יותר לכל הטיפולים לעומת העונה הקודמת, על אף שההתאדות העונתית באותה השנה הייתה דומה (טבלה מס' 3). גורם נוסף שהשפיע על מנות ההשקיה בצורה בולטת הוא שטח העלווה, כאשר שטח העלווה בעונת 2018 היה גבוה יותר לכל הטיפולים (איור מס' 8) לעומת עונת 2017 (איור מס' 7). יש להניח ששטח העלווה בעונת 2018 הושפע ממנות ההשקיה בעונת הקודמת, ממנות המים המוגברות בעונה הנוכחית ומהתחלת השקיה מוקדמת, וכך שטח עלווה גדול יותר קובע מנות השקיה גבוהות יותר לפי מודל ההשקיה (איור מס' 3) שבתורן משפיעות על שטח העלווה (Munitz et al. 2019). בין הטיפולים בשתי העונות היו הבדלים גדולים במנות ההשקיה (פירוט בפרק מנות המים בתוצאות) שהשפיעו על הבדלים מדדים פיזיולוגיים ווגטיביים לאורך העונה.

#### **4.2 השפעת ההשקיה על ממדי צימוח**

##### **4.2.1 אינדקס שטח העלווה**

טווח ערכי שטח העלווה שנמדדו בטיפולי ההשקיה השונים במהלך שנות הניסוי, היו דומים לערכי שטח העלווה שנמדדו בניסויים שבוצעו בכרמי ענבי יין המודלים על מערכת VSP בצפיפות נטיעה דומה בונים קברנה סובניון ומרלו (Munitz et al. 2017, Netzer et al. 2019). בשתי העונות **מהלך התפתחות העלווה** דומה (איורים מס' 14, 15) כאשר בתחילת העונה יש עלייה בשטח העלווה ולאחר

מכן, התייצבות. בכל שנות הניסוי ערכי שטח עלווה נבדלו בין הטיפולים כאשר בעונת 2017 הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים נראו החל משלב 3, לעומת זאת בעונת 2018 ההבדלים המובהקים בין הטיפולים נראו כבר מאמצע שלב 2 וההבדלים בין הטיפולים היו גדולים יותר. ניתן לשער, לפי תוצאות מחקרים קודמים, כי לממשק ההשקיה לפי מקדמים שונים שהתחיל בעונת 2017 הייתה השפעה ארוכת טווח, כלומר טיפול שהושקיה במקדם גבוה יותר פיתח בעונת 2017 מערכת עצה בעלי מאפיינים (רוחב טרכיאות, מוליכות הידראולית) שאפשרו גדילה וגטטיבית מוגברת בעונת 2018 ועל כך שטח עלווה גדול יותר (Munitz et al. 2018). ניתן אף להניח כי אירוע הברד בעונת 2018 אשר פגע בעלים וגרם לגידול עלווה מאוחר שמקורו בגדילת בני שריגים גם הוא תרם לשטחי העלווה הגבוהים בעונת 2018. במחקר הנוכחי תוצאות האנליזות האנטומיות לא תמכו בצורה מלאה בתופעה זו מכיוון שלא נראו הבדלים בפרמטרים אנטומיים בין הטיפולים (דבר זה יוסבר בהמשך בדיון הנוגע לבחינת הפרמטרים האנטומיים). מגמת התפתחות העלווה הייתה דומה בין השנים, כשמנת ההשקיה בשלב 1 היוותה פרמטר משפיע. ככל שמקדם ההשקיה בשלב 1 היה גבוה יותר כך שטח העלווה בסוף העונה היה גבוה יותר. כך בעונות 2017-2018 שטח העלווה לטיפולים בעלי מקדם השקיה נמוך בשלב 1, "קבוע נמוך" ו"נמוך לגבוה" היה דומה, למרות השקיה במקדם גבוה בשלב 3 לטיפול "נמוך לגבוה". שטח העלווה לטיפול "גבוה לנמוך" לא נבדל משטח העלווה לטיפול "קבוע בינוני", על אף ההשקיה במקדם נמוך לאחר מכן בשלבים 2 ו 3 לטיפול. ולבסוף, שטח העלווה לטיפול "קבוע גבוה" היה הגבוה ביותר. דהיינו, על אף מנות מים דומות בשנת 2017 ואף זהות בשנת 2018 (טבלה מס' 5) שני הטיפולים הדינמיים, "גבוה לנמוך" ו"נמוך לגבוה" נבדלו בצורה דרמטית בשטח העלווה, עקב השינוי בחלוקת המים בשלבי הגידול השונים. מכאן שלזמינות המים לפני ובמהלך שלב 1 יש השפעה מכרעת על גודל הנוף עקב פעילות וגטטיבית נמרצת בשלב זה. ממצאים דומים התקבלו גם במחקרים קודמים בענבי יין אדומים (היאט 2016, 2017, Munitz et al. 2017, Buesa et al. 2017).

#### 4.2.2 קוטר הגזע

ערכי גדילת קוטר הגזע העונתית בעונות 2017-2018 דומים לערכים לזני ענבי יין אחרים במחקרי שדה שבחנו משטרי השקיה גרעונית (Edwards & Clingeffer 2013, היאט 2016). תבנית גדילת קוטר הגזע העונתית מושפעת מבניית המערכת ההידראולית החדשה בתחילת העונה, כאשר שיפה ועצה משנית מתמיינות מרקמת הקמביום. רוב הפעילות הקמביאלית הווסקולרית בגזע מתרחשת בששת השבועות לאחר הבלבוב (Pratt 1974) וכך קוטר הגזע בשלב זה גדל (Netzer et al. 2014, 2019, ). (Munitz et al. 2018). **התבנית העונתית** של התפתחות קוטר הגזע הייתה דומה בין עונת 2017 לעונת 2018 (איורים מס' 16, 17). התבנית המתוארת (פרק 3.4) דומה לתבנית התפתחות הגזע במחקרים אחרים אשר עקבו אחרי גדילת קוטר הגזע העונתית בגפני יין (Myburgh 1996, Selles et al. 2004). התפתחות קוטר הגזע העונתית תלויה ביחסי מקור ומבלע, כך שלקראת הבוחל רוב המוטעמים מובלים לטובת התפתחות הגרגרים על חשבון ההתפתחות הווגטטיבית, שמאטה ונעצרת בתקופה זו (Intrigliolo & Castel 2007). **בעונת 2017** לא נראו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בהתפתחות קוטר הגזע, לעומת זאת **בעונת 2018** טיפול "קבוע בינוני" בעל הערכים הגבוהים בסוף שלב 1 ובשלב

3. ערכי השיא לטיפול "קבוע בינוני" נוגדים את תמונת המצב המתקבלת על ידי התבוננות בערכי שאר הפרמטרים הוגטטיביים (שטח העלווה, משקל הגזם), והם הגבוהים ביותר לטיפול "קבוע גבוה", כמו גם משק המים המשופר ביותר לטיפול זה. בעונת 2017, על אף המחסור בשונות סטטיסטית מובהקת בין הטיפולים נראה שההשקיה בשלב 1 היא פרמטר משמעותי בקביעת התפתחות קוטר הגזע, במיוחד בסוף העונה. בעונת 2018 המגמה חלקית ובולט טיפול "קבוע בינוני" כטיפול בעל התפתחות קוטר הגזע הגדולה ביותר, לא נמצא הסבר לתופעה זו.

#### 4.2.3 משקל הגזם ומספר הזמורות

משקל הגזם משמש כמדד להערכת עוצמת הצימוח (Williams et al. 2003). במחקר הנוכחי בנוסף למשקל הגזם נספרו הזמורות וחושב ממוצע משקל הזמורה (טבלה מס' 6). טווח תוצאות משקל הגזם נמוכות מתוצאות של מחקרים אחרים שבחנו השקיה גרעונית בסובניון בלאן (Naor A, Gal Y 2005, Greven et al. 2002). מחקרים אלו נעשו באזורים בעלי כמויות משקעים גבוהות יותר ואקלים פחות יובשני, ולכן, עקב זמינות המים הגבוהה יותר באזורים אלו יתכן כי פרמטרים ווגטטיביים של גפני המחקר היו משופרים בהשוואה לגפני המחקר בניסוי זה. **בעונת 2017** לא נראו הבדלים מובהקים סטטיסטית במדדי הגזם בין הטיפולים השונים, אך טיפול "קבוע גבוה" היה בעל ערכים גבוהים יותר ללא הבדל סטטיסטי. **בעונת 2018** התקבל בטיפול "קבוע גבוה" משקל הגזם הגבוה ביותר, ומספר הזמורות לגפן הרב ביותר לעומת שאר הטיפולים. בבחינת משקל זמורה, שוב טיפול "קבוע גבוה" בעל הערכים הגבוהים ביותר. משקל הזמורה הממוצע לטיפולים "קבוע נמוך" ו"נמוך לגבוה" הוא הנמוך ביותר. נראה שהשקיה במקדם נמוך בשלב 1 השפיעה בצורה שלילית על משקל הזמורה. למשק מים ירוד השפעה שלילית על גדילה ווגטיבית, כפי שמתבטאת במשקל הזמורה. בעת עקת יובש גדילת נוף הצמח פוחתת על מנת לשמור ולחלק מחדש משאבים שעלולים להיות מוגבלים בזמן מחסור במים. עקת יובש, גם מתונה, פוגעת בכמות תאי הצמח כמו גם גודל התא (Skirycz & Inzé 2010). חשוב להתייחס לחוסר האחידות בין תוצאות משקל הגזם לתוצאות שטח העלווה שנידונו קודם לכן. בבחינת שטח העלווה ניתן בעונת 2018 להבחין בהבדלים משמעותיים בין הטיפולים כאשר הקשר בין מקדם ההשקיה בשלב 1 לבין שטח העלווה ברור. לעומת זאת תופעה זו מופיעה באופן חלקי בבחינת משקל הגזם. ניתן לייחס פער זה לכך שהגזם מייצג רק את מימדי הזמורה ולכן משקל העלים לא משתתף בקביעת משקל הגזם. דבר זה מצביע על חולשתו של מדד משקל הגזם כפרמטר ווגטטיבי, ומחזק את מעמד מדד שטח העלווה כמדד ווגטטיבי מוביל הקשור בצורה ישירה למשטר ההשקיה (Williams & Ayars 2005, Romero et al. 2010, Basile et al. 2012, Picón-Toro et al. 2012, Munitz et al. 2016, Buesa et al. 2017).

### 4.3 השפעת ההשקיה על מדדים פיזיולוגיים

#### 4.3.1 השפעת ההשקיה על פוטנציאל המים בגזע

פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום הוא מדד רגיש ומדויק למצב משק המים הצמחי. מדד זה משמש אמצעי יעיל לקביעת אסטרטגיית השקיה בגידולים שונים, כגון שזיפים, שקדים, גפנים, אגסים דובדבנים ואחרים (McCutchan & Shackel 1992, Choné et al. 2001, Shackel 2011). **המגמה העונתית** הייתה דומה בין שתי עונות המחקר (איורים מס' 18, 19). באופן כללי בתחילת העונה, לפני שלב 1, נצפו ערכי פוטנציאל המים הגבוהים ביותר (פחות שליליים) ובמהלך העונה הערכים ירדו בצורה הדרגתית כשבסוף העונה, בסוף שלב 3, התקבלו הערכים הנמוכים ביותר (יותר שליליים). המגמה שהתקבלה דומה למהלכים עונתיים בניסוי שדה אחרים שבחנו השקיה גרעונית בענבי יין (Romero et al. 2010, Trigo-Córdoba et al. 2015). למגמה זו היו כמה נקודות יוצאות מן הכלל: בעונת 2017, באמצע שלב 3 (DOY 197) התרחשה תקלת השקיה שגרמה לעלייה חדה בערכי פוטנציאל המים לכל הטיפולים, משטר ההשקיה הופרע וההשקיה הופסקה עד לחזרה לערכי פוטנציאל המים הרצויים. תקלת ההשקיה גרמה להשקיה רצופה של כ-27-22 מ"מ לכל טיפול, תוספת של 150%-330 למנה המתוכננת לאותו מועד, וגרמה לעלייה חדה בערכי פוטנציאל המים ושינוי המגמה העונתית. שינויים במהלך העונתי המוכר התרחשו גם בעונת 2018, כאשר בתחילת העונה הופיעו ממטרי אביב רבים (60 מ"מ) שגרמו למשק מים משופר (מידי) ועלייה חדה בערכי פוטנציאל המים באמצע שלב 1, ולאחריה ערכי פוטנציאל המים המשיכו לרדת בהדרגה. בתחילת שלב 3 נצפה שינוי נוסף במגמה כאשר ערכי פוטנציאל המים לכל הטיפולים עלו עלייה חדה. הסבר נפוץ בשיפור בתנאים האקלימיים לעומת אשתקד שהתבטא בירידה בערכי ההתאדות בתחילת שלב 3 (אמצע יולי) ועד הבציר (טבלה מס' 4). עליית גובה מנות המים כתגובה לעלייה בהתאדות היומית התרחשה בדיעבד, זאת עקב חישוב מנות ההשקיה ע"י מודל ההשקיה בהסתמכות על מיצוע ההתאדות היומית בשלושת הימים הקודמים למועד ההשקיה (Munitz et al. 2019). החריגות למגמה השפיעו על כל הטיפולים באותו האופן לכן ההבדלים בין הטיפולים בפרמטרים פיזיולוגיים אחרים נשמרו. ניתן לראות כי השיפור בערכי פוטנציאל המים משמעותי בעיקר לטיפולים המושקים במהלך שלב 1 במקדם גבוה או בינוני, טיפולים "קבוע גבוה", "קבוע בינוני" ו"גבוה לנמוך". לעומתם שני הטיפולים המושקים במהלך שלב 1 במקדם נמוך, טיפול "קבוע נמוך" ו"נמוך לגבוה", לא מראים עלייה משמעותית באותה תקופה. ניתן להניח שגם כאשר כמות המים הזמינה אפשרה משק מים משופר, "הזיכרון אנטומי" המושפע מיישום מקדמי ההשקיה החל מעונת 2017, הגביל את שיפור משק המים לטיפולים אלו (Munitz et al. 2018, Netzer et al. 2019). אכן ידוע כי האנטומיה של המערכת ההידראולית בעלת השפעה מכרעת על משק המים של הצמח בגפנים (Schultz 2003, Gerzon et al. 2015) ובמינים אחרים (Shtein et al. 2011). **ערכי פוטנציאל המים** שהתקבלו בעונת 2018 לטיפולים השונים היו גבוהים יותר בהתייחס לערכים בעונת 2017. השינויים שנעשו במקדמי ההשקיה ובתחילת מועד ההשקיה בין העונות (מפורטים בסעיף הדיון הנוגע לעניין זה) יכולים להסביר את משק המים המשופר ב-2018 לעומת 2017. ואכן, בעונת 2017 ערכי פוטנציאל המים בשיא עקת

היובש נמצאים מתחת 1.4 MPa לכל הטיפולים, כלומר כולם בעקה חריפה (Van Leeuwen et al. 2009). ניתן להתרשם כי בעונת 2018 ערכי פוטנציאל המים עומדים בערכים המתאימים לרמות עקה חריפה, מתונה עד חריפה וחלשה עד מתונה. בשיא העקה (סוף שלב 3) לטיפולים "קבוע גבוה" וטיפולים "נמוך לגבוה" ערך פוטנציאל מים העומד על 1.0- ו 1.1 MPa בהתאמה, המתאים לעקה חלשה עד מתונה, טיפול "קבוע בינוני" עומד על 1.4 MPa, המתאים לעקה בינונית עד חריפה, וטיפולים "קבוע נמוך" ו"גבוה לנמוך" מראים ערכים מעל 1.4 MPa התואמים לעקה חריפה. ההבדלים בערכי פוטנציאל המים בין הטיפולים בעונות 2017-2018 נשמרים כל העונה והם מובהקים סטטיסטית החל מסוף שלב 1.

#### 4.3.2 השפעת ההשקיה על מהלכי פיזיולוגיה יומיים

מדידות פוטנציאל מים בגזע, קצב קיבוע פחמן ומוליכות פיוניות התבצעו בעונות 2017-2018 (איורים מס' 20,21). בעונת 2017 מהלכים יומיים נמדדו בסוף שלב 1 ובסוף שלב 3, בעונת 2018 נמדדו המהלכים היומיים בסוף שלב 2 ובסוף שלב 3. בעונת 2017, בהשוואה בין נתוני סוף שלב 1 לנתוני סוף שלב 3, **המגמה העונתית** מצביעה על ירידה בערכי הפרמטרים הנמדדים (איור מס' 13). מגמה עונתית זו דומה למגמות שהתקבלו בניסוי השקיה גרעונית אחרים (Romero et al. 2010, Williams 2012). לעומת זאת בעונת 2018 נראית מגמה הפוכה, כאשר בסוף עונת 2018 עקום פוטנציאל המים היומי בסוף שלב 3 מצביע על משק מים משופר לעומת העקום בשלב 2 (איור מס' 14). כמו כן, קצב קיבוע הפחמן ומוליכות הפיוניות גבוהים יותר בסוף שלב 3 לעומת סוף שלב 2. כלומר במהלך 2017 נראית ירידה בפעילות הפוטוסינתטית ועלייה בעקת היובש לעומת 2018 המציגה משק מים משופר ושיפור פיזיולוגי ברור במדידות סוף העונה. על מנת להסביר חריגה זו ניתן לציין כי בסוף שלב 3 בעונת 2018 שטח העלווה היה גדול יותר (איור מס' 8), העלווה צעירה יותר וכפי הנראה, יותר פעילה פוטוסינתטית עקב הופעת בני שריגים רבים לאחר נזק עלותי נרחב באירוע הברד בתחילת העונה. לעומת זאת בסוף שלב 2, העלווה הייתה צעירה מידי, פגועה ובעלת שטח נמוך יותר לכל הטיפולים. ואכן ניתן למצוא דיווחים בספרות המראים כי מניפולציות עלוותיות (הסרת עלים, דילול שריגים) בשלבים מוקדמים של העונה גורמים לעלייה בפעילות הפוטוסינתטית בסוף העונה (Poni et al. 2006, סוויד 2019). כמו כן ידוע כי לגיל העלווה תפקיד חשוב בקביעת הפעילות הפוטוסינתטית, כאשר עלים צעירים מאוד ומבוגרים מאוד יהיו בעלי פעילות פוטוסינתטית נמוכה יותר מאשר עלים בגיל ביניים (Poni et al. 1994). בבחינת ההבדלים במהלך העונתי במשק המים, במהלך שלב 3 בעונת 2018 משק מים משופר שמתבטא גם בעקום פוטנציאל המים העונתי (איור מס' 12), עקב מנות השקיה גבוהות ותנאים אקלימיים משופרים (הסבר נוסף בפרק הדרך בהשפעת ההשקיה על פוטנציאל המים). בבחינת **המהלך היומי** בעונת 2017 בסוף שלב 1 (איור מס' 13) המדדים הפיזיולוגיים המשופרים בכל שעות המדידה לאורך היום לטיפולים בעלי מקדמי השקיה גבוהים מצביעים על הקשר בין משק מים משופר לפעילות פוטוסינתטית משופרת, וכנגד, על הקשר בין עקת יובש לסגירת הפיוניות ופעילות פוטוסינתטית ירודה (Cifre et al. 2005, Intrigliolo & Castel 2007). הפעילות פוטוסינתטית בסוף

שלב 1 בשיאה בשעות הבוקר ובשפל בצהריי היום, לאחר מכן נראית עלייה קלה, מהלך זה דומה למהלכים שהתקבלו במחקרי שדה אחרים (מוניץ 2013, היאט 2016).

בסוף שלב 3 בעונת 2017 נראים מהלכים יומיים שונים בצורתם, ערכי מדידות הבוקר עדיין הגבוהים ביותר אבל במדידות השעה 30: 17 יש שיפור משמעותי במדדים הפיזיולוגיים. בבחינת מדידות פוטנציאל המים נראה שהערכים בסוף היום אף משופרים לעומת שעות הבוקר. טיפול "נמוך לגבוה" בעל הערכים הגבוהים ביותר בצהרי היום, כלומר בשעת המדידה בה נמדדו ערכי השפל, ערכיו אף גבוהים יותר מאשר לטיפול "קבוע גבוה". אין הבדלים מובהקים בין הטיפולים בקצב קיבוע הפחמן ומוליכות הפיוניות, וערכי המדידות בכל שעות היום נמוכים ומצביעים על פעילות פוטוסינתטית ירודה. כפי שצוין קודם לכן, בסוף עונת 2017 הגפנים סבלו מעקת יובש חמורה שלפי תוצאות המהלכים היומיים נתנה את אותותיה בתפקוד פיזיולוגי ירוד בכל הפרמטרים (Poni S et al. 1993, Chaves et al. 2002). המהלך היומי בעונת 2018 (איור מס' 14) בסוף שלב 2 הציג ערכי שיא לכל הטיפולים בכל הפרמטרים הנמדדים בשעות הבוקר, לאחר מכן ירידה לערכי שפל בצהרי היום, במדידות השעה 00: 15 שיפור קטן ולאחר מכן שוב ירידה. המגמה משנה שעברה חוזרת, ערכים משופרים נראים לטיפולים בעלי מקדמי השקיה גבוהים. בסוף שלב 3 המהלך היומי דומה למהלך בסוף שלב 2 פרט לעקום פוטנציאל המים שמראה שיפור בערכים בסוף היום. ישנם הבדלים ברורים ומובהקים בין הטיפולים כאשר ככל שמקדם ההשקיה בשלב זה גבוה יותר כך הערכים למדדים הפיזיולוגיים גבוהים יותר.

בחינת הקשרים הליניאריים בין **פוטנציאל המים למוליכות הפיוניות** מצביע על הקשר בין עקת יובש לסגירת פיוניות (Schultz 2003, Gerzon et al. 2015). לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים בין קווי הרגרסיה של הטיפולים השונים (ANCOVA One Way) בעונת 2017 וכן בעונת 2018, כלומר הקשרים הליניאריים בין פוטנציאל המים לבין מוליכות הפיוניות היו דומים בין הטיפולים (טבלאות מס' 11-12). ניתן לשער כי בעת עקה ההשפעה על כלל הפרמטרים הפיזיולוגיים תהיה דומה, כלומר היחס בין פרמטרים פיזיולוגיים שונים ישמר, בבחינת הספרות הרלוונטית לא נמצאו עבודות שביצעו ניתוח סטטיסטי דומה. **בהשוואה העונות השונות** נראתה שונות מובהקת סטטיסטית (ANCOVA Two Way) בין עונת 2017 לעונת 2018 (טבלה מס' 14) 2018. טווח הערכים בעונת 2017 מצומצם (פיזור הנקודות צפוף) (איור מס' 15) והערכים נמוכים בהשוואה לעונת 2018 הבדלים ניכרים נצפו בין שתי עונות המחקר בבחינת הקשרים הליניאריים בין פוטנציאל המים למוליכות הפיוניות, בין פוטנציאל המים לקצב קיבוע פחמן ובין קצב קיבוע פחמן למוליכות פיוניות. להערכתנו אירוע הברד בעונת 2018 יצר עלווה צעירה והוא המקור להבדל בין שתי העונות.

#### 4.4 השפעת ההשקיה על מרכיבי היבול

##### 4.4.1 התפתחות הגרגרים

המגמה העונתית של משקל הגרגר דמתה בין עונות 2017-2018 (איורים מס' 23,24), וצורתה – סיגמואיד כפול, ניתן למצוא גם בספרות עדויות לאותה מגמה עונתית (Coombe & McCarthy 2000, Kennedy 2002). לפי הספרות נצפה קשר שלילי בין עקת יובש במהלך העונה למשקל הגרגר

בזנים לבנים (Mirás-Avalos & Intrigliolo 2017). ואכן ניתן לראות כי בעונת 2017 הייתה שונות בין הטיפולים החל משלב 1 כאשר מקדם ההשקיה בשלב 1 קבע את משקל הגרגר. לאורך כל העונה הטיפולים בעלי מנות ההשקיה הגבוהות בשלב 1, "קבוע גבוה" ו "גבוה לנמוך" בעלי משקל גרגר גבוה יותר, טיפול "קבוע בינוני" בעל ערכי ביניים, והטיפולים בעלי משקל הגרגר הנמוך ביותר, "קבוע נמוך" ו "נמוך לגבוה", להם מקדם השקיה נמוך בשלב 1. כך גם בעונת 2018. חשוב לציין כי למשקל הגרגר, במיוחד בתקופת ההבשלה והתרככות הגרגרים יש חשיבות מרובה בקביעת איכות ענבי יין. בענבי יין אדומים יש חשיבות ליחס קליפה/ציפה עקב המצאות חומרי איכות בקליפה והשריית הקליפה בתירוש במהלך הכנת היין (Bravdo et al. 1985, Castellarin et al. 2007). בענבי יין לבנים לרוב הקליפה מופרדת מהתירוש בתחילת תהליך הכנת היין, אך חומרי טעם וארומה מסוימים הנמצאים בציפה (B. Wilson, C. R. Strauss 1986, Catherine Peyrot des Gachons et al. 2002) יתכן וימצאו בריכוז גבוה יותר בגרגרים קטנים יותר. בנוסף, אשכולות בעלי גרגרים גדולים יותר יהיו צפופים ובעלי קליפה דקה יותר, ולכן משקל הגרגר נחשב לפרמטר חשוב הקשור לרגישות להתפתחות רקבונות אשכול (Vail & Marois 1991, Fermaud et al. 2001, Molitor et al. 2012).

#### 4.4.2 היבול ומרכיביו

ישנו קשר ישיר וחיובי המתואר בספרות בין גובה מנות ההשקיה ומשטר ההשקיה לגובה היבול (Shellie 2006, Keller et al. 2008, Keller 2010, Romero et al. 2010, Buesa et al. 2017). גובה מקדם השקיה בשלב 1 בעל קשר חיובי לגובה היבול, ומקדם גבוה בשלב 1 ונמוך בהמשך העונה הוביל ליבול גבוה יותר אל מול מקדם נמוך בשלב 1 וגבוה בהמשך העונה אשר גרם ליבול נמוך יותר (מוניץ 2013, היאט 2016). בבחינת היבול ומרכיביו **בעונת 2017** (טבלה מס' 8) לא נראים הבדלים בין הטיפולים בגובה היבול ומספר האשכולות. בעונת 2017, בהיותה העונה הראשונה לניסוי, מספר האשכולות, פרמטר עיקרי לקביעת גובה היבול, נקבע בהתמיינות הפקעים באביב אשתקד, ולכן יש להניח שלא רואים שונות בין הטיפולים. משקל הגרגר ערב הבציר היה גבוה לטיפולים בעלי מקדם השקיה גבוה או בינוני בשלב 1 ונמוך לטיפולים בעלי מקדם השקיה נמוך בשלב 1. משקל האשכול היה הגבוה ביותר לטיפול "קבוע בינוני" והנמוך ביותר לטיפול "קבוע נמוך". מספר הגרגרים בעונת 2017 הראה מגמה חריגה כאשר ככל שמקדם ההשקיה בשלב 1 היה גבוה יותר כך מספר הגרגרים היה נמוך יותר. לא מוכרת בספרות השפעה של משק המים על החנטה (Keller et al. 2008, Komm & Moyer 2015). **בעונת 2018** (טבלה מס' 9) כבר נראית שונות מובהקת בין הטיפולים בגובה היבול כאשר לטיפול "קבוע גבוה" היבול הגבוה ביותר, הטיפולים "קבוע בינוני", "נמוך לגבוה" ו"גבוה לנמוך" בעלי ערכי ביניים, והטיפול "קבוע נמוך" בעל היבול הנמוך ביותר. כלומר על אף מנות מים עונתיות נמוכות יותר לשני הטיפולים בעלי מקדמי ההשקיה הדינמיים (טבלה מס' 5), גובה היבול לא נמצא שונה אל מול טיפול "קבוע בינוני", לו מנות מים עונתיות גבוהות יותר. דבר זה מחזק את חשיבות ההשקיה הגרעונית במקדם משתנה אשר בעזרתה ניתן לחסוך במים ללא הפחתה ביבול. מספר האשכולות ומשקל הגרגר הושפעו ממנת ההשקיה בשלב 1, אבל לא נראו הבדלים במספר הגרגרים. בבחינת מתאמי מרכיבי היבול (טבלאות מס' 10,11), בשתי עונות הניסוי נמצאו קשרים חיוביים בין מספר האשכולות לגובה היבול, בין משקל האשכול לגובה היבול ובין מספר הגרגרים לאשכול ומשקל



האשכול. קשרים שליליים נמצאו בין מספר הגרגרים לאשכול ומשקל הגרגר, ובעונת 2017 בלבד – בין משקל האשכול למספר האשכולות. בהשוואה בין מתאמים בעונת 2017 למתאמים בעונת 2018 (טבלה מס' 12), ניתן לראות כי המתאם בין משקל האשכול למספר האשכולות שונה באופן מובהק בין העונות השונות, בעונת 2017 המתאם שלילי ובעל קשר חזק בינוני לעומת קשר חלש וחיובי בעונת 2018. בשנה הראשונה מרכיבי היבול המושפעים מטיפולי ההשקיה הם מספר הגרגרים ומשקל הגרגר בלבד, ושניהם יחדיו משפיעים על משקל האשכול, ללא שינוי במספר האשכולות נראה הקשר החיובי – ככל שיש יותר אשכולות כך שוקל האשכול פחות. לעומת זאת בעונה השנייה למחקר כל מרכיבי היבול מושפעים על ידי טיפולי ההשקיה פרט למספר הגרגרים וישנן השפעות גומלין בין המשתנים שאולי ומבטלות את הקשר השלילי שנראה בשנה הקודמת. לבסוף, המתאם בין מספר האשכולות לגובה היבול גם הוא שונה בין שתי העונות, בעונת 2018 הקשר מתחזק לעומת עונת 2017, כנראה עקב הפיכת מספר האשכולות למשתנה רק בעונת 2018 לעומת היותו קבוע בעונת 2017.

#### 4.5 השפעת ההשקיה על איכות התירוש והיין

איכות יין לבן נקבעת בעיקר לפי רמת הפרופיל הארומטי של היין, חומציות היין, וצבעו (Rib'ereau-Gayon et al. 2006). לכל זן פרופיל ארומטי שונה וישנם מעט מחקרים המצביעים על קשר ישיר בין משק המים לבין ייצור מולקולות ארומטיות בצמח (Chaves et al. 2010, Savoi et al. 2016). כמו כן, יש להוכיח ששינוי כימי עקב שינוי במשק המים משפיע לבסוף על חישת היין. ביין לבן, בדרך כלל, רצויה רמת חומצה מספקת התורמת לרעננות של היין, במיוחד באזורי גידול חמים. הקשר בין משק המים בצמח ומשטר ההשקיה לאיכות יין לבן לא ברור לגמרי. במחקרים מסוימים נראית השפעה חיובית של עקת יובש ברמות שונות ובשלבם שונים של העונה (Myburgh 2006, Balint & Reynolds 2017) ובאחרים השפעה שלילית בשלבם שונים (Basile et al. 2012, Wenter et al. 2018). בבחינת המאפיינים הכימיים של התירוש (טבלאות מס' 13,14), בעונת 2017 נראו הבדלים מובהקים בתכולת הסוכר בתירוש, כאשר תכולת הסוכר בטיפול "גבוה לנמוך" הייתה נמוכה לעומת שאר הטיפולים על אף שטיפול זה נבצר במועד המאוחר ביותר. בעונת 2018 נראתה אותה תופעה, אך מועדי הבציר לטיפולים השונים היו קרובים יותר. קצב ההבשלה של ענבי טיפול "גבוה לנמוך" היה איטי יותר בהשוואה לשאר הטיפולים. בהשוואה בין מרכיבי התירוש בין שתי העונות ניתן לראות כי תכולת הסוכר במועד הבציר בעונת 2017 יותר נמוכה מאשר בעונת 2018, זאת בעקבות הבשלה מהירה מאוד בעונת 2018 עקב תנאים אקלימיים אופטימליים להבשלה (טמפרטורות נוחות יחסית לעונה ומשק מים תקין). בעונת 2018 ערכי החומצה משופרים (גבוהים יותר), כנראה עקב משק המים המשופר לעומת עקת מים חריפה בעונת 2017 (איורים מס' 15,18), כמו גם הבשלה באקלים נוח יותר בעונת 2018 (איורים מס' 11,12) (Salazar Parra et al. 2010, Ollé et al. 2011, Sadras et al. 2013). בבחינת איכות היין שהופק מכל טיפול (טבלאות מס' 15,16), לפי תוצאות טעימה של פאנל טועמים מקצועי בשימוש בטופס טעימה ייעודי ליינות לבנים (OIV Score Sheet, 2009) לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בעונת 2017 בציון היין הכללי. בעונת 2018 היינות נבדלו זה מזה בצורה

מובהקת סטטיסטית בציון היין הכללי כאשר יינות שהופקו מטיפול "גבוה לנמוך" היו בעלי ממוצע 86.3. ציוני היינות הנמוכים ביותר התקבלו בטיפולים "קבוע בינוני" ו"קבוע גבוה" (83.7 ו 83.8). הפרמטרים בהם נראתה שונות בין הטיפולים היו מקוריות הטעם, כלומר מידת האופייניות לזן בטעם היין, וגוון הצבע. לטיפול "גבוה לנמוך" הציונים הגבוהים ביותר בשני פרמטרים אלו ולטיפול "קבוע גבוה" הציונים הנמוכים ביותר. ניתן למצוא בספרות סימוכין להשפעת משק המים על אופייניות הזן המשתקפת בטעימת היין. במחקר בסובניון בלאן (Balint & Reynolds 2013) נמצא כי ליינות שהופקו מגפנים מטיפול השקיה גרעונית מבוקרת ארומה אופיינית לזן ברמה גבוהה יותר לעומת השקיה ברוויה וטיפול ללא השקיה. לפי תוצאות הטעימה לעונת 2018 ניתן לשער כי השריית עקת יובש מתונה בשלבים 2 ו 3 לצד פעילות וגטטיבית ופיזיולוגית תקינה בתחילת העונה תרמה לאיכות היין. עקת יובש מתונה יתכן וגרמה לייצור רב יותר של מולקולות ארומטיות אשר גרמו ליותר "טעם אופייני" ביין שהתקבל מטיפול "גבוה לנמוך". ניתן לראות כי פוטנציאל המים של גפני טיפול "גבוה לנמוך" בעונת 2018 הציגו החל משלב 2 עקת יובש שהתגברה בצורה הדרגתית (איור מס' 12) ללא שיפור עד ליום הבציר. במחקרים הבחנו זנים לבנים אחרים נמצא כי ליינות שהופקו מגפנים תחת עקה מתונה ייצור גבוה יותר של מולקולות ארומטיות מסוימות (Deluc et al. 2009, Savoi et al. 2016). תוצאות דומות התקבלו במחקר שנעשה בבורדו שבצרפת, שבדק את הפוטנציאל הארומטי בענבי סובניון בלאן כתגובה למשק מים משתנה. במחקר נמצא כי עקת יובש חריפה עלולה להגביל את הפוטנציאל הארומטי האופייני לזן ולעומת זאת עקת מתונה יכולה להגבירו (Des Gachons et al. 2005).

#### 4.6 השפעת ההשקיה על מדדים אנטומיים

הובלת המים במרבית הצמחים נעשית באמצעות מערכת העצה. גפנים, בהיותם מטפסים מעוצים, מסתמכים על צמחים סמוכים או אובייקטים אחרים לתמיכה מכנית. למערכת העצה תפקיד כפול, הובלת מים וגם תמיכה מכנית. בצמחים מטפסים פונקציית התמיכה של מערכת העצה מינימלית ולעומת זאת פונקציית הובלת המים המקסימלית (Tyree & Ewers 1991). מים מובלים בצורה אפופלסטית דרך חוליות טרכיאה (תאים מתים) בתנאי תת לחץ (במרבית שעות היום) הגורמים למשיכת עמודת המים כלפי מעלה. על מנת לעמוד במתחים אדירים אלו ולהימנע מקריסת דפנות חוליות הטרכיאה, דפנות אלו בעלות התעבות משנית בעיקר עקב המצאות ליגנין בהתעבות המשנית של הדופן. התעבות זו מגבירה את העמידות המכנית בפני מתחים אלו. עמידות זו עוזרת לגפן להימנע מקוויטציה, תופעה הנגרמת ע"י בועת מים הנכנסת דרך הגמצים בדפנות הטרכיאה, וגם להימנע מניתוק של עמודת המים – "אמבוליזם". צינורות הטרכיאה בעצת הגפן בעלי קטרים גדולים יחסית ולעתים בעלי מוליכות הידראולית גבוהה, מה שגורם להם להיות יותר פגיעים לקוויטציה ואמבוליזם (Tyree & Sperry 1989, Lovisolo & Schubert 1998). משק המים בגפן בעל השפעה מכרעת על המוליכות ההידראולית של רקמת העצה (Munitz et al. 2018, Netzer et al. 2019). עקב כך ביצענו ניתוח של אנטומיית חוליות הטרכיאה בגזע, ובחנו את השפעת ממשקי ההשקיה השונים על

קוטרם של הטרכיאות במערכת ההידראולית של הגפנים. הערכים שהתקבלו (טבלה מס' 17) היו שונים מערכים שהתקבלו באותה שיטת ניתוח בניסויים בזנים אחרים. כך למשל ניתן לראות כי טווח ערכי רוחב טבעת שנתית במחקר זה נע בין  $1282-870 \mu\text{m}$  גבוה ב כ 26%-40 לעומת טווח הערכים במרלו  $901-686 \mu\text{m}$  במחקר דומה (Munitz et al. 2018). יתכן וההבדלים ברוחב הטבעת השנתית נבעו מהבדלים בין זנים (Jacobsen et al. 2015) כמו גם ממנות השקיה גבוהות שיתכן והשפיעו על אנטומיית העצה. לא נצפו הבדלים מובהקים סטטיסטית במאפיינים האנטומיים בין הטיפולים השונים. ישנה מגמה מסוימת הדומה לתוצאות שהתקבלו בניסויי קבוצת המחקר שלנו (מוניץ 2013, היאט 2016) ולפיה ככל שמקדם ההשקיה בשלב 1 היה גבוה יותר רוחב הטבעת השנתית ושטח הטבעת השנתית היה גבוה יותר, אולם טיפול "קבוע גבוה" חורג ממגמה זו. על אף מנות ההשקיה הגבוהות שהשפיעו על ערכי המדדים הפיזיולוגיים והוגטיביים לא נמצאו השפעות דומות בניתוח הממצאים האנטומיים. כאמור, תוצאות ניתוח הפרמטרים האנטומיים שונות מתוצאות מחקרי הקבוצה הקודמים אשר הצביעו על קשר הדוק בין אסטרטגיות השקיה בגפן ומאפייני מערכת העצה, המחסור בהבדלים במחקר זה העלה סימני שאלה. בבחינה ויזואלית של כרם המחקר נראה שיש שורות בהם הגפנים נטויות לכיוון מסוים, ולעיתים התופעה נראית רק בחלק הטיפולים לאורך השורה. לאחר בחינת זווית ההטיה של גפני הניסוי בשטח (טבלה מס' 18) נראה כי הגפנים בניסוי מוטות לכיוון המדרון (כיוון צפון). בעקבות הטיית הגפנים ועקב השונות הרבה שהתקבלה בניתוח האנטומי בין גפנים אפילו בתוך אותו טיפול שיערנו כי להטיית הגפנים הייתה השפעה על השונות בתוצאות הבדיקות ואי מציאת ההבדלים בין הטיפולים. ואכן בבחינה אנטומית מחודשת למדגם גפנים ניתן לראות כי יש הבדל דרמטי בין רוחב הטבעת השנתית בהתאם לכיוון ממנו נלקחה דגימת הגזע (אזור מס' 18). בתום הניתוח האנטומי המחודש יהיה ניתן להתרשם שוב מערכי הפרמטרים האנטומיים בהתאם לכיוון ממנו נלקחה דגימת הגזע. הקשר בין הטיית הגפנים לפרמטרים אנטומיים של העצה, להשערותנו, קשור ליצירת עצת מתח (tension wood). עצת מתח מתוארת בספרות כסוג של עצת תגובה (reaction wood) האופיינית לצמחים מכוסים זרע הנוצרת בתגובה לשינויים מכניים אבל גם כתגובה לגורמים חיצוניים כמו גדילה על מדרון או כתגובה למשבי רוח עזים או מפולות שלגים. עצת התגובה נוצרת כתיקון גדילת הצמח כנגד הלחץ המכני/גרביטציוני. בעצת מתח תכולת צלולוז גבוהה ותכולת ליגנין נמוכה, כמו כן היא מכילה סיבים גילטינוזים (Andersson-Gunnerås et al. 2006, Du & Yamamoto 2007, Patten et al. 2010, Groover 2016, Spicer et al. 2016). עצת זו נוצרת בחלק העליון של הגזע או הענף המוטה והיא מאופיינת בריכוז נמוך יותר ליחידת שטח של אלמנטים מובילי מים (Ruelle 2014). ההערכה היא כי עקב הטיית הגפנים בעקבות נטיעתן על מדרון, רוחות עזות המכות בהן לאורך השנה והדליתן ויישורן באופן לא מספק יתכן והתפתחה עצת מתח אשר גרמה לטבעות שנתיות לא סימטריות בגזע (Scurfield 1973). לקראת הניתוח האנטומי דוגמת הגזע נקלחה מדרום לצפון כקדוחה שלמה שנחתכה באמצע, וכך התקבלו שתי דוגמאות לניתוח, אחת מצפון ואחת מדרום. בין שתיהן נבחרה הדוגמה המנותחת באופן אקראי ללא התחשבות בכיוון ולכן יש להניח כי כיוון לקיחת דגימת הגזע השפיע על הערכים שהתקבלו. במחקרים הבאים פרוטוקול הדיגום יידרש להתחשב בכיוון לקיחת דוגמת הגזע ע"י סימון כיוון לקיחת הדוגמה. בנוסף, בחלקות

מדרוניות בהן הגפנים מוטות לצד מסוים יש לקחת דגימות גזע שיאפיינו את כלל צידי הגזע, על מנת לנטרל את אפקט המדרון.

#### 4.7 דיון מסכם

מטרת העבודה הייתה לבחון התאמת מודל השקיה לענבי יין לבנים. בעבודה זו נבחנה ההשפעה של מספר ממשקי השקיה שהשרו עקת יובש בדרגות שונות באופן קבוע לאורך העונה (SDI) וממשקי השקיה שהשרו עקה משתנה בשלבים פנולוגיים שונים של התפתחות הגרגר (RDI). כל ממשקי ההשקיה הסתמכו על מודל השקיה המבוסס על מדדי נוף ומטאורולוגיה. העבודה התבצעה בזן סובניון בלאן, אחד מהזנים הלבנים המובילים בענף היין הישראלי. משק מים משופר בשלב 1 (חנטה עד אשכול צפוף) גרם לצימוח ווגטיבי נמרץ יותר ויבול גבוה יותר. בנוסף לכך ובניגוד להשערת המחקר, נמצא כי עקת יובש בשלב 3 (בוהל עד בציר) תרמה להעלאת איכות היין בהסתמך על תוצאות טעימת היין בעונה השנייה למחקר. לפי תוצאות המחקר הטיפול בעל מקדם ההשקיה "גבוה לנמוך" "נהנה" בראשית העונה ממשק מים ומצב פיזיולוגי משופר אשר הוביל להתמיינות טובה וליבול מספק, יחד עם התפתחות ווגטיבית משופרת. הקטנת מנות המים בשלבים הבאים הובילה להתפתחות עקת יובש מתונה והדרגתית בעלת השפעה חיובית על איכות היין. לעומת זאת ניתן לראות כי משק מים משופר ללא עקת יובש בשלב 3 ועקת מים בשלב 3 ללא משק מים משופר בתחילת העונה לא תרמו לאיכות היין. לפי ניתוח אנטומי בסוף השנה השנייה למחקר לא נמצאה שונות במבנה ההידראולי בטיפולים השונים, הממצאים האנטומיים במחקר זה עומדים בניגוד לממצאי יתר העבודות של קבוצת המחקר אשר הצביעו על קשר הדוק בין משטר ההשקיה למבנה ההידראולי של הגפן. על פי הממצאים לגידול ענבי יין לבנים באזור יובשני למחצה נדרשו מקדמי השקיה גבוהים יותר מהמקובל בענבי יין אדומים.

## 5. רשימת ספרות

הוכברג, נ., (1954) גידול הגפן

היאט, י., (2016) השפעת עקות יובש על הפיסיולוגיה, אנטומיית העצה ומדדי איכות יין. עבודת גמר

המועצה לגפן היין בישראל, (2014) דו"ח בציר ארצי 2014

הרכבי, ע., (2017) כרם יין : תמונת מצב 2017. עלון הנוטע 71, 24–25

מוניץ, ש., (2013) פיתוח מודל השקיה לכרמי ענבי יין המבוסס על גודל הנוף ועל מדדים מטאורולוגיים. עבודת גמר

סוויד, י., (2019) זמירת שריגים מאוחרת ככלי לשינוי פנולוגיה ושיפור איכות יינות אדומים. עבודת גמר

פרלברג, א., (2014) הגלבוש - סקר, ניתוח והערכה של טבע, נוף ומורשת האדם. יחידת סקרי טבע ונוף, מכון דש"א

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. and Ab, W., (1998) Allen\_FAO1998 1–15.

Andersson-Gunnerås, S., Mellerowicz, E.J., Love, J., Segerman, B., Ohmiya, Y., Coutinho, P.M., Nilsson, P., Henrissat, B., Moritz, T. and Sundberg, B., (2006) Biosynthesis of cellulose-enriched tension wood in *Populus* : global analysis of transcripts and metabolites identifies biochemical and developmental regulators in secondary wall biosynthesis. *Plant J.* **45**, 144–165.

B. Wilson, C. R. Strauss, P.J.W., (1986) The Distribution of Free and Glycosidically-Bound Monoterpenes Among Skin, Juice, and Pulp Fractions of Some White Grape Varieties. *Am. J. Enol. Vitic.* **37**, 107–111.

Balint, G. and Reynolds, A.G., (2013) Effect of different irrigation strategies on vine physiology, yield, grape composition and sensory profile of Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) in a cool climate area. *OENO One* **47**, 159.

Balint, G. and Reynolds, A.G., (2017) Irrigation level and time of imposition impact vine physiology, yield components, fruit composition and wine quality of Ontario

Chardonnay. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. **214**, 252–272.

- Basile, B., Girona, J., Behboudian, M.H., Mata, M., Rosello, J., Ferré, M. and Marsal, J., (2012) Responses of “Chardonnay” to deficit irrigation applied at different phenological stages: Vine growth, must composition, and wine quality. *Irrig. Sci.* **30**, 397–406.
- Benkwitz, F., Nicolau, L., Lund, C., Beresford, M., Wohlers, M. and Kilmartin, P.A., (2012) Evaluation of Key Odorants in Sauvignon Blanc Wines Using Three Different Methodologies. *J. Agric. Food Chem* **60**, 6293–6302.
- Boyer, J.S., (1995) Chapter 3: Thermocouple Psychrometry. Meas. water status plants soil. Acad. Press Inc., USA. 495 pp. 49–102.
- Bravdo, B., Hepner, Y., Loinger, C., Cohen, S., Tabacman, H. and B. Bravdo, Y. Hepner, C. Loinger, S. Cohen, and H.T.S., (1985) Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* **36**, 132–139.
- Buesa, I., Pérez, D., Castel, J., Intrigliolo, D.S. and Castel, J.R., (2017) Effect of deficit irrigation on vine performance and grape composition of *Vitis vinifera* L. cv. Muscat of Alexandria. *Aust. J. Grape Wine Res.* **23**, 251–259.
- Castellarin, S.D., Matthews, M.A., Di Gaspero, G. and Gambetta, G.A., (2007) Water deficits accelerate ripening and induce changes in gene expression regulating flavonoid biosynthesis in grape berries. *Planta* **227**, 101–112.
- Chaves, M.M., Maroco, J.P. and Pereira, J.S., (2003) Understanding plant responses to drought - From genes to the whole plant. *Funct. Plant Biol.*
- Chaves, M.M., Pereria, J.S., Maroco, J., Rodrigues, M.L., Ricardo, C.P.P., Osorio, M.L., Carvakho, I., Faria, T. and Pinheiro, C., (2002) How Plants Cope with Water Stress in the Field? Photosynthesis and Growth. *Ann. Bot.* **89**, 907–916.
- Chaves, M.M., Santos, T.P., Souza, C.R., Ortuño, M.F., Rodrigues, M.L., Lopes, C.M., Maroco, J.P. and Pereira, J.S., (2007) Deficit irrigation in grapevine improves water-

use efficiency while controlling vigour and production quality. *Ann. Appl. Biol.* **150**, 237–252.

Chaves, M.M., Zarrouk, O., Francisco, R., Costa, J.M., Santos, T., Regalado, A.P., Rodrigues, M.L. and Lopes, C.M., (2010) Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Ann. Bot.* **105**, 661–676.

Choné, X., Van Leeuwen, C., Dubourdieu, D. and Gaudillère, J.P., (2001) Stem Water Potential is a Sensitive Indicator of Grapevine Water Status. *Ann. Bot.* **87**, 477–483.

Cifre, J., Bota, J., Escalona, J.M., Medrano, H. and Flexas, J., (2005) Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.): An open gate to improve water-use efficiency? *Agric. Ecosyst. Environ.* **106**, 159–170.

Coombe, B.G. and McCarthy, M.G., (2000) Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Aust. J. Grape Wine Res.* **6**, 131–135.

Deluc, L.G., Quilici, D.R., Decendit, A., Grimplet, J., Wheatley, M.D., Schlauch, K.A., Mérillon, J.M., Cushman, J.C. and Cramer, G.R., (2009) Water deficit alters differentially metabolic pathways affecting important flavor and quality traits in grape berries of Cabernet Sauvignon and Chardonnay. *BMC Genomics* **10**, 212.

Diedenhofen, B. and Musch, J., (2015) cocor: A Comprehensive Solution for the Statistical Comparison of Correlations. *PLoS One* **10**, e0121945.

Du, S. and Yamamoto, F., (2007) An Overview of the Biology of Reaction Wood Formation. *J. Integr. Plant Biol.* **49**, 131–143.

Edwards, E.J. and Clingeleffer, P.R., (2013) Interseasonal effects of regulated deficit irrigation on growth, yield, water use, berry composition and wine attributes of Cabernet Sauvignon grapevines. *Aust. J. Grape Wine Res.* **19**, 261–276.

van Es, H.M., Gomes, C.P., Sellmann, M. and van Es, C.L., (2007) Spatially-Balanced Complete Block designs for field experiments. *Geoderma* **140**, 346–352.

Falqué, E., Fernández, E. and Dubourdieu, D., (2001) Differentiation of white wines by

their aromatic index. *Talanta* **54**, 271–281.

Fereres, E. and Evans, R.G., (2006) Irrigation of fruit trees and vines: An introduction. *Irrig. Sci.* **24**, 55–57.

Fereres, E. and Soriano, M.A., (2007) Deficit irrigation for reducing agricultural water use, in: *Journal of Experimental Botany*. Oxford University Press, pp. 147–159.

Fernández-Fernández, J.I. and Martínez-Cutillas, A., (2010) Physiological Thresholds for Efficient Regulated Deficit-Irrigation Management in Winegrapes Grown under Semiarid Condition American Society of Enologists., Pascuals. *Am. J. Enol. Vitic.* **57**, 514–518.

Des Gachons, C.P., Van Leeuwen, C., Tominaga, T., Soyer, J.P., Gaudillère, J.P. and Dubourdieu, D., (2005) Influence of water and nitrogen deficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis vinifera* L cv Sauvignon blanc in field conditions. *J. Sci. Food Agric.* **85**, 73–85.

Gerzon, E., Biton, I., Yaniv, Y., Zemach, H., Netzer, Y., Schwartz, A., Fait, A. and Ben-Ari, G., (2015) Grapevine anatomy as a possible determinant of isohydric or anisohydric behavior. *Am. J. Enol. Vitic.* **66**, 340–347.

Girona, J., Marsal, J., Mata, M., Del Campo, J. and Basile, B., (2009) Phenological sensitivity of berry growth and composition of tempranillo grapevines (*Vitis Vinifera* L.) to water stress. *Aust. J. Grape Wine Res.* **15**, 268–277.

Gómez-del-Campo, M., Ruiz, C. and Lissarrague, J.R., (2002) Effect of water stress on leaf area development, photosynthesis, and productivity in Chardonnay and Airén grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* **53**, 138–143.

Greven, M., Green, S., Neal, S., Clothier, B., Neal, M., Dryden, G. and Davidson, P., (2005) Regulated Deficit Irrigation (RDI) to save water and improve Sauvignon Blanc quality? *Water Sci. Technol.* **51**, 9–17.

Groover, A., (2016) Gravitropisms and reaction woods of forest trees—evolution, functions and mechanisms. *New Phytol.* **211**, 790–802.



- Iland, P; Dry, P; Proffitt, T; Tyerman, S., (2011) *The Grapevine : from the science to the practice of growing vines for wine*. Patrick Iland Wine Promotions Pty Ltd.
- Ilc, T., Werck-Reichhart, D. and Navrot, N., (2016) Meta-Analysis of the Core Aroma Components of Grape and Wine Aroma. *Front. Plant Sci.* **7**, 1472.
- Intrigliolo, D.S. and Castel, J.R., (2007) Evaluation of grapevine water status from trunk diameter variations. *Irrig. Sci.* **26**, 49–59.
- Jackson, D.I., Lombard, P.B. and Kabinett, L.Q., (1993) Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - A review. *Am. J. Enol. Vitic.* **44**, 409–430.
- Jacobsen, A.L., Rodriguez-Zaccaro, F.D., Lee, T.F., Valdovinos, J., Toschi, H.S., Martinez, J.A. and Pratt, R.B., (2015) Grapevine Xylem Development, Architecture, and Function, in: *Functional and Ecological Xylem Anatomy*. Springer International Publishing, Cham, pp. 133–162.
- Keller, M., (2010) Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: A climate change primer for viticulturists. *Aust. J. Grape Wine Res.* **16**, 56–69.
- Keller, M., (2015) *The science of grapevines: anatomy and physiology*, Second. ed. Elsevier Inc.
- Keller, M., Romero, P., Gohil, H., Smithyman, R.P., Riley, W.R., Casassa, L.F. and Harbertson, J.F., (2016) Deficit Irrigation Alters Grapevine Growth, Physiology, and Fruit Microclimate. *Am. J. Enol. Vitic.* **67**, 426–435.
- Keller, M., Smithyman, R.P. and Mills, L.J., (2008) Interactive effects of deficit irrigation and crop load on cabernet sauvignon in an arid climate. *Am. J. Enol. Vitic.* **59**, 221–234.
- Kennedy, B.Y.J., (2002) Understanding grape berry development. *Pract. Winer. Vineyard* 1–5.

- Kliewer, W.M. and Dokoozlian, N.K., (2005) Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality. *Am. J. Enol. Vitic.* **56**, 170–181.
- Komm, B.L. and Moyer, M.M., (2015) Effect of early fruit-zone leaf removal on canopy development and fruit quality in riesling and sauvignon blanc, *American Journal of Enology and Viticulture*.
- van Leeuwen, C., Friant, P., Choné, X., Tregoat, O., Koundouras, S. and Dubourdieu, D., (2004) Influence of Climate, Soil, and Cultivar on Terroir. *Am. J. Enol. Vitic.* **55**, 207–217.
- Van Leeuwen, C. and Seguin, G., (2006) The concept of terroir in viticulture. *J. Wine Res.* **17**, 1–10.
- Van Leeuwen, C., Trégoat, O., Choné, X., Bois, B., Pernet, D. and Gaudillère, J.-P., (2009) Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *J. Int. Sci. Vigne Vin* **43**, 121–134.
- De Lorenzis, G., Chipashvili, R., Failla, O. and Maghradze, D., (2015) Study of genetic variability in *Vitis vinifera* L. germplasm by high-throughput Vitis18kSNP array: the case of Georgian genetic resources. *BMC Plant Biol.* **15**, 154.
- Lovisol, C. and Schubert, A., (1998) Effects of water stress on vessel size and xylem hydraulic conductivity in *Vitis vinifera* L. *J. Exp. Bot.* **49**, 693–700.
- McCutchan, H. and Shackel, K.A., (1992) Stem-water Potential as a Sensitive Indicator of Water Stress in Prune Trees (*Prunus domestica* L. cv. French). *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **117**, 607–611.
- Medrano, H., Escalona, J.M., Cifre, J., Bota, J. and Flexas, J., (2003) A ten-year study on the physiology of two Spanish grapevine cultivars under field conditions: effects of water availability from leaf photosynthesis to grape yield and quality. *Funct. Plant Biol.* **30**, 607–619.

- Mirás-Avalos, J.M. and Intrigliolo, D.S., (2017) Grape Composition under Abiotic Constraints: Water Stress and Salinity. *Front. Plant Sci.* **8**, 851.
- Moriondo, M., Jones, G. V., Bois, B., Dibari, C., Ferrise, R., Trombi, G. and Bindi, M., (2013) Projected shifts of wine regions in response to climate change. *Clim. Change* **119**, 825–839.
- Munitz, S., Netzer, Y. and Schwartz, A., (2017) Sustained and regulated deficit irrigation of field-grown Merlot grapevines. *Aust. J. Grape Wine Res.* **23**, 87–94.
- Munitz, S., Netzer, Y., Shtein, I. and Schwartz, A., (2018) Water availability dynamics have long-term effects on mature stem structure in *Vitis vinifera*. *Am. J. Bot.* **105**, 1443–1452.
- Munitz, S., Schwartz, A. and Netzer, Y., (2016) Evaluation of seasonal water use and crop coefficients for “Cabernet Sauvignon” grapevines as the base for skilled regulated deficit irrigation. *Acta Hort.* **1115**, 33–39.
- Munitz, S., Schwartz, A. and Netzer, Y., (2019) Water consumption, crop coefficient and leaf area relations of a *Vitis vinifera* cv. “Cabernet Sauvignon” vineyard. *Agric. Water Manag.* **219**, 86–94.
- Myburgh, P. a, (2006) Juice and wine quality responses of *Vitis vinifera* L. cvs. Sauvignon Blanc and Chenin Blanc to timing of irrigation during berry ripening in the coastal region of South Africa. *South African J. Enol. Vitic.* **27**, 1–7.
- Myburgh, P.A., (1996) Response of *Vitis Vinifera* L. cv. Barlinka/Ramsey to Soil Water Depletion Levels with Particular Reference to Trunk Growth Parameters. *South African J. Enol. Vitic.* **17**, 3–14.
- Naor A, Gal Y, B.B., (2002) Shoot and Cluster Thinning Influence Vegetative Growth, Fruit Yield, and Wine Quality of ‘Sauvignon blanc’ Grapevines. *A. J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **127**, 628–634.
- Naor, A., Bravdo, B. and Hepner, Y., (1993) Effect of post-veraison irrigation level on Sauvignon blanc yield, juice quality and water relations. *South African J. Enol.*

Vitic. **14**, 19–25.

Netzer, Y., Munitz, S., Drori, E. and Schwartz, A., (2014) The use of trunk dendrometers as a physiological tool for monitoring vine water status. *Jud. Sameria Res. Stud.* **24**, 385–398.

Netzer, Y., Munitz, S., Shtein, I. and Schwartz, A., (2019) Structural memory in grapevines: Early season water availability affects late season drought stress severity. *Eur. J. Agron.* **105**, 96–103.

Netzer, Y., Yao, C., Shenker, M., Bravdo, B., Schwartz, A. and Cohen, S., (2005) Water consumption of “Superior” grapevines grown in a semiarid region. *Acta Hort.* **689**, 399–406.

Ollé, D., Guiraud, J.L., Souquet, J.M., Terrier, N., AgeorgeS, A., Cheynier, V. and Verries, C., (2011) Effect of pre- and post-veraison water deficit on proanthocyanidin and anthocyanin accumulation during Shiraz berry development. *Aust. J. Grape Wine Res.* **17**, 90–100.

Patten, A.M., Vassão, D.G., Wolcott, M.P., Davin, L.B. and Lewis, N.G., (2010) Trees: A Remarkable Biochemical Bounty, in: *Comprehensive Natural Products II*. Elsevier, pp. 1173–1296.

Peyrot des Gachons, C., Tominaga, T. and Dubourdieu, D., (2002) Localization of S-cysteine conjugates in the berry: Effect of skin contact on aromatic potential of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc must. *Am. J. Enol. Vitic.* **53**, 144–146.

Picón-Toro, J., González-Dugo, V., Uriarte, D., Mancha, L.A. and Testi, L., (2012) Effects of canopy size and water stress over the crop coefficient of a “Tempranillo” vineyard in south-western Spain. *Irrig. Sci.* **30**, 419–432.

Polášková, P., Herszage, J. and Ebeler, S.E., (2008) Wine flavor: chemistry in a glass. *Chem. Soc. Rev.* **37**, 2478.

Poni, S., Casalini, L., Bernizzoni, F., Civardi, S. and Intrieri, C., (2006) Effects of Early Defoliation on Shoot Photosynthesis, Yield Components, and Grape Composition.

- Am. J. Enol. Vitic. **43**, 139–148.
- Poni, S., Intrieri, C. and Silvestroni, O., (1994) American journal of enology and viticulture. Am. J. Enol. Vitic. **45**, 71–78.
- Poni S, Lakso AN, Turner JR and Melious RE, (1993) The effects of pre- and post-veraison water stress on growth and physiology of potted Pinot Noir grapevines at varying crop levels. *Vitis* **32**, 207–214.
- Pratt, C., (1974) Vegetative Anatomy of Cultivated Grapes--A Review. Am. J. Enol. Vitic. **25**, 131–150.
- Reynolds, A.G., Lowrey, W.D., Tomek, L., Hakimi, J. and De Savigny, C., (2007) Influence of irrigation on vine performance, fruit composition, and wine quality of chardonnay in a cool, humid climate. Am. J. Enol. Vitic. **58**, 217–228.
- Rib'ereau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. and Dubourdieu, D., (2006) Handbook of Enology Volume 2 The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments.
- Roby, G., Harbertson, J.F., Adams, D.A. and Matthews, M.A., (2004) Berry size and vine water deficits as factors in winegrape composition: Anthocyanins and tannins. Aust. J. Grape Wine Res. **10**, 100–107.
- Romero, P., Fernández-Fernández, J.I. and Martínez-Cutillas, A., (2010) Physiological thresholds for efficient regulated deficit-irrigation management in winegrapes grown under semiarid conditions. Am. J. Enol. Vitic. **61**, 300–312.
- Romero, P., Gil-Muñoz, R., del Amor, F.M., Valdés, E., Fernández, J.I. and Martínez-Cutillas, A., (2013) Regulated Deficit Irrigation based upon optimum water status improves phenolic composition in Monastrell grapes and wines. Agric. Water Manag. **121**, 85–101.
- Ruelle, J., (2014) Morphology, Anatomy and Ultrastructure of Reaction Wood, in: The Biology of Reaction Wood. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 13–35.
- Ruzin S, (1999) Plant microtechnique and microscopy. Oxford University Press.

- Sadras, V.O., Petrie, P.R. and Moran, M.A., (2013) Effects of elevated temperature in grapevine. II juice pH, titratable acidity and wine sensory attributes. *Aust. J. Grape Wine Res.* **19**, 107–115.
- Salazar Parra, C., Aguirreolea, J., Sánchez-Díaz, M., Irigoyen, J.J. and Morales, F., (2010) Effects of climate change scenarios on Tempranillo grapevine (*Vitis vinifera* L.) ripening: response to a combination of elevated CO<sub>2</sub> and temperature, and moderate drought. *Plant Soil* **337**, 179–191.
- Santesteban, L.G., Miranda, C. and Royo, J.B., (2011) Regulated deficit irrigation effects on growth, yield, grape quality and individual anthocyanin composition in *Vitis vinifera* L. cv. “Tempranillo.” *Agric. Water Manag.* **98**, 1171–1179.
- Savoi, S., Wong, D.C.J., Arapitsas, P., Miculan, M., Bucchetti, B., Peterlunger, E., Fait, A., Mattivi, F. and Castellarin, S.D., (2016) Transcriptome and metabolite profiling reveals that prolonged drought modulates the phenylpropanoid and terpenoid pathway in white grapes (*Vitis vinifera* L.). *BMC Plant Biol.* **16**, 67.
- Schultz, H.R., (2003) Differences in hydraulic architecture account for near-isohydric and anisohydric behaviour of two field-grown *Vitis vinifera* L. cultivars during drought. *Plant, Cell Environ.* **26**, 1393–1405.
- Scurfield, G., (1973) Reaction Wood: Its Structure and Function: Lignification may generate the force active in restoring the trunks of leaning trees to the vertical. *Science* **179**, 647–55.
- Selles, G., Ferreyra, R., Muñoz, I. and Silva, H., (2004) Physiological indicators of plant water status as criteria for irrigation scheduling in table Grapes cv. Crimson seedless, irrigated by drip. *Acta Hort.* **664**, 599–605.
- Shackel, K., (2011) A plant-based approach to deficit irrigation in trees and vines. *HortScience* **46**, 173–177.
- Shellie, K.C., (2006) Vine and berry response of merlot (*Vitis vinifera* L.) to differential water stress. *Am. J. Enol. Vitic.* **57**, 514–518.

- Shellie, K.C., (2014) Water Productivity, Yield, and Berry Composition in Sustained versus Regulated Deficit Irrigation of Merlot Grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* **65**, 197–205.
- Shtein, I., Meir, S., Riov, J. and Philosoph-Hadas, S., (2011) Interconnection of seasonal temperature, vascular traits, leaf anatomy and hydraulic performance in cut *Dodonaea* ‘Dana’ branches. *Postharvest Biol. Technol.* **61**, 184–192.
- Skirycz, A. and Inzé, D., (2010) More from less: plant growth under limited water. *Curr. Opin. Biotechnol.* **21**, 197–203.
- De Souza, C.R., Maroco, J.P., Dos Santos, T.P., Rodrigues, M.L., Lopes, C., Pereira, J.S. and Chaves, M.M., (2005) Control of stomatal aperture and carbon uptake by deficit irrigation in two grapevine cultivars. *Agric. Ecosyst. Environ.* **106**, 261–274.
- Spicer, R., Groover, A.T. and Cronk, Q.C.B., (2016) Variation in Angiosperm Wood Structure and Its Physiological and Evolutionary Significance, in: *Comparative and Evolutionary Genomics of Angiosperm Trees, Plant Genetics and Genomics: Crops and Models*. Springer, Cham, pp. 19–60.
- Trigo-Córdoba, E., Bouzas-Cid, Y., Orriols-Fernández, I. and Mirás-Avalos, J.M., (2014) Irrigation effects on the sensory perception of wines from three white grapevine cultivars traditional from Galicia (Albariño, Godello and Treixadura). *Ciência Téc. Vitiv* **29**, 71–80.
- Trigo-Córdoba, E., Bouzas-Cid, Y., Orriols-Fernández, I. and Mirás-Avalos, J.M., (2015) Effects of deficit irrigation on the performance of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. “Godello” and “Treixadura” in Ribeiro, NW Spain. *Agric. Water Manag.* **161**, 20–30.
- Turner, N.C., (1988) Measurement of plant water status by the pressure chamber technique. *Irrig. Sci.* **9**, 289–308.
- Tyree, M.T. and Ewers, F.W., (1991) The hydraulic architecture of trees and other woody plants. *New Phytol.* **119**, 345–360.

- Tyree, M.T. and Sperry, J.S., (1989) Vulnerability of Xylem to Cavitation and Embolism. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* **40**, 19–38.
- Wenter, A., Zanotelli, D., Montagnani, L., Tagliavini, M. and Andreotti, C., (2018) Effect of different timings and intensities of water stress on yield and berry composition of grapevine (cv. Sauvignon blanc) in a mountain environment. *Sci. Hortic.* (Amsterdam). **236**, 137–145.
- Williams, L.E. Araujo, F.J., (2002) Correlations among Predawn Leaf, Midday Leaf, and Midday Stem Water Potential and their Correlations with other Measures of Soil and Plant Water Status in *Vitis vinifera*. *J. AMER. SOC. HORT. SCI.* **127**, 448–454.
- Williams, L.E., (2012) Interaction of applied water amounts and leaf removal in the fruiting zone on grapevine water relations and productivity of Merlot. *Irrig. Sci.* **30**, 363–375.
- Williams, L.E. and Ayars, J.E., (2005) Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy. *Agric. For. Meteorol.* **132**, 201–211.
- Williams, L.E., Phene, C.E., Grimes, D.W. and Trout, T.J., (2003) Water use of mature Thompson Seedless grapevines in California. *Irrig. Sci.* **22**, 11–18.
- Zarrouk, O., Francisco, R., Pinto-Marijuan, M., Brossa, R., Santos, R.R., Pinheiro, C., Costa, J.M., Lopes, C. and Chaves, M.M., (2012) Impact of irrigation regime on berry development and flavonoids composition in Aragonez (Syn. Tempranillo) grapevine. *Agric. Water Manag.* **114**, 18–29.

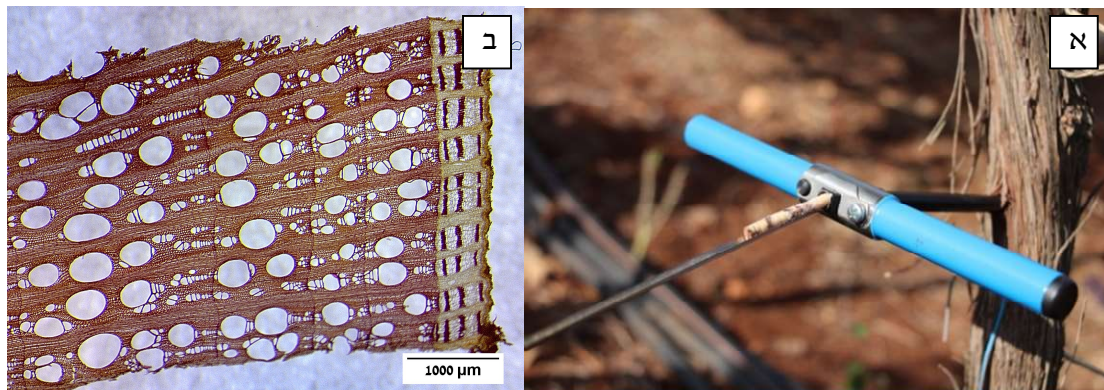


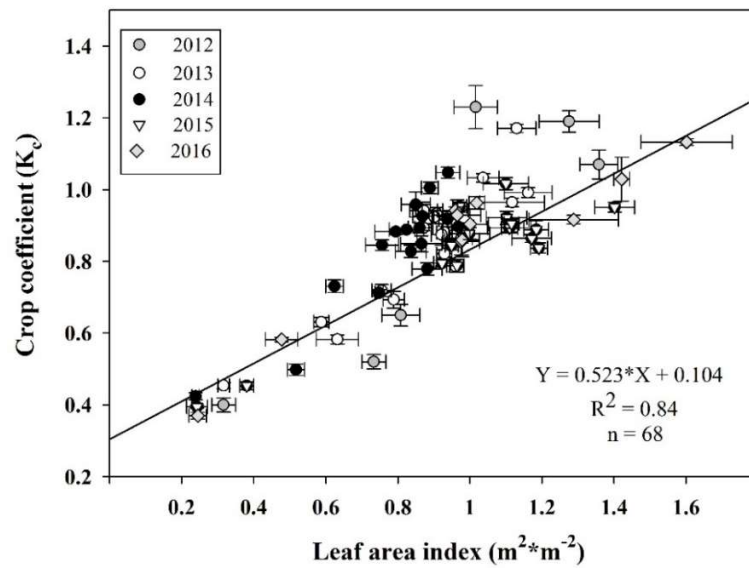
## 6. נספחים

נספח מס' 1.9. א – מדידת זווית ההטיה של גזע הגפן. ב – יצירת משולש בעזרת פלס וסרט מדידה.



נספח מס' 2. א – דוגם גזע וגליל עצה מהגזע. ב – תצלום של חתך רוחב מהגזע, 2018





**נספח מס' 3.** הקשר בין מקדם הגידול ( $K_c$ ) לבין אינדקס שטח העלווה (LAI) עבור ענבי יין מהזן 'קברנה סובניון', כפי שהתקבל מנתוני שישה לזימטרים בשילה (Munitz et al. 2016)



נספח מס' 5. אינדקס שטח העלווה (מ"ר/מ"ר) בטיפולים השונים במדידות לאורך העונה. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

תאריך	8/4/18	15/4/18	29/4/18	18/5/18	27/5/18	10/6/18	17/6/18	24/6/18	8/7/18	22/7/18
Day of year	98	105	119	138	147	161	168	175	189	203
0.3	0.38	0.62	0.99	1.01	0.81	0.78 C	0.78 B	0.88 B	0.88 B	1.01 B
0.45	0.37	0.62	1.00	1.17	0.91	0.90 AB	0.92 AB	1.08 AB	1.16 AB	1.34 AB
0.60	0.40	0.67	1.11	1.16	0.93	0.94 A	1.04 A	1.2 4 A	1.36 A	1.60 A
0.3->0.3->0.6	0.37	0.64	0.92	1.00	0.81	0.79 BC	0.78 B	0.87 AB	0.91 B	1.12 B
0.6->0.3->0.3	0.40	0.66	0.97	1.04	0.96	0.91 A	0.96 AB	1.03 AB	1.10 AB	1.30 AB
p value	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	0.002	0.015	0.035	0.014	0.003

נספח מס' 6. השתנות קוטר הגזע (מ"מ) בטיפולים השונים במדידות לאורך העונה. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.

תאריך	19/3/17	18/4/17	23/4/17	30/4/17	7/5/17	14/5/17	21/5/17	28/5/17	11/6/17	18/6/17	9/7/17	1/10/17	29/10/17
Day of year	78	107	113	120	127	134	141	148	162	169	190	274	302
<b>0.3</b>	0.00	0.46	0.61	1.14	1.59	2.05	2.25	2.33	2.54	2.23	1.95	2.25	2.11
<b>0.45</b>	0.00	0.17	0.49	0.96	1.47	2.13	2.57	2.43	3.00	2.81	2.51	2.63	2.59
<b>0.60</b>	0.00	0.25	0.25	0.70	1.33	1.63	2.25	2.44	2.86	2.77	2.66	2.71	2.65
<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>	0.00	0.57	0.59	1.05	1.65	2.14	2.37	2.28	2.55	2.43	2.14	2.30	2.20
<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>	0.00	0.28	0.51	0.80	1.64	1.88	2.46	2.62	2.98	2.61	2.68	2.91	2.92
<b>p value</b>	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

נספח מס' 7. השתנות קוטר הגזע (מ"מ) בטיפולים השונים במדידות לאורך העונה. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way

ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

15/7/18	2/7/18	10/6/18	27/5/18	13/5/18	29/4/18	15/4/18	8/4/18	18/3/18	תאריך
196	183	161	147	133	119	105	98	77	Day of year
2.26 B	2.21 B	2.54	2.79	2.26 C	1.90 AB	0.37 AB	0.25	0.00	0.3
3.33 A	3.20 A	3.40	3.75	3.00 A	2.30 A	0.85 A	0.54	0.00	0.45
2.90 AB	2.96 AB	2.90	2.83	2.48 BC	1.50 C	0.27 B	0.22	0.00	0.60
3.06 AB	2.92 AB	2.78	3.23	2.75 AB	2.08 AB	0.79 AB	0.61	0.00	0.3->0.3->0.6
2.75 AB	2.89 AB	3.02	3.04	2.39 BC	1.87 AB	0.48 AB	0.19	0.00	0.6->0.3->0.3
0.028	0.022	N.S	N.S.	0.001	0.056	0.024	N.S.	N.S.	p value

נספח מס' 8. פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa) בכל הטיפולים במדידות לאורך העונה. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.

27/8/17	30/7/17	23/7/17	16/7/17	2/7/17	25/6/17	18/6/17	11/6/17	4/6/17	28/5/17	14/5/17	7/5/17	30/4/17	23/4/17	תאריך
239	211	204	197	183	176	169	162	155	148	134	127	120	113	Day of year
-1.58 A	-1.73 A	-1.45 A	-1.21 A	-1.51 A	-1.45 A	-1.34 A	-1.52 A	-1.31 A	-1.15 A	-0.99	-0.77	-0.69	-0.45	0.3
-1.23 BC	-1.68 AB	-1.43 A	-1.10 B	-1.34 AB	-1.24 CD	-1.18 BC	-1.13 CD	-1.14 AB	-1.08 AB	-0.99	-0.78	-0.76	-0.46	0.45
-0.94 D	-1.57 AB	-1.28 B	-0.95 C	-1.21 B	-1.09 D	-1.07 C	-0.98 D	-1.03 B	-1.00 B	-0.94	-0.86	-0.70	-0.41	0.60
-1.20 C	-1.50 B	-1.27 B	-1.12 AB	-1.50 A	-1.29 BC	-1.29 AB	-1.34 B	-1.19 AB	-1.17 A	-0.98	-0.93	-0.69	-0.43	0.3->0.3->0.6
-1.47 AB	-1.73 A	-1.49 A	-1.20 AB	-1.40 AB	-1.43 AB	-1.24 AB	-1.19 BC	-1.07 AB	-0.99 B	-0.94	-0.88	-0.71	-0.39	0.6->0.3->0.3
0.001	0.022	0.001	0.001	0.011	0.001	0.009	0.001	0.024	0.001	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	p value

נספח מס' 9. פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa) בכל הטיפולים במדידות לאורך העונה. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

29/7/18	22/7/18	15/7/18	8/7/18	2/7/18	24/6/18	17/6/18	10/6/18	3/6/18	27/5/18	18/5/18	13/5/18	6/5/18	29/4/18	15/4/18	תאריך
210	203	196	189	184	175	168	161	154	147	138	133	126	119	105	Day of year
-1.6 A	-1.6 A	-1.5 A	-1.6 A	-1.6 A	-1.3 A	-1.22 A	-1.09 A	-0.98 A	-0.98 A	-0.99	-0.57	-0.37	-0.33	-0.54	0.3
-1.4 B	-1.2 C	-1.3 B	-1.5 B	-1.4 AB	-1.1 B	-1.04 C	-0.97 B	-0.84 AB	-0.78 B	-1.05	-0.59	-0.37	-0.34	-0.57	0.45
-1.0 C	-1.0 D	-0.9 C	-1.3 C	-1.2 C	-1.0 C	-0.92 D	-0.83 C	-0.74 B	-0.71 B	-0.97	-0.49	-0.36	-0.31	-0.55	0.60
-1.1 C	-1.2 C	-1.2 B	-1.6 A	-1.5 AB	-1.3 A	-1.16 B	-1.08 A	-0.96 A	-0.94 A	-1.05	-0.49	-0.37	-0.34	-0.50	0.3->0.3->0.6
-1.6 A	-1.5 B	-1.4 A	-1.5 AB	-1.4 B	-1.2 AB	-1.05 C	-0.95 B	-0.70 B	-0.74 B	-0.91	-0.56	-0.36	-0.29	-0.56	0.6->0.3->0.3
0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	p value



נספח מס' 10. מהלכים יומיים של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa), קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ ) ומוליכות פיוניות ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$ ) בכל הטיפולים במדידות לאורך היום. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, סוף שלב 1, 2017.

מוליכות פיוניות ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$ )					קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ )					פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)					
17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	
56	47 B	39 C	43	124 AB	6.6	5.9	4.4 B	4.8	11.1	-1.28 B	-1.3 7 B	-1.26 BC	-1.26 B	-1.05 B	<b>0.3</b>
72	66 AB	54 ABC	59	152 AB	7.7	7.8	6.2 AB	6.8	12.6	-1.21 AB	-1.21 AB	-1.14 AB	-1.08 AB	-0.92 AB	<b>0.45</b>
82	81 AB	77 A	89	184 AB	8.8	8.9	7.9 A	8.3	13.0	-1.04 A	-1.13 A	-1.03 A	-0.89 A	-0.81 A	<b>0.60</b>
73	53 AB	41 BC	51	113 B	8.2	6.3	4.5 B	5.8	10.8	-1.25 B	-1.31 AB	-1.29 C	-1.28 B	-1.02 B	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
97	90 A	71 AB	79	199 A	9.7	9.2	7.5 A	7.7	14.4	-1.05 A	-1.17 AB	-1.07 A	-0.98 A	-0.85 A	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
N.S.	0.019	0.005	N.S.	0.03	N.S.	0.012	0.002	N.S.	0.004	0.001	0.008	0.001	0.001	0.005	<b>p value</b>

נספח מס' 11. מהלכים יומיים של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa), קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ ) ומוליכות פיוניות ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$ ) בכל הטיפולים במדידות לאורך היום. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, סוף שלב 3, 2017.

מוליכות פיוניות ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$ )					קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ )					פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)					
17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	
40	27	15	28.76	63	4.1	2.5	1.2	3.1	6.7	-1.61 B	-1.60	-1.73 B	-1.59 C	-1.57	<b>0.3</b>
41	28	19	29	65	3.9	2.9	1.6	3.2	6.7	-1.50 AB	-1.50	-1.68 AB	-1.59 BC	-1.51	<b>0.45</b>
50	24	19	34	76	4.6	2.9	2.0	3.4	7.7	-1.32 A	-1.36	-1.57 AB	-1.47 AB	-1.35	<b>0.60</b>
65	38	22	43	99	5.8	4.3	1.9	4.5	8.0	-1.31 A	-1.37	-1.50 A	-1.36 A	-1.32	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
56	26	14	24	46	5.1	2.6	1.2	2.4	4.7	-1.58 B	-1.68	-1.73 B	-1.72 C	-1.73	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	0.001	0.022	0.026	0.001	N.S	<b>p value</b>

נספח מס' 12. מהלכים יומיים של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa), קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ ) ומוליכות פיוניות ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$ ) בכל הטיפולים במדידות לאורך היום. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, סוף שלב 2, 2018.

מוליכות פיוניות ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$ )					קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ )					פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)					
17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	
48	45 C	49 B	43 B	134 B	4.8	5.9 B	5.7 BC	6.4 AB	10.89	-1.61 C	-1.58 B	-1.60 C	-1.49 C	-1.32 B	<b>0.3</b>
56	97 B	74 AB	65 B	205 AB	5.8	10.0 A	7.9 AB	7.8 AB	12.53	-1.42 AB	-1.41 B	-1.44 BC	-1.18 AB	-1.02 AB	<b>0.45</b>
90	147 A	120 A	116 A	246 A	7.7	10.4 A	9.7 A	9.9 A	13.16	-1.32 A	-1.22 A	-1.19 A	-0.98 A	-0.85 A	<b>0.60</b>
47	61 BC	32 B	30 B	154 B	4.9	6.9 AB	4.0 C	4.3 B	12.65	-1.53 BC	-1.49 B	-1.50 BC	-1.47 BC	-1.28 B	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
59	62 BC	46 B	39 B	165 AB	6.8	7.0 AB	5.3 BC	5.7 B	11.91	-1.48 BC	-1.49 B	-1.39 AB	-1.31 BC	-1.18 B	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
N.S.	0.001	0.001	0.001	0.002	N.S.	0.005	0.001	0.001	N.S.	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	<b>p value</b>

נספח מס' 13. מהלכים יומיים של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa), קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ ) ומוליכות פיוניות ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$ ) בכל הטיפולים במדידות לאורך היום. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, סוף שלב 3, 2018.

מוליכות פיוניות ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$ )					קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ )					פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)					
17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	
47 C	54 C	60 B	56 C	195	4.6 C	5.3 B	5.0 B	4.3 C	9.2 B	-1.61 C	-1.71 D	-1.58 BC	-1.54 C	-1.38 C	<b>0.3</b>
96 AB	103 BC	127 AB	123 BC	198	7.6 AB	7.4 AB	8.2 A	7.2 ABC	11.3 AB	-1.36 BC	-1.43 BC	-1.37 B	-1.14 B	-0.90 B	<b>0.45</b>
125 A	171 A	218 A	261 A	268	8.3 A	8.4 A	10.0 A	8.3 AB	12.2 A	-0.97 A	-1.10 A	-1.01 A	-0.75 A	-0.59 A	<b>0.60</b>
94 AB	130 AB	205 A	218 AB	275	7.0 AB	8.4 A	9.8 A	9.4 A	12.6 A	-1.16 AB	-1.29 AB	-1.13 A	-1.04 B	-0.76 AB	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
63 BC	68 C	80 B	72 C	167	5.9 BC	4.9 B	5.0 B	5.5 BC	9.9 A	-1.58 C	-1.62 CD	-1.61 C	-1.36 BC	-1.17 C	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
0.001	0.001	0.001	0.001	N.S.	0.001	0.001	0.001	0.001	0.017	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	<b>p value</b>

נספח מס' 14. תוצאות ניתוח השונות המשותפת (one-way ANCOVA) ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$  של משתנים פיזיולוגיים שונים. המספרים בטבלה מציינים את ממוצע מינימום הריבועים (Least Squares Mean)  $\pm$  שגיאת התקן. כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017.

קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol}$ ) /CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> s פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)	מוליכות פיוניות ( mmol ) / H <sub>2</sub> O/m <sup>2</sup> s פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)	קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol}$ ) /CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> s מוליכות פיוניות ( mmol ) H <sub>2</sub> O/m <sup>2</sup> s	
3.1±0.04	29.0±3.6	33.5±1.1	<b>0.3</b>
3.8±0.04	36.2±3.5	35.6±0.9	<b>0.45</b>
3.9±0.04	38.0±3.6	36.1±1.0	<b>0.60</b>
3.6±0.04	35.1±3.5	36.8±0.9	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
4.0±0.04	40.0±3.5	37.5±0.9	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
N.S.	N.S.	N.S.	<b>p value</b>

נספח מס' 15. תוצאות ניתוח השונות המשותפת (one-way ANCOVA) של משתנים פיזיולוגיים שונים. המספרים בטבלה מציינים את ממוצע מינימום הריבועים (Least Squares Mean) ± שגיאת התקן. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי מבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2018.

קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol}$ / $\text{CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ ) פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)	מוליכות פיוניות (mmol) / $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$ פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)	קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol}$ / $\text{CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ ) מוליכות פיוניות (mmol) $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$	
9.4±0.5	116.2±13.5	117.1±9.9 B	<b>0.3</b>
10.2±0.4	156.0±11.7	137.9±9.0 AB	<b>0.45</b>
9.4±0.6	148.8±16.7	162.3±11.0 A	<b>0.60</b>
8.9±0.4	138.6±11.7	147.3±8.8 AB	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
9.1±0.4	157.9±11.8	165.8±8.9 A	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
N.S.	N.S.	0.002	<b>p value</b>

**נספח מס' 16.** תוצאות ניתוח השונות המשותפת (two-way ANCOVA) של משתנים פיזיולוגיים שונים. המספרים בטבלה מציינים את ממוצע מינימום הריבועים (Least Squares Mean) ± שגיאת התקן. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי מבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של  $\alpha=0.05$ . כרם סובניון בלאן קיבוץ מירב, 2017-2018.

קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol} / \text{CO}_2 / \text{m}^2 \text{s}$ ) פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)	מוליכות פיוניות (mmol) / $\text{H}_2\text{O} / \text{m}^2 \text{s}$ פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)	קצב קיבוע פחמן ( $\mu\text{mol} / \text{CO}_2 / \text{m}^2 \text{s}$ ) מוליכות פיוניות (mmol) / $\text{H}_2\text{O} / \text{m}^2 \text{s}$	שנה	
3.9±0.5 B	24.6±12.9 B	39.3±13.3 C	2017	<b>0.3</b>
4.5±0.5 B	40.6±9.5 B	69.0±10.9 BC	2017	<b>0.45</b>
5.0±0.4 B	48.9±11.4 B	72.8±9.5 BC	2017	<b>0.60</b>
4.8±0.5 B	41.9±12.3 B	47.9±11 C	2017	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
5.0±0.5 B	50.2±11.8 B	71.8±10 ABC	2017	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
8.5±0.4 A	105.5±9.6 A	80.9±6.9 ABC	2018	<b>0.3</b>
9.5±0.4 A	138.2±11.9 A	85.6±8.6 ABC	2018	<b>0.45</b>
8.4±0.5 A	133.0±13.4 A	108.3±10.7 AB	2018	<b>0.60</b>
7.8±0.4 A	119.3±9.8 A	109.4±7.4 AB	2018	<b>0.3-&gt;0.3-&gt;0.6</b>
8.2±0.4 A	135.9±9.3 A	111.9±7.1 A	2018	<b>0.6-&gt;0.3-&gt;0.3</b>
0.003	0.001	0.001		<b>p value</b>

## Abstract

White grapevine cultivation is becoming more widespread in Israel. 13,000 tons of white grapes are produced every year (about 22% of overall grape production). Red wine overall quality and quantity are largely determined by the plant's water status which is affected by water availability and irrigation regime. However, there is a lack of information about the effect of irrigation and plant water status on white grape quality. The aim of the present research was to develop a skilled irrigation method for white grapevine irrigation, based on the dynamic changes of meteorological conditions, canopy dimensions and phenological stages. As part of the research different deficit irrigation regimes and their effects on plant vegetative, anatomical and physiological plant parameters, yield, and grape and wine's quality were examined

**Methods:** The experiment was conducted in a commercial "Sauvignon Blanc" vineyard in kibbutz Merav. Five irrigation regimes were examined. Three treatments with consistent irrigation factors based on SDI (Sustained Deficit Irrigation) method: low irrigation (30%  $ET_c$ ), medium irrigation (45%  $ET_c$ ) and high irrigation (60%  $ET_c$ ), and two additional treatments with "dynamic" irrigation factors based on RDI (Regulated Deficit Irrigation) method: one treatment in which low irrigation was applied during stage 1 and 2, and then was increased to high irrigation during stage 3 (30->30->60%  $ET_c$ ) and a second treatment in which high irrigation was applied during stage 1 and then was reduced to low irrigation during stages 2 and 3 (60->30->30%  $ET_c$ ). The experiment was designed with 5 treatments and 4 replicates arranged in a complete randomized block design.

In order to compare these five irrigation regimes, physiological parameters from all experimental vines were measured during the growing season: trunk diameter, midday stem water potential, canopy area, and gas exchange parameters. At the end of each growing season, each of the vines was harvested separately and yield parameters and its components were measured. Wine was made (by micro vinification) from each replication separately. During the winter, pruning weight of all vines were recorded. At the end of the irrigation trial second season wood cores from the trunk of the vines were taken, anatomical parameters of the xylem were measured and hydraulic conductivity was calculated.



**Results:** Improved vine water status during stage 1 of berry development induced vegetative growth and higher yield. In addition and as opposed to the research hypothesis we found that drought stress during stage 3 of berry development improved wine quality according to wine tasting results from the second year of the trial. This research results showed that the treatment in which high irrigation was applied during stage 1 and then was reduced to low irrigation during stages 2 and 3 displayed an improved vine water status early in the season that resulted sufficient yield, improved vegetative growth and physiological status. Moreover, late-season drought stress had positive effects on wine's quality. On the other hand, early season improved vine water status with no late-season drought stress, or late-season drought stress with no early season improved water status did not contribute to wine's quality. Stem anatomical analysis showed no significant differences between treatments, to our assumption due to trial heterogenic topographic characteristics (vineyard slope) and trunk orientation.

**Conclusions:** A skilled irrigation method based on canopy size and meteorological conditions using different SDI and RDI irrigation factors had a clear influence on yield, canopy size, plant water status and gas exchange parameters. RDI "high to low" irrigation treatment had the best wine quality as a result of late-season drought stress that might have a positive effect on taste and aroma compounds synthesis. Successful use of the skilled irrigation method, according to this research, requires adjustments of the irrigation factors to a specific region, vine grape variety, grower's goals and to the specific vineyard's plot.

**Development of a skilled irrigation method for white  
wine cultivar**

**M.Sc. Thesis**

**Submitted to the Robert H. Smith Faculty of  
Agricultural, Food and Environment**

**The Hebrew University of Jerusalem**

**For the Degree 'Master of Sciences'**

**By**

**Danielle Mintz**

**Rehovot**

**December 2019**