

## פיתוח מודל השקיה לענבי מאכל בחממות, עונת 2021.

ישי נצר, רחל שראל, רוני מיכאלובסקי - אוניברסיטת אריאל  
אפרים ציפליץ - מו"פ בקעת הירדן

### תקציר

בישראל, באזור בקעת הירדן, מגדלים ענבי מאכל בפרקטיקה המאפשרת קבלת פרי מחוץ לעונה. שיטת ההשקיה עדיין אינה מבוססת דיה וקיימים פערים גדולים בין המגדלים. מטרת המחקר היא לפתח שיטת השקיה מושכלת המבוססת על מודל שיאפשר לחקלאים להשקות בכמויות המיטביות לגידול, ובהתחשב בתנאי האקלים ובממדי הגפן. במסגרת המחקר הנוכחי מתבצע מעקב אחרי מדדי פיסולוגיה ומשק מים של הגפן, וכן נבחנת השפעת ממשקי ההשקיה על אנטומית העצה בגזע ובזמורות. חומרים ושיטות : בכרם במושב בקעות שבבקעת הירדן גפנים מזן Early Sweet בחלקת הניסוי הוצבו ארבעה טיפולי השקיה שונים במתכונת של בלוקים באקראי. השפעת הטיפולים השונים נבחנת ברמה השבועית (שטח עלווה, ופוטנציאל המים) ובסיום העונה (מעקב שעתי אחרי מדדי חילוף גזים). בתום העונה מבוצעת מדידה קפדנית (ברמת העץ) של סך היבול ומרכיביו (מסי' אשכולות, משקל גרגר, משקל אשכול) וכן מבוצעת שקילת גזם. מתבצע ניתוח אנטומי של עצת הגזע והזמורות באופן שניתן יהיה לכמת את המוליכות ההידראולית הספציפית ומוליכות הידראולית לזמורה ולטבעת שנתית.

### מבוא

גידול הגפן הינו בעל חשיבות עולמית. גודל פני השטח הנטוע כרמים בעולם כולו עומד על כ- 74 אלף דונם בשנת 2017. הנתח העיקרי בגידול גפנים הינו עבור ענבי יין, אך ענף גידול ענבי המאכל נרחב גם כן, ולו משמעויות אקולוגיות וכלכליות נרחבות. בשנת 2016 לדוגמה, היבול השנתי העולמי מוערך בכ- 73 מיליון טון (ע"פ נתוני ארגון הגפן העולמי OIV), מתוכם כ 7 מיליון טון, ענבי מאכל (9.7%). משק המים של הגפן עשוי להיות מושפע מגורמים שונים; זמינות מים בקרקע, גורמי אקלים, אופן הנטיעה וההדליה, זן הגפן, גיל ושטח העלוחה, ועוד. בפועל, ניתן לקבל מידע אודות משק המים של צמח נתון באמצעות מדידות שונות: פוטנציאל המים בגזע או בעלה, מוליכות הפיוניות, דנדרומטריה בגזע, קצב זרימת המים בגזע (Sap flow), פלורוסנציה של כלורופיל a, חיישני טורגור בעלה ועוד. מעקב מתמיד אחר משק המים בצמח הינו הכרחי משום שהוא הגורם העיקרי העשוי להיות מגבלה להתפתחות הצמח, ומהווה את האינדיקציה המשמעותית למצבו הפיזיולוגי. כמו כן, בניגוד לגפן יין, אנו לא מעוניינים שגפן מאכל תסבול עקת יובש.

בגידול החקלאי המסחרי מופעלות על הגפן מניפולציות כימיות ואגרוטכניות בכדי לשלוט במידה בתזמון התעוררות הגפן, ההבשלה, רמות הסוכר, כמות היבול וגודל הגרגר. ההתערבות נעשית בכדי להתאים את הגידול לדרישות השוק.

בגידול מחוץ לעונה בבתי גידול, מתקבל מועד ההבשלה מוקדם במהלך חודש אפריל, ובכך מתקבלת תמורה כלכלית גבוהה לפירות. המניפולציה המיושמת בגידול זה הינה אגרסיבית ויוצרת "סדר" חדש במהלך הפיזיולוגי ובאנטומיה של הגפן.

פרקטיקה זאת ניתנת ליישום בישראל, בבקעת הירדן ובערבה הודות לאקלים הספציפי לאיזורים אלו, שם החורף חם יחסית לשאר חבלי הארץ. אפקט "החורף החם" מוגבר בשיטת הגידול בבתי צמיחה, וכך מתקבלת ההבשלה המוקדמת.

### **1. תיאור הבעיה:**

הגידול במבנה מחופה פלסטיק יוצר תנאי אקלים מסוימים הדורשים הבנה אודות משק המים כדי שהגידול יהיה מיטבי. כיום, אין שיטת השקיה סדורה, וגם אין ידע מספק אודות צורת גידול זו והשפעותיה על הגפן, והאפשרות לשפר את ביצועי הגידול.

### **2. מטרת המחקר:**

- מדידת צריכת מים ומידול הגורמים המשפיעים עליה.
- בחינת התאמת מודל השקיה לגידול קייצי חשוף, ולגידול חורפי מחופה של ענבי מאכל.
- הבנת ההשפעה של פרקטיקת הגידול על הפיסיולוגיה והאנטומיה של רקמת העצה.
- בחינת השפעת ממשקי ההשקיה על היבול מרכיביו ואיכותו.

### **3. מהלך המחקר ושיטות עבודה**

#### **3.1 אתר הניסוי:**

כרם המחקר ממוקם על יד היישוב בקעות שבבקעת הירדן, ברום של 72 מטר מעל פני הים. (קו אורך 32.24, קו רוחב 35.44). האקלים באזור מאופיין בטמפ' חורף פחות קרירות וטמפ' קיצון משמעותיות בקיץ של אזור הבקעה.

הכרם ("Early Sweet") ניטע בשנת 2010 תחת בית צמיחה במבנה קשת, במפתח של 9 מטר, וגובה מרזב של 5.3 מטר. כיוון השורות ממזרח למערב, מרחק הנטיעה 1.5 X 3 מטר (222 גפנים לדונם). אורך השורה 60 מטרים. ההדלייה מסוג Y, המתכונת המצויה בהדליית ענבי מאכל.

### 3.2. טיפולי ההשקיה / ליזמטרים

בניסוי נבחנים 4 טיפולים במתכונת של בלוקים באקראי, שטח חלקת הניסוי הכולל הינו 2.6 דונם, המתחלק באופן שווה, בקירוב, בין הטיפולים.

בניסוי יושמו ארבעה טיפולי השקיה בעלי מקדמים שונים, ומשתנים בהתאם לעונת הגידול (חורף/ קיץ); **נמוך** (ET 40%/40%), **בינוני נמוך** (ET 60%/70%), **בינוני גבוה** (ET 80%/100%), **גבוה** (ET 100%/130%). מנות המים ניתנו פעמיים בשבוע בעונות הגידול, ומחוץ לעונות הצימוח- בתדירות דומה להשקיה הניתנת ע"י החקלאי. לכל טיפול מערכת צינורות נפרדת ומגוף מים עליו מורכב שעון הנקרא תדיר לצורך בקרה על כמות ההשקיה הניתנת בפועל. ההשקיה מופעלת אוטומטית בגישה מרחוק, לפי פקודת ההשקיה. בבילוק מס 4 הוקם מערך של 6 ליזמטרים, 4 של שטיפה ו-2 של שקילה החל מחורף 2019 המערכת עובדת כסידרה (לבד מליזמטר מס 4). בתוך חלקת המחקר ישנה תחנה מטאורולוגית ששודרגה בשנה האחרונה ותחנה אזורית הממוקמת כ-400 מטר מאתר הניסוי.

### 3.3. מדדים פיזיולוגיים

#### 3.3.1. פוטנציאל מים בגזע

מידי שבוע נערכה מדידת פוטנציאל המים בגזע (Stem Water Potential) באמצעות תא לחץ. המדידה נעשתה בטווח של שלוש שעות סביב חצות היום, לפני ההשקיה. שלושה עלים בוגרים נלקחו מכל חזרה וכוסו בשקית פלסטיק ובשקית כסופה ואטומה למשך שעה ויותר בכדי להביא לשוויון בין פוטנציאל המים בעלה לזה שבגזע על ידי מניעת הדיות של העלה. כל עלה נחתך והוכנס ישירות אל תא הלחץ, שם נמדד הלחץ הנגדי המופעל על העלה עד ליציאת מים מהחתך. הערך הנמדד (Bar) הוא הלחץ הנדרש לכיסוי מלא של החתך במים, והוא שווה ערך למתח בו המים אחוזים בעצה.

#### 3.3.2. אינדקס שטח עלוה / מדידת גזם

מדידות שטח העלוה נעשו על מנת לבחון את הצימוח הווגטיבי ולהשוותו בין הטיפולים, וכן בכדי לקבל נתון זה המהווה בסיס למודל ההשקיה. המדידות בוצעו אחת לשבוע בשלושה גפנים לחזרה (12 גפנים לטיפול, 48 גפנים בשטח הניסוי הכולל). המדידות נערכו באמצעות מכשיר Sunscan (Delta-T Devices, Cambridge) המצויד במקל גלאים באורך 1 מ' בעל 64 חיישני קרינה (Netzer et al. 2009). בכל גפן נמדדו 16 קווי מדידה לאורך 3 מ' בניצב לשורת המדידה וזאת על מנת לכסות את כל שטח היטל העלוה על הקרקע. לפי מיוצע המדידות חושב שטח העלוה (LAI).

מדידות שטח העלוה באמצעות מכשיר Sunscan בוצעו בעונה הקייצית בלבד, וזאת משום שבזמן שהגידול מחופה, הקרינה הנכנסת מפוזרת ואינה מספקת עבור מדידה אמינה. נערך ניסיון לדרכים חלופיות לאומדן בעונת הגידול החורפית ("הגידול המחופה") על ידי יצירת קורלציה בין נתוני המכשיר לאחוז הכיסוי המתקבל מניתוחי תמונה של צילומי מכשיר סלולרי. בסיומו של כל גל גידול (קייצי וחורפי) לאחר הזמירה מתבצעת שקילה של הגזם ברמת החזרה.

### 3.3.3. חילוף גזים

בכל עונת גידול, נערך יום מדידות מרוכז בו בוצעו, בין היתר, מדידות של קצב קיבוע הפחמן ומוליכות הפיוניות. המדידות בוצעו בעלים בוגרים, שלמים וחשופים לשמש ( Medrano et al. 2003; Romero et al. 2010), (3 עלים לחזרה, 12 עלים לטיפול, 48 עלים סה"כ). המדידות בוצעו באמצעות מערכת חילוף גזים ( Li-Cor 6400, Li-cor Nebraska, USA ).

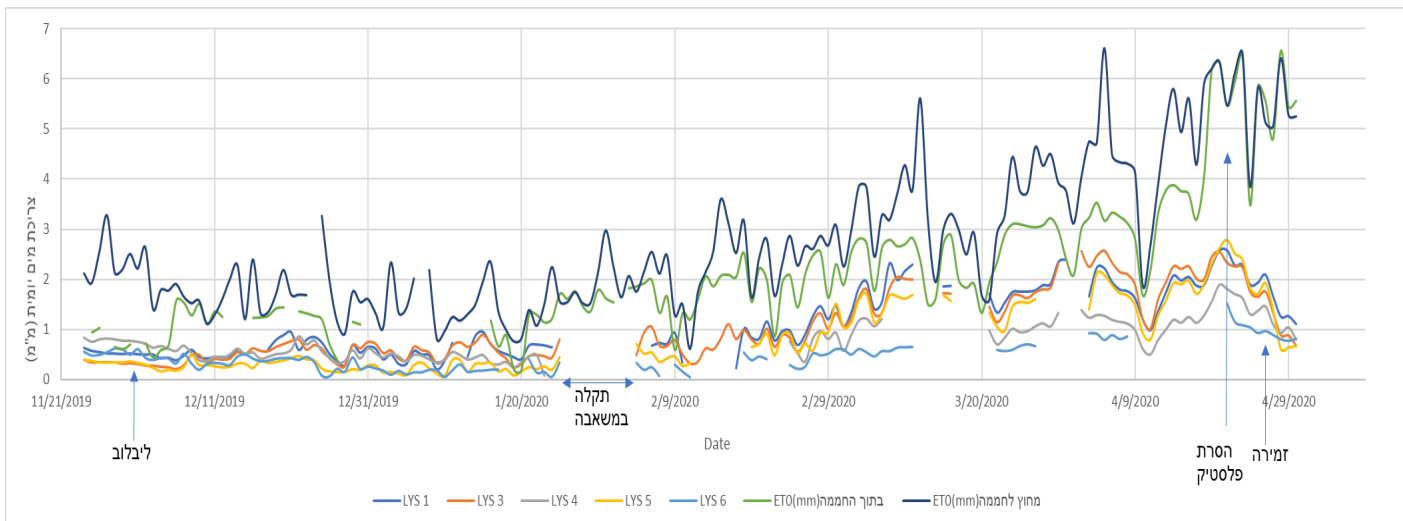
### 3.3.4. יבול ומרכיביו

בזמן הבציר נבדקים שמונה עצים לחזרה (32 לטיפול, סה"כ 128), זאת על מנת לקבל אינדיקציה טובה יותר להשפעת הטיפול על היבול. היבול ומספר האשולות לכל גפן נמדד וכן נדגמו 100 גרגרים לחזרה, התקבל משקל 100 גרגר, ומאלו נסחט מיץ אשר התסנין שימש לבדיקה של רמת הסוכר (Brix) וערך הגבה (pH).

### 3.3.5. קוטר גזע

נמדד ידנית באמצעות קליבר דיגיטלי (Signet, דגם 75420) פעם בשבועיים/ חודש. המדידה נעשתה בגזע, בגובה של כשלושים ס"מ מעל הקרקע. מקום המדידה קבוע ומסומן, וזוית המדידה קבועה גם היא (מקבילה לקרקע ואנכית לכיוון דרום).

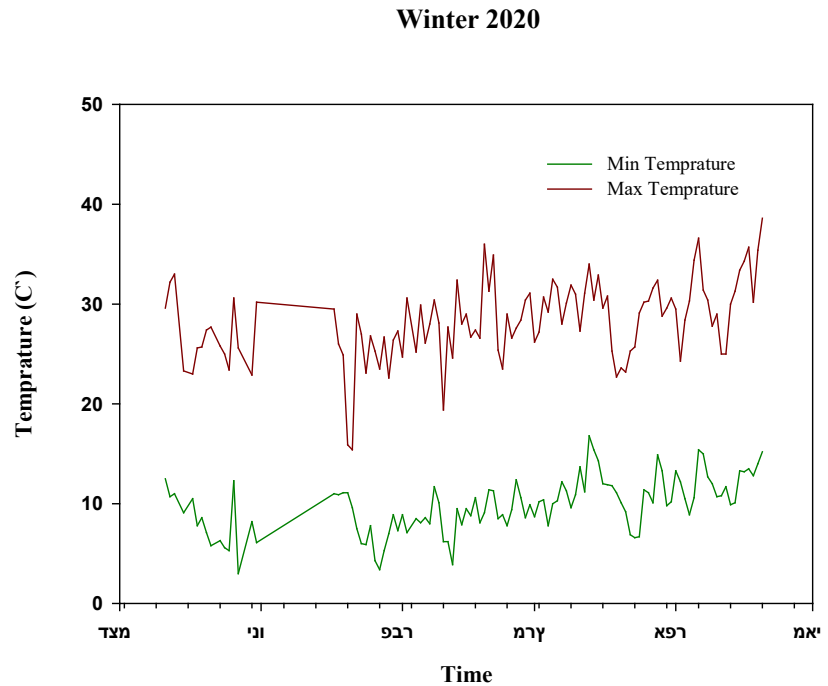
## תוצאות



**איור מס' 1:** מהלך עונתי של התאדות פנמו (ET<sub>o</sub>) בתוך בית הגידול ומחוץ לו, וצריכת המים בליזמטרים, ארלי סוויט חורף בקעות 2019-2020.

מחישוב ההתאדות בחממה ומחוץ לה בעונת חורף 2019-2020 (איור 1) נראית ההשתנות ההתאדות עם המעבר מהחורף לקיץ. סגירת החממה בפלסטיק החל מדצמבר מעלה את הלחות היחסית ומקטינה את ההתאדות בצורה משמעותית. במיכל לזימטר 6 נטועה גפן עם עלווה זניחה ולכן נתוני הצריכה נמוכים. בליזמטר 4 יש גפן בעלת נוף מצומצם אבל יותר מפותחת מעט יותר (ביחס לגפן בליזמטר 6) והתוצאה בהתאם. שאר הגפנים

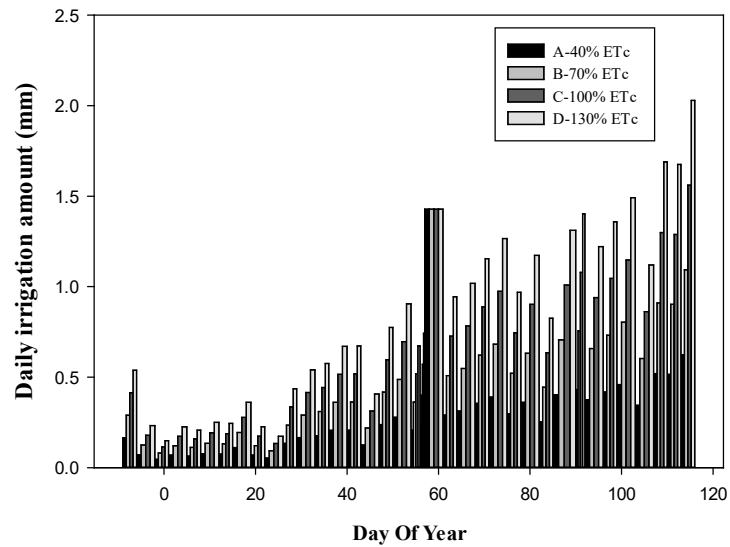
מתפתחות באופן תקין. באופן די מפתיע הצריכה היא נמוכה למדי ביחס לספרות (Williams and Ayars 2005; Netzer et al. 2009) ואף ביחס לנתונים שפורסמו לא מזמן בענבי יין (Munitz et al. 2019). בתוך מבנים צמיחה "אפקט החממה יוצר פער משמעותי בין הטמפ' בלילה (שעשויה להיות נמוכה מטמפ' הסביבה) לבין טמפ' היום. פערים אלה עומדים על כ 15 מעלות צלסיוס (איור 2).



**איור מס' 2: מהלך עונתי של טמפרטורות מינימום ומקסימום בפנים בית הגידול.** הנתונים מתחנה מטאורולוגית הממוקמת בתוך בית הגידול. טמפרטורות מינימום ומקסימום בגובה 2 מטר מפני הקרקע.

בניסוי השדה בעונת חורף 2019-2020 השתמשנו במקדמי השקיה הנעים בין 40% ל-130% מהאוופוטרינספירציה המקסימלית ( $ET_c$ ). הסיבה היא למעשה אמפירית מכיוון שעל בסיס נסיון השנים האחרונות נראה כי גם השקיה במקדם 100% אינו אידאלי. נקודה זו נגזרת מהעובדה שהמודל המקורי נבנה על בסיס נתוני כרם פתוח הגדל בקיץ ללא כל כיסוי (Netzer et al. 2008), וללא התאמה לגידול מחופה. מנות המים בטיפול הנמוך עמדו על 110 מ"מ לעונת החורף ו-363 מ"מ לטיפול הגבוה (טבלה 1). בטיפול הגבוה המנות עמדו על פחות מ-0.5 מ"מ ליום בדצמבר ועל עד ל-2 מ"מ ליום לקראת הבציר, בטיפול הנמוך המנות עמדו על לא יותר מ-0.7 מ"מ ליום לקראת הבציר.

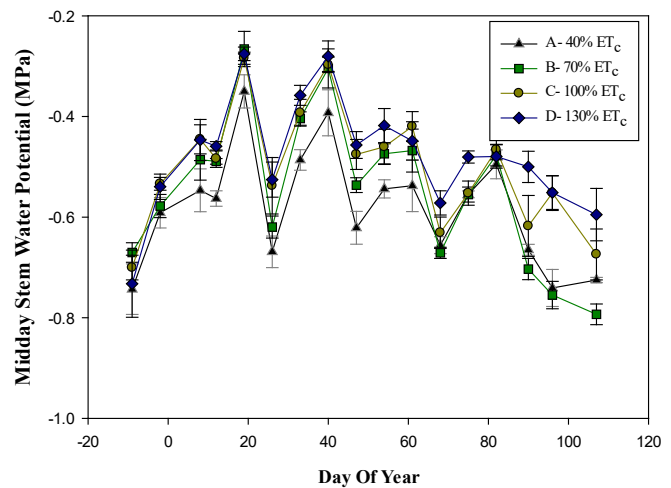
Winter 2020



**איור מס' 3.** מהלך עונתי של ההשקיה. כמות המים המיושמת (מ"מ/ יום) לפי טיפולי ההשקיה השונים: נמוך ( $ET_c$  40%), בינוני נמוך ( $ET_c$  70%), בינוני גבוה ( $ET_c$  100%) וגבוה ( $ET_c$  130%) כל עמודה מייצגת את מנת המים בהשקיה יומית אחת.

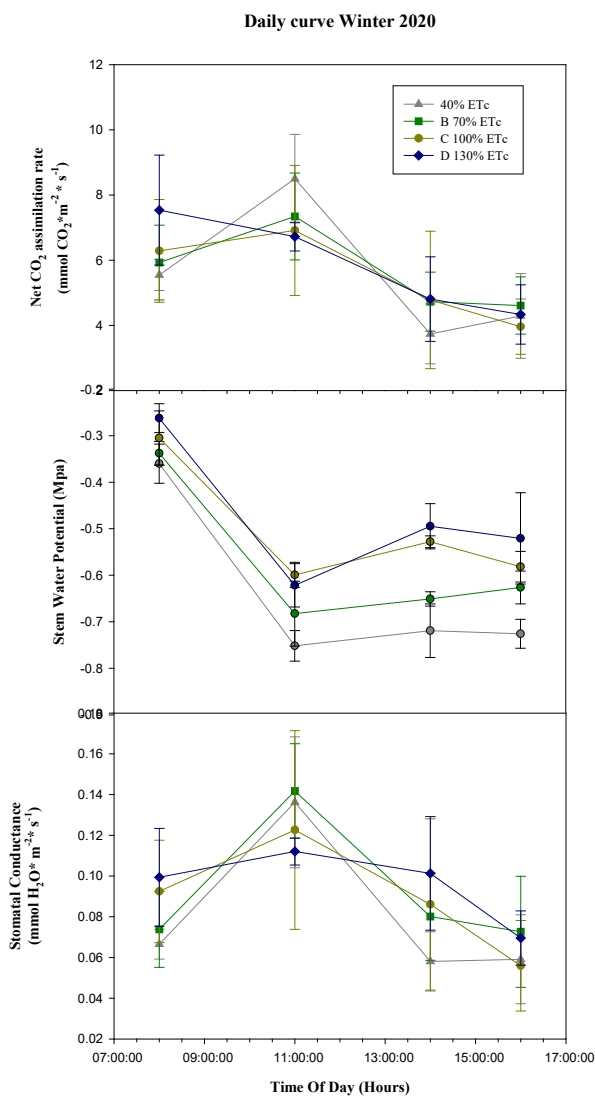
בבחינת המצב הפיסיולוגי כפי שהוא מתבטא במשק המים של הצמח נראית השתקפות מצוינת של ממשקי ההשקיה כאשר טיפול ההשקיה הגבוה נע סבסי 4-5 אטמ' המעידים על גדילה תקינה ללא התקרבות לספי עקה, בעוד שני הטיפולים הנמוכים מראים ערכים יותר שלילים סביב 6-7 אטמ'. גם ערכים אלה אינם מבטאים עקת יובש קיצונית כמו ערכים דוגמת ערכי הקיץ (איור 6).

Winter 2020



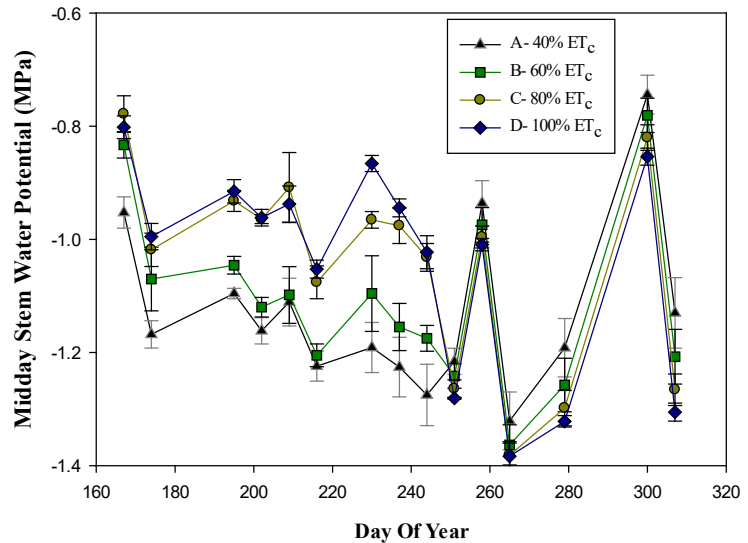
**איור מס' 4.** מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום בארבעת טיפולי ההשקיה השונים: נמוך ( $ET_0$  40%), בינוני נמוך ( $ET_0$  70%), בינוני גבוה ( $ET_0$  100%) וגבוה ( $ET_0$  130%). קווי השגיאה האנכיים מתארים את שגיאת התקן (S.E.) של הממוצע. כל נקודה היא ממוצע של 12 עלים, סך הכל 17 מדידות במועדים שונים במהלך עונת הגידול. בית גידול לענבים מזן "Early Sweet" בקעות חורף 2020.

במהלך היום של ביצועי הגפנים סמוך לבציר ניכר כי הטיפול הגבוה מתחיל עם קצב קיבוע פחמן גבוה בשעות הבוקר אולם בהמשך היום לא נראה הבדל דרמטי בין הטיפולים (איור 5 עליון), פוטנציאל המים שומר על מעמדו כמדד יציב המבטא היטב את מצב המים של צמחים שלמים (איור 5 אמצע), במוליכות הפיוניות ישנה מגמה דומה למגמה של הפוטוסינתזה, כאשר נראה שדווקא הטיפולים שהחלו עם ביצועים פיסולוגיים משופרים, ירדו משמעותית במהלך הבוקר המאוחר.



**איור מס' 5.** מהלכים יומיים של פוטנציאל מים, קצב קיבוע פחמן ומוליכות פיוניות, בטיפולי ההשקיה השונים: נמוך (ET<sub>0</sub> 40%), בינוני נמוך (ET<sub>0</sub> 70%), בינוני גבוה (ET<sub>0</sub> 100%) וגבוה (ET<sub>0</sub> 130%). כל נקודה בקצב קיבוע הפחמן, במוליכות הפיוניות ובפוטנציאל המים, הינה ממוצע של 12 עלים. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן של הממוצע (S.E.).

summer 2019



**איור מס' 6.** מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום בארבעת טיפולי ההשקיה השונים: נמוך ( $ET_c$  40%), בינוני נמוך ( $ET_c$  60%), בינוני גבוה ( $ET_c$  80%) וגבוה ( $ET_c$  100%). קווי השגיאה האנכיים מתארים את שגיאת התקן (S.E.) של הממוצע. כל נקודה היא ממוצע של 12 עלים, סך הכל 15 מדידות במועדים שונים במהלך עונת הגידול הקייצית. ניסוי השקיה בזן "Early Sweet", בקעות קיץ 2019.

מנתוני היבול עולה כי בשנת המחקר האחרונה לא נמצא הבדל סטטיסטי מובהק בגובה היבולים בין הטיפולים (טבלה 1). למרות שיש פער של 2 קילו לגפן בין הטיפול הגבוה ל-2 הטיפולים הבינוניים. למרות שבטיפול זה נספרו יותר אשכולות משקל האשכול היה קטן יותר וכן מס' הגרגרים לאשכול (תוצאות לא מובהקות). נראה שעם הזדקנות הגפנים ופגיעה במבנה העיצוב ישנם פחות ופחות זמורות ולכן פוטנציאל היבול קטן (טבלה 2). הפגיעה במבנה שלד ופחיתת היבולים הובילה אותנו להחלטה של גירדום הגפנים ובנייה מחדש של השלד של הגפן.

**טבלה מס' 1:** נתוני יבול, מרכיביו ומדדי הבשלה, לפי טיפולי ההשקיה השונים: נמוך ( $ET_c$  40%), בינוני נמוך ( $ET_c$  70%), בינוני גבוה ( $ET_c$  100%) וגבוה ( $ET_c$  130%). המידע בטבלה מייצג מדידות שנערכו עבור 32 גפנים לטיפול, סה"כ 128 גפנים. בקעות, חורף 2020.

טיפול	כמות מים לעונה (קוב/דונם)	ממוצע אשכולות לגפן	ממוצע יבול לגפן (ק"ג)	משקל 100 גרגר (גרם)	משקל אשכול (ק"ג)	מספר גרגרים לאשכול	pH	Brix
<b>A 40%</b>	110.6	31.5 A	6.63 A	275 A	0.21 AB	77.75 A	3.54 A	17.7 A
<b>B 70%</b>	185.3	32.3 A	5.53 A	242 A	0.17 C	73.5 A	3.5 A	16.7 AB
<b>C 100%</b>	292.1	25.7 A	5.53 A	273 A	0.21 A	79.75 A	3.52 A	15.2 BC
<b>D 130%</b>	363.2	40 A	7.35 A	264 A	0.18 BC	72.25 A	3.47 A	13.5 C



**טבלה מס' 2:** השוואת גובה היבול לפי שנים, בין טיפולי ההשקיה השונים. האותיות מסמנות את תוצאות המבחן הסטטיסטי. בקעות 2016-2020.

שנה	2020		2019		2018		2017		2016	
	Per vine (Kg)	Per Dunam (Kg)	Per vine (Kg)	Per Dunam (Kg)	Per vine (Kg)	Per Dunam (Kg)	Per vine (Kg)	Per Dunam (Kg)	Per vine (Kg)	Per Dunam (Kg)
<b>A 40%</b>	6.63 A	1.47	7.25 A	1.61	7.12 B	1.58	6.57 B	1.46	7.9 C	1.75
<b>B 70%</b>	5.53 A	1.23	8.37 A	1.86	8.03 AB	1.78	7.77 AB	1.72	10 B	2.22
<b>C 100%</b>	5.53 A	1.23	8.19 A	1.82	8.89 A	1.97	8.06 A	1.79	12 A	2.66
<b>D 130%</b>	7.36 A	1.63	8.20 A	1.82	9.78 A	2.17	8.38 A	1.86	12.4 A	2.75

### סיכום

תוצאות צריכת המים בחממה שהתקבלו לראשונה בעונת החורף עולות בקנה אחד עם ההתאדות הנמוכה של הגפנים.

בפיסיולוגיה ניכרת היטב ההשפעה של הטיפולים. ביבול בעקבות פגיעה במבנה הגפן עקב הזמירות התכופות ישנה פחיתה ביבולים וטשטוש הפערים המובהקים בין הטיפולים. אנו מקווים שחידוש מבנה הנוף ע"י גירדום יחדש את מבנה הגפן באופן שיביא לידי ביטוי את השיפור במדדי הפיסיולוגיה וההשפעה על גובה היבולים.

### ספרות מדעית

Medrano H, Escalona JM, Cifre J, et al (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. doi: 10.1071/FP02110

Munitz S, Schwartz A, Netzer Y (2019) Water consumption , crop coefficient and leaf area relations of a *Vitis vinifera* cv . ' Cabernet Sauvignon ' vineyard. under Revis

Netzer Y, Yao C, Shenker M, Schwartz BBA (2009) Water use and the development of seasonal crop coefficients for Superior Seedless grapevines trained to an open-gable trellis system. 109–120. doi: 10.1007/s00271-008-0124-1

Romero P, Fernandez-Fernandez J, Martinez-Cutillas A (2010) Physiological thresholds for efficient regulated deficit-irrigation management in winegrapes grown under semiarid conditions. *Am J Enol Vitic* 61: 300–312

Tyree M, Ewers F (1991) The hydraulic architecture of trees and other woody plants. *New Phytol* 119: 345–360

Williams LE, Ayars JE (2005) Water use of Thompson Seedless grapevines as affected by the application of gibberellic acid (GA3) and trunk girdling – practices to increase berry size. *Agric For Meteorol* 129: 85–94. doi: 10.1016/j.agrformet.2004.11.007