

פיתוח מודל השקיה לענבי מאכל בחממות, עונת 2020.

דו"ח מחקר מוגש לשולחן ענבי מאכל
מאת : ישי נצר, רחל שראל, רוני מיכאלובסקי

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 פיסיולוגיה 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.

1. 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 אגון 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 העלוה, 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.

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.

מטרות 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.

2. חומרים ושיטות

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 בהדלית ענבי מאכל.

טיפול השקיה / ליזמטרים

בניסוי נבחנו 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. לכל טיפול מערכת צינורות נפרדת ומגוון מים עליו מורכב שעון הנקרא תדיר לצורך

בקהר על כמות ההשקיה הניתנת בפועל. ההשקיה מופעלת אוטומטית בגישה מרחוק, לפי פקודת ההשקיה. בבולק מס' 4 הוקם מערך של 6 ליזמטרים, 4 של שטיפה 21 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.

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.

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 בשמונה גפנים לחזרה (32 גפנים לטיפול, 128 גפנים בשטח הניסוי הכולל). המדידות נערכו באמצעות מכשיר Sunscan (Delta-T Devices, Cambridge UK) 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 מיצוע המדידות חושב שטח העלוה (LAI). מדידות שטח העלוה באמצעות מכשיר ה-Sunscan בוצעו בעונה הקייצית בלבד, וזאת משום שבזמן שהגידול מחופה, הקרינה הנכנסת מפוזרת ואינה מספקת עבור מדידה אמינה. בעקבות כך, בעונה הנוכחית (חורף 2021), נערך פיילוט לאומדן שטח העלוה באמצעות צילום הגפנים וניתוח יחס שטח עלוה/רקע, המתקבל מהתמונה. המדידות נעשות אחת לשבוע בשלושה גפנים לחזרה (12 גפנים לטיפול, 48 גפנים בשטח הניסוי הכולל). עבור כל גפן צולמה תמונה מפני הקרקע כלפי מעלה באמצעות מכשיר סלולרי המחובר למוט סלפי. על עדשת המצלמה הותקנה עדשה מסוג "עין הדג" המייצרת תמונה פנורמית התופסת את רב שטח העלוה של העץ על רקע השמים. התמונות מנותחות באמצעות תוכנת Image J ומתקבל ערך המייצג את אחוז העלוה מסך התמונה. ערך זה מוצב במשוואת ישר המבטאת את המתאם שבין אחוז העלוה בתמונה לבין ערך אינדקס שטח העלוה המתקבל ממדידה במכשיר ה-Sunscan. נוסחה זו, התקבלה באופן אמפירי בניסוי שנערך בעונת קיץ 2020, בו נמדדו לאורך העונה 6 גפנים באמצעות מכשיר ה-Sunscan ובאמצעות צילום כמפורט לעיל. נמצא כי קיים מתאם בין נתוני מכשיר ה-Sunscan לאחוז הכיסוי המתקבל מניתוחי תמונה של צילומי המכשיר סלולרי.

דרך נוספת להערכת הצימוח בטיפולים השונים הינה שקילת גזם. בסיומו של כל גל גידול (קייצי וחורפי), לאחר הזמירה מתבצעת שקילה של הגזם ברמת החזרה.

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 Inc, Nebraska, USA).

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).

מוליכות ההידראולית

מכל עץ מדידה (3 לחזרה, 12 לטיפול, 48 סה"כ), נדגם גליל המכיל את רקמת העצה עד לליבה. הקידוח נעשה באמצעות מקדח ייעודי (Haglof, 5.15mm Core 3-Thread 8", Haglof, Sweden), הגלילים נפרשו על ידי מיקרוטום בעובי של 40 מיקרון, נצבעו בצבע RG, וצולמו תחת בינקולר. ניתוח התמונה נעשה באמצעות תכנת Image J (FIJI). הנתונים שהתקבלו לכל תמונה: שטח החתך (mm^2), רוחב הטבעת השנתית (μm), שטח הטבעת השנתית (mm^2), חושב בעזרת קוטר הגזע של הגפן שנדגמה ורוחב הטבעת השנתית שלה), קוטר חוליות הטרביאה (μm) וצפיפות הטרביאות (מספר חוליות הטרביאה ל- mm^2). בנוסף לכך, באמצעות שימוש בנוסחת Hagen–Poiseuille המותאמת לזרימה בצמחים (Tyree and Ewers 1991) חושבו המוליכות ההידראולית הספציפית ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{MPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) והמוליכות ההידראולית עבור טבעת שנתית ($\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{MPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$). הנוסחה בה נעשה שימוש

$$k_s = (\pi\rho/128\eta A_w) \sum_{i=1}^n (d_i^4)$$

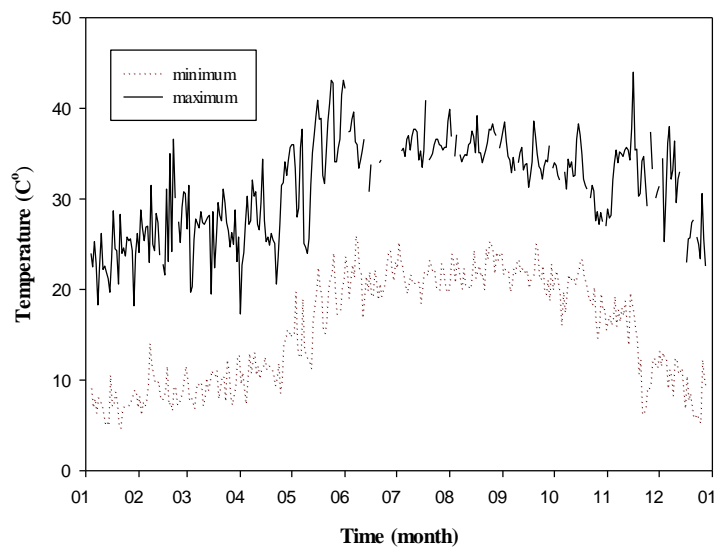
כאשר k_s היא המוליכות ההידראולית הספציפית, ρ היא צפיפות המים (מונח כי ערכה הוא 1000 kg m^{-3}), η היא הצמיגות הדינאמית של המים (מונח כי ערכה הוא $1\cdot 10^{-9} \text{ MPa}\cdot\text{s}^{-1}$), A_w הוא השטח של רקמת העצה הנמדדת (במקרה דגן, שטח הטבעת השנתית) d הוא קוטר הטרביאה.

קוטר גזע

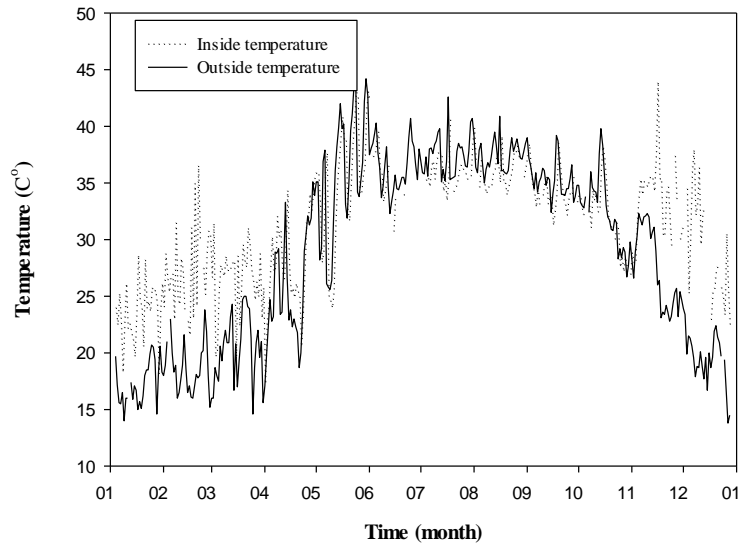
נמדד ידנית באמצעות קליבר דיגיטלי (Signet, דגם 75420) פעם בשבועיים/ חודש. המדידה נעשתה בגובה של כשלושים ס"מ מעל הקרקע. מקום המדידה קבוע ומסומן, וזוית המדידה קבועה גם היא (מקבילה לקרקע ואנכית לכיוון דרום).

3. תוצאות

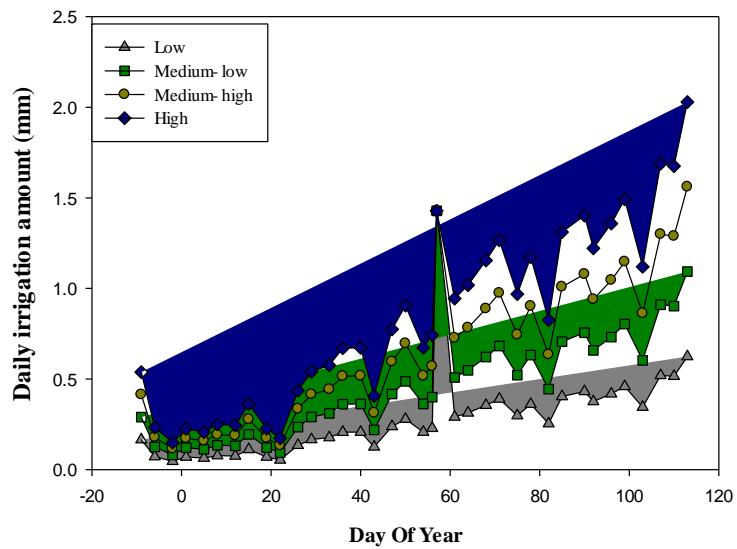
התוצאות המובאות להלן הינן תוצאות ראשוניות שנאספו ונותחו מאתר הניסוי במהלך השנים 2016-2020. מתוצאות אלו ניתן לראות את השפעת טיפולי ההשקיה על משק המים (איורים 3-5), את ההבדלים בפוטנציאל המים בין העונות (איור 3, 5) ואת מדדי היבול המתקבלים לטיפולים השונים (טבלה 2-3).



איור 1: מהלך עונתי של טמפרטורה בבית הגידול. הנתונים מתחנה מטאורולוגית הממוקמת בתוך בית הגידול. טמפרטורות מינימום ומקסימום בגובה 2 מטר מפני הקרקע. בקעות 2019.



איור 2: מהלך עונתי של טמפרטורות פנים וחוץ בית הגידול. הנתונים מובאים מתחנות מטאורולוגיות הממוקמות בתוך ומחוץ בית הגידול, בסמוך לו. טמפרטורות מקסימום בגובה 2 מטר מפני הקרקע. בקעות 2019.



איור 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 נקודה מייצגת כמות המתקבלת ליום. בקעות, חורף 2020.

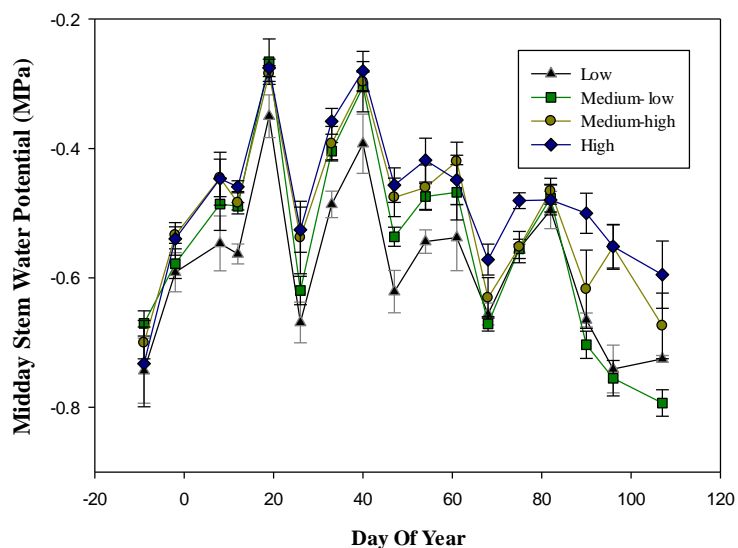
טבלה 1: כמויות מים לעונת הגידול השונות (קיץ/ חורף) לפי טיפולי ההשקיה. מקדמי ההשקיה משתנים לפי חורף/ קיץ בהתאמה (ET_c): **נמוך** (ET_c 40%/40%), **בינוני נמוך** (ET_c 60%/70%), **בינוני גבוה** (80%/100%), **גבוה** (ET_c 100%/130%) בעונת הקיץ ובעונת החורף, בהתאמה.

Treatment	Summer 2019	Winter 2020
Low	338.1	123.3
Med- low	497.7	210.8
Med- high	653.0	303.9
High	737.7	394.6

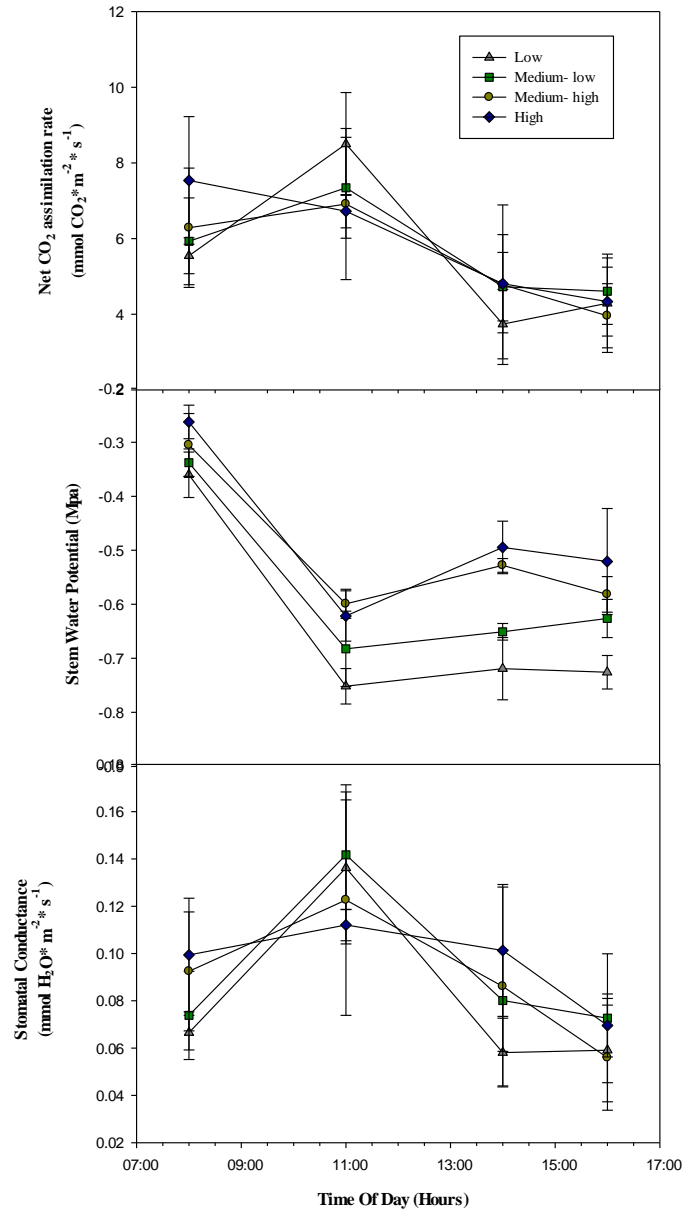
בניסוי השדה בעונות החורף בשנים 2019-2020 השתמשנו במקדמי השקיה הנעים בין 40% ל-130% מצריכת המים המקסימלית של הגפן (ET_c) וזאת בשונה מעונות הניסוי הקודמות, בהם מקדמי ההשקיה נעו בטווח של 30%-100% מצריכת המים המקסימלית. הסיבה לכך היא אמפירית ומבוססת על ניסיון השנים האחרונות, שם נמצא כי ההשקיה במקדם ET_c 100% אינה אידאלית, ולא מביאה את הגפן לפוטנציאל מים מיטבי. שינוי זה נובע 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 123 מ"מ לעונת החורף ו-394 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.

המצב הפיסיולוגי כפי שהוא מתבטא במשק המים של הצמח, משקף היטב את השפעת ממשקי ההשקיה השונים. הערכים בטיפול ההשקיה הגבוה נעים בין -0.4 ל-0.5- מגה פסקל- ערכים המעידים על גדילה תקינה ללא התקרבות לספי עקה. בשני הטיפולים הנמוכים, לעומת זאת, מתקבלים ערכים שלילים יותר, בין -0.6 ל-0.7- מגה פסקל. גם ערכים אלו אינם מבטאים עקת יובש קיצונית כמו הערכים המתקבלים בעונת הקיץ (איור 6).

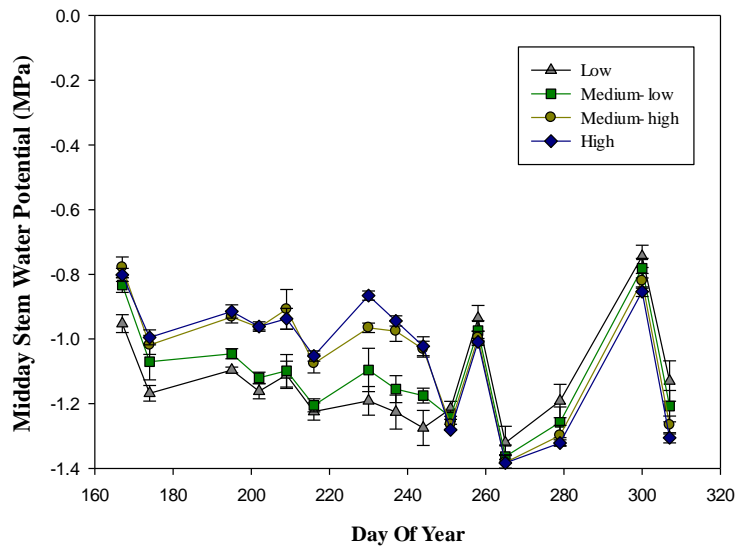


איור 4. מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום בארבעת טיפולי ההשקיה השונים: נמוך (ET_0), 40%, בינוני נמוך (ET_0 70%), בינוני גבוה (ET_0 100%) וגבוה (ET_0 130%). קווי השגיאה האנכיים מתארים את שגיאת התקן (S.E.) של הממוצע. כל נקודה היא ממוצע של 12 עלים, סך הכל 17 מדידות במועדים שונים במהלך עונת הגידול.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



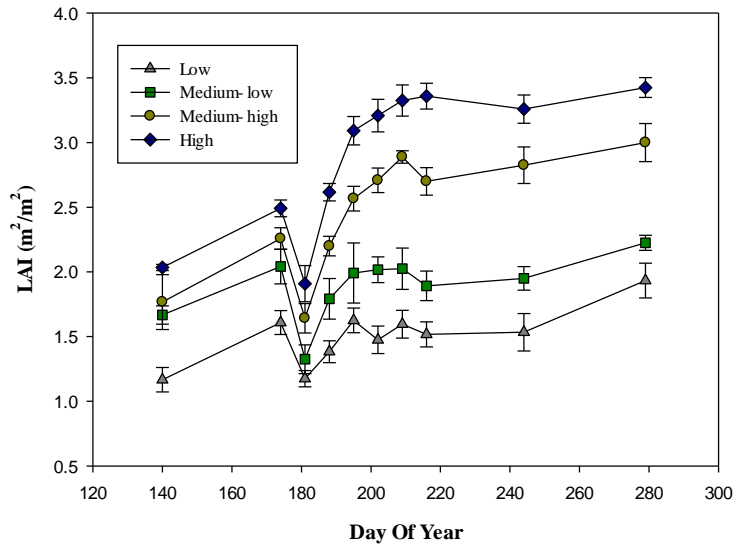
איור 5. מהלכים יומיים של פוטנציאל מים, קצב קיבוע פחמן ומוליכות פיוניות, בטיפולי ההשקיה השונים: נמוך (40%), בינוני נמוך (ET_0 70%), בינוני גבוה (ET_0 100%) וגבוה (ET_0 130%). כל נקודה בקצב קיבוע הפחמן, במוליכות הפיוניות ובפוטנציאל המים, הינה ממוצע של 12 עלים. קווי השגיאה האנכיים מציינים את שגיאת התקן של הממוצע (S.E.). ניסוי השקיה בזן "Early Sweet", בקעות חורף 2020.

במהלך היומי 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 שפזיולוגית החלו עם ביצועים משופרים ירדו משמעותית במהלך הבוקר המאוחר.



איור 6. מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום בארבעת טיפולי השקיה 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 הקיצית. ניסוי השקיה בזן "Early Sweet", בקעות קיץ 2019.

בעונת הקיץ מקדמי ההשקיה נמוכים יותר, הטמפרטורות גבוהות יותר, ולכן פוטנציאלי המים המתקבלים גבוהים יותר. בגפן מאכל פוטנציאל מים שלילי מ-0.8 מגה פסקל כבר חוצה את הגבול שבין גפן מושקה היטב לגפן בעקת יובש. בעונת הקיץ, משום שהגפנים לא נושאות יבול המספיק והמיועד לשיווק, אין חשש מלחצות מעט את סף העקה.



איור 7. מהלך עונתי של אינדקס שטח העלווה 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 שטח עלווה של 32 גפנים, סך הכל 10 מדידות במועדים שונים במהלך עונת הגידול הקיצית. ניסוי השקיה בון "Early Sweet", בקעות קיץ 2019.

תוצאות מדידות שטח העלווה מבטאות את הקשר המובהק שבין צריכת המים של הגפן לעוצמת הצימוח הוגטטיבי (איור 7).

טבלה 2: ניתוח דו גורמי רב שנתי של נותני 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. ניסוי השקיה בון "Early Sweet", בקעות 2016-2020.

Treat	Seasonal water amount (mm)	Clusters number per vine	Yield per vine (Kg)	100 Berries weight (g)	Cluster weight (Kg)	Berries number for cluster
Low	79-123	36.2 A	7.1 C	405 A	0.20 B	52 B
Med-low	152-210	39 A	7.95 BC	397 A	0.21 B	55 AB
Med-high	191-304	36.6 A	8.6 AB	409 A	0.24 A	61 A
High	236-394	39.7 A	9.1 A	420 A	0.24 A	58 AB

טבלה 3: השוואת גובה היבול לפי שנים בין טיפולי ההשקיה השונים. האותיות מסמנות את תוצאות המבחן הסטטיסטי- רב שנתי. בקעות 2016-2020.

Treat.	2020	2019	2018	2017	2016
Low	1.47 CD	1.61 BCD	1.58 BCD	1.46 CD	1.75 BCD
Med- low	1.23 D	1.86 BCD	1.78 BCD	1.73 BCD	2.23 AB
Med- high	1.23 D	1.82 BCD	1.97 BC	1.86 BCD	2.67 A
High	1.63 BCD	1.82 BCD	2.17 AB	1.79 BCD	2.74 A

מנתוני היבול עולה כי בשנת המחקר האחרונה לא נמצא הבדל סטטיסטי מובהק בגובה היבולים בין הטיפולים (טבלה 3). נראה שעם הזדקנות הגפנים ופגיעה במבנה העיצוב ישנם פחות ופחות זמורות ולכן פוטנציאל היבול קטן (טבלה 3). הפגיעה במבנה שלד ופחיתת היבולים הובילה אותנו להחלטה לביצוע של גירדום הגפנים ובנייה מחדש של שלד הגפן.

4. 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