

פיתוח מודל השקיה לענבי מאכל בחממות, עונת 2018.

ישי נצר, רחל מלכיאל – מו"פ אזורי השומרון ובקעת הירדן

אפרים ציפליץ, פיני סריג – מו"פ בקעת הירדן

מרק פרל – משרד החקלאות

מבוא

ענבי המאכל מדורגים במקום השלישי בעולם ברשימת הפירות והירקות המיוצאים (אחרי בננות ועגבניות). במהלך המאה ה-20 ענבים מהווים כ-5% מסך היצוא העולמי של פירות וירקות טריים. על פי נתוני ה-OIV צריכת ענבי המאכל הטריים עלתה בשנים האחרונות מ 15.2 מיליון טון (שנת 2000) לכדי 22.3 מיליון טון (2012). מחיר השוק של ענבי מאכל באיכות טובה בשיא הקיץ עומד על 5-7 ₪ לק"ג, בעוד מחיר הענבים בתקופת החורף עומד על 20-25 ₪ לק"ג. גידול של ענבי מאכל שלא בעונתם מצריך ממשק אגרוטכני מיוחד הכולל זמירת קיץ, ריסוס בחומצה ציאנאמידית ליצירת גל צימוח שני וגידול חוזר של שריגים ללא כיסוי. באגרוטכניקה הרווחת בגידול גפן מאכל (*Vitis vinifera*) בחממות, מעוררים את הגפן מתרדמתה באמצע חודש נובמבר, בעיתוי שאינו מאפשר השלמת מחזור תרדמה נורמלי תקין. המשך הגידול המאוץ והתפתחות הפרי מבוססים על קיום טמפרטורה ממותנת בתוך מבנים מכוסים בפוליאתיילן. לאחר הבציר, בחודש אפריל, מוסר כיסוי החממה, הכרם נזמר ומרוסס בתכשיר חומצה ציאנאמידית להערת ניצני הסעיפים לאחר זמירתם. ביתרת הזמן, עד תחילת הכניסה הטבעית לתרדמה (חודשים אפריל – נובמבר), גדלים השריגים ולקראת הסתיו הם מתעצים, בתנאים טבעיים וללא כיסוי. בגל הצימוח הקיצי, מופיעים מעט אשכולות, חסרי ערך מסחרי, כאשר הדגש בגל זה הוא על יצירת צימוח מספק לקראת הזמירה החורפית. האופוטורנספירציה (ET_c) של הצמח מוגדרת כצריכת המים של צמחים הגדלים בתנאי גידול אופטימליים ללא מגבלות דישון המניבים יבול מלא. במחקרי ליוזמטרים בענבי מאכל נמצא כי הגורמים העיקריים המשפיעים על ET_c הם א. נתוני האקלים המבוטאים כהתאדות פוטנציאלית (ET_o) ב. שטח העלווה המדיית. ממצאים דומים מתקבלים במחקרים המתמקדים בענבי יין עם זאת יישום השקיה בפועל קטן בדרך כלל מ-100% ET_c בשל שיקולים כלכליים, אגרוטכניים ומגבלות במכסות מים. ישנו מס' מצומצם של פרסומים בעולם של מחקרי צריכת מים בכרמים הגדלים תחת רשתות, ובארץ בוצע מחקר בזן סופרירור הגדל תחת רשת שקופה בלכיש. מתוצאות המחקר בלכיש עולה כי הרשת מפחיתה את הקרינה ואת הפוטואיבהציה, וכמו כן מגדילה את הלחות כך שגרעון לחץ האדים (VPD) יורד וצריכת המים אמורה לרדת. בפועל תנאי הגידול מתחת לרשת מאפשרים צימוח אגרסיבי יותר ושטח עלווה שמאדה יותר מים. המסקנה הנגזרת היא שגידול גפנים תחת רשתות מחייב אימוץ של ממשקי עלווה אינטנסיביים יותר. במחקר שנערך בבקעת הירדן נראה בנתוני הטנסיומטרים כי מתחי המים בקרקע היו גדולים יותר בכרם הגדל תחת רשת בהשוואה לשטח פתוח. למיטב ידיעתנו עד כה לא פורסם שום מחקר העוסק בנושא צריכת מים של גפנים הגדלים בחממות משיחות עם חקלאים עולה, כי יש חוסר בהירות בנושא מנת המים להשקיה בחממות גפן כאשר הפערים במנות המים בין חקלאים עומד על 300%.

ידע קיים : גידול כרם בחממות באזורי אקלים חמים, כדוגמת בקעת הירדן והערבה, ייחודי לישראל. הגידול המאוץ באזור מבכיר באופן טבעי ועם מנות צינון נמוכות מהמקובל גם ללא כיסוי יוצר בעיה קשה של העדר

תרדמה אמתית עם קושי בהתמיינות של ניצנים. הפרקטיקה שפותחה להתמודדות עם תנאים קיצוניים אלה היא של גידול שני מחזורי צמיחה, כמקובל בכרמים הגדלים באזורי גידול משווניים. צריכת המים של הגפן בשני מחזורי הגידול לא נחקרה. גישות קוטביות בין צמצום השקיה בגידול תחת כיסוי פוליאאתילן, כתוצאה מהקטנת האופוטנספירציה, לבין הגדלת ההשקיה בגלל גידול מואץ ורצון להימצא בפוטנציאל מים משופר, משמשות בערבוביה. כך גם לגבי מחזור הגידול השני. בתנאים אלה ונוכח הרחבת היקף גידול הכרם תחת כיסוי גם לאזורי גידול אחרים, נדרש מחקר לכיול צורכי המים ומשטר ההשקיה בכל אחד משלבי הגידול, בכל אחד ממחזורי הגידול.

יעדי המחקר ; פיתוח ממשק השקיה לגפני מאכל הגדלות מחוץ לעונתם בחממות.

מטרות המחקר הייחודיות:

1. מדידת צריכת מים וחישוב מקדם הגידול בעזרת ליזמטרים (נבנו במהלך 2018).
2. ייחוס מקדם הגידול למצב הפנולוגי ושטח העלוה.
3. בחינת ההתאדות הפוטנציאלית בתוך החממה לסביבה החיצונית.
4. בחינת מדדי פיסיולוגיה של כרמי מאכל ביישום 4 מקדמי השקיה שונים.
5. השפעת מנת המים המיושמת על היבול, מרכיביו, איכותו ומועד הבציר.

מהלך המחקר ושיטות עבודה



המחקר מורכב מליזמטרים שיהוו את הבסיס לתחשיבי השקיה, וניסוי חממה שיערך בצמידות לליזמטרים, ניסוי השדה הוקם והופעל בשלוש השנים האחרונות בחממת גפן מאכל מזן "ארלי סוויט" הממוקם במושב בקעות. הכרם נטוע בגובה של 50 מ' מעל פני הים, באקלים מעט חם ומעט יבש יותר מאזור החוף, בגובה דומה. החממות בעלות גג מקושת במפתח של 9 מ' וגובה מרזב של 3.5 מ'. אורך שורה 60 מ'. הגפנים מודלות ע"ג מערכת הדליה סטנדרטית לגפן מאכל (Y).

חלקת ליזמטרים – במימון משרד המדע הוקמו 4 ליזמטרים של שטיפה ושנים של שקילה, כאשר בכל ליזמטר ניטעה גפן בוגרת. מיכלי הליזמטרים הורכבו ממיכל פלסטי מחוזק בנפח של 1.4 מ"ק, שמוקמו על במת שקילה (משקל מקסימלי 5 טון) בתוך קוביית בטון במימדים 1.5 מ' (גובה) 1.80X3 מ'. גובה פני הקרקע בליזמטר זהה לגובה פני קרקע הכרם. במקביל מוקמו ארבעה ליזמטרים של שטיפה בסמיכות לליזמטרים הנשקלים. מתחת למיכל הותקנה אגנית ששקלת את מי הנקז ומשחררת את עודפי המים באופן אוטומטי אחת ליום. מערכת ההשקיה, שקילת הליזמטר ושקילת הנקז כמו גם מגופי ההשקיה ומגופי ריקון הנקז מופקדים ע"י בקר יונטרוניקס V-350. כל ליזמטר מושקה בנפרד, ומנת המים מבוקרת ע"י מד פולסים זעיר שעובר פרוצדורת כיול אחת לשבוע. המערכת מחוברת לראוטר סוללרי, כך שכל הפיקוד והורדת הנתונים מתבצעים מרחוק. תוכנת הבקר מתוכנתת באופן שמנת המים היומית (ET_d) כמו גם את מהלך צריכת המים לאורך היום מחושב אוטומטית. מי ההשקיה בשטח הם שפירים. הליזמטרים הוצבו בתוך שורת הגפנים באופן שנוצרה רציפות בין גפני השורה לגפני הליזמטרים המודלות על מערכת ההדליה (דאבל וורנדה). לצורך כך נבנתה מערכת הדליה עצמאית לגפני הליזמטרים שעל המשקלים.



ניסוי השקיה בחממה : הניסוי החל ב-2015 ובו נבחנו ארבעה טיפולי השקיה בארבע חזרות במתכונת של בלוקים באקראי. כל חזרה כוללת 12 גפנים, וכן 2 שורות גבול, שמונה הגפנים במרכז השורה האמצעית משמשות כגפני המדידה. בעתיד הטיפולים יושקו במקדמי השקיה שיהיו אחוז מצריכת המים היומית שתימדד בליזמטרים. בשלב הנוכחי ההשקיה מתבצעת על בסיס מודל ההשקיה שנבנה עבור ענבי מאכל בלכיש, אחת התובנות שעלו במהלך המחקר היא שיש לתאם מקדמי השקיה שונים לעונת הקיץ ולעונת החורף. בקיץ 2016 המקדמים הועלו עקב התוצאות שהתקבלו בתא הלחץ. לאחר התיקון המקדמים עמדו על $ETc50\%, 75\%, 100\%, 125\%$, בשנתיים האחרונות ייצבנו את המערכת על סט מקדמים של על $ETc40\%, 60\%, 80\%, 100\%$, ואילו בעונת החורף שהחלה בדצמבר 2015 המקדמים עמדו על $ETc30\%, 50\%, 70\%, 90\%$ וכיום המקדמים ייוצבו על של על $ETc40\%, 70\%, 100\%, 130\%$, תחשיבי ההשקיה התבצעו ויושמו פעמיים בשבוע.

מדדים פיסיולוגיים :

המדדים הפיסיולוגיים והצמחיים השבועיים שנבדקים בניסוי הם : פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום באמצעות תא לחץ (MRC-3100), אינדקס שטח העלווה (LAI) נמדד באמצעות מכשיר SUNSCAN, מדדי חילוף גזים : קצב קיבוע פחמן ומוליכות הפיוניות נמדדים ביו מדידות בסוף העונה בעזרת מכשיר LI-COR 6400. קוטר גזע : אחת לשבוע נמדד קוטר הגזע במקום קבוע בעזרת קליבר דיגיטלי, כך שיהיה ניתן לקבל את תבנית ההתפתחות של קוטר הגזע בטיפולים השונים לאורך העונה. תכולת מים בקרקע ושינויים בקוטר הגזע : תכולת המים בבית השורשים (עומק 30 ס"מ) והשינוי בקוטר הגזע בגפנים נבחרות יימדדו ברציפות לאורך כל העונה על ידי שימוש בדנדרומטרים ובגששי קרקע (פיטק), כך שיתקבל השינוי היומי בקוטר הגזע (TDC) לאורך עונת הגידול. חיישני הגזע (דנדרומטרים) מבוססים על טכנולוגיית LVDT (linear variable differential transformer), והם מאפשרים מדידת שינויים ברזולוציה של 0.01 מ"מ (10 מיקרון). בניסוי הנוכחי מותקנים 4 בכל טיפול.

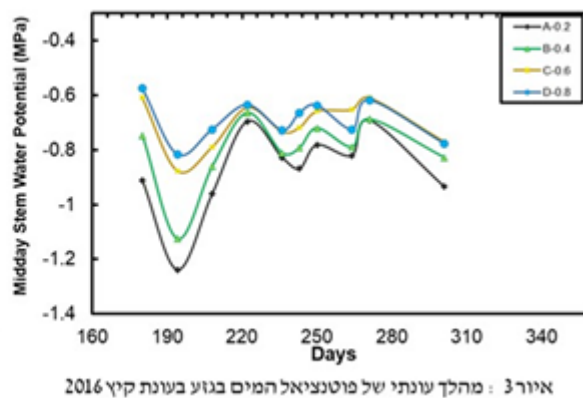
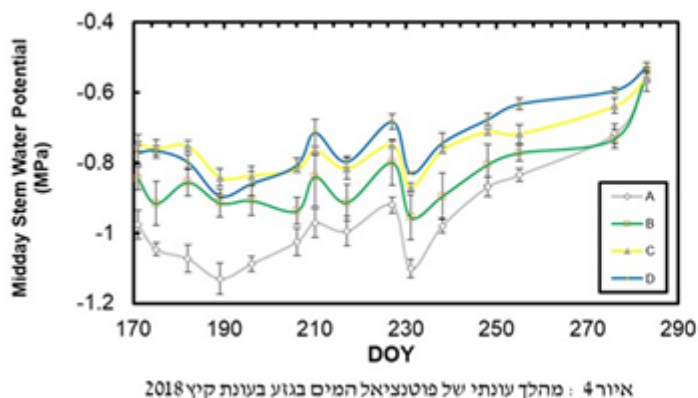
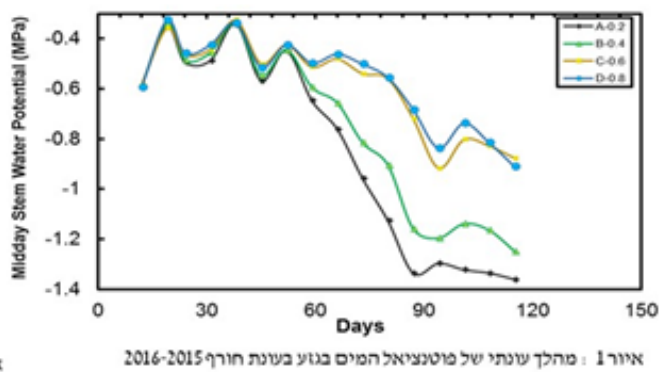
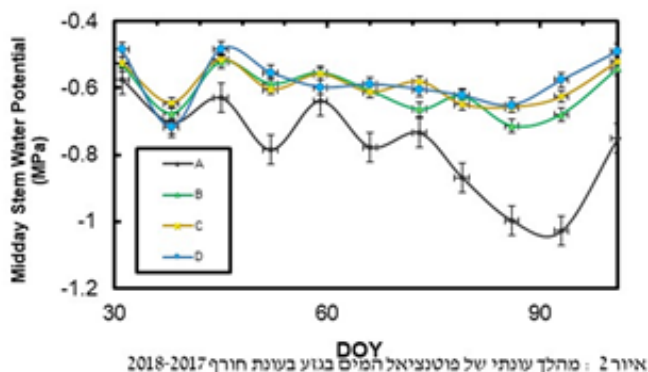
מדדים אגרוטכניים :

לקראת הבציר התבצע מעקב שבועי אחרי מדדי תכולת הגרגר (סוכר, חומצה, TA) ומשקלו. בזמן הבציר תתבצע מדידה מלאה ברמת הגפן הבודדת של גובה היבול, מס' אשכולות, משקל גרגר אחידותו ואיכותו.

ניתן להתרשם מההבדל ביישום מנות המים בארבעת הטיפולים (טבלה 1). משק המים של הגפנים הושפע באופן דרמטי באופן ששני הטיפולים הנמוכים עברו בחורף 2015-2016 את הערכים הרצויים של עקת יובש המקובלת בענבי מאכל ועומדת על 1- מגה פסקאל (איור 1). העלאת המקדמים שיפרה באופן דרמטי את משק המים של הצמחים כך שבעונת 2017-2018 (איור 2) רק בטיפול המקדם הנמוך ישנו שיקוף למשק המים הגרעוני אולם ללא עקות יובש דרמטיות. מקדמי ההשקיה שיושמו בתחילת קיץ 2016 נראו כלא מתאימים מכיוון שההתאדות המחושבת בתוך החממה לא "הרקיעה שחקים" כמצופה (כ6 מ"מ ביום), ככל הנראה בגלל הקטנה של מהירות הרוח בתוך החממה (שאמנם נמצאת ללא חיפוי פלסטי אבל עם קירות). בשל כל כך שופרו המקדמים (ביחס ל2015) כפי שהדבר בא לידי ביטוי בערכי פוטנציאל המים (איור 3). המגמה של עקות היובש בקיץ 2018 (איור 4) לא שונה בהרבה לבד מטיפול הנמוך שמדגים ככל הנראה אפקט מתמשך של עקת יובש ככל הנראה עקב השפעה מתמשכת של העקה על מבנה ותפקוד הצמח.

טבלה 1 : מנות מים בעונת חורף 2017-2018, ובקיץ 2018

טיפול/ מקדם השקיה	מנת מים ממוצעת חורף (מ"מ ליום)	מנת מים עונתית חורף (מ"מ)	טיפול/ מקדם השקיה	מנת מים ממוצעת קיץ (מ"מ ליום)	מנת מים עונתית קיץ (מ"מ)
3A-0.	0.9	61	A-0.4	2.8	313
7B-0.	1.7	121	B-0.6	4.6	517
1C-	2.1	146	C-0.8	5.9	663
1.3D-	2.55	177	D-1	7.0	780



בבחינת השפעת הטיפולים על היבול נראית מגמה ברורה של הבדל בין הטיפול הנמוך לשני הגבוהים (טבלה 2) כאשר התוספת של כ-2 ק"ג לגפן נובעת מתוספת לא מובהקת של כ-5 אשכולות לגפן (למרות דילול אשכולות רוטיני בחלקה) תוספת למשקל הגרגר ומספר הגרגרים תורמת את חלקה למשקל האשכול (בולט במיוחד ב-2018) כך שארבעת מרכיבי יבול שאינם שונים במובהק תורמים לסך הכל שונות סטטיסטית מובהקת בין הטיפולים. באיכות הפרי ומדדי סוכר לא ניכר הבדל סטטיסטי בין הטיפולים.

טבלה 2 : גובה היבול ומספר האשכולות לגפן בעונת חורף 2017 (עליון) ו-2018 (תחתון).

מספר גרגרים לאשכול	משקל אשכול (ק"ג)	משקל 100 גרגר (גר')	ממוצע אשכולות לגפן	ממוצע יבול לגפן (ק"ג)	טיפול
60 A	0.23 A	383 A	28.62 A	6.56 B	A
68.25 A	0.23 A	347 A	33.5 A	7.76 AB	B
68 A	0.265 A	380 A	32.78 A	8.05 A	C
59.75 A	0.24 A	406 A	33.21 A	8.38 A	D

מספר גרגרים לאשכול	משקל אשכול (ק"ג)	משקל 100 גרגר (גר')	ממוצע אשכולות לגפן	ממוצע יבול לגפן (ק"ג)	טיפול
40.5 B	0.18 B	443 A	39.75 A	7.12 B	A
39.5 B	0.18 B	460 A	45 A	8.03 AB	B
48 A	0.22 A	460 A	40.75 A	8.89 A	C
48.5 A	0.23 A	469 A	43.25 A	9.78 A	D

גם במדדי הווגטציה השפעת הטיפולים ניכרה בכמעט בכל המדדים שנבדקו, שטח העלווה עלה ככל שמנת המים היתה גבוהה יותר (לא מוצג) וכן משקל הגזם (טבלה 3). לא נראית מגמה של החלשות הגפנים עם השנים, אולם ניכר הפער בין הטיפולים.

טבלה 3 : משקל הגזם בסוף עונת הקיץ בכל עונות המחקר.

2018	2017	2016	2015	
ממוצע לעץ (ק"ג)	ממוצע לעץ (ק"ג)	ממוצע לעץ (ק"ג)	ממוצע לעץ (ק"ג)	
1.19 C	0.82 C	0.92 B	1.79 B	A
1.62 C	1.26 BC	1.23 B	2.36 AB	B
2.63 B	1.68 AB	1.98 A	3.05 A	C
3.44 A	2.12 A	2.19 A	3.41 A	D

כפי שלמדנו בקיץ האחרון השימוש במקדמי השקיה של המודל מצריך מעקב שבועי אחר פוטנציאל המים. שיעורי התאדות פנמן בקיץ נמוכים ממה שהערכנו (אולי בגלל הקירות של החממה שמקטינים את מהירות הרוח) ובשל כך הוכחה כנכונה ההחלטה להעלות את המקדמים. ללא כל ספק המקדמים בקיץ ובחורף צריכים להיות שונים.

תא הלחץ הוכיח את אמינותו בשיקוף המצב הפיזיולוגי, לעומת זאת הטנסיומטרים הגיבו לאט מידי ובקופצניות.

כחלק מהלקחים היבול יערכו גם בטעימה של הציבור וגם יעברו דרך מערך הבקרה של ענבי טלי על מנת לקבל עלות אמתית של הפרי המשוק. הליזמטרים החלו לפעול ואנו תקווה שבעונת הקיץ הקרובה נמצא פתרון להערכת שטח העלוה גם בתנאי החממה בחורף.