

מאזני מים והשקיית עגבניות בבתי צמיחה באזור הבשור בעונת הקיץ

דני הראל, משה ברונר, דובי צהר, ליאנה גנות, אליק סלפוי, הדר פדידה, שלומי סלע, אבנר שלם ומירון סופר - מו"פ דרום שלי גנץ וליאור אברהם-שה"מ שלמה אילני- מועצת הירקות

1. תקציר

מחירי התשומות בכלל והמים בפרט עולים בהתמדה ומקשים על החקלאי לקיים גידול ריווחי. ייעול השקיית הגידול (ועמו גם הדישון המינרלי המוסף למים) מהווה נדבך חשוב בגידול מיקצועי, יעיל וריווחי. ע"מ ליישם השקיה ודישון יעילים אנו נדרשים לבצע ניסויי מאזני מים בתנאי הגידול של איזור הבשור, וזאת ע"מ לחשב מקדמי השקיה עדכניים ונכונים עבור המגדלים באזור. מטרת ומבנה הניסוי : א) לאסוף באמצעות ליזימטרים שהוצבו בבית הגידול נתוני צריכת מים של עגבניות (זן גדול בודד וצירי אשכול) משתילה אביבית הגדלות במבנה תחת רשת 50 מש על מנת לחשב מקדם גידול שיהיה יעודי עבור מגדלי העגבניות בבשור ובחבל שלום. ב) ליישם את ממצאי ניסוי מאזני המים (סעיף א) על עגבניות שנשתלו בקרקע מקומית (עגבניה גדולה זן 1125) תוך השוואת שלושה טיפולי השקיה (במקביל: 1) השקיה 100% מכמות המים המרבית הנצרכת ביממה ע"י הצמח (נתוני הליזימטר). 2+3) השקיה במנות מים מוגדלות (120%) או מופחתות (70%) ביחס לנתוני צריכת המים שנאספו ע"י הליזימטרים. במהלך הניסוי נאספו נתוני כמות פרי, גודלו ואיכותו. מתוצאות הניסוי עולה כי תוספת ההשקיה לא הגדילה את היבולים אך פגעה באיכות הפרי לאחר אחסון. הפחתה של 30% מכמות המים שנצרכה ע"י הצמחים בליזימטר פגעה בגודל הפרי ובכמות היבול. תכולת המזינים בעלים לא הושפעה מהטיפולים חוץ מאשר כמות הזרחת שפחתה עם הגדלת מנת המים.

2. מבוא

באזור הבשור ופתחת שלום מגודלים כ-12000 דונם עגבניות בבתי גידול רובם ע"י קרקע חולית. לכמויות המים (ועמם הדשן) בהם משתמש החקלאי להשקיית החלקות השפעה ניכרת על הצלחת הגידול מבחינת איכות וכמות היבול ומבחינת עלות התשומות. השקיה עודפת תגרום לבזבוז משאבים (מים ודשן), זיהום הקרקע בעודפי דשן והמלחה. לעומת זאת השקיה בחסר עלולה להביא את הצמח למצבי עקה ולפגוע בכמות היבול המתקבלת. בשני המקרים נפגעת יעילות תהליך היצור ורווחיותו. מנת ליעל באופן מרבי את השקיית העגבנייה יש להעריך בצורה עד כמה שניתן יותר מדויקת את צריכת המים של הגידול (ET_C) בתנאים אקלים, קרקע ושיטות גידול נתונות. איסוף נתוני צריכת המים של הגידול ובמקביל חישוב ערכי ייחוס של אופוטורנספירציה (ET_0) מאזור הגידול תאפשר חישוב מקדם גידול (K_C) עבור עגבניות הגדלות באזור הבשור, בקרקע חולית, בבתי צמיחה המכוסים פוליאאתילן או רשתות 50 מש בהתאם לעונת הגידול. את נתוני צריכת המים של הצמח ניתן לכמת בכמה דרכים, עקיפות (מחושבים) או ישירות (ליזימטרים). בניסוי זה נעשה שימוש בליזימטרים שהוצבו בחממות, בעזרתם נאספו נתוני צריכת המים של הצמחים.

מטרות ניסוי זה היו : א) ביצוע ניסויי מאזני מים עבור זני עגבנייה גדולה וצירי אשכול באמצעות ליזימטרים שהוצבו בבית רשת במהלך עונת גידול אביב-קיץ. חישוב מקדמי גידול יעודיים עבור מגדלי העגבניות בבשור ובחבל שלום על בסיס נתוני הצריכה בליזימטרים. ב) יישום ממצאי ניסוי מאזני המים (סעיף א) על עגבניות שנשתלו בקרקע מקומית (עגבניה גדולה זן 1125) תוך השוואת

שלושה טיפולי השקיה במקביל: 1) השקיה 100% מכמות המים המרבית הנצרכת ביממה ע"י הצמח בליזימטר. 2+3) השקיה במנות מים מוגדלות (120%) או מופחתות (70%) ביחס לנתוני צריכת המים שנאספו ע"י הליזימטרים.

3. חומרים ושיטות

3.1

הניסוי בוצע בחוות הבשור (104 מ' מעל פני הים, $34^{\circ} 23' N$, $31^{\circ} 16' E$), במבנה מכוסה ברשתות נגד חרקים בצפיפות של 50 מש (גג וקירות). עונת הגידול והקטיף נמשכה עד סוף אוקטובר 2013. מי ההשקיה היו מי שתיה ממערכת אספקת המים של מקורות המורכבים ממים מותפלים בתוספת מי קידוחים (EC 0.3-0.45, PH 7-7.5). הניסוי כלל שתי חלקים: 1) בדיקת צריכת מים מירבית באמצעות ליזימטר ניקוז שהוצב במבנה. בדיקה זו נערכה עבור שתי זנים: עגבניה גדולה 1125 וצירי אשכול מזן שירן. 2) ניסוי השקיה שנערך עם צמחי 1125 בלבד שנשתלו בקרקע. השתילה התבצעה באדמת חול מקומית (87% חול, 7% סילט, 6% חרסית). ההדשייה בוצעה כמקובל באזור באמצעות מערכת טיפטוף (1.6 ל/ש) שתי שלוחות לערוגה, ודשן מינרלי מורכב (שפר 8: 2: 4). הצמחים נשתלו בעומד של 2200 צמחים/דונם.

הניסוי ההשקיה בחלקות שנשתלו בקרקע כלל שלושה טיפולי השקיה: 1) השקיה 100% מכמות המים המרבית הנצרכת ביממה ע"י הצמחים בליזימטר. 2+3) השקיה במנות מים מוגדלות (120%) או מופחתות (70%) ביחס לנתוני צריכת המים שנאספו ע"י הליזימטרים. הניסוי החל באפריל 2013 והסתיים באוקטובר 2013.

3.2 ליזימטרים וחישוב מקדם הגידול

ערכי צריכת מים מרבית של צמחי עגבנייה בתנאי הניסוי נאספו בעזרת ליזימטר ניקוז שהותקן בתוך חממת הניסוי כמתואר אצל הראל וחוב' (2012). הליזימטר הורכב מעשרה מארזי פלסטיק (חמישה עבור הזן 1125 וחמישה עבור צמחי הצירי אשכול) שמולאו במצע המורכב 85% טוף 0.8 ו-15% קומפוסט מזבל בע"ח (נפחי). שטחו הכולל של הליזימטר היה כ-52 מ"ר ונפחו 13 מ³. עומד הצמחים במיכלי הליזימטר היה זהה לזה של הצמחים בקרקע. תכולת המים במצע הליזימטרים נשמרה כל העת ברמת קיבול עציץ, כלומר מים זמינים לצמח ללא הגבלה. זמינות המים הובטחה בעזרת שימוש במערכת בקרה אוטומטית (אירינט, מוטורולה) שתוכנתה בעזרת אלגוריתם באופן שהשקיית המצע תתבצע עם סיום תהליך הניקוז של ההשקיה הקודמת (בשעות היום בלבד). הנקז מהמצעים הצטבר במיכל בו הותקן חיישן מפלס שאפשר מעקב רציף אחר תהליך ההתנקזות וחישוב של כמות הנקז. ליזימטר מסוג זה, כלומר מיכל מלא במצע מתאים לגידול צמחים בנפח מוגבל בו נשמרת תכולת מים אופטימלית במצע המנוקז היטב, יכול לשמש כלי יעיל לקבלת ערכי האוופוטנספירציה המירבית של הצמח בתנאי גידול נתונים (Danielson and Feldhake 1981; Del-Campo 2007).

נתוני צריכת המים של צמחי הליזימטר (ET_C) ונתוני אוופוטנספירציית ייחוס מחושבת (פנמאן-מונטיס) (ET_0) שנאספו בחוות הבשור שימשו לחישוב מקדמי הגידול (K_C) המוצגים בטבלה 2. המקדמים חושבו בעזרת הנוסחה:

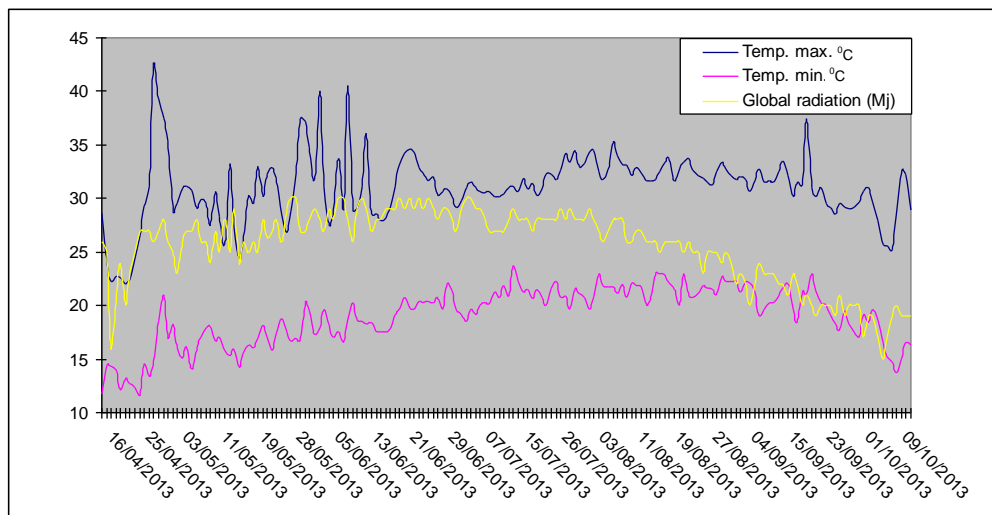
$$K_C = ET_C / ET_0$$

במהלך הניסוי נאספו נתוני כמות ואיכות פרי כללי ובאיכות יצוא, שחור פיטס, סדקים, איכות חיי מדף של הפרי לאחר הדמיית אחסון ותכולת מזינים בעלים. הניסוי הוצב בתבנית של אקראיות מוחלטת עם שלוש חזרות לכל טיפול. הנתונים נותחו במבחן שונות חד כיווני. הבדלים בשוניות בין הטיפולים נבחנו במבחן Tukey ברמת מובהקות $p=0.05$. (תוכנת JMP 8).

4. תוצאות

4.1 נתוני אקלים

נתוני טמפרטורה ולחות במהלך תקופת הניסוי מסוכמים באיור 1. חודשים אפריל ומאי אופיינו בארועי חום במהלכם הגיע טמפרטורת האוויר לכ- 40°C . בתחילת העונה נמדדו במהלך הלילה טמפרטורות נמוכות יחסית של כ- 12°C . ערכי הקרינה שהתקבלו אופייניים לעונות האביב-קיץ בבשור.



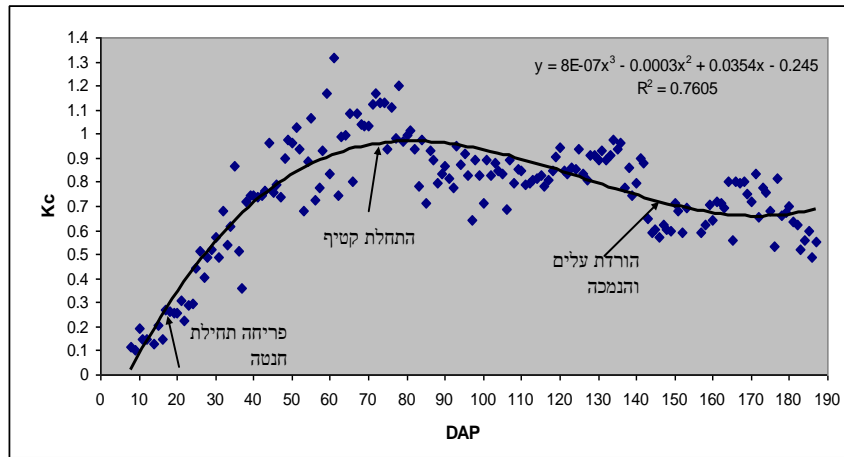
איור 1. נתוני אקלים שנאספו ע"ה השירות המטאורולוגי בחוות הבשור במהלך הניסוי. (א) טמפרטורה מקס. (קו כחול) טמפרטורה מינ. (קו ורוד) וכמות קינה יומית מצטברת (קו צהוב).

4.2 צריכת המים ומקדמי גידול

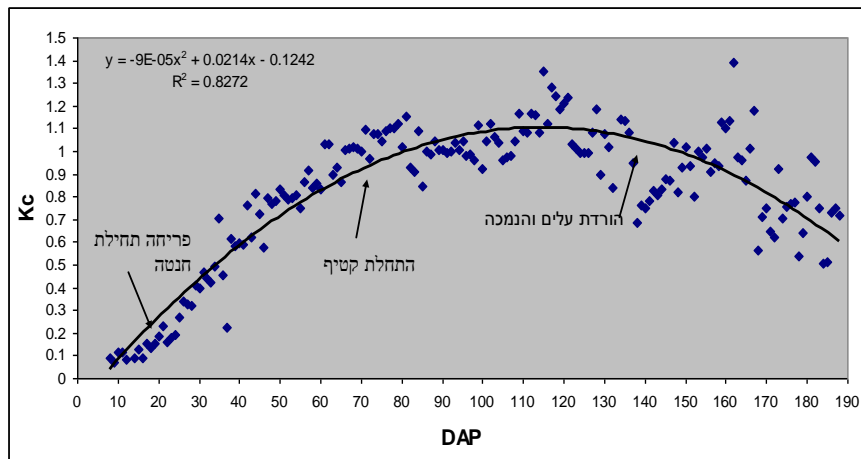
בטבלה 1 מוצגים מקדמי הגידול, ערכי ה- ET_0 המחושב (פנמאן-מונטיס) ונתוני צריכת המים של הצמחים שגודלו בליזימטרים. באיורים 1 ו-2 מוצגים מקדם הגידול (K_c) כתלות בגיל הצמח. עפ"י הנתונים בטבלה 1 ואיור 1 ניתן לראות כי בזן 1125 צריכת המים עולה בהתמדה (עמה גם מקדם הגידול) מהשתילה ובמהלך החנטה ומילוי הפרי של התפרחות הראשונות. לאחר מכן במהלך הקטיף פוחתת צריכת המים ונשארת כמעט ללא שינוי במהלך החודשי הקטיף. בזן הצירי (איור 2) מתקבלת תמונה מעט שונה, כאן רואים עליה בכמות המים הנצרכת על לכ-20% יותר מזן הפרי הבודד. צריכת המים יורדת בהדרגה במהלך הקטיף עד שלב של דעיכת היבול בחודש האחרון לגידול. גם בעגבניה וגדולה וגם בצירי אפשר להבחין שבמהלך תקופ של כעשרה ימים לאחר הורדת עלים (לקראת הנמכת הצמחים) יש ירידה של כ-20% ואף יותר בכמויות המים הנצרכות (איורים 1 ו-2).

טבלה 1. מקדמי גידול עפ"י שלבי התפתחות.

תאריך	שלב התפתחות	צריכה (מ"מ)	פרי בודד גדול	צרי אשכול
16-27/4	קליטה והתבססות	ET ₀	0.87	0.53
		K _c	0.18	4.68
28/4-13/5	פריחה וחנטה	ET ₀	2.83	2.08
		K _c	0.47	6.44
14/5-16/6	חנטה ומילוי פרי	ET ₀	5.43	4.97
		K _c	0.87	6.29
17/6-19/8	קטיף	ET ₀	4.56	5.45
		K _c	0.81	5.56
20/8-12/10	דעיכת יבול	ET ₀		4.20
		K _c		4.90
				0.85

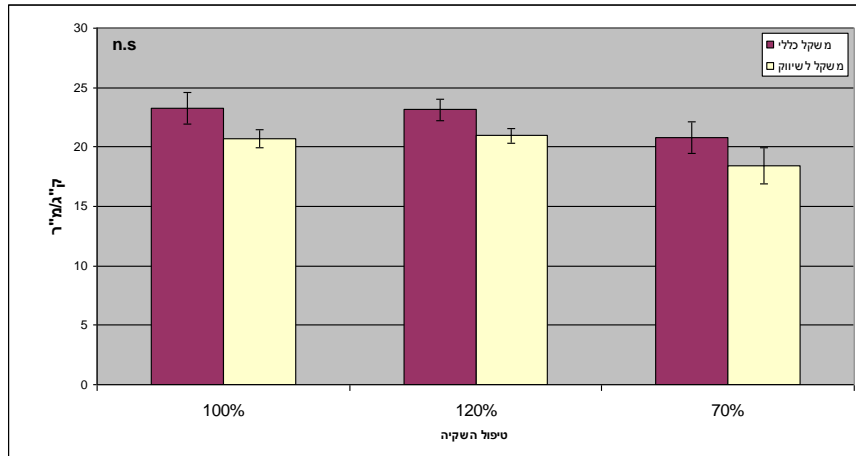


איור 1. מקדם הגידול (K_C) כפונקציה של ימים משתילה עבור הזן 1125 (עגבנייה גדולה בודדת). משוואה פולינומית מסדר שלישי עבור כל מקדם גידול מוצגת באיור.

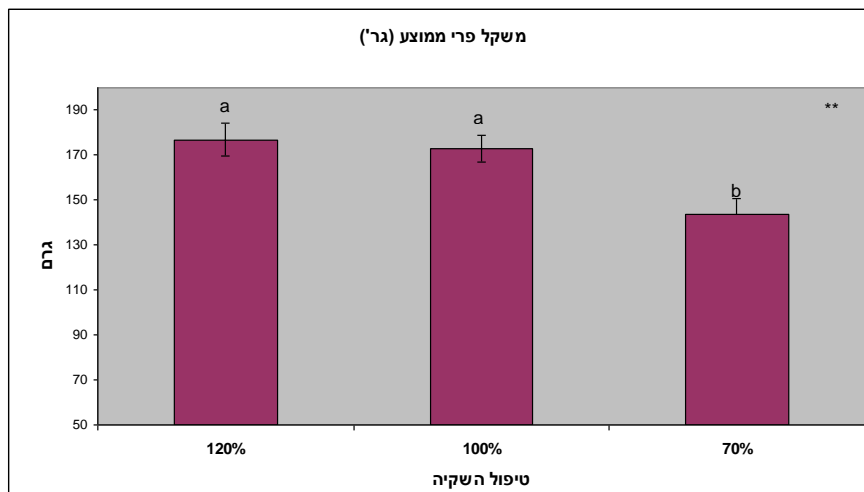


איור 2. מקדם הגידול (K_C) כפונקציה של ימים משתילה עבור הזן שירן (צרי אשכול). משוואה פולינומית מסדר שני עבור כל מקדם גידול מוצגת באיור.

כמות היבול שהתקבלה בכל אחד משלושת הטיפולים (איור 3) הייתה דומה וללא שונות מובהקת. עם זאת יש לציין כי היבול שהתקבל בטיפול ה-70% היה נמוך משני הטיפולים האחרים. יתכן כי מספר החזרות הנמוך יחסית לא אפשר קבלת שוני מובהק. הפחיתה בכמות היבול הכללית בטיפול ה-70% באה לידי ביטוי גם בגודל הפרי (איור 4) שהינו קטן באופן מובהק סטטיסטית ($P=0.0024$, $F= 6.68$) ביחס לגודל הפרי הממוצע בשתי הטיפולים האחרים.



איור 3. יבול כללי לעונה (ק"ג/מ"ר).



איור 4. משקל פרי ממוצע (גרם).

4.3 חיי מדף

תוצאות בחינת איכות הפרי לאחר תקופת אחסנה המדמה ייצוא מוצגים בטבלה 1. תוספת המים בטיפול 120% העלתה את חלק הפרי הרך והרקוב אחרי תקופת האחסון. כתמי הצבע והבריקס לא הושפעו מהטיפולים

טבלה 4. סיכום תוצאות בחינת חיי מדף.

	כתמי צבע	רקובים	רכים	מוצקים	טפול
0Bx	%				
5.2	40.6	5.1	14.4	42.3	70%
5.2	39.5	9.8	29.1	36.8	100%
5.4	35.5	20.2	44.5	25.2	120%

4.4 תכולת מזינים בעלים

בדיקת תכולת המזינים בעלים בוצעה פעם אחת לקראת סיום הגידול. מהתוצאות עולה כי שוני מובהק נמצא רק בתכולת הזרחן שכמותו עלתה עם הגדלת מנת המים (טבלה 5). שאר יסודות ההזנה ואחוז החומר היבש לא הושפעו מהטיפולים באופן שנמצא מובהק סטטיסטית.

טבלה 5. סיכום תוצאות אנליזת תכולת מזינים בעלים

חומר יבש (%)	Fe mg/kg	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	P (%)	N (%)	טיפול
17.00 n.s	384.30 n.s	4.58 n.s	0.47 n.s	1.70 n.s	0.20 a	3.30 n.s	70%
17.00	269.00	4.68	0.46	1.80	0.31 ab	3.38	120%
15.33	457.77	4.63	0.47	1.60	0.28 b	3.69	100%

5. סיכום

ניסוי זה היווה המשך לניסוי דומה שנערך במו"פ דרום במהלכו נאספו נתוני מקדמי גידול (Kc) המהלך עונת הסתיו חורף (הראל וחוב' 2012). מתוצאות הניסוי הקיצי עולה כי: א) יש שוני בכמויות ובמהלך צריכת המים החל מיום השתילה ועד לסיום הניסוי בהשוואה בין זן העגבנייה הגדולה והצירי אשכול (איור 2, טבלה 1) ומכאן גם במקדמי השקיה עבור כל גידול. ב) עבור הזן 1125, הוספה של 20% מכמות המים המרבית שנצרכה ע"י הצמחים בליזימטר לא פגעה או הוסיפה בכמות היבול שהתקבלה אולם פגעה באיכות הפרי אחרי אחסון. הפחתה של כמות המים בכ-30% פגעה בגודל הפרי וייתכן שגם בכמות הפרי הכללית שהתקבלה. תכולת המזינים בעלים לא הושפעה מהטיפולים חוץ מאשר כמות הזרחן שפחתה עם הגדלת מנת המים.

ניסוי זה הדגים כי ברמת המגדל בשטח ניתן לייעל את ממשק השקיית העגבניות משתילה אביבית באזור הבשור תוך יישום שיטות פשוטות יחסית כגון שימוש במקדמי השקיה ונתוני אקלים רלוונטיים לאזור הגידול. שיטה זו אינה דורשת תשומות כלשהן, בניגוד לשיטות הדורשות התקנת חיישנים שונים בשטח הגידול, עם זאת ניתן לדעתנו לקבל באופן זה תוצאות טובות מבחינת היבול ויישום נכון וחסכוני יותר של כמויות המים (ודשן) הניתנות לגידול. חקלאי שמעוניין להשתמש בכלים המתוארים לעיל יידרש להיעזר בנתוני התאדות יחוס מחושבת הזמינים לכל ברשת האינטרנט (www.meteo.co.il) ומקדמי גידול המחושבים מנתונים הנאספים בניסויים כגון זה המתואר פה וניסויים נוספים אשר התבצעו במו"פ דרום במהלכם נמדדה צריכת המים בעגבנייה משתילה סתוית (הראל וחוב' 2012).

6. רשימת ספרות

הראל, ד., ברונר, מ., צהר, ד., גנות, ל., סלפוי, א., גולן, ר., סופר, מ., גנץ, ש., אברהם, ל. ואילני, ש. (2012) ייעול השקיית עגבניות בבתי צמיחה באזור הבשור. מבזק ירקות-שדה וירק, 250, 44-47.

Danielson and Feldhake (1981) Urban lawn irrigation and management practices for water saving with minimum effect on lawn quality. Completion Report No. 106, Colorado State University.

Del-Campo, M.G. (2007) Effect of water supply on leaf area development, stomatal activity, transpiration, and dry matter production and distribution in young olive trees. *Australian Journal of Agricultural Research*. 58,1-7.