

השימוש במי קולחים להשקיית כרמים לענבי מאכל באזור לכיש

מאת: אמנון שורץ, משה שנקר, בן עמי ברבדו, ישי נצר

הצגת הבעיה - לאור מצוקת המים, המעבר להשקיית כרמים במי קולחים חיוני לשמירת שטחי המטע בהיקפם הנוכחי.

מטרות המחקר – לימוד המשמעויות הפיסיולוגיות והאגרונומיות של שימוש רב שנתי במי קולחים להשקיית כרמים של ענבי המאכל.

שיטות ומהלך העבודה – המחקר מתבצע בכרם ייעודי בן 10 דונם במו"פ לכיש. בניסוי נבחנה ההשפעה של שלוש איכויות מים: א. מים שפירים בתוספת דשן (טיפול הביקורת). ב. מי קולחים ללא תוספת דשן. ג. מי קולחים כנ"ל בתוספת דשן ומיקרואלמנטים בדומה לטיפול השפירים. הניסוי כלל 36 חלקות ניסוי שלוש איכויות מים ושלוש רמות השקיה, נמוכה, בינונית וגבוהה. בוצעו בדיקות איכות מים, הצטברות מלחים בקרקע, בחלקים הקבועים של העץ (גזע) ובעלים.

תוצאות עיקריות – בדיקות קרקע שבוצעו באביבים ובסתווים 2002-2008 מצביעות על הצטברות מלחים בקרקע בתקופת ההשקיה והדישון בקיץ. בשנים האחרונות של המחקר מתחיל להסתמן הקשר בין ריכוז הנתרן בקרקע לריכוז הנתרן בעלים. קיימת עליה מובהקת בריכוז הנתרן בקרקע ועליה ב-SAR. הריכוז של מרבית המלחים בקרקע ירד במהלך החורף כתוצאה משטיפה, אולם לאורך השנים קיימת עליה מתמדת בריכוז הנתרן הן בקרקע והן בעלים. ריכוז הנתרן בפטוטרות העלים שנדגמו במועד הבציר יהיה בחלקות הקולחים יותר מכפול מאשר בחלקות השפירים. בשנתיים האחרונות הופעלה שיטת דגימה חדשה של הצמח שתוצאותיה מצביעות על עליה מובהקת בריכוזי הנתרן בצמח. באביב, לפני הבלבוב, נאסף מוהל עצה ע"י החדרת צינורית ישירות לעצה ומוהל העצה הופרש למבחנה כתוצאה "מלחץ השורש". דיגום העצה והסות ונוזל העצה של הגזע מצביעים על הצטברות נתרן ברקמות הקבועות של העץ.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות – למרות הריכוז הגבוה של נתרן בקרקע ובעלים לא חלה ירידה בגובה היבול. לאחר מעקב במשך 7 עונות נראה כי הזן סופיריור על כנת Poulsen 1103 עמיד למלח במידה שמאפשרת המשך השקיה במי קולחים. להצטברות הנתרן בקרקע ובנוף, כפי שנצפו תהינה ללא ספק השפעות שליליות על הכרם בשנים הבאות.

מעל ל-3000 דונם כרם (מאכל ויין) מושקים כבר עתה במי קולחים והמעבר להשקיה קולחים עתיד להתרחב בשנים הבאות כמוצא למצוקה בזמינות מים שפירים.

במהלך שמונה העונות האחרונות למדנו את מגוון ההשפעות של השקיה בקולחים על צמיחה התפתחות ונשיאת היבול בכרם ענבי מאכל מהזן סופיריור. למרות שבשנים האחרונות מתווספים זנים חדשים של ענבי מאכל הסופיריור תופס עדיין מקום מרכזי הן כזן יצוא והן לשיווק מקומי. לאחר שהסתיים הפרק העיקרי של הניסוי אושר לנו תקציב מצומצם של 70 אלף ש"ח בשנה להמשך מעקב אחר מספר מדדים של השפעת ההשקיה בקולחים על הכרם.

הניסוי מבוצע באזור לכיש (מו"פ לכיש) וכולל השקיה במים בשלוש איכויות: שפירים בתוספת דשן (ביקורת), קולחים (בטיהור שלישוני), קולחים (כנ"ל) בתוספת דשן. כל אחת משלוש איכויות המים נבחנה בשלוש רמות השקיה 80%, 60% ו-40% מכמות המים המקסימלית שצרכו הגפנים באותו גיל ובשטח עלווה זהה. גפנים אלו גדלו בליזימטרים המוצבים בשולי החלקה. הליזימטרים שהופעלו הם מטיפוס ליזימטר עודפים ולכן חישוב צריכת המים היומית חייבה השקיה יומית בנפח העולה על הצריכה כדי לאפשר איסוף מי נקז וחישוב צריכת המים כהפרש בין כמות המים שסופקה בהשקיה לבין כמות הנקז שנאספה. נפח המים שצרכו הגפנים שגודלו בליזימטרים שמש ערך ייחוס לשלושה מקדמי השקיה: 80%, 60% ו-40% מכמות שצרכו גפני הליזימטרים.

תוצאות המחקר הרב שנתי מצביעות על המלחה הדרגתית של הקרקע (עליה בריכוז הנתרן והכלור) וכן עליה בריכוז הנתרן והכלור בעלים עד מעבר לערך הסף המוזכר בספרות כגורם נזק, וזאת כיוון שהכרם מורכב על כנת Poulsen 1103 הנחשבת לאחת הכנות העמידות למלח (Reuter, D.J. and J.B. Robinson 1986). עליה מסוימת בריכוז הנתרן בקרקע הובחנה גם בטיפול המים השפירים אך הדבר לא בא לידי ביטוי בעליה משמעותית של ריכוז הנתרן בעלים. למרות העליה ברמת הנתרן לא הובחנה עדיין פחיתה ביבול בעקבות ההשקיה בקולחים. בפרי שנקטף לא נתגלו זיהומים בקטריאלים חריגים או גורמי סיכון אחרים שמקורם במי הקולחים. תוצאות דומות לאלו שנתקבלו במחקר הנוכחי, המעידות על השפעות שליליות של השקיה בקולחים פורסמו בעבר וגורמי הנזק שצוינו הם נתרן, כלור וזרחן (Paranychianakis et al. 2004, McCarthy M. G. and W. J. S. Downton 1981, et al., Klein I. 2000).

הממצאים העיקריים של המחקר, עד עתה, מצביעים על השפעה שלילית של השקיה מתמשכת (רב שנתית) במי קולחים על ריכוז המלחים בקרקע והצטברותו בנוף. נתגלו ההבדלים בין הטיפולים הן בהתפתחות הנוף והן השתמרותו במהלך העונה.

המעבר להשקיית כרמים במי קולחים מחייב הבנת המשמעותיות ארוכות הטווח על הגידול. במסגרת תכנית ביצענו מידי שנה בדיקות קרקע בסתיו על מנת לבחון האם המערכת הגיע "למצב יציב" (steady state) כלומר אם הצטברות המלחים בקרקע אינה נמשכת. הנזק למבנה הקרקע והצטברות מלחים בנוף עלולים לגרום להשפעה שלילית על היבול ויתכן אף עד התמוטטות הנוף כפי שארע במחקר, שבדק השפעה של השקיה במים מליחים (Shani and Ben Gal 2005) וכפי שהובחן השנה בכרם מסוים מושקה בקולחים במושב לכיש.

תופעה בולטת שהובחנה בבדיקות **הקרקע** מגלה כי הצטברות מלחים בטיפול הקולחים בתוספת דשן היתה נמוכה מאשר בטיפול הקולחים בלבד. נראה שלתוספת הדשן הייתה השפעה חיובית על שטיפת מלחים לפחות בשנות המחקר הראשונות. בחינת ההשפעה של תוספת הדשן למי הקולחין על מבנה הקרקע וקליטת מלחים ע"י הגפן תמשך גם בשנה הבאה.

1.4. מטרות המחקר

מטרת המחקר ליצור את התשתית הניסויית הדרושה למעבר הדרגתי לשימוש במי קולחים להשקיית כרמים של ענבי מאכל. הגפן היא גידול רב שנתי נשיר מעוצה המפתח מערכת שורשים ענפה (גם בתנאי השקיה בטפטוף) ולכן צפוי שהשפעות המעבר להשקיה במי קולחים תתחיל להתבטא בהדרגה ולאחר זמן. מסקנות בדבר השפעות מתמשכות של השקיה בקולחים עשויות להתקבל רק כאשר המערכת תגיע "למצב יציב" (steady state), כלומר כאשר למרות התמשכות ההשקיה במי קולחים לא תתרחש עליה נוספת בריכוז המלחים בקרקע או בנוף. העובדה שעד עתה שלא נתקבלו הבדלים מובהקים בגובה היבול בין טיפול המים השפירים לטיפול מי הקולחים מעודדת ואם יסתבר בשנים הבאות שהיבול לא פוחת גם כאשר ריכוזי המלחים הגיעה למצב יציב המסקנה תהיה, שלפחות הזן סופיריור עם כנת פולסן "שורד" את תנאי הגידול החדשים (מגלה עמידות למלחי הקולחים). לעומת זאת ירידה ביבול או המשך "ההדרדרות מצב הנוף" יצביעו על נזק הולך וגדל. ממוצע המשקעים הרב שנתי באזור לכיש עומד על 325 מ"מ אך בשלושת החורפים האחרונים (כולל חורף 06-2005) היתה כמות המשקעים נמוכה מהממוצע. יתכן שמיעוט המשקעים בחורפים האחרונים האט את השטיפה ואילו החזרה לממוצע הרב שנתי תיצב את ריכוז המלחים בקרקע.

היפותזת המחקר: ניתן להשקות כרמים לענבי מאכל במי קולחים שעברו טיהור שלישוני, מבלי לגרום לפחיתת יבול, ירידת איכות פרי, או התנוונות מתמשכת של הגפן. כמו כן נבחנת ההיפותזה לפיה השקיה בקולחים באגרנטיקה המומלצת אינה גורמת לסיכונים תברואתיים.

1.5 תיאור מקיף של הפעלת המחקר – חומרים ושיטות

הניסוי מבוצע בחלקה בת עשרה דונם שניטעה במו"פ לכיש ב-1997 למטרות מחקר בלבד בגפן מהזן סופיריור על כנת 1103 Poulsen. על גבול חלקת הכרם הוצבו 13 לזימטרים בנפח של 1.3 מ"ק, 12 לזימטרים נטועים (גפן ללזימטר) ולזימטר אחד שמכיל קרקע בלבד. הלזימטרים פועלים על עקרון של איסוף הנגר המאפשר חישוב הצריכה ע"י ההפרש בין ההשקיה לבין נפח הנקז. נתוני צריכת המים בלזימטרים מהווים את נקודת הייחוס לטיפול מנת המים.

הניסוי כולל את הטיפולים הבאים:

א. מים שפירים בתוספת N P K ומיקרואלמנטים לפי הרמה המומלצת לגידול (טיפול הביקורת).

ב. מי קולחים ממאגר קיבוץ גת, הקולטים את מי השפכים של קריית גת.

ג. מי קולחים כני"ל בתוספת N P K ומיקרואלמנטים ברמה המקובלת.

NPK ניתן באמצעות דשן גופר 3 + 4-2-6 המכיל 4% חנקן, 2% זרחן, 6% אשלגן. הדשן סופק בכמות של 0.6 ליטר למ"ק מים.

ההשקיה בקולחים ובשפירים ניתנת בשלוש רמות על פי צריכת המים המחושבת של הגידול. צריכת המים של

הכרם ET_c מחושבת עפ"י מקדם הגידול K_c והאופוטורנספירציה הפוטנציאלית ET_0 המתקבל מנתונים

מטאורולוגיים הנאספים בתחנה מטאורולוגית סמוכה (נצר וחובריו 2007). צריכת המים היומית של הכרם ET_c

מחושבת עפ"י הנוסחה $ET_c = K_c \times ET_0$. עקום עונתי של מקדם הגידול חושב על ידנו לאחר מדידה ישירה של

צריכת מים נמדדה במשך שבע עונות רצופות בגפנים שצמחו בלזימטרים המוצבים בחלקה (נצר וחובריו 2007

, Netzer et al. 2008). גודל מנת המים היומית עומדת על 80%, 60% או 40% מ- ET_c הצריכה המחושבת. מנת

המים הבינונית דומה לגודל מנות המים הנהוגות באזור. ההשקיה הגבוהה בוחנת האם מנת מים גבוהה אכן דוחקת

מלחים מסביבת בית השורשים.

כל טיפול ניתן ב-4 חזרות, 10 גפנים לחזרה. 4 גפנים מפרידות בין החזרות לאורך השורה ושתי שורות ביניים מפרידות בין שורות הטיפול.

טבלה מס' 1

פריסת הטיפולים בניסוי השקיה בקולחים. $FR+F$ שפירים בתוספת דשן, TWW קולחים, $TWW + F$ קולחים בתוספת דשן. נמוכה, בינונית וגבוהה מהטאים השקיה בהתאם למקדם השקיה של 40%, 60% ו-80% מ- ET_c של גפני הליזימטרים.

כיתוב בתרשימים	השקיה	תוספת דשן	איכות מים	טיפול
LOW IRR, FR+F	נמוכה	+	שפירים	A
MED IRR, FR+F	בינונית	+	שפירים	B
HIGH IRR, FR+F	גבוהה	+	שפירים	C
LOW IRR, TWW	נמוכה	-	קולחים	D
MED IRR, TWW	בינונית	-	קולחים	E
HIGH IRR, TWW	גבוהה	-	קולחים	F
LOW IRR, TWW+F	נמוכה	+	קולחים	G
MED IRR, TWW+F	בינונית	+	קולחים	H
HIGH IRR, TWW+F	גבוהה	+	קולחים	I



תמונה מס' 1 תצלום אוויר של הכרם שבו נערך הניסוי במו"פ לכיש. על גבי התצלום מוצג מיקומן של חלקות הטיפול והחזרות בהתאם לטבלה מס' 1.

אפיון קרקע

הקרקע עליה נטוע הכרם היא קרקע כבדה עם אחוזי חרסית ניכרים (~41%), הקרקע אחידה למדי לעומקה ולא ניכרים בה אופקים מוגדרים. קיימת השתנות מתונה במרקם הקרקע, אך השטח כולו מאופיין במרקם קרקע כבד סיין חרסיתי-חרסיתי. מרקם זה רגיש לרמות SAR גבוהות.

דגימות ואנליזת קרקע

דגימות קרקע בוצעו בסתיו לאחר הפסקת ההשקיה ולפני שהתרחש אירוע גשם משמעותי. נדגמו 108 דגימות (9 טיפולים, 4 חזרות, 3 עומקים). מיצוי עיסה רוויה ואנליזת יסודות נעשתה כמפורט בפרוטוקול של מעבדות שירות שדה בחדרה. המדדים הנבדקים: pH, מוליכות חשמלית, נתרן, סידן ומגנזיום, SAR, אשלגן, זרחן, בורון בתמיסה, ובורון ספוח (מניטול) ריכוז כלוריד, ניטרט ותכולת יסודות (ICP). חלק מתוצאות דגימת סתיו 2009 עדיין לא התקבלו. בדיקות הקרקע נעשו במעבדת שרות השדה בחדרה.

דגימות מים ובדיקות ריכוז יסודות - אנליזה חודשית

נאספו דגימות מי השקיה בכרם ובחלקת הליזמטרים וכן נקז הליזמטרים באופן יומי, הדגימות רוכזו ונשלחו לאנליזה אחת לחודש: pH, מוליכות חשמלית, ריכוז כלוריד, ריכוז אמון וחנקן ותכולת יסודות (ICP).

דגימות עלים ובדיקות ריכוז יסודות

נדגמו כשלושים עלים לחזרה (מול האשכול) לפני הבציר ובמועד הפריחה. בוצעה שטיפות עלים, הפרדת טרפים ופטוטורות ועיכול בחומצה ואנליזה מינרלית באמצעות ICP. מיצוי מימי בוצע עבור בדיקות ניטרט וכלורידים.

מדידות שטח עלווה 2002-09

המדידות LAI בוצעו בכרם ובליזמטרים אחת לחודש על מנת לעקוב אחר השינויים בממדי הנוף. המדידות נערכו באמצעות מכשיר SUN SCAN המצויד ב-60 גששי קרינה (Delta-T Devices, Cambridge UK). כיול המדידות התבצע ע"י השוואת תוצאות מכשיר SUN SCAN לתוצאות של מדידה ישירה של שטח העלים לאחר הסרת עלים מ-17 גפנים. מהתוצאות עולה יחס ישר בין תוצאות המדידה הדיגיטלית לבין תוצאות המדידות $(Y=0.982X+0.0133, R^2=0.9912, n=17)$. כמו כן נערכו בחורפים שקילות של הגזם שהוסר בזמירת החורף.

תוצאות:

כמות המשקעים השנתית

לכמות המשקעים באזור במהלך החורף היתה השפעה על שטיפת מלחים ועל כן על תכולתם בקרקע בעונה העוקבת. כמות המשקעים שירדה באזור לכיש ב-2007 (314 מ"מ) ובחורף 2008 (292) היתה נמוכה מהממוצע הרב שנתי לעונה העומד על 325 מ"מ והיתה לכך השפעה על מידת ההדחה של מלחים מאזור השורשים.

טבלה מס 2

כמות משקעי החורף (נובמבר –מרץ) וכמויות המים שיישמו בטיפולי ההשקיה השונים.

	precipitation* (mm)	High Irrigation (mm)	Medium Irrigation (mm)	Low Irrigation (mm)
2002	388	923	615	394
2003	509	815	544	348
2004	312	944	674	431
2005	382	903	647	392
2006	329	976	729	437
2007	314	996	712	398
2008	292	917	639	352
2009	-			

* לדוגמא בעונת 2002 כמות המשקעים של 388 מ"מ נמדדה בין הראשון בנובמבר 2001 עד ה-31 במרץ 2002.

איכות מי ההשקיה

המדדים העיקריים המבטאים את ההבדל באיכות המים בין טיפולי ההשקיה מוצג בטבלאות מס' 3, 4. מוצגים הערכים הממוצעים לשנות המחקר 2002-2008 של pH וריכוזי היונים: כלוריד, אשלגן, סידן, מגנזיום ושל ה-SAR. קיים הבדל בולט בין איכות המים השפירים לקולחים בריכוזי הכלוריד והאשלגן אך לא בריכוזי הסידן והמגנזיום. הבדל בולט בין השפירים לקולחים קיים גם ב-SAR בגלל הבדלים בריכוז הנתרן במי ההשקיה. הבדל בולט בריכוז האשלגן קיים גם בין מי הקולחים עם דשן וללא דשן (טבלה מס' 3).

המעקב הרב שנתי אחר ריכוז הנתרן ו-SAR במי ההשקיה המוצגים בטבלה מס' 4 מצביע על שיפור באיכות מי הקולחים שחל במהלך שנות הניסוי המתבטא בירידה ב-EC ובריכוז הנתרן במי ההשקיה. השיפור באיכות המים בולט במיוחד החל מעונת 2006 בעקבות שיפורים במאגר מי הקולחים והטיפול במים (מעבר לקולחים ברמת טיהור שלישוני). עונת 2009 היא קצת חריגה מכיוון שערכי הנתרן והמוליכות החשמלית במי הקולחים עלו בעונה זו.

טבלה מס' 3

ממוצע רב שנתי 2002-2008 של ריכוז היונים באיכויות מים שונות. Fresh + Fertilizer שפירים +דשן, TWW קולחים TWW+ Fertilizer קולחים + דשן.

	pH	Chloride (mg l ⁻¹)	Potassium (mg l ⁻¹)	Calcium (mg l ⁻¹)	Magnesium (mg l ⁻¹)	SAR
FR+F	7.3±0.1	232.6±10.9	42.7±3.0	60.9±1.2	30.7±0.7	2.17±0.35
TWW	7.7±0.1	304.1±19.9	62.4±1.9	63.4±1.3	30.7±0.7	4.29±0.95
TWW+F	7.4±0.1	301.2±17.6	82.3±2.7	59.9±1.0	29.4±0.7	4.33±1.06

טבלה מס' 4

המוליכות החשמלית של מי ההשקיה וריכוז הנתרן במי ההשקיה של הטיפולים השונים 2002-2009.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
----- EC (dS m ⁻¹) -----								
FR+F	1.64±0.04	1.41±0.05	1.22±0.05	1.47±0.10	1.20±0.03	0.9±0.17	1.05±0.09	1.14±0.08
TWW	2.04±0.06	1.78±0.09	2.25±0.05	2.00±0.13	1.88±0.08	1.38±0.10	1.83±0.05	2.27±0.04
TWW+F	2.10±0.05	1.96±0.05	2.40±0.06	2.19±0.10	1.90±0.07	1.45±0.07	2.03±0.13	2.46±0.02
----- sodium (mg l ⁻¹) -----								
FR+F	143±3.2	123±1	128±0.5	121±3.8	84±5.6	102±3.3	93.7±9.4	83.4±4.3
TWW	286±2.6	241±14	197±2.2	224±11	233±3.1	203±15	194±7.2	221.3±2.8
TWW+F	288±8.2	234±14	198±1.3	220±11	234±5.4	195±20	207±1.6	224±2.6

במרבית העונות נתקבל הבדל מובהק במוליכות החשמלית בין שני טיפולי הקולחים לבין טיפול השפירים. יש לציין כי בעונת 2007 וכנראה גם בעונת 2008 ההבדל הצטמצם ככל הנראה בשל שיפור באיכות המים. הירידה במוליכות החשמלית של הקרקע בין העונות 2006-2007 בכלל הטיפולים מוסברת ע"י המוליכות החשמלית הנמוכה של מי ההשקיה: 0.9 דציסימנס/מטר בשפירים, 1.38-1.45 בטיפולי הקולחים ערכים שהם הנמוכים ביותר בהשוואה למקבילים בכל שאר עונות הניסוי.

בטבלה מס' 5 מוצג ניתוח רב שנתי מקיף של המדידות הקרקעיות בכל הטיפולים (איכות מים ורמות ההשקיה).

בנתוני SAR בעיסה הרוויה בקרקע (טבלה 5) נתקבלו ערכים גבוהים באופן מובהק בטיפול הקולחים ללא דשן בהשוואה לשפירים. הבדל מובהק זה מתקבל בטיפול השקיה הגבוה החל מעונת 2003. בהשקיה הבינונית ההבדלים נראים רק החל מעונת 2006 ובהשקיה הנמוכה החל מ-2007. לריכוזי האמון והאשלגן (הגבוהים יותר) בטיפול הקולחים + דשן ישנה כנראה השפעה חיובית על ה-SAR של הקרקע עקב תחרות בין קטיונים שמקורם בדשן לבין הנתרן על המטענים השליליים שעל מינרלי החרסית.

טבלה מס' 5

תוצאות ניתוח רב גורמי של מליחות והרכב יונים במיצוי העיסה הרוויה בקרקע שהתבצעה בסתיו בסוף כל עונת השקיה. ניתוח התוצאות הקרקעיות התבסס על 756 דגימות קרקע שבוצעו בכל הטיפולים בכל שנות הניסוי. ניתוח רב גורמי של הקשר בין כמות המים, איכות המים, שנת הדגימה, ועומק הדגימה (כולל אפקט הבלוק) על ריכוז הנתרן, כלוריד, סידן ומגנזיום, המוליכות החשמלית ו-SAR במיצוי עיסה רוויה כפי שנדגמה מידי סתיו.

Irrigation	EC(dS/m)	Na	Ca+Mg (meq/l)	SAR	Cl(meq/l)
HIGH	1.71 A	9.13 A	7.04 A	5.51 A	8.98 A
MED	1.58 A	8.01 B	6.79 A	4.87 B	8.31 A
LOW	1.41 B	6.69 C	6.38 A	4.05 C	6.48 B
Water quality					
TWW+F	1.73 A	8.54 A	7.69 A	4.83 B	8.47 A
TWW	1.66 A	9.34 A	6.29 B	5.89 A	8.59 A
FR+F	1.30 B	5.96 B	6.22 B	3.70 C	6.70 B
Year					
2003	1.27 CD	5.66 D	7.12 ABC	3.15 C	7.08 B
2004	1.57 BC	6.81 CD	8.31 AB	3.33 C	7.31 B
2005	1.56 BC	8.67 B	6.28 CD	5.21 B	8.10 B
2006	2.06 A	9.16 AB	8.82 A	5.19 B	10.91 A
2007	1.18 D	6.46 D	4.68 D	4.95 B	6.49 B
2008	1.52 BC	8.42 BC	5.30 CD	5.56 AB	7.28 B
2009	1.78 AB	10.44 A	6.67 BC	6.26 A	8.28 B
Soil depth (from)					
0	1.76 A	6.92 B	9.77 A	3.16 C	9.38 A
30	1.52 B	8.33 A	5.85 B	5.22 B	7.77 B
60	1.4 B	8.59 A	4.59 C	6.04 A	6.61 B
P value					
Irrigation	<.0001	<.0001	0.2575	<.0001	<.0001
Water quality	<.0001	<.0001	0.0004	<.0001	0.0009
Year	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Soil depth	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

מבחינת גובה מנת המים (גבוהה, בינונית, נמוכה) נתקבלה השפעה מובהקת על המוליכות החשמלית של העיסה הרוויה EC בין טיפול ההשקיה הגבוהה לנמוכה. ההשקיה הבינונית אינה שונה באופן מובהק מזו הגבוהה. עם התמשכות ההשקיה נתקבל הבדל מובהק בריכוז הנתרן בעיסה רוויה בין שלוש רמות ההשקיה. ככל שעולה מנת המים חלה עליה בריכוז הנתרן בקרקע. לעומת זאת בריכוזי הסידן והמגנזיום לא נצפה הבדל מובהק כתוצאה מרמות ההשקיה. כפועל יוצא משינוי ריכוז הנתרן וקביעותם של ריכוזי הסידן והמגנזיום, ברמת SAR נתקבלה מגמת עליה דומה לזו של הנתרן. גם בריכוז הכלוריד נצפו ריכוזים גבוהים יותר באופן מובהק בטיפולי ההשקיה הגבוהה והבינונית לעומת הטיפולי ההשקיה הנמוכה.

מבחינת איכות המים (שפירים, קולחים, קולחים בתוספת דשן) – המוליכות החשמלית של העיסה הרוויה EC הייתה גבוהה באופן מובהק בטיפולי הקולחים והקולחים בתוספת דשן מאשר בטיפולי המים השפירים. כצפוי היו ריכוזי הנתרן והכלוריד של העיסה הרוויה היו גבוהים יותר באופן מובהק בטיפולי הקולחים לעומת טיפולי המים השפירים. תוספת הדשן במי הקולחים העלתה את רמת הסידן והמגנזיום (כמו גם קטיונים אחרים כגון אשלגן ואמוניום) והעצימה את התחרות של יונים אלו עם הנתרן על מקטעי החרסית הטעונים שלילית. כתוצאה מכך בטיפול הקולחין ללא דשן ערכי SAR היו גבוהים יותר בטיפולי הקולחים בתוספת דשן. הרמה הגבוהה ביותר נתקבלה בטיפול הקולחין ללא תוספת דשן וכצפוי בטיפול השפירים בתוספת דשן ערכי SAR היו נמוכים כמחצית מהערכים שנתקבלו בקולחים ללא דשן.

אפקט השנה - בין השנים צפויה שונות במדדים השונים הנובעת מהבדל בכמות המשקעים השנתית ובתבנית פיזורם לאורך עונת הגשמים. כמו כן קיימת שונות בין השנים בריכוזי המלחים במי הקולחים (איכות מי הקולחים). מבחינת ריכוז הנתרן, למרות חריגה ממגמת העלייה שנצפתה ב-2007 קיימת מגמה ברורה של עליית ריכוז הנתרן עם השנים. ריכוז הנתרן בקרקע בין 2003 לבין 2009 כמעט הכפיל את עצמו. מגמה ברורה דומה לזו של הנתרן נתקבלה גם ב-SAR. בגלל השטיפה היעילה יחסית של הכלורידים בהשקיה ובחורף רמתם בקרקע נשארה פחות או יותר קבועה לאורך השנים, מלבד עונת 2006 שהייתה גבוהה באופן מובהק מהאחרות.

השפעת עומק הקרקע (דגימות 0-30, 30-60, 60-90) – רמת EC שנמדדה בעומק 0-30 הייתה גבוהה יותר באופן מובהק מאשר בשכבות הקרקע העמוקות יותר. מגמה דומה נצפתה גם בריכוז הכלוריד. מאנליזות שבוצעו בעבר נמצא שריכוזי הכלורידים מצויים במתאם גבוה יותר עם רמות SAR מאשר ריכוז הנתרן. בריכוזי הנתרן נצפתה מגמה הפוכה לזו של הכלורידים: ריכוזו היה גבוה בעומקים 30-60 ו-60-90 מאשר ב-0-30. ריכוזי סידן + מגנזיום היו גבוהים יותר באופן מובהק בעומק 0-30 מאשר ב-30-60 והריכוז ב-60-90 היה הנמוך ביותר. הדבר מבטא את המוביליות הנמוכה יחסית של סידן ומגנזיום לעומת נתרן. מגמות השינוי ההפוכות (בהקשר להשפעת עומק הקרקע) בריכוזי הנתרן לעומת סידן + מגנזיום מעצימות את המגמה המובהקת של עליה ב-SAR עם העומק. בכל הניתוחים התקבלה רמת מובהקות גבוהה בערכים של $P < 0.0001$ מלבד העובדה שלא נמצא קשר בין גודל מנת המים לבין ריכוזי הסידן + מגנזיום.



תמונה מס' 2

מתקן לאיסוף מוהל עצה בסוף החורף.

טבלה מס' 6

ריכוז הנתרן במוהל עצה. המוהל נאסף עם תחילת הבלבוב באביב 2008. וכן ריכוזי הנתרן שמוצו מהגזע : מהעצה (Xylem) ומהסות או הקליפה (Bark) באופן נפרד (n=36).

Sodium 2008	Xylem sap* (mg l ⁻¹)	Xylem (mg kg ⁻¹)	Bark (mg kg ⁻¹)
TWW	43.6 A	821 A	398 A
TWW+F	48.6 A	834 A	476 A
FR+F	21.7 B	538 B	298 B

טבלה מס' 7

ריכוז נתרן בעצה ובמוהל העצה (2009) וריכוז הכלוריד בעצה. (n=72).

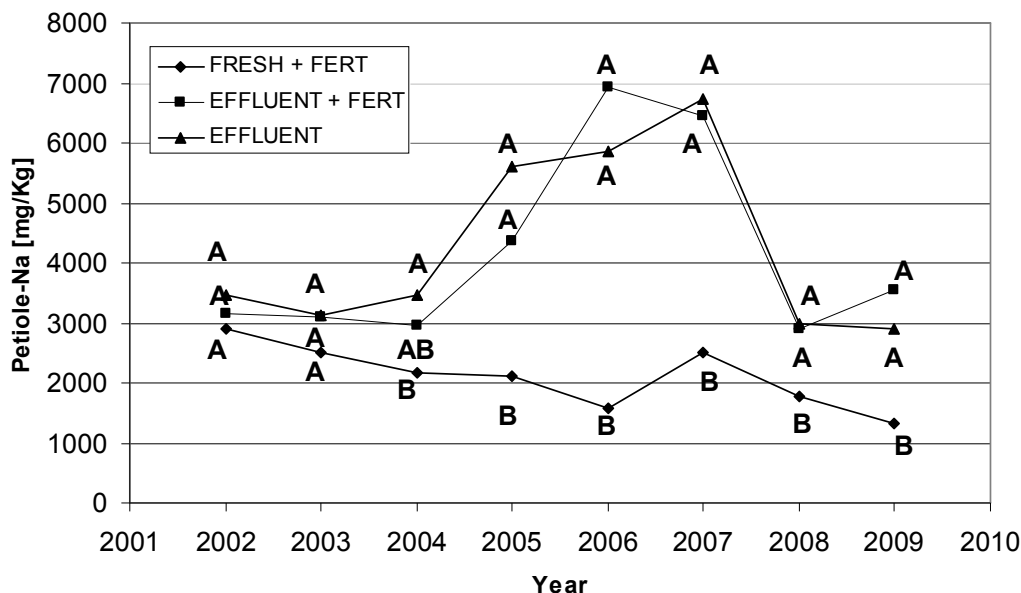
2009	Xylem sap Sodium (mg l ⁻¹)	Xylem Sodium (mg kg ⁻¹)	Xylem Chloride (mg kg ⁻¹)
TWW	42.6 A	865 A	502 AB
TWW+F	33.6 A	816 A	561 A
FR+F	20.7 B	546 B	445 B

ריכוז הנתרן נמדד במוהל עצה שנאסף בסוף החורף, עם תחילת התנפחות הניצנים לפני הבלבוב. המוהל נאסף ע"י החדרת צינורית אל תוך העצה. עם עליית הטמפרטורה באביב וכאשר הקרקע עדיין רטובה מגשמי סוף החורף והגפן בשלבי התעוררות ראשוניים נוצר לחץ חיובי בעצה אשר גורם לטפטוף מוהל עצה למבחנה כמתואר בתמונה מס' 2. הלחץ בעצה מקורו בלחץ השורש. ריכוז הנתרן במוהל העצה שנאסף מגפנים שהושקו בעונת הקיץ הקודמת במי קולחים היה יותר מכפול מהריכוז שנאסף מגפנים שהושקו במים שפירים (טבלה מס' 6). יש לציין שעם התפתחות הנוף באביב הפרשת מוהל העצה פסקה. בדומה לעליה שהובחנה במהלך השנים בריכוז הנתרן בעלים (המתחדשים מידי שנה) קיימת עליה והצטברות של נתרן בחלקים הקבועים של העץ, העצה והסות (bark) (טבלה מס' 6 7).



תמונה מס' 3

סימני המלחה כפי שנצפו בזמן בציר 2008. הצטברות מלחים מתרחשת בעיקר בשולי העלים.



תרשים מס' 1

השפעת איכות המים על ריכוז הנתרן בפטוטורות העלים. ריכוז הנתרן נמדד בפטוטורות העלים בזמן הבציר בכלל טיפולי מנת המים בעונות הגידול 2002-2009.

למרות שהעלווה של הגפן מתחדשת מדי שנה הובחנה מעונה לעונה עליה בריכוז הנתרן בפטוטורות העלים עם התמשכות ההשקיה במי קולחים. העלייה בריכוז הנתרן בעלים נובעת מעליה של ריכוז הנתרן בקרקע וככל הנראה גם מעלית ריכוזו בחלקים הקבועים של השורש והנצר (העצה והסות) כפי שמוצג בטבלה מס' 6. קיים הבדל מובהק בריכוז הנתרן בפטוטורות בין העלים של גפנים שהושקו בקולחים לעלים מגפנים שהושקו במים שפירים. הגדלת מנת המים בכל הטיפולים הגדילה את כמות הנתרן שנמדדה בפטוטורות העלים. מנת המים הגבוהה והבינונית לא גרמו לשטיפת מלחים מבית השורשים ולהיפך היא הוסיפה מלח לקרקע ובהתאם לכך גם להצטברות בעלים. השפעה משמעותית של שטיפת מלחים עשויה כנראה להתקבל כאשר מנות המים גדולות יותר.

טבלה מס' 7

המתאם הסטטיסטי בין ריכוז הנתרן בעיסה הרוויה של הקרקע מדגימות בעומק 0-30 ס"מ לבין ריכוזו בפטוטורות העלים בעונות 2002-2007. (n=32)

Year	Regression Equation	R ²	p
2002	y=35.56x+2843	0.163	0.016
2003	y=-4.28x+2962	0.0001	0.949
2004	y=20.47x+2756	0.0049	0.782
2005	y=206.65x+2787	0.194	0.007
2006	y=370.82x+1347	0.457	<0.0001
2007	y=661.55x+1127	0.440	<0.0001

בטבלה 7 ניתן לראות כי המתאם בין ריכוז הנתרן בעיסה הרוויה של הקרקע לבין ריכוזו בפטוטרות העלים גדל עם התמשכות ההשקיה במי הקולחים. נתוני הטבלה כוללים את כל 36 הטיפולים של איכות המים וגודל מנת המים.

טבלה מס' 8

גובה היבול (טון להקטר) שנתקבל במהלך 8 עונות המעקב עד עתה בטיפולי איכות המים וגובה מנת המים.

Yield (t ha ⁻¹)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Average
High Irr	30.9 B	21.1 AB	43.8 A	14.0 A	52.0 A	20.2 A	16.6 A	36.2 A	29.3 AB
Medium Irr	35.2 AB	22.3 A	46.4 A	12.7 A	48.7 A	20.9 A	20.3 A	39.5 A	30.7 A
Low Irri	38.5 A	17.9 B	34.2 B	12.4 A	42.9 A	19.7 A	18.2 A	36.0 A	27.4 B

Yield (t ha ⁻¹)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Average
FR+F	37.1 A	20.1 A	40.4 A	13.5 A	51.8 A	20.7 A	21.1 A	36.1 A	29.7 A
TWW	34.9 A	19.0 A	40.6 A	15.2 A	47.4 A	20.0 A	17.9 A	38.9 A	29.1 A
TWW+F	32.7 A	22.1 A	43.4 A	10.3 A	44.4 A	20.1 A	16.9 A	36.8 A	28.7 A

גובה היבול בחלקות הניסוי בין השנים 2002 ל-2008 מוצג בטבלה 8. בניסוי במים שפירים שבוצע בעבר בחלקה לגודל מנת המים הייתה השפעה מובהקת על גובה היבול רק בעונות בהן נתקבלו יבולים גבוהים (עונות שיא), בניסוי הנוכחי לאיכות המים לא הייתה השפעה על כלל היבול (טבלה 8). בסיכום הרב שנתי למנת המים ישנה השפעה חיובית ומובהקת על היבול, אולם ההשקיה הגבוהה גרמה לפחיתה מסוימת בגובה היבול (לא מובהקת) וזו ככל הנראה השפעה של הצטברות גבוהה של מלחים בטיפול זה. יש לזכור שהזן "סופיריור" מאופיין בשונות בגובה היבול בין עונות. בעונות שבהם פוטנציאל היבול נמוך יחסית לגודל מנת המים אין יכולת להשפיע על מימוש פוטנציאל יבול נמוך.

לסיכום: הדו"ח הנוכחי כולל את תוצאות עונת 2009 בהשוואה לשבע העונות הקודמות. ניתן לראות שבשנתיים האחרונות ישנה ירידה בריכוז הנתרן בעלים כנראה בשל שנויים באיכות מי הקולחים במאגר. למרות זאת הריכוז הנמדד גבוה יחסית מהערכים הרצויים המופיעים בספרות. העובדה המשמחת היא שלא חלה בטיפולי ההשקיה במי קולחים ירידה בגובה היבול או באיכות הפרי.

תודות

ברצוננו להודות לעמרים חזן על תפעול שוטף של מערכת ההשקיה והדישון בניסוי, וליוסי כהן על דיגום רציף של מי ההשקיה וכן תפעול שוטף של הליזמטרים.

1.9 רשימת ספרות

Allen RA, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998) Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. (FAO irrigation and drainage paper 56) FAO, Rome

Klein I. Strime M. Fanberstein L. Mani Y. (2000) Irrigation and fertigation effects on phosphorus and potassium nutrition of wine grapes *Vitis* 39(2) 55-62.

McCarthy M. G. and W. J. S. Downton Irrigation of Grapevines with Sewage Effluent. II. Effects on Wine Composition and Quality (1981) *Am. J. Enol. Vitic.* 32:3:197-199

Netzer Y, Shenker M, Bravdo B, and A Schwartz. (2008) Water use and the development of seasonal crop coefficients for Superior Seedless grapevines trained to an open-gable trellis system. *The Journal of Irrigation Sci.* DOI 10.107/s00271-008-0124-1

Paranychianakis NV, Aggelides S, Angelakis AN. Influence of rootstock, irrigation level and recycled water on growth and yield of Soultanina grapevines. (2004) *Agricultural Water Management* 69 (1): 13-27

Reuter, D.J. and J.B. Robinson (eds.). (1986) *Plant analysis - An interpretation manual*. Inkata Press, Melbourne and Sidney, Aust. 218 p.

Shani U, Ben-Gal A (2005) Long-term response of grapevines to salinity: osmotic effects and ion toxicity. *Am J Enol Vitic* 56:2:148-154

ישי נצר, משה שנקר, בן עמי ברבדו, עמרם חזן, חנן בזק ואמנון שורץ מהליזמטר אל הכרם : יישום חקלאי של מודל השקיה בכרמי ענבי מאכל. עלון הנוטע אפריל 2007 31-35.