

תגובת עיריית למחזור מי נקז.

חוקרים שותפים:

אורי ירמיהו ואינה פיינגולד - מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת.
אשר בר-טל, מרים קינן ושושנה סוריאנו - מכון ולקני, מינהל המחקר החקלאי.
חנה יחזקאל, שמואל דוד ואלי מתן - מו"פ דרום.
סילברמן דוד וגיא רשף- שה"מ, משרד החקלאות.

1. תקציר

העיריית הינה גידול מרכזי והכרחי בסל המוצרים בענף התבלינים הטריים המיועדים לייצוא. בקיץ ישנם מחסורים בגלל הירידה ביבול ובאיכות (קצוות יבשים). תופעת הקצוות היבשים גם פוגעת ברווח הנקי של הגידול בגלל הוצאות המיזון הרבות. לאחרונה מתחזקת המגמה של גידול עירית במצעים מנותקים. גידול במצעים אלו מאפשר מחזור מי הנקז אך מגביר את הסכנה של הירידה באיכות. מטרת המחקר הינה פיתוח ממשק למחזור מי נקז בעירית, אופטימיזציה של ממשק ההשקיה והדישון ולימוד תגובת עירית (יבול ואיכות) לערכי סף של מוליכות התמיסה המסוחררת. הניסויים בוצעו במו"פ דרום. בשנת 2006 הוקמה מערכת בה ניתן לבחון 6 טיפולים והחל הניסוי בחמש רמות מליחות במערכות מסוחררות ורמת מליחות אחת במערכת פתוחה. נמצא שעליה לרמת מליחות של 5 דציסמנס למ' גורמת לירידה של כ-10% ביבול. בשנת 2007 נבחנו טפולים לקביעת ערכי סף של המוליכות החשמלית להקזת תמיסות בטווח מצומצם של רמות מליחות התחלתית. נערך מעקב אחר תמיסות הסחרור ונקבע יבול עירית ואיכותו בכל קציר. לאחר 5 קצירים המוליכות החשמלית של תמיסת הסחרור הגיעה לערכי הסף שנקבעו. בקצירים שלאחר מכן החלו להיות הבדלים בין הטיפולים ביחס ליבול שהלך ופחת עם העלייה בערכי מוליכות חשמלית של מי המחזור מעל ערך הסף 5.2 דציסמנס למ', כאשר כל עליה ב-1 דציסמנס למ' גרמה לפחיתה בכ-13% ביבול. בשנה השלישית נערך ניסוי לבחינת ריכוזי החנקן והזרחן האופטימלים לגידול. נמצא שניתן לגדל עירית בתמיסה מסוחררת גם בריכוזי חנקן וזרחן של 25 ו-5 ח"מ, בהתאמה מבלי לגרום לפגיעה ביבול או איכות העירית. לסיכום ערך הסף להקזה בגידול עירית הינו כ-3 דציסמנס למ'. ההשפעה של העליה בריכוז נתון כלורי אינה מתבטאת בירידה באיכות. ניתן לגדל עירית במחזור מי נקז בריכוזי דשן נמוכים יחסית, 25 ח"מ חנקן ו-5 ח"מ זרחן ועל ידי כך ניתן לחסוך לפחות 60% מהמים ואחוז עוד יותר גדול מהדשנים בהשוואה לגידול מסחרי לא ממוחזר.

2. מבוא ותאור הבעיה

העיריית הינה גידול מרכזי והכרחי בסל המוצרים בענף התבלינים הטריים המגיע ל-10 מליון דולר מתוך סה"כ היצוא של יותר מ-45 מליון דולר בשנה. יצוא סדיר של מיני תבלין אחרים תלוי בין היתר בהספקה סדירה של העירית, שכן קניינים רבים מוכנים לרכוש את מגוון המינים בתנאי שתסופק להם עירית איכותית כל השנה. שטחי הגידול ברחבי הארץ משתרעים על כ-5000 דונם מהם כ-3000 דונם בבתי צמיחה. יש שונות רבה מבחינת תנאי הגידול האקלימיים, רמות וסוג הקרינה, סוג מצע הגידול ושיטות ההשקיה. כמחצית מהגידול בבתי הצמיחה מתבצע במצעים מנותקים. שטחי גידול של תבלינים טריים נמצאים באזורים שונים בארץ. העירית נקצרת מספר פעמים במשך העונה. מקור העירית בצפון אירופה באזורים ממוזגים. הגידול דורש יום ארוך ונפגע משמעותית מטמפרטורות קיצוניות. עירית סובלת מטמפרטורות הקיץ הגבוהות עד כדי ירידת היבול לשליש. בנוסף מקובל שהעירית רגישה מאוד למחסורי מים ומליחות, אם כי לא נעשתה עבודה לאפיון תגובה של עירית למחסורי מים ומליחות. איכות העירית הינו גורם חשוב ביכולת לשווק את המוצר. מדדי האיכות כוללים עובי, אורך, צבע ועלים לא פגועים. תופעות של התייבשות בקצות העלים ולאורך העלים (ברך לבנה) נפוצים בעירית וגורמים לנזק בעיקר בגלל עבודת המיזון הדורשת כוח אדם. לעיתים תוספת הזמן הדרושה למיזון מעמידה בספק את רווחיות הגידול. כל מרכיבי האיכות בעירית כולל תופעת הקצוות היבשים מושפעים ממשק הדישון. לאחרונה נמצא קשר ישיר וחיובי בין ריכוז הבורון בתמיסת הגידול ושיעור הקצוות היבשים בעירית. גידול מסחרי של עירית במצעים מנותקים מאופיין בכמות נקז גבוהה על מנת למנוע נזקים. לאחרונה מתחזקת המגמה של גידול עירית במצעים מנותקים בעיקר טוף ופרלייט בשרולים. בחלק מהמקרים היבול ואיכות העירית הגדלה במצעים מנותקים גבוהים יותר באופן משמעותי מאשר גידול בקרקע. גידול במצעים מאפשר מחזור מי הנקז אשר יכול לחסוך באופן משמעותי במים ובחומרי ההזנה.

לעומת זאת, מתגברת הסכנה של ירידה באיכות (קצוות יבשים וצבע) בעיקר בגלל עליה במליחות ובריכוז הבורון בתמיסת הסחרור. ידע רב הצטבר בשנים האחרונות במחזור של גידולים שונים כגון תות, ליזיאנטוס, ורדים, פלפל ועוד והוא הווה בסיס לתוכנית המחקר בעירית. המחקר התמקד בלימוד ממשק גידול של עירית במחזור וצוע בחוות הבשור שצוות העובדים בה צבר ניסיון רב בנושא מחזור. דגש רב הושם לאיכות העירית בעונות השנה השונות.

המין עירית (*Chives Allium schoenoprasum*) (שושניים) גודל בתרבות מאות שנים והיקף גידולו המסחרי בעולם הוא כ-10 אלפי דונם. רוב התוצרת משמש לתעשייה (עלים מיובשים ע"י יבוש בהקפאה) וחלקה משווקת כתבלין טרי (פוטיבסקי ודודאי, 1994; Pulsen, 1983). באירופה הריבוי נערך באביב ע"י זריעה או שתילת בצלצולים. בסתיו הצמחים נכנסים לתרדמה, המתבטאת בהפסקת הגידול גם כאשר הצמח מקבל תנאים אופטימליים לגידול. התרדמה מתרחשת מאוקטובר עד דצמבר, בתנאי יום קצר (פחות מ-11 שעות) וטמפרטורה 14 מ"צ במשך 4-6 שבועות (Pulsen, 1983). בתנאי הארץ העירית אינה נכנסת לתרדמה, אם כי קצב הגידול מועט בחודשי החורף: דצמבר עד פברואר (פוטיבסקי וחוי, 1994). עירית מהווה כרבע מכלל התבלינים הירוקים המיועדים ליצוא. בעקבות הצלחת הענף, נושא ההזנה והדישון של עירית נלמד בשנים האחרונות במספר עבודות. צמחי עירית קולטים זרחן ברמות גבוהות ולעיתים יש מחסורי זרחן למרות רמות זרחן גבוהות בקרקע (Wilson, 1995). בגידול עירית במצע מנותק נצפתה השפעת גומלין בין מליחות תמיסת המצע לבין קליטת הזרחן ע"י הצמח (אריה יצחק וחוי, 1994). בעבודה שנעשתה במו"פ דרום (אורי ירמיהו ידע אישי) נמצא שריכוז החנקן, זרחן ואשלגן בעלים יורד עם הקצירים. כך לדוגמה ריכוז החנקן בעלים בקציר הראשון, שני, ושלישי היה 4.0, 3.8 ו-3.4%, בהתאמה. ירידה בריכוז החנקן נצפתה גם עם התבגרות העלים; בתחילת הגידול ריכוז החנקן בעלים היה 5.3% והוא ירד באופן דרמטי לקראת הקציר עד לערך של 3.6%. ריכוזי הזרחן והאשלגן בעלים נשארו קבועים במהלך הגידול. בניסוי אחר שהתבצע בחממה הלימודית בבית הספר בקיבוץ יפעת בשנת 2000, נבחן גידול עירית בארבע רמות של דשן במי ההשקיה שהתבסס על יחסי חנקן, זרחן, ואשלגן של 8, 2.1, ו-2.4, בהתאמה. דשן זה הוא המקובל ביותר לשימוש בגידול מסחרי של עירית. רמת החנקן הכללית במי ההשקיה שנבחנה היתה: 40, 80, 120, ו-160 ח"מ לאורך כל הגידול. עירית נשתלה בדצמבר ונקצרה 4 פעמים. גידול העירית הושפע מרמת הדשן כאשר גידול מרבי התקבל בטיפול של 160 ח"מ חנקן במי ההשקיה. מאחר והטיפולים כללו עליה בשלושת יסודות המקרו אין יכולת להעריך את הגורם המגביל ובנוסף לא נבדקה השפעת הטיפולים על איכות העירית.

החמצת תמיסת המצע השפיעה על גידול ואיכות עירית שגדלה במצע מנותק בפרלייט בבית רשת בחוות הבשור (ירמיהו וחוי, 2005א). החמצת של תמיסת המצע באופן ישיר ע"י חומצה או באופן עקיף ע"י יחס אמון/חנקן בתמיסת ההשקיה גרמה לעליה ביבול הכללי בעירית שגדלה בחורף, אך לירידה ביבול לעירית שגדלה בקיץ. תוצאות אנליזות העלים מרמות על כך שבגידול החורפי העלייה ביבול עם החמצת תמיסת המצע נבעה מקליטה מוגברת של זרחן ומנגן. בגידול הקיצי הירידה ביבול עם החמצת תמיסת המצע משמעותית ויכולה להיות כתוצאה מירידה בקליטת האשלגן (מחסור) או/ו עליה בקליטת מנגן (רעילות) אך גם מרעילות של אמוניום ו/או פגיעה ישירה של החומציות בעירית.

בעירית קיימות בעיות איכות רבות. הבעיה העיקרית היא התייבשות קצוות העלים דבר הפוסל את העירית ליצוא. מיון העלים בעלי הקצוות היבשים דורשת עבודת ידיים רבה. לדעת חוקרים המתמחים במשפחת השושניים, יש קשר בין חריגה מהתנאים האופטימליים לגידול הצמח לבין תופעת הקצוות היבשים. ההשערה שלתנאי הסביבה (טמפרטורה ו/או קרינה) השפעה על תופעת קצוות יבשים בעירית נבחנה על ידינו במערכת תעלות גידול תלויות בגבהים שונים בהם מתקיימים תנאי סביבתיים שונים (ירמיהו וחוי, 1999). לתנאי הסביבה הייתה השפעה מובהקת על היבול ללא השפעה על שיעור העלים בעלי קצוות יבשים. לעומת זאת, נמצא הבדל מובהק בין הקצירים, כאשר בקציר השני התקבל היבול הנמוך ביותר עם שיעור עלים בעלי

קצוות יבשים גבוהה ביותר. עובדה זאת מרמזת על גורם אשר הגביל מחד את הגידול ומאידך, גרם להתגברות שיעור הקצוות היבשים בעלים. בדיקות של הרכב רקמת עלי עירית בעלי קצוות יבשים ופגועים שנעשתה על ידינו (תוצאות לא מדווחות) הצביעה על הבדל בהרכב המינרלי בין עלים בריאים לפגועים. עיקר ההבדלים היו בריכוזי היסודות סידן, בורון ומנגן אשר היו גבוהים יותר בעלים הפגועים בהשוואה לעלים הבריאים. ריכוז מינרלים אלו עולה בדרך כלל עם התבגרות הרקמה. התייבשות קצה העלה בעירית מתחילה בהצהבה אשר מתגברת עד כדי נקרוזה תוך כדי תמותת העלה כולו. תהליך זה דומה באופיו לרעילות של בורון בצמחים שונים. לפיכך, נבחנה ההשערה שעליה בריכוז הבורון ברקמת העלה גורמת להופעת קצוות יבשים בעירית. במספר ניסויים שהתבצעו על ידינו נלמדה תגובת עירית לבורון. נמצא שצמח העירית רגיש לבורון ומגיב בירידה ביבול ובאיכות החל מריכוז בורון של 0.5 ח"מ. ריכוז זה של בורון אינו גבוה ובמקרים רבים ריכוז במי ההשקיה אף גבוה מערך זה. נמצא שריכוז הבורון בקצה העלה גבוה בשיעור ניכר בהשוואה לחלקי העלה האחרים וההבדל הולך ומתגבר עם העלאת ריכוז הבורון בתמיסת ההשקיה. תוצאות אלו מתאימות לכך שתנועת הבורון במרבית הצמחים הנה עם זרם הטרנספירציה בלבד ומשום כך התפלגותו באיברים או חלקי העלה השונים נמצאת בקשר חיובי לשיעור הטרנספירציה של האיבר. בנוסף נמצא שבגידול הקיצי קליטת הבורון גבוהה בשיעור ניכר בהשוואה לגידול החורפי דבר שמעלה בצורה משמעותית את שיעור העלים בעלי קצוות יבשים (ירמיהו וח' 2000; ירמיהו וח' 2005). לפיכך, מומלץ להשקות במים בעלי תכולת בורון נמוכה בעיקר בתקופת הקיץ (ירמיהו וח' 2005א).

קליטת בורון ע"י הצמח מושפעת מגורמים שונים כגון: ריכוז הבורון, חומציות, מליחות ותנאי הסביבה. בעירית הראנו שהחמצת תמיסת המצע לערך של 5.5 ע"י השקיה בתמיסה מוחמצת או על ידי העלאת היחס אמוֹן/חנקן במי ההשקיה גרמה לעליה בקליטת הבורון ובשיעור העלים בעלי קצוות יבשים. התופעה התבטאה בעיקר בגידול הקיצי (ירמיהו וח' 2005ב). גורם נוסף שמשפיע על קליטת בורון הוא נוכחות של מלחים שונים בתמיסת הגידול. בניסויים שהתבצעו בשנים האחרונות הראנו במגוון רחב של גידולים: לפלפ, חיטה, הדריס, אפרסמון, גפן ועוד כי העלאת ריכוז נתרן כלורי הפחיתה את ריכוז הבורון בנוף (Yermiyahu et al., 2003, ירמיהו וח' 2005ב, בר-טל וחובריו, 2005). עבודה בשורשי חיטה שנחשפו לבורון לזמן קצר מצביעה על כך שלעליה בריכוז הנתרן הכלורי השפעה ישירה על קליטת הבורון ע"י השורשים (ירמיהו מידע אישי). המנגנון אינו ברור לגמרי וברור שאין מדובר על תחרות בין נתרן או כלוריד לבין הבורון מאחר והבורון נקלט כמולקולה בלתי טעונה בעוד האחרים נקלטים כיונים טעונים. מנגנון אפשרי הוא שבתנאי מליחות משתנה הרכב האניונים בציטופלסמה והשינוי משרה פתיחת תעלות שמוציאות אניונים מהתא. בתוך הציטופלסמה האניון בורט הוא הצורן העיקרי של הבורון, ולפיכך הוא יכול להתנהג כשאר האניונים. בימים אלו אנו בוחנים את ההשערה הזו בעבודת מחקר נפרדת. גדול בתמיסה מסוחררת יכול להשפיע על קליטת הבורון באופנים שונים. מצד אחד צפוי שריכוז הבורון בתמיסה יעלה עם הזמן בדומה למלחים אחרים ואיתו תעלה הקליטה. מצד שני החמצת התמיסה המסוחררת והעליה בריכוז המלחים צפוי שיקטינו את קליטת הבורון. לפיכך, לא ניתן לצפות את ההשפעה הכוללת של גידול במחזור על קליטת בורון. בעיית איכות נוספת היא הצהבת העלים. הצבע הינו גורם קריטי באיכות היבול. עירית חייבת להיות משווקת בצבע ירוק כהה. בתנאי הגידול בחורף מתקבלים עלים בצבע ירוק בהיר יותר ובעיקר כאשר משתמשים בהארת לילה. החקלאים נוהגים לדשן בכמויות גדולות יחסית של ברזל אשר פותר באופן חלקי את התופעה. גם עובי העלים הוא מרכיב חשוב באיכות העלים, כאשר עלים דקים יחסית מבוקשים ואילו עלים עבים נפסלים ליצוא. נראה ש עובי העלים נקבע בעיקר ע"י התורשה ואין כל מידע באשר להשפעת הזנת הצמח על עובי העלים.

מחזור תמיסות בחממות טומן בחובו שלוש בעיות עיקריות: א. הצטברות מלחים הגורמת לפחיתה בקצב קליטת המים ויסודות ההזנה (מקרו ומיקרו) על ידי הצמחים. ב. הצטברות הפרשות שורש (פרוטונים,

דו פחמה וחומצות אורגניות) הגורמות לשינויים ב-pH ובאקטיביות יונים קשיי תמס בתמיסה. ג. הצטברות פוטנציאלית של פתוגנים והפצתם בחממה (שמואל וחוי, 2001). בעיות אלו והשפעתן על יבול ואיכות גידולים שונים נלמדו על מגוון צמחים כגון: פלפל, ורדים וסולידאגו (שמואל וחוי, 2001, בר יוסף וחוי, 2005). לדוגמא, בניסוי מחזור בפלפל נבחן ערך סף למליחות חשמלית מ-2.5 עד 4.8 דציסימנס למ', והשפעת חיטוי ב-UV. נמצא שטיפול המחזור לא השפיעו באופן מובהק על היבול הכללי או הראוי ליצוא. לעומת זאת היתה השפעה לאיכות הפרי, כאשר החלק היחסי של הפירות המעוותים והנגועים בשחור פיטם עלה עם עליית ערך הסף של המוליכות החשמלית. גודל הפרי הממוצע הראוי ליצוא ירד עם עליית המוליכות החשמלית בתמיסת הגידול במשך החודש האחרון לגידול. ניסוי מחזור בוורדים הראה שיבול סך הפרחים היה שווה בסף מוליכות חשמלית של 2.7 ו-4.0 דציסימנס למ' ורק בסף של 5.5 דציסימנס למ' התקבלה ירידה חזקה ביבול (14.5% ל-1 דציסימנס למ') ובאורך ענפי הקטיפ. הירידה ביבול נבעה מירידה בריכוז הזרחן בעלים ומעליה בריכוז הנתרן והכלור (בר יוסף וחוי, 2005). תגובת עירית לדישון והשקיה נלמדה עד כה במערכות פתוחות וכפי שתואר למעלה היחס אמון/חנקן בתמיסת מי ההשקיה השפיע על היבול ואיכות העירית (ירמיהו וחוי, 2005א). במערכות מסוחררות קשה לשמור על יחס אמון: חנקן קבוע בגלל קצב הקליטה המהיר יותר של אמון מאשר חנקן ובגלל הניטריפיקציה המהירה יחסית לזמן השהות הארוך של התמיסה במערכת.

מטרת העבודה היא אופטימיזציה של ממשק ההשקיה והדישון של עירית (יבול ואיכות) במערכת

גידול מסוחררת לקבלת יבול ואיכות מיטביים. מטרת משנה:

I. לימוד תגובה של עירית לערכי סף של המוליכות החשמלית להקזת תמיסות.

II. לימוד תגובה של עירית לחנקן וזרחן במערכת מסוחררת.

3. חומרים ושיטות

הניסוי התבצע בחוות הבשור בחממת מחקר מדגם עזרום. השליטה על האקלים במבנה נעשתה בעזרת וילונות צד והצללה על גג החממה. בחממה היו 4 מתקני סחרור בשנת הגידול הראשונה ו-5 מתקני סחרור בשנים הבאות. כל מתקן סחרור מורכב ממיכל בנפח של 1.2 קוב משאבות ומערכת השקיה. בנוסף לכל טיפול מיכל בו הכנו את התמיסה שאותה הוספנו למערכת הסחרור. בניסוי קיימות מערכות לגידול פתוח (ללא מערכת סחרור) המורכבים ממיכל בנפח של 1.5 קוב משאבה ומערכת טפטוף עם יכולת לאסוף נקז. הניסוי הוצב באקראיות גמורה כאשר בטיפולי הסחרור יש חמש חזרות ובטיפולים הפתוחים אחד עם חמש חזרות והשני עם שתי חזרות סמוכות הצמודות לניסוי. אורך חלקת ניסוי 4.7 מ' ברוחב 0.4 מ' וגובה של 0.2 מ'. מצע הגידול פרלייט חקלאות 2. מרווח בין ערוגות 1.8 מ'. עירית מזן דנפרד משופר נשתלה במארזים בארבע שורות. 40 שתילים במ' מתאים לעומד שתילה של 22,222 צמחים לדונם. בכול ערוגה היו שתי שלוחות טפטוף, שלוחה לכל שתי שורות של צמחים. משטר ההשקיה אחיד בכל הטפולים בין 4 ל-10 השקיות ביום בכמות של 2 קוב לדונם. מספר השקיות השתנה בהתאם לעונות השנה. לאחר הקציר צומצם מספר ההשקיות להשקיה אחת ביום למשך 5 ימים. הניסויים נמשכו שלוש שנים עוקבות החל משנת 2006.

שנה ראשונה 2006 - הטיפולים שנבחנו בשנה הראשונה מוצגים בטבלה 1. טיפולים A-D נבחנו במערכת

מחזור וטיפולים E ו-F במערכת פתוחה. בטיפולים A-C נבחנה ההשפעה של ערך הדחה של המוליכות החשמלית בתחום של בין 2.5 ל-4.5 דציסימנס למ'. החל מסוף 2005 מי הברז המסופקים לחוות הבשור הינם תערובת של מים מותפלים מאשקלון עם מי מוביל. איכות מים אלו אינה קבועה. באופן כללי בחורף איכותם טובה יותר מאשר בקיץ ושיעור המים המותפלים בהם גבוה. המוליכות החשמלית של המים נעה בתחום של בין 0.2 ל-0.6 דציסימנס למ' לעומת 1.0 דציסימנס למ' לפני הפעלת מתקן ההתפלה באשקלון. לפיכך, הוחלט להעלות את רמת המליחות של מי ההספקה בטיפולי המחזור A-C לערך מוליכות חשמלית 1.0 דציסימנס למ'

על ידי הוספת 5 מילימולר נתרן כלורי. לטיפול D סופקו מי מקורות ללא תוספת מלח. הסיבה לבחירת טיפולים אלו מבוססת על ניסיון העבר בו היה ברור שללא העלאת רמת המליחות התחילית יש סיכוי רב שלא נגיע לערכי ההקזה שאנו מעוניינים. בנוסף, מים מותפלים או מי מוביל מהולים עם מים מותפלים אינם מייצגים את המים המסופקים לחקלאות בנגב ובארץ ולכן הפקת המסקנות תהיה מוגבלת. טיפול D מאפשר לימוד במערכת סגורה של מים באיכות גבוהה. טיפול E הינו מערכת פתוחה בה לא מוסף מלח ואילו טיפול F (בו יש רק שתי חזרות ואינו ניתן לבחינה סטטיסטית) אפשר קבלת נתונים על מערכת פתוחה בה הוסף מלח. עיריית מזן פרגו דנפרד משופר נשתלה ב-5.10.06 והניסוי נמשך עד תחילת אוגוסט 2007. נעשו 9 קצירים במועדים הבאים: 11.12.06, 6.2.07, 8.3.07, 9.3.07, 20.4.07, 10.5.07, 6.6.07, 2.7.07 ו-1.8.07. בכל קציר נבחר 1 מ' שמיצג את החלקה ונקבע יבול טרי, תכולת חומר יבש, אורך, בדיקות איכות (עובי שיעור קצוות יבשים, ברך לבנה) ואנליזה של יסודות ההזנה: חנקן, זרחן, אשלגן, מגניון, סידן, נתרן וכלוריד. בדיקות שבוצעו בניסוי: דיות והתאדות ממאזנים יומיים של המערכת הממוחזרת ומכמות המים המוספת. בדיקות רציפות מידי שבוע של ומי טפטפת ומי נקז שכוללות: חומציות, מוליכות חשמלית, חנקן (אמון וניטרט), זרחן, אשלגן, סידן, מגניון, נתרן וכלוריד. מידי שבועיים נבדקו בנוסף גופרית, בורון, ברזל, מנגן, אבץ ונחושת. הגישה הכללית במערכות המחזור הינה שצריך לשמור את ריכוז יסודות ההזנה אחדים או לחילופין בתחום שאינו פוגע בגידול. בטיפולים שהושקו במערכת הפתוחה ריכוז היסודות היה קבוע. חנקן כללי, במערכת הפתוחה היה בין 100 ל-120 מתוך זה 10 ח"מ אמון. במערכות הסגורות ריכוז החנקן היה כ-100 ח"מ במרבית הגידול מתוכו בין 5 ל-15 ח"מ אמון. זרחן במערכת הפתוחה 20 ח"מ ומערכות הסגורות בין 10 ל-20 ח"מ. אשלגן במערכת הפתוחה 150 ח"מ המערכות הסגורות התחיל ב-150 והגיע עד 200 ח"מ. סידן במערכת הפתוחה בין 40 ל-50 ח"מ ובמערכות הסגורות ריכוזו עלה עד 120 ח"מ. מגניון במערכת הפתוחה -30 50 ח"מ ובמערכת הסגורה עלה עד 60 ח"מ. בורון במערכת הפתוחה כ-0.2 ח"מ ובמערכת הסגורה ריכוז עלה עד 0.4 ח"מ. חומציות מי טפטפת: במערכת הפתוחה נע בתחום של בין 6.5 ל-7 ובמערכת הסגורה ישנה מגמה של ירידה בחומציות עד לערך של 5.5. בכל מקרה יש הקפדה לשמור על ערך שלא יהיה נמוך מ-5. בכל קציר נבחר 1 מ' שמיצג את החלקה ונקבע יבול טרי, תכולת חומר יבש, אורך, בדיקות איכות (עובי שיעור קצוות יבשים, ברך לבנה) ואנליזה של יסודות ההזנה: חנקן, זרחן, אשלגן, מגניון, סידן, נתרן וכלוריד. ריכוזי חנקן, אמון וזרחן נקבעו באוטואנליזר, גופרה ובורון ב-ICP, כלוריד בכלורידומטר, אשלגן ונתרן בפלם פוטומטר, סידן, מגניון, ברזל, אבץ, מנגן ונחושת בבליעה אטומית. ניתוח התוצאות נעשה בעזרת תוכנת JMP 8. מבחן שונות בכל הניסויים היה חד כיווני ברמת מובהקות $\alpha = 0.05$.

טבלה 1. טיפולי הניסוי בשור 2006.

טיפול	מערכת	ערך הדחה (דציסימנס למ')	תוספת מלח
A	מחזור	2.5	+
B	מחזור	3.5	+
C	מחזור	4.5	+
D	מחזור	2.5	-
E	פתוחה	-	-
F	פתוחה	-	+

שנה שנייה 2007 - הטיפולים שנבחנו בשנה השנייה (ניסוי 2007) מוצגים בטבלה 2. בטיפולים A-D נבחנה ההשפעה של ערך הדחה של המוליכות החשמלית. בהתבסס על תוצאות השנה הראשונה נבחר התחום של בין 2.5 ל-4.0 דציסימנס למ' בהפרשים של חצי יחידת מוליכות חשמלית בין הטיפולים. על בסיס תוצאות השנה הקודמת בה העליה במליחות בטיפול ללא הוספת מלח הייתה איטית ביותר הוחלט בניסוי של שנת 2007 להוסיף לכל הטיפולים מלח נתרן כלורי בריכוז של 5 מילימולר. יש לזכור שמי הברז בתחנה אינם מייצגים את המים בנגב ובארץ ולכן הפקת המסקנות תהיה מוגבלת ללא תוספת המליחות. טיפול E נכלל כדי לבחון את ההשפעה של ירידה בריכוז החנקן הכללי בחצי לעומת שאר הטיפולים. טיפול F כמו בשנה הקודמת הינו מערכת פתוחה (בה יש רק שתי חזרות ואינו ניתן לבחינה סטטיסטית) המאפשר קבלת נתונים על מערכת פתוחה.

עירית מזן פרגו דנפרד משופר נשתלה ב-20.10.07 באותם מארזים ובאותו עומד כמו בשנה הראשונה וגם משטר ההשקיה היה דומה. הבדיקות שהתבצעו בניסוי זהות לשנה הראשונה. ריכוזי היסודות והשינויים בהם עם הזמן היו דומים לאלו שתוארו בשנה הראשונה. דיגום צמחים והאנליזות המינרליות שלהם נעשו באותו אופן כמו בשנה הראשונה. נעשו 8 קצירים במועדים הבאים: 21.11.07, 25.12.07, 14.2.08, 20.3.08, 10.4.08, 6.5.08, 3.6.08 ו-1.7.08.

טבלה 2. טיפולי הניסוי בשור 2007.

טיפול	מערכת	ערך הדחה (דציסימנס למ')	ריכוז מטרה של חנקן כללי במי ההשקיה
A	מחזור	2.5	100
B	מחזור	3.0	100
C	מחזור	4.5	100
D	מחזור	4.0	100
E	מחזור	-	50
F	פתוחה	-	100

שנה שלישית 2008 - בשנה זאת נבחנה ההשפעה של ריכוזי החנקן והזרחן במי ההשקיה על יבול ואיכות עירית. הטיפולים שנבחנו בשנה השלישית מוצגים בטבלה 3. בטיפולים A-C נבחנה ההשפעה של ריכוזי חנקן עולים ובטיפולים C-E נבחנה ההשפעה של טיפולי זרחן עולים. על בסיס תוצאות שתי שנות הניסוי הראשונות, הוחלט להוסיף לכל הטיפולים רמת נתרן כלורי בריכוז של 5 מילימוללטר ונבחר ערך הדחה של 3.5 דציסימנס למ'. טיפול F הינו מערכת פתוחה. עירית מזן פרגו דנפרד משופר נשתלה ב-18.10.08 במארזים בצפיפות ובמשטר השקיה זהה לשנים הקודמות.

בדיקות שהתבצעו בניסוי זהות לשנים הקודמות. בטיפול שהושקה במערכת הפתוחה ריכוזי היסודות

היה קבוע. המוליכות החשמלית במערכת הפתוחה היתה 2.0-1.5 דציסימנס למ' ובמערכות המסוחררות התחיל מערך של 1.7 והגיע לערך היעד 3.5 דציסימנס למ' באמצע מרץ. החל ממועד זה החלו הקזות והמוליכות החשמלית נשמרה קבועה. חנקן כללי, במערכת הפתוחה היה בין 100 ל-120 מתוך זה 10 ח"מ אמון. במערכות הסגורות ריכוזי החנקן נקבע לפי הטיפולים (פרוט בהמשך). יעד הזרחן במערכת הפתוחה 15 ח"מ ומערכות הסגורות נקבע לפי הטיפולים (פרוט בהמשך). אשלגן במערכת הפתוחה 150-170 ח"מ במערכות הסגורות התחיל ב-150 והגיע עד 200 ח"מ. סידן במערכת הפתוחה בין 40 ל-50 ח"מ ובמערכות הסגורות ריכוזו עלה עד 80 ח"מ ולאחר ההקזות החל לרדת. מגניון במערכת הפתוחה ובמערכות המסוחררות

נע בתחום של בין 30-50 ח"מ. לאחר קציר טכני שהיה ב-10.11.08 נעשו 9 קצירים במועדים הבאים : 8.12.08, 13.1.09, 19.2.09, 19.3.09, 6.4.09, 30.4.09, 24.5.09, 18.6.09 ו-15.7.09.

טבלה 3. טיפולי הניסוי בשור 2008.

טיפול	מערכת	ערך הדחה (דציסימנס למ') (ההשקיה)	ריכוז מטרחה של חנקן כללי במי ההשקיה	ריכוז מטרחה של זרחן כללי במי ההשקיה
A	מחזור	3.5	25	15
B	מחזור	3.5	50	15
C	מחזור	3.5	100	15
D	מחזור	3.5	100	5
E	מחזור	3.5	100	25
F	פתוחה	1.5-2.0	100	15

4. תוצאות

4.1 שנת גידול ראשונה - 2006

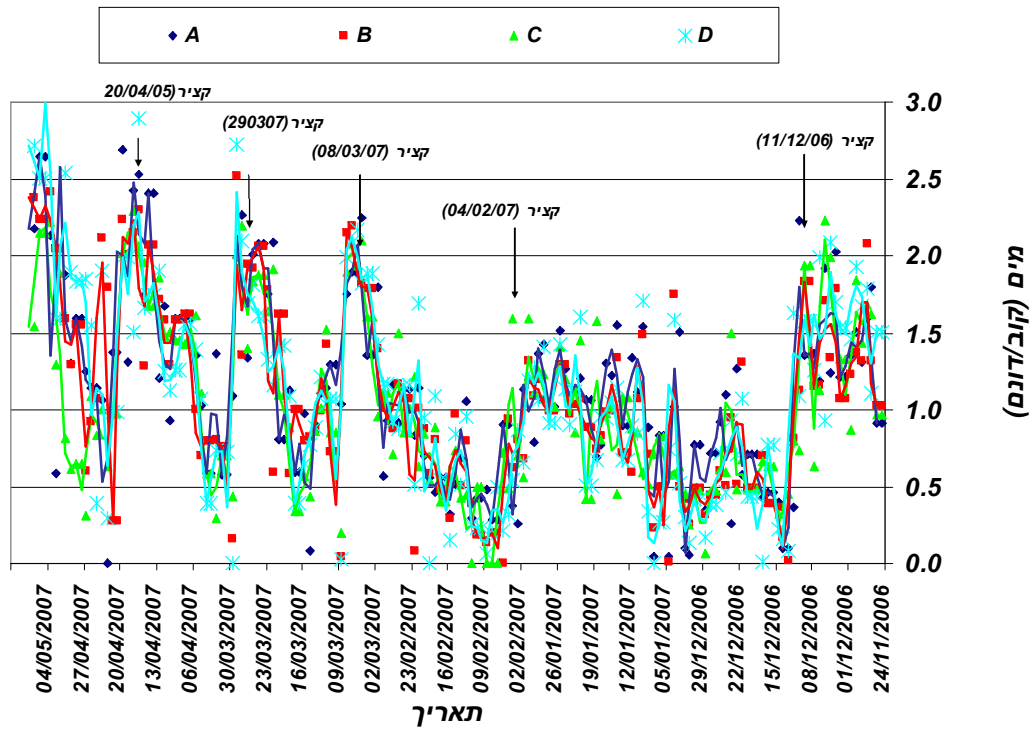
צריכת מים והרכב מי הסחרור - איסוף נתוני צריכת המים במערכת הסחרור הינו רציף ונעשה בשני אופנים: לפי השלמת של כמות המים המוספת ולפי כמות הנקז. באופן כללי ישנה התאמה בין שתי השיטות. בציר 1 מוצגות תוצאות המבוססת על השלמה מה-24 לנובמבר 2006 עד מחצית מאי 2007. במהלך תקופה זאת היו 5 קצירים שמצויינים. באופן כללי אפשר לראות שצריכת המים בחודשים דצמבר, ינואר ופברואר נמוכה וכצפוי עולה עם השינוי במזג האוויר. במועד הקציר כמות המים הנצרכת יורדת בצורה משמעותית והולכת ועולה עם גידול הצמחים. לא התקבלו הבדלים בין הטיפולים בצריכת המים.

בציר 2 מוצגים ערכי המוליכות החשמלית במי הטפטפת ומי הנקז לכל הטיפולים לאורך העונה.

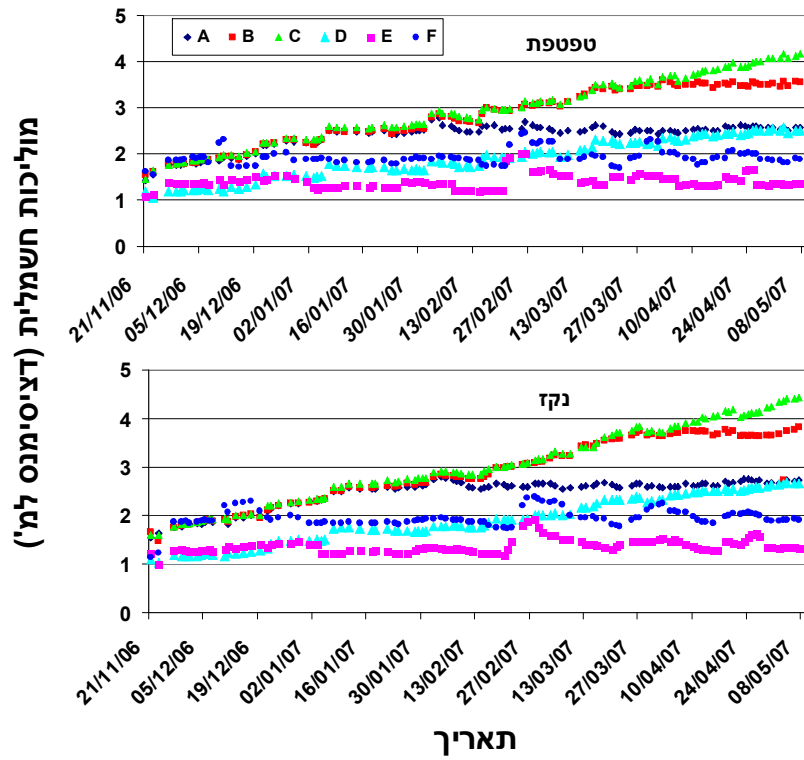
ערכי המוליכות החשמלית במערכות הפתוחות טיפולים E ו-F יציבים לאורך כל העונה. המוליכות החשמלית של טיפול E במי הטפטפת ובנקז קרובה לערך של 2 בהשוואה לערך של 1.2 דציסימנס למ' בטיפול F. עליה זאת היא כתוצאה מתוספת של נתרן כלורי. השינויים הקלים והעליה במוליכות החשמלית במי הטפטפת ומי הנקז לאורך העונה מבטאת את השינויים במי הברז והם תוצאה מהרכב המים המסופקים (יחסי מיהול שונים של המים המותפלים עם מי המוביל). ערכי המוליכות החשמלית של הטפטפות במערכות הסחרור מבטאים את הערכים בתמיסה המסוחררת בעוד שהערכים בנקז מבטאים את השינוי שנגרם ע"י הצמחים. ערכי המוליכות החשמלית בסוף נובמבר במי הטפטפת בשלושת הטיפולים בהם הוסף נתרן כלורי היו כ-1.5 דציסימנס למ' ועם הזמן המוליכות החשמלית הולכת ועולה. בנקז באותם מועדים ערכי המוליכות החשמלית גבוהים במקצת. בסוף ינואר הגיעה המוליכות החשמלית לערך של כ-2.5 וממועד זה החלה הקזה לטיפול A. החל ממועד זה נשמר ערך קבוע של 2.5 דציסימנס למ' במי הטפטפת. טיפולים B ו-C המשיכו לצבור מלחים ורק בתחילת אפריל הגיעו לערך של 3.5 דציסימנס למ' במועד זה התחילה הקזה לטיפול B. טיפול C המשיך לצבור מלחים ובסוף מאי המוליכות החשמלית הייתה קרובה לערך ההקזה המתוכנן של 4.5 דציסימנס למ'. בטיפול E שהינו טיפול מחזור בו לא הוסף מלח המוליכות החשמלית בתחילת הגידול במי הטפטפת היתה כ-1 דציסימנס למ' ובתחילת מאי הגיעה לערך של כ-2.5 דציסימנס למ'.

ריכוזי המינרלים במי ההשקיה ובנקז נבדקו ברציפות. בציר 3 מוצגות תוצאות ריכוזי הכלוריד והסידן לאורך הגידול. באופן כללי השינויים עם הזמן בריכוזי מינרלים אלו מתאים לשינויים במוליכות החשמלית של מי הטפטפת. ניתן לראות שלאורך כל תקופת הגידול במערכות הפתוחות הרכב תמיסת

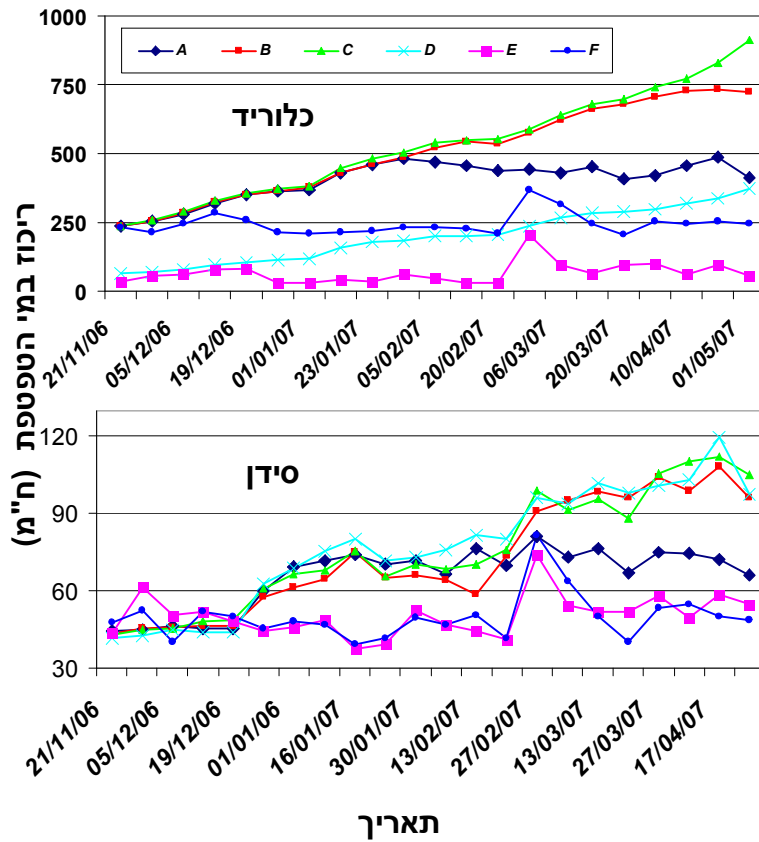
ההשקיה היה יציב והתאים לטיפולים שנקבעו. במקביל במערכות הסגורות הייתה עליה בריכוז הכלוריד והסידן עם הזמן.



ציור 1. צריכת מים ליום לאורך עונת הגידול בצמחים שגדלו במערכות המסוחררות.



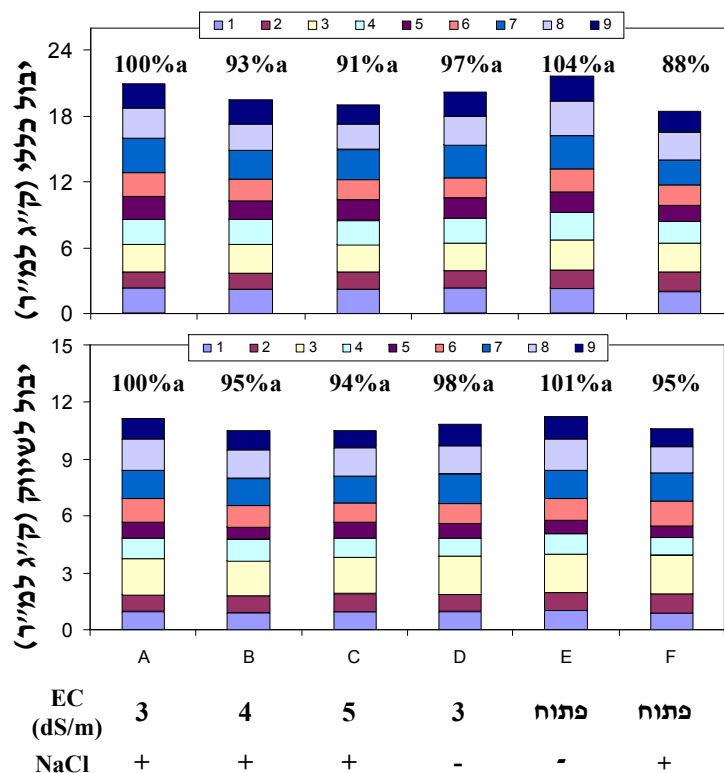
ציור 2. המוליכות החשמלית של מי טפטפת ומי נקז במהלך עונת הגידול.



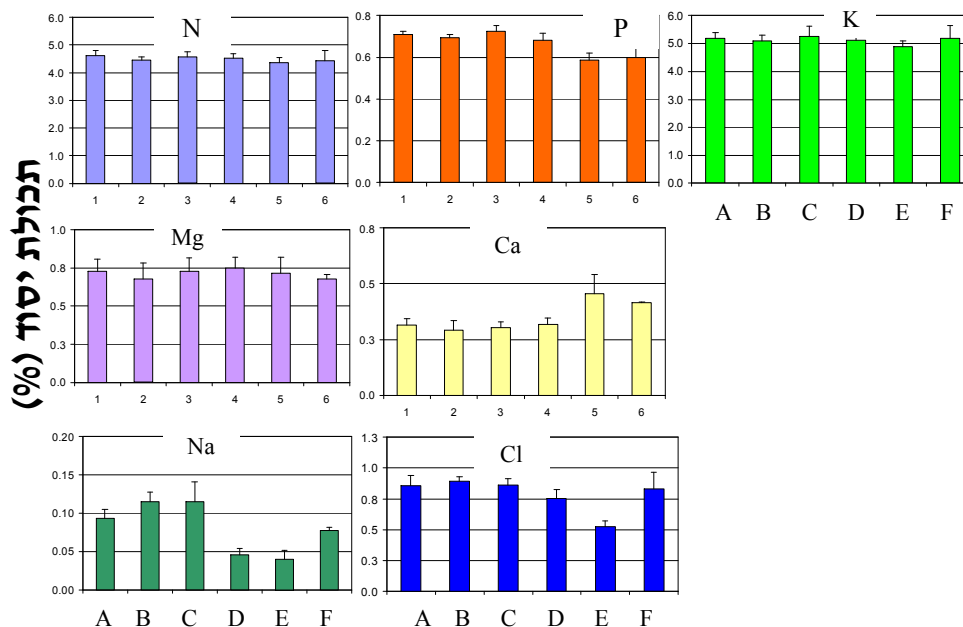
ציור 3. ריכוז כלוריד וסידן במי טפטפת במהלך עונת הגידול.

יבול וריכוז מינרלים בעלים - תוצאות המשקל הטרי הכללי ולאחר נייעור מתשעה קצירים מוצגות בציר 4. עד לקציר השישי הטיפולים לא השפיעו על משקל החומר הטרי. בתקופה זאת גם לא נצפו הבדלים ויזואליים בין הטיפולים. יש לזכור שרק מהקציר השלישי התחיל להתקבל הבדל במליחות המים בין טיפול A ל-B ו-C ורק החל מהקציר החמישי החל ההבדל בין טיפול B ל-C. בתקופה זאת מרבית הקצירים נעשו בחורף בתנאי מזג אוויר נוחים לגידול עירית. החל מהקציר השישי החלה השפעת הטיפולים וניתן לראות שעם העליה במליחות ישנה פחיתה בגידול כאשר הירידה היתה בשיעור של 7 ו-9% עם העליה במוליכות החשמלית לערך של 4 ו-5 דציסימנס למ' בסך היבול מכל תשעת הקצירים. בניתוח שונות לא היה התקבל הבדל בין כל הטיפולים. מגמות דומות התקבלו גם ביבול לשיווק (ציר 4). השפעת המליחות מתחזקת כאשר מתייחסים רק לקצרים האחרונים אשר נחשפו לטיפולים. כך לדוגמא הירידה בסך היבול ביחס לטיפול A בקציר השמיני היתה 12 ו-18% לטיפולים B ו-C, בהתאמה. ההבדל בין טיפולי המליחות היו מובהקים. בכל משך הניסוי לא נמצאו השפעות של הטיפולים על מדדי האיכות: קצוות יבשים (ערכי מדידה נמוכים עד כה) וברך לבנה (תוצאות לא מוצגות).

יסודות נקבעו בכל הקצירים. ריכוזי היסודות בעלים החל מקציר החמישי לא השתנו משמעותית ותוצאות קציר 5 לדוגמא מוצגות בציר 5. באופן כללי בכל הקצירים לא התקבלו הבדלים משמעותיים בין הטיפולים ביחס לתכולות החנקן, הזרחן, האשלגן, והמגנין. לעומת זאת, הבדלים מובהקים ומשמעותיים התקבלו בתכולת הכלוריד והנתרן שבעלים. ריכוז הנתרן בעלים הולך ועולה עם העליה בערך הסף (טיפולים A, B, C). בשלושת טיפולים אלו ריכוז הנתרן גבוה באופן משמעותי בהשוואה לריכוזו בעלים שגדלו ללא תוספת מלח או במערכת הפתוחה. לעומת זאת ריכוז הכלוריד בעלים בטיפולי ההקזה אינם שונים זה מזה וגבוהים במקצת מטיפולי המערכת הפתוחה ומטיפול הסחרור ללא מליחות. ריכוזי הכלוריד והנתרן בעלים משקפים את הצטברות היסודות בתמיסת הסחרור.



ציר 4. סה"כ משקל טרי כללי ולשיווק של עירית מתשעה קצירים. אותיות שונות מייצגות הבדלים משמעותיים בניתוח חד גורמי ברמת מובהקות של 5%.



ציור 5. ריכוז יסודות בעלים בקציר החמישי בשנת הגידול הראשונה.

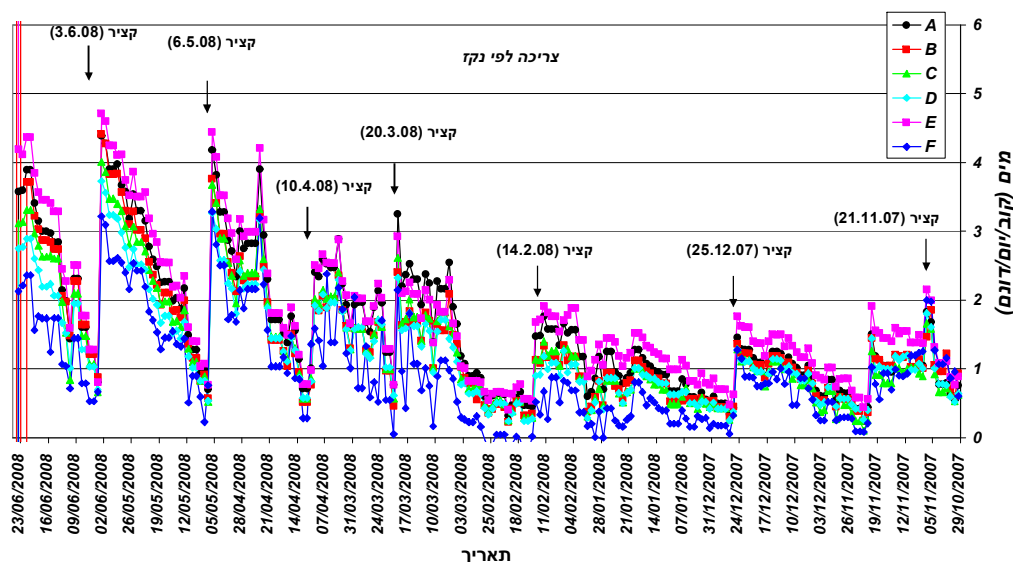
4.2 שנת גידול שניה - 2007

צריכת מים והרכב מי הסחרור - בדומה לשנה הראשונה, איסוף נתוני צריכת המים במערכת הסחרור הינו רציף ונעשה בשני אופנים: לפי השלמת של כמות המים המוספת ולפי כמות הנקז. באופן כללי ישנה התאמה בין שתי השיטות. בציור 6 מוצגות תוצאות המבוססת על הנקז מה-29 לאוקטובר 2007 עד מחצית 26 ליוני 2008. במהלך תקופה זאת היו 7 קצירים. באופן כללי אפשר לראות שצריכת המים בחודשים דצמבר, ינואר ופברואר נמוכה וכפופי עולה עם השינוי במזג האוויר. במועד הקציר כמות המים הנצרכת יורדת בצורה משמעותית והולכת ועולה עם גידול הצמחים. לא היו הבדלים בצריכת המים בין הטיפולים.

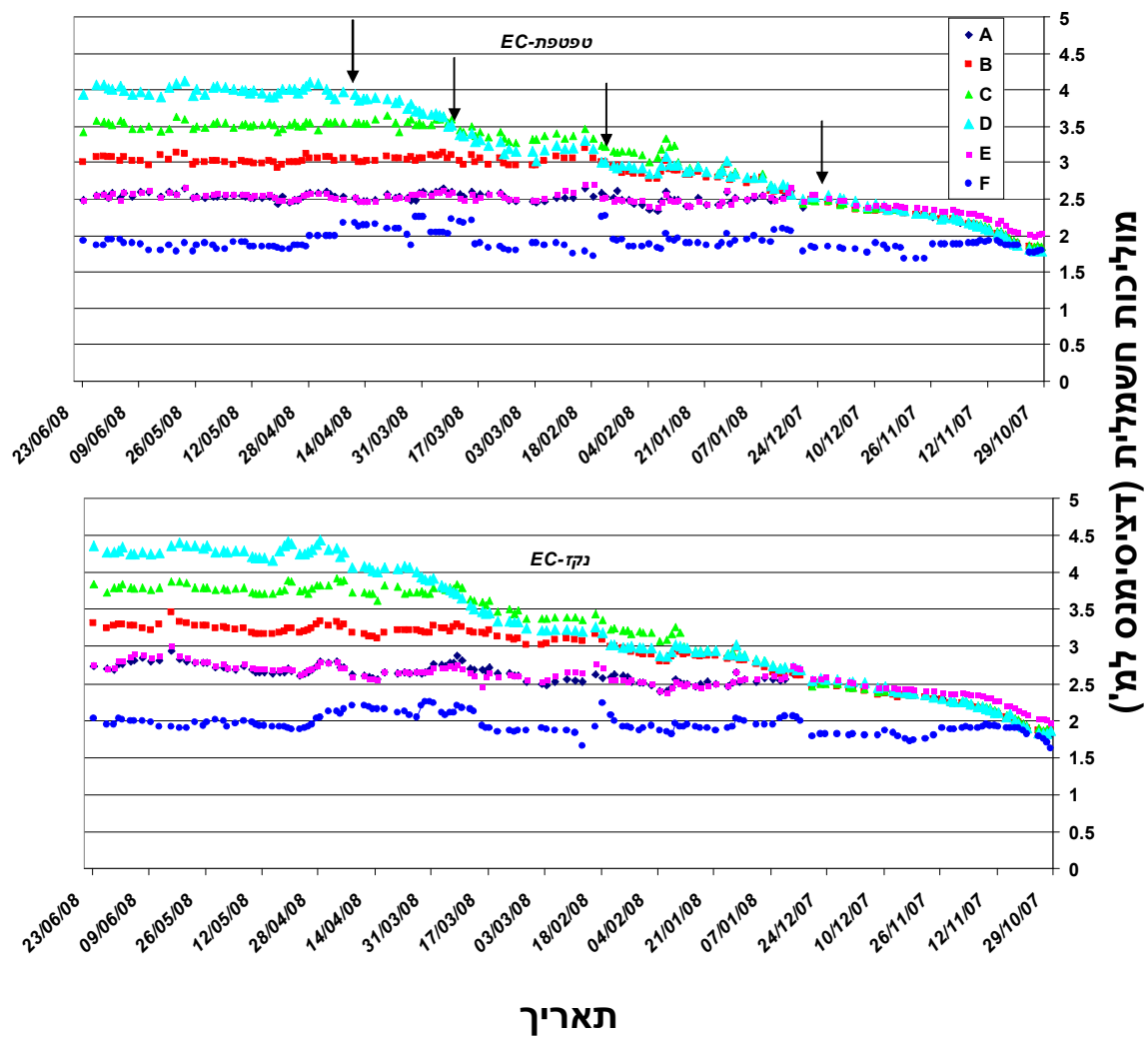
בציור 7 מוצגים ערכי המוליכות החשמלית במי הטפטפת ומי הנקז לכל הטיפולים לאורך העונה.

ערכי המוליכות החשמלית במערכת הפתוחה טיפול F יציבים לאורך כל העונה סביב ערך של 2 דציסימנס למי. השינויים הקלים והעליה במוליכות החשמלית במי הטפטפת ומי הנקז לאורך העונה מבטאת את השינויים במי הברז והם תוצאה מהרכב המים המסופקים (יחסי מיהול שונים של המים המותפלים עם מי המוביל). ערכי המוליכות החשמלית של הטפטפות במערכות הסחרור מבטאים את הערכים בתמיסה המסוחררת בעוד שהערכים בנקז מבטאים את השינוי שנגרם ע"י הצמחים. הערך של המוליכות החשמלית של התמיסות מי ההשקיה היה בתחילת הגידול כ-2 דציסימנס למי והלך ועלה עם הזמן. באמצע דצמבר 2007 הגיעה המוליכות החשמלית לערך של כ-2.5 וממועד זה החלה הקזה בטיפולים A ו-E. החל ממועד זה נשמר ערך קבוע של 2.5 דציסימנס למי במי הטפטפת. טיפולים B, C ו-D המשיכו לצבור מלחים ורק באמצע פברואר הגיעו לערך של 3.0 דציסימנס למי והתחילה הקזה לטיפול B. טיפולים C ו-D המשיכו לצבור מלחים עד שבאמצע מרץ הגיעו לערך של 3.5 והתחילה הקזה לטיפול C. טיפול D המשיך לצבור מלחים והגיע לערך

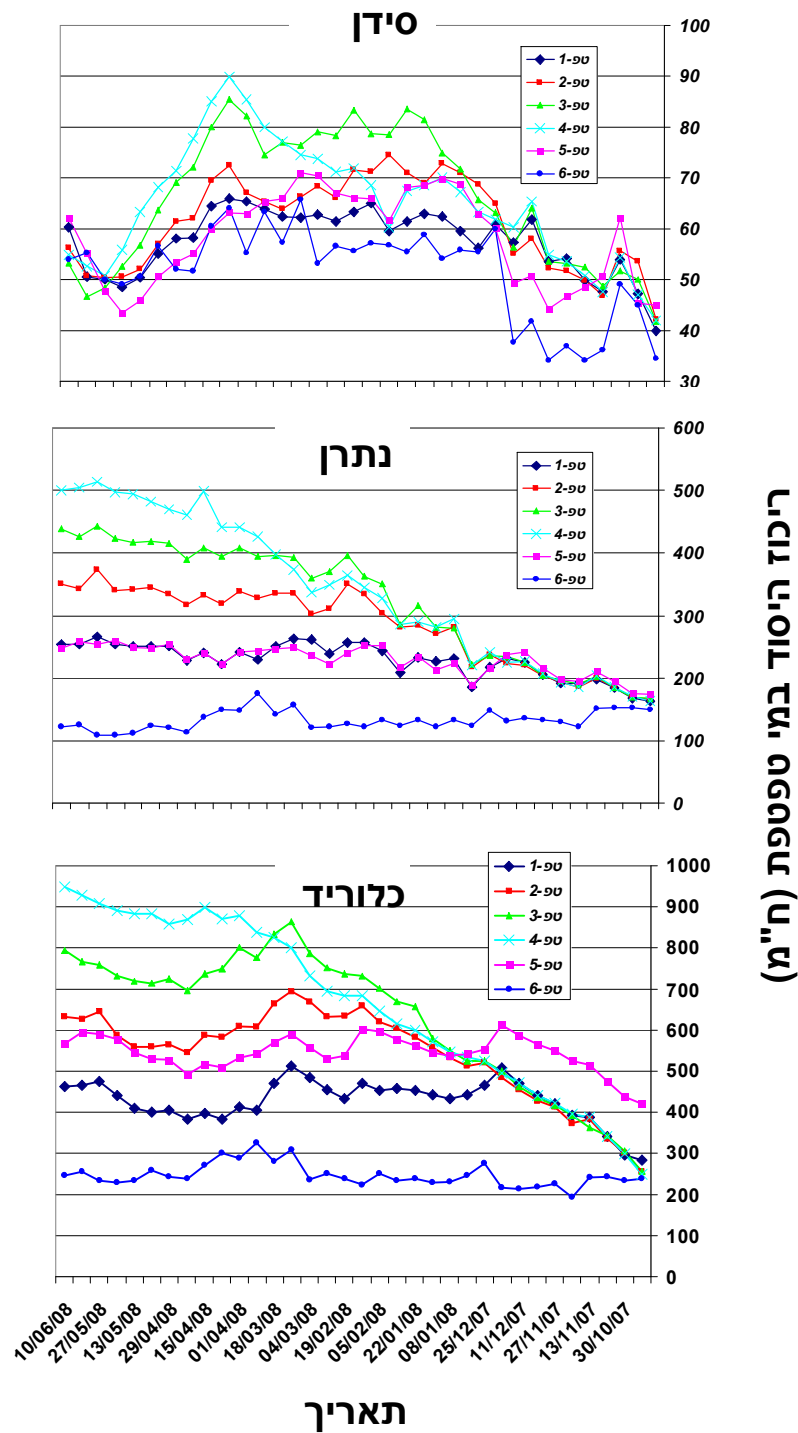
של 4.0 דציסימנס למ' באמצע אפריל 2007. ממועד זה היו שישה טיפולים שונים כפי שתוכנן. ככלל המוליכות החשמלית במי הנקז במערכות המסוחררות גבוהה עד כחצי יחידה מאלו של מי הטפטפת. ריכוזי המינרלים במי ההשקיה ובנקז נבדקו ברציפות. ריכוז החנקן הכללי במי הטפטפת בטיפולים A-D נע בתחום של בין 80 ל-120 ח"מ ובטיפול E הריכוז הכללי היה בין 40-60 ח"מ. בטיפול הפתוח ריכוז החנקן הכללי היה יציב יותר כ-110 ח"מ. ריכוז האמון במי הטפטפת בטיפולים המסוחררים היה בין 0-20 ח"מ ובטיפול הפתוח כ-5 ח"מ. ריכוז הזרחן נשמר סביב 20-25 ח"מ והמגניון 30-50 ח"מ. ריכוזי האשלגן היו בתחום של בין 150-180 עבור כל הטיפולים בתחילת הגידול אך בטיפולים עם ערך מוליכות חשמלית גבוהים ריכוזי האשלגן הולך ועולה במתינות עד לערך של 240 בטיפול D. בציור 8 מוצגות תוצאות ריכוזי הסיידן, הנתרן והכלוריד לאורך הגידול. ריכוז הסיידן במי הטפטפת משתנה ותלוי במי המקור כפי שניתן לראות בטיפול F. בנוסף ריכוזו עולה עם העליה בערך הסף של המוליכות החשמלית של ההקזה. העליה בריכוז הנתרן והכלוריד עם הזמן מתאימה לעליה במוליכות החשמלית של מי הטפטפת. לאורך כל הגידול במערכת הפתוחה תמיסת ההשקיה היתה יציבה.



ציור 6. צריכת מים ליום לאורך עונת הגידול בצמחים חישוב מבוסס על הפרש במי ההשקיה לנקז.



ציור 7. המוליכות החשמלית של מי טפטפת ומי נקז במהלך עונת הגידול. החיצים מציינים את המועד בו הגיע טיפול לערך ההקזה המתאים.



ריכוז היסוד במי טפטפת (ח"מ)

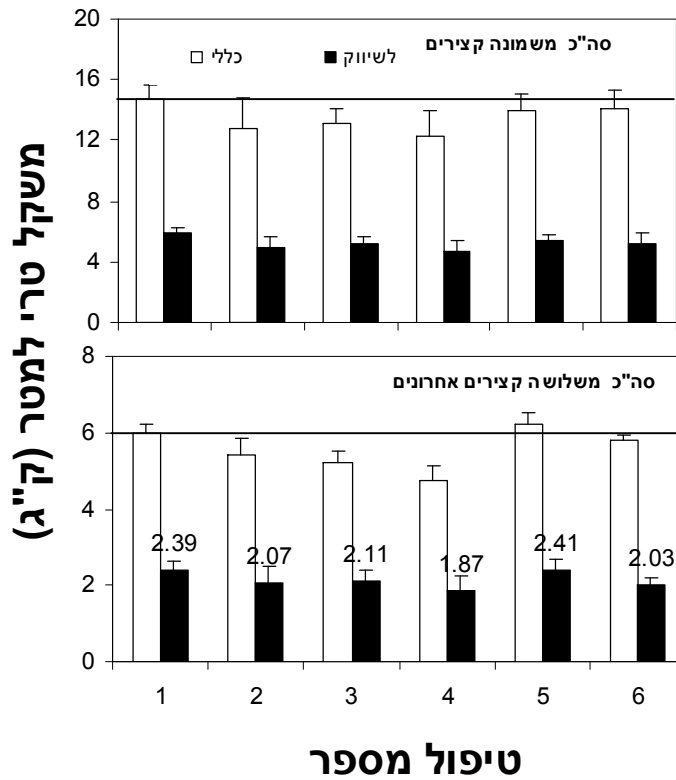
יבול וריכוז מינרלים בעלים - במשך הגידול לא נצפו בעיות מיוחדות בצמחים ובמהלך החודשים הראשונים לא נראו הבדלים משמעותיים בין הטיפולים. הבדלים חזותיים נצפו רק בשלושת הקצירים האחרונים כאשר המליחות בתמיסות ההשקיה הגיעו לערכים שתוכננו כערכי סף. ניתן היה לראות שקצב הגידול של הצמחים בטיפול D היה נמוך בהשוואה לשאר. ביטוי לכך ניתן לראות בציר 9 בו מוצג המשקל הטרי הכללי והמשקל לשיווק לכל שמונת הקצירים ולשלושת הקצירים האחרונים. תוצאות של כל שמונת הקצירים מייצגות כאמור את היבול הכולל כאשר בחלק מהגידול רמת המליחות במי הטפטפת לא הגיעה לערך שנקבע. ערך של

מוליכות חשמלית 3.5 דציסימנס למ' הושג רק באמצע אפריל ולכן רק העלים מקציר 6 ואילך נחשפו במשך גידולם לרמת המליחות שנקבעה. עליה במוליכות החשמלית של מי הטפטפת מערך של 2.5 ל- 4.0 דציסימנס למ' גרמה לפחיתה של 22% במשקל הטרי של העירית. באיור 9 מוצגים יבול יחסי הכללי והיבול לשיווק כנגד המוליכות החשמלית של מי הטפטפת וניתן לראות שקיים מתאם קווי שלילי מובהק כאשר כל עליה ביחידת מוליכות חשמלית אחת גורמת לפחיתה של 13% ביבול הכללי או לשיווק. בכל מהלך הגידול לא נמצאו השפעות של הטיפולים על מדדי האיכות כגון קצוות יבשים וברך לבנה (תוצאות לא מוצגות). הפחתת ריכוז החנקן במי ההשקיה מערך של 110 ח"מ לכחצי לא השפיעה באופן משמעותי על היבול ואיכותו. היבול לשיווק השמונה קצירים ברמת החנקן הגבוהה והנמוכה היה 5.8 ו-5.5 ק"ג למ"ר, בהתאמה.

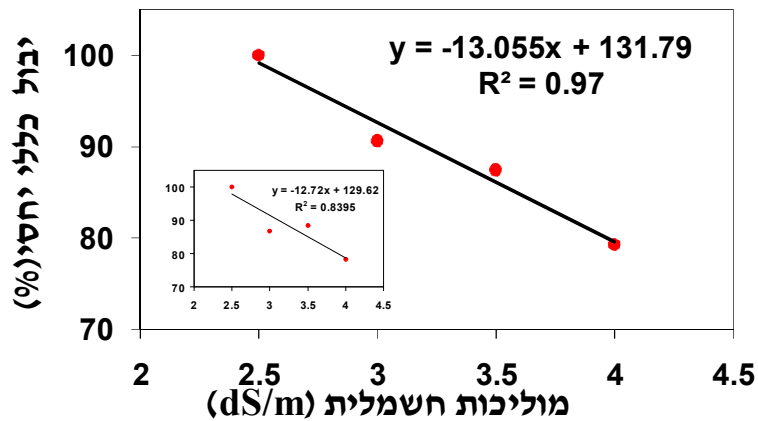
יסודות נקבעו בשבעת הקצירים הראשונים. באופן כללי לא ניתן לראות הבדלים משמעותיים בין הטיפולים ביחס לתכולות החנקן, הזרחן, האשלגן, הסיידן והמגנזיום בעלים (תוצאות לא מוצגות). לעומת זאת הבדלים מובהקים ומשמעותיים התקבלו בתכולת הכלוריד והנתרן שבעלים (ציור 9). ריכוזי הנתרן בעלים הושפעו מהטיפולים וממועד הדיגום. באופן כללי ריכוז הנתרן בעלים עולה עם מספר הקציר. ביטוי להשפעת הקציר ניתן לראות בטיפול הפתוח (טיפול E) שבו ריכוז הנתרן היה די קבוע (ציור 8) ולמרות את ישנה עליה בריכוז הנתרן בעלים עם הקצירים מערך של 0.09 ל-0.12% (א5). השפעת טיפולי המליחות מוצגת בציור 10 כאשר עם העליה ברמת המליחות במי ההשקיה עולה ריכוז הנתרן בעלים. העליה בהשפעת המליחות משמעותית כאשר בטיפול עם רמת המליחות הגבוהה ביותר ריכוז הנתרן בעלים מתקרב לערך של 0.4%.

בציור 11 מוצגים ריכוזי הנתרן בעלים כנגד ריכוז הנתרן במי טפטפת עבור כל הטיפולים בכל הקצירים. ככלל ניתן לראות התאמה טובה בעלת אופי ממעלה ראשונה בין ריכוז הנתרן במי הטפטפת לריכוזו בעלים למרות השפעת הקציר. ככלל, המגמות של ריכוז הכלוריד בעלים דומה לזו של הנתרן אך הערכים גבוהים יותר והשפעת הקצירים מתונה יותר. בדומה לנתרן השפעת המליחות ניכרת וריכוז הכלוריד בעלים בקציר 6 עולה מ-0.9 ל-1.8% בין טיפול המליחות הנמוך לגבוהה ביותר (ציור 11). באופן כללי ריכוזי הנתרן והכלוריד במערכות המסוחררות גבוהים באופן משמעותי בהשוואה לריכוזם במערכת הפתוחה.

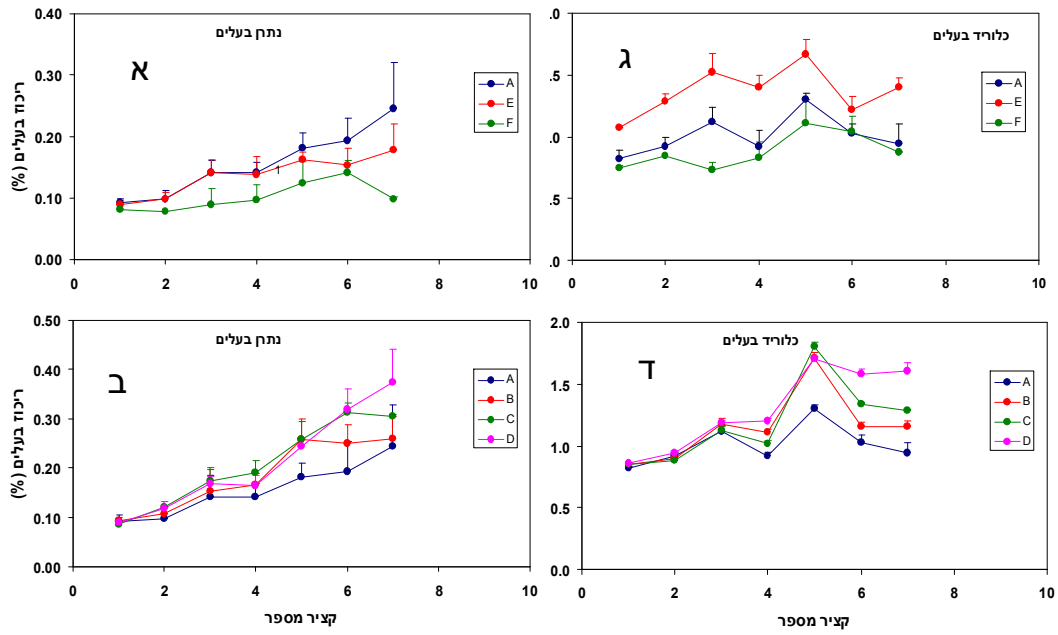
לריכוז החנקן שבמי הטפטפת היתה השפעה על הצטברות הנתרן והכלוריד בעלים. ריכוז הכלוריד בעלים עלה באופן משמעותי עם הפחתת ריכוז החנקן במי הטפטפת (ציור 10). ביטוי למגמה זאת נראה בכל הקצירים. הסיבה לכך היא התחרות בין ניטרט לכלוריד ששניהם אניונים. לעומת זאת, הצטברות הנתרן בעלים לא הושפעה במהלך הקצירים הראשונים ופחתה בקצירים האחרונים. לא ברור מה הגורם לכך. למרות ההבדלים הגדולים בהצטברות כלוריד ונתרן בעלים כתלות בטיפולים השונים לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים ביחס לאיכות העירית. ממצא זה מצביע על כך שהצטברות מינרלים אלו בתחום שנבדק אינם הגורם הישיר לתופעות כגון קצוות יבשים או ברך לבנה שפוגמים באיכות העירית.



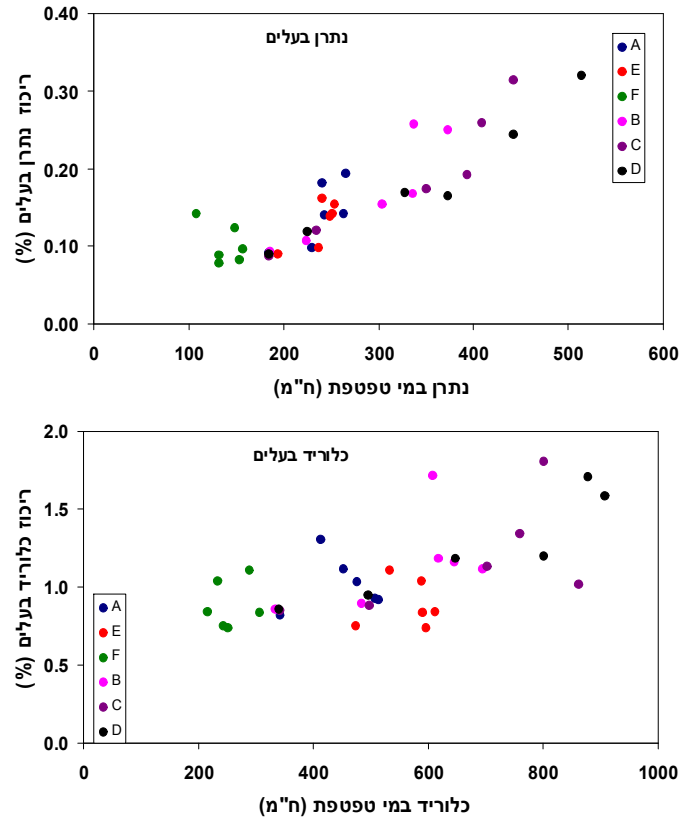
ציור 9. משקל טרי כללי ומשקל לשיווק סכימה של שמונה קצירים או שלושה קצירים אחרונים בהם המוליכות החשמלית במי הטפטפת הגיעה לערך הרצוי.



ציור 9א. יבול יחסי כללי ויבול יחסי לשיווק של עירית (מסגרת קטנה) כנגד מוליכות החשמלית משלושה קצירים אחרונים בהם המוליכות החשמלית במי הטפטפת הגיעה לערך הרצוי.



ציור 10. ריכוזי נתרן וכלוריד בעלי עירית מששה קצירים ראשונים. קווים אנכיים מייצגים את סטיית התקן.



ציור 11. ריכוזי נתרן וכלוריד בעלי עירית כתלות בריכוזי היסודות במי הטפטפת. תוצאות מששה קצירים ראשונים.

3.3 שנת גידול שלישית - 2008

צריכת מים והרכב מי הסחרור - בציוור 12 מוצגות תוצאות צריכת המים (המבוססת על הנקז) מה-28 לאוקטובר 2008 עד 15 ליולי 2009. במהלך תקופה זאת היו 9 קצירים בנוסף לקציר טכני. צריכת המים בחודש ינואר הייתה נמוכה ביותר ולפני הקציר הגיעה לכ-2 קוב ליום לדונם והכמות הנצרכת הלכה ועלתה עם השינוי במזג האוויר לערך מירבי של כ-5 קוב ליום לדונם. מיד לאחר קציר כמות המים הנצרכת יורדת בצורה משמעותית והולכת ועולה עם גידול הצמחים. עד הקציר השישי צריכת המים בכל הטיפולים הייתה אחידה. החל מקציר זה ניתן לראות שטיפול D (רמת זרחן נמוכה) צורך פחות מים בעיקר בשלבי הגידול המתקדמים ביחס לשאר הטיפולים.

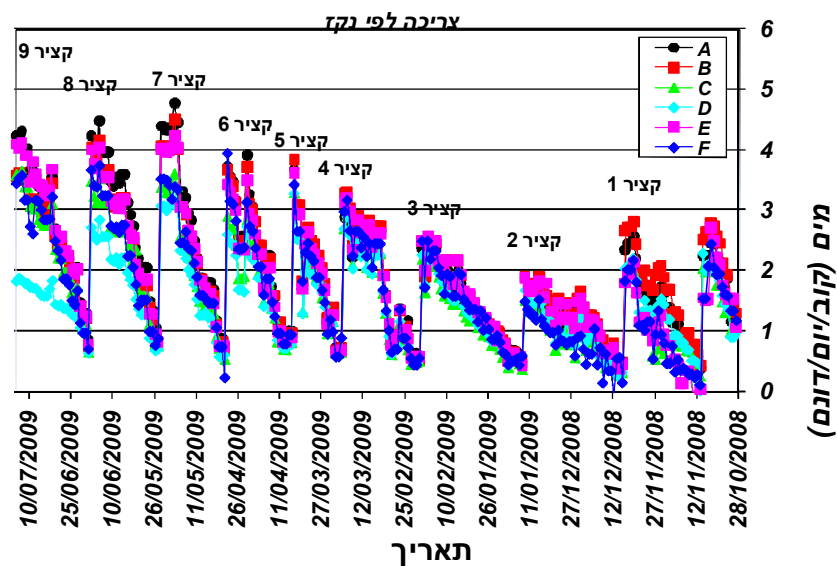
בציוור 13 מוצגים ערכי המוליכות החשמלית במי הטפטפת ומי הנקז לכל הטיפולים לאורך העונה.

ערכי המוליכות החשמלית במערכת הפתוחה טיפול F יציבים לאורך כל העונה סביב ערך של 1.5-2 דציסימנס למ'. ערכי המוליכות החשמלית של הטפטפות במערכות הסחרור מבטאים את הערכים בתמיסה המסוחררת בעוד שהערכים בנקז מבטאים את השינוי שנגרם ע"י הצמחים. הערך של המוליכות החשמלית של התמיסות מי ההשקיה היה בתחילת הגידול כ-1.5 דציסימנס למ' והלך ועלה עם הזמן. באמצע מרץ 2009 הגיעה המוליכות החשמלית לערך של כ-3.5 וממועד זה החלה הקזה לכל הטיפולים. החל ממועד זה נשמר ערך בתחום של בין 3-4 דציסימנס למ' במי הטפטפת. ככלל המוליכות החשמלית במי הנקז במערכות המסוחררות גבוהה עד כחצי יחידה מאלו של מי הטפטפת.

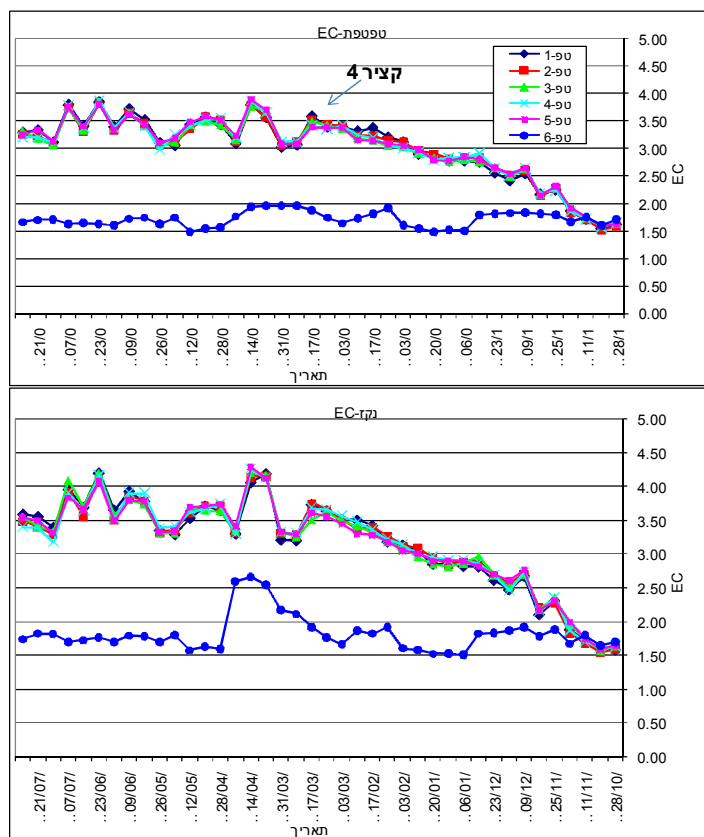
ריכוזי המינרלים במי ההשקיה ובנקז נבדקו ברציפות. יעד ריכוז החנקן הכללי במי הטפטפת בטיפול A היה 25 ח"מ ובמרבית הגידול נע בתחום של בין 25-30 ח"מ. היעד לטיפול B היה 50 ח"מ ובמרבית הגידול היעד הושג אם כי במאי הריכוז עלה לערכים גבוהים עד כדי 70 ח"מ לזמן קצר. יעד ריכוז החנקן במי ההשקיה בשאר הטיפולים כולל בטיפול הפתוח היה 100 ובמרבית הזמן התחום היה בין 90-110 ח"מ (ציוור 14). ריכוז האמון במי הטפטפת בטיפולים המסוחררים היה בין 0-20 ח"מ ובטיפול הפתוח כ-5-10 ח"מ. ריכוז החנקן במי הנקז היה תלוי בטיפולים כאשר בטיפולי החנקן הנמוכים: A ו-B ריכוזו היה נמוך בכ-10 ח"מ. בולט שבשלב בו הצמח גדול ריכוז במי הנקז ירד משמעותית לעיתים עד כדי 5 ח"מ. לעומת זאת בטיפולים בהם ריכוז החנקן היה גבוהה כמעט ולא נצפתה ירידה בריכוזו במי הנקז (ציוור 14).

ריכוזי הזרחן במי הטפטפת ובנקז מוצגים בציוור 15. בטיפול D ריכוז במי הטפטפת היה בתחום של 5-7 ח"מ (יעד היה 5 ח"מ) בטיפול E היעד היה 25 ח"מ והריכוז במי ההשקיה היה בתחום של בין 25-30 ח"מ במרבית עונת הגידול. בשאר הטיפולים היעד היה 15 ח"מ ונשמר סביב ערך זה בתחום של בין 12-20 ח"מ. באופן כללי ריכוז הזרחן בנקז היה דומה לזה שבמי ההשקיה מלבד בריכוז הזרחן הנמוך בו עד חודש מרץ 2009 הריכוז בנקז היה נמוך יותר במקצת ממי הטפטפת.

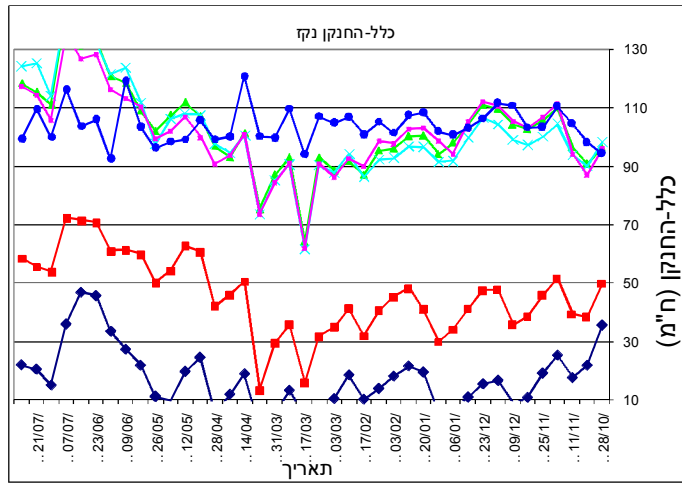
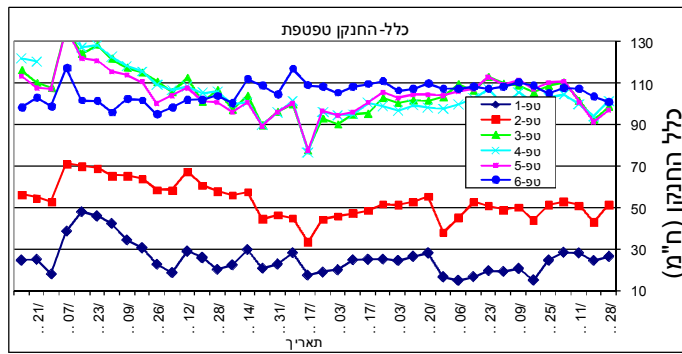
ריכוזי המגנזיום במי הטפטפת היו בתחום של 30-50 ח"מ. ריכוזי האשלגן היו בתחום של בין 150-200. ריכוזי הסיידן בין 40-80 ח"מ ונתרן התחיל בריכוז של 110 והגיע עד כדי 300 ח"מ במועד ההקזה. באופן דומה ריכוז הכלוריד בתחילת הגידול היה כ-200 ח"מ והגיע לפני ההקזה לערכים של כ-800 ח"מ. ככלל, העליה בריכוז הנתרן והכלוריד עם הזמן מתאימה לעליה במוליכות החשמלית של מי הטפטפת. לאורך כל הגידול במערכת הפתוחה תמיסת ההשקיה היתה יציבה ערכי כלוריד 200-220 ח"מ ושל נתרן 100-120 ח"מ.



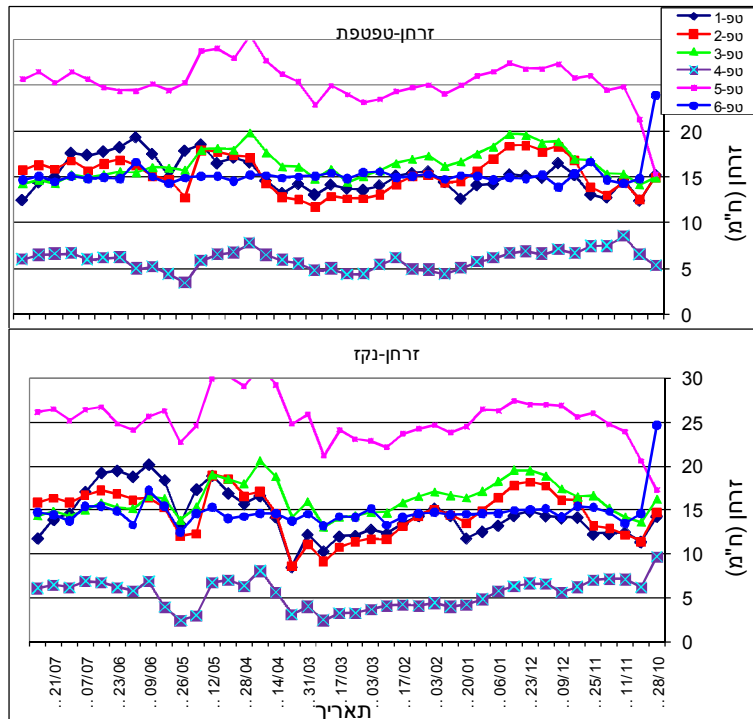
ציור 12. צריכת מים ליום לאורך עונת הגידול של שנת המחקר השלישית. חישוב מבוסס על ההפרש במי ההשקיה לנקז.



ציור 13. המוליכות החשמלית של מי טפטפת ומי נקז במהלך עונת הגידול. החץ מציינים את המועד בו הגיע טיפול לערך ההקזה המתאים.



ציור 14. ריכוז חנקן כללי של מי טפטפת ומי נקז במהלך עונת הגידול השלישית.

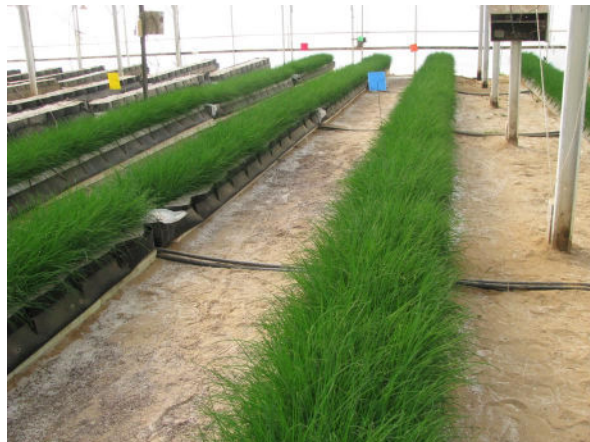


ציור 15. ריכוז זרחן של מי טפטפת ומי נקז במהלך עונת הגידול השלישית.

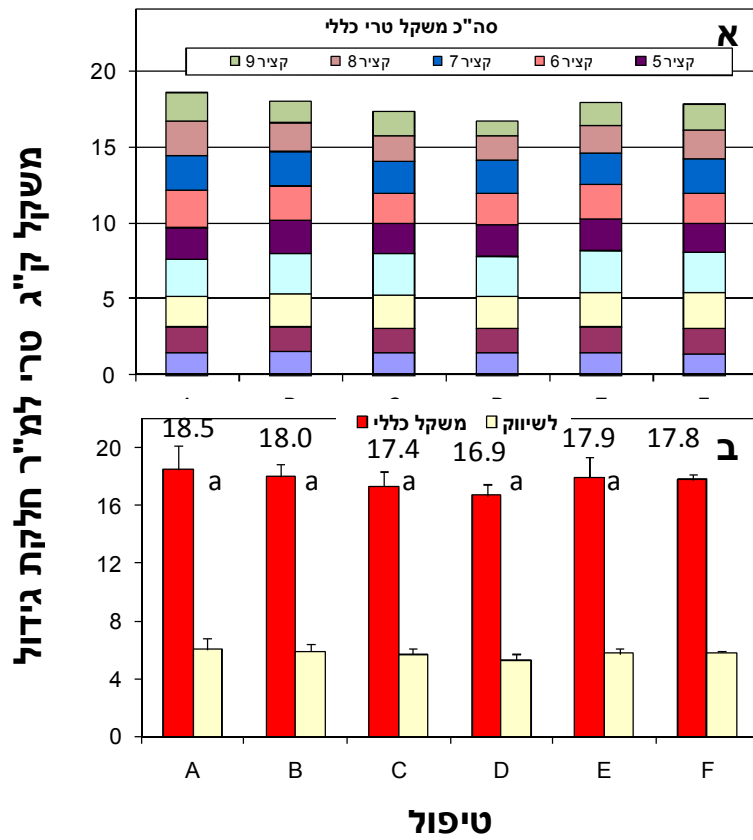
יבול וריכוז מינרלים בעלים – במהלך מרבית תקופת הגידול לא נצפו בעיות מיוחדות ובצמחים גדלו היטב. כמו כן לא נראו הבדלים חזותיים בין הטיפולים. ביטוי לכך ניתן לראות בציור 16. תוצאות היבול טרי הכללי ולשיווק של תשעת הקצירים מוצגות באיור 17. לא נמצא הבדל משמעותי בין הטיפולים גם כאשר נבחנו כל 5 הטיפולים יחד וגם כאשר נבחנו טיפולי החנקן או טיפולי הזרחן כל אחד לחוד. באופן כללי לא נצפו בעיות מיוחדות של קצוות יבשים או בעיות אחרות במהלך הגידול וגם כאשר היו תופעות כגון שיעור גבוה של עלים קטומים לא היתה השפעה לטיפולים על תופעה זאת. תוצאות אלו מצביעות על כך שבמימשק השקיה מתאים ניתן לגדל עירית ללא פגיעה ביבול או באיכות גם בריכוזי חנקן וזרחן של 25 ו-5 ח"מ, בהתאמה. ריכוזים אלו נמוכים באופן משמעותי למקובל כיום. בסה"כ היבול לשיווק היה בשיעור של כ-30% מכלל היבול הטרי ללא הבדל בין הטיפולים. מספר החזרות וההצבה של הטיפול במערכת הפתוחה לא אפשר הכנסתו לניתוח הסטטיסטי. במהלך הגידול ובתוצאות הכלליות לא נצפה הבדל בינו לבין שאר הטיפולים.

יסודות נקבעו בכל תשעת הקצירים. באופן כללי ההבדלים בין הטיפולים דומים בכול הקצירים ולפיכך הוצגו באיור 18 תוצאות הקציר הרביעי שבו ערכי המוליכות החשמלית הגיעו לערך הסף שנקבע בכל הטיפולים. העלאת ריכוז החנקן מ-25 לכ-100 ח"מ במים המסוחררים התבטאה בעליה בריכוז החנקן בעלים מערך של 3.8% לכ-4.8%. מאידך חלה ירידה קלה בהצטברות הזרחן בעלים בעיקר בריכוז החנקן הגבוה בהשוואה לשתי הרמות האחרות. טיפולי החנקן לא השפיעו על ריכוזי האשלגן, הסיידן והמגניון בעלים. אך העליה בריכוז החנקן במים המסוחררים העלתה קלות את ריכוזי הנתרן והפחית בצורה משמעותית את ריכוזי הכלוריד בעלים. ירידה בריכוז הכלוריד הינה מערך של 3.5% עד לערך של 1.5%. ירידה זאת הינה כתוצאה מהירידה בריכוז הכלוריד במים המסוחררים מערך של כ-800 ח"מ ל-680 ח"מ. אך הבדלים אלו בריכוז הכלוריד במים לא יכולים להסביר את הירידה התלולה בריכוז הכלוריד בעלים בשיעור שדווח למעלה ונראה שירידה בקליטת הכלוריד עם העליה בריכוז החנקן שבמים היא הגורם העיקרי לתופעה. תחרות בין חנקן לכלוריד ידועה ודווחה בספרות במגוון גידולים. העובדה שגם בריכוזי כלוריד גבוהים כל כך בעלים (3.5%) לא נצפו תופעות של קצוות יבשים מצביעה על כך שתופעה זאת אינה תוצאה של הצטברות כלוריד בעלים.

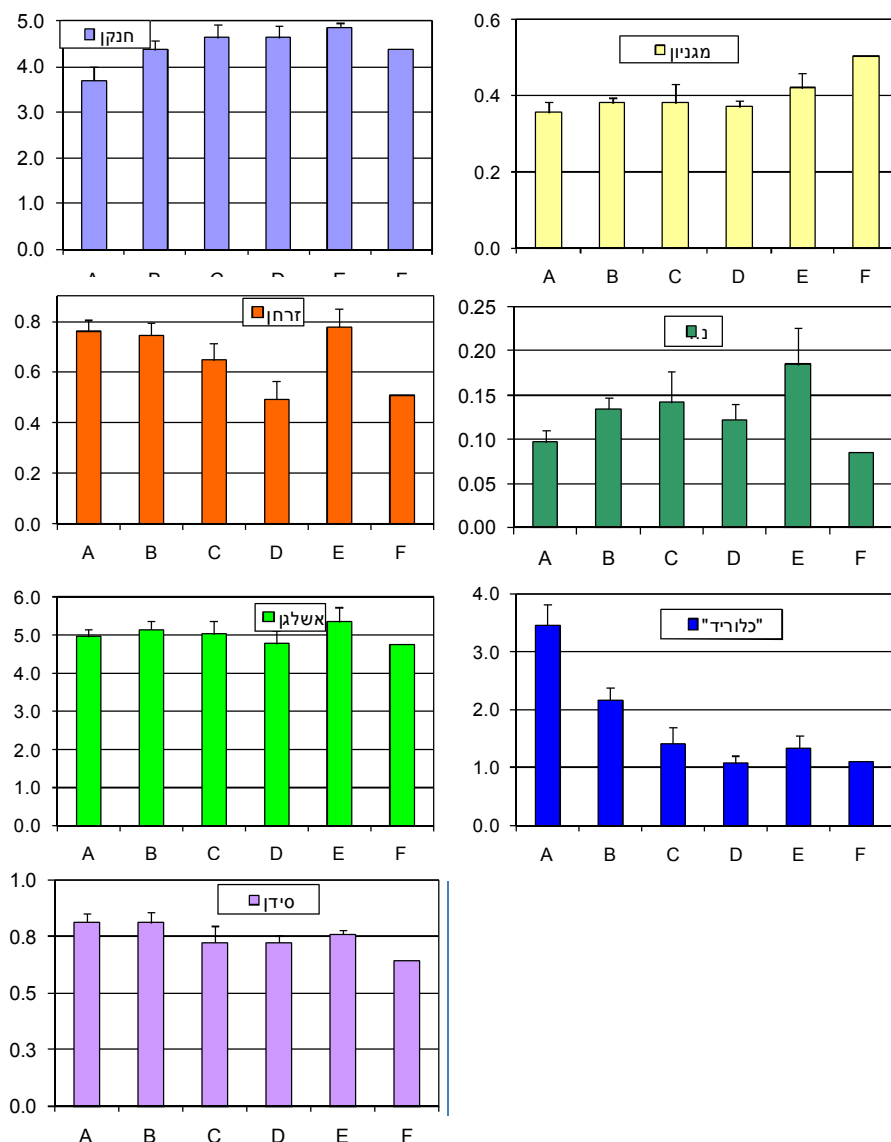
העליה בריכוז הזרחן במים המסוחררים התבטאה בריכוז הזרחן בעלים (טיפולים E C D) שעלה מערך של 0.5% עד כדי 0.8% בעלים (איור 18). לא נמצאה השפעה עקבית או משמעותית בהצטברות של מינרלים אחרים בעקבות טיפולי הזרחן. בולטת העובדה שריכוזי הנתרן והכלוריד בעלי הצמחים שגדלו במערכת הפתוחה (טיפולי F) היו נמוכים באופן משמעותי משאר הצמחים שגדלו במערכת המסוחררת דבר שלא הקנה שום יתרון ביבול או באיכות העלים.



ציור 16. עירית שגדלה בטיפולים השונים אפריל 2009.



ציור 17. סך המשקל הטרי של עלים כתלות בטיפולים בתשעת הקצירים (א) והמשקל הטרי לשיווק (ב). הערכים מציינים את המשקל הכללי והאותיות את תוצאות ניתוח השונות. הקווים האנכיים מציינים סטית תקן.



ציור 18. ריכוז יסודות בעלים של עירית שנקצרו ב-19.3.09 (קציר רביעי). הקווים האנכיים מציינים סטית תקן.

4. סיכום

בשנתיים הראשונות התקיימו ניסויים לקביעת ערך הסף להקזה המיטבי במערכת מסוחררת. הערך שהתקבל הינו 2.5 דציסימנס למי כאשר כל עליה ביחידה אחת גרמה לפחיתה של כ-13% ביבול הטרי. בכל מהלך הגידול לא נמצאו השפעות של העליה במליחות מי ההשקיה על מדדי האיכות כגון קצוות יבשים וברך לבנה זאת למרות שנמצאה עליה משמעותית בריכוזי הכלוריד והנתרן בעלים. תוצאות אלו מצביעות על כך שהצטברות מינרלים אלו בתחום הנבדק אינם הגורם הישיר לתופעות כגון קצוות יבשים או ברך לבנה שפוגמים באיכות העירית. בשנת הגידול השלישית נבחנה ההשפעה של ריכוזי חנקן וזרחן על גידול והתקבל שניתן לגדל עירית ללא פגיעה ביבול או באיכות גם בריכוזי חנקן וזרחן של 25 ו-5 ח"מ, בהתאמה. ריכוזים אלו נמוכים באופן משמעותי למקובל כיום. חישובים שנעשו מצביעים על כך ששימוש במערכת הסחרור יכולה לחסוך כ-65% מצריכת המים מבלי לפגוע ביבול. (טבלה 4). חישובים דומים ביחס ליסודות הזנה מצביעים על כך שניתן לחסוך ב-45% מכלל החנקן כאשר ריכוז החנקן במי ההשקיה הינו 100 ח"מ (הריכוז המקובל

לגידול עיריית) חסכון של עוד 17% מושג ע"י השקיה בריכוז של 25 ח"מ, זאת כאמור מבלי לפגוע ביבול ואיכות העיריית. מגמות דומות התקבלו גם עבור הזרחן כאשר הושג חסכון של 42% מכלל הזרחן המיושם כאשר משקים ברמות של 15 ח"מ בגידול מסחרי לעומת גידול במערכת מסוחרת. השקיה בריכוז של 5 ח"מ במערכת המסוחרת העלה את החיסכון בזרחן המיושם בשיעור של 17% נוספים לערך של 69%, זאת מבלי לפגוע ביבול.

גידול במערכת מסוחרת דורש יכולת בקרה ותגובה מהירה לשינויים שחלים בתמיסה המסוחרת. גידול במערכת זו יכול לחסוך כשני שלישים מכמות המים והדשן שמיושמים כיום במערכות המסחריות.

טבלה 4. נתונים על מאזני המים והחיסכון במים במערכות הסחרור בשתי שנות הגידול הראשונות. החסכון נעשה בהנחה של השקיה משקית בשיעור של 80% מגיגית.

שנה	ערך הקצה (דציסי למ')	צריכה (קוב לדונם)	הקצה (קוב לדונם)	אופטרנספירציה (קוב לדונם)	חסכון במים (%)
	3.0	619	251	368	63
1	4.0	409	56	353	64
	5.0	324	0	324	67

	2.5	620	249	371	66
	3.0	429	90	339	69
2	3.5	395	57	338	69
	4.0	342	18	324	70

5. רשימת ספרות

- אריה י., א. אדלר, י. נויבאור, נ. דודאי, י. אפרת, י. ריינס, ע. הלפרין, ש. פוריטר. 1994. עיריית במצעי גידול, כפר מחולה. גן שדה ומשק. 55-59.
- בר-יוסף, ב., מ. רביב, ג. קריצמן, א. מתן, א. אבידן. 1999. תגובת גידולים למיחזור מים ודשן בחממות. דו"ח שנתי על פרויקט 301-0250-99 מוגש למדען הראשי של משרד החקלאות.
- בר-יוסף, ב., א. לבקוביץ, ט. מרקוביץ. 2000. תגובת פלפל למיחזור מים ודשן בחממה. גן שדה ומשק.
- בר-יוסף, ב., י. כהן, מ. כהן, א. דינקין, א. לבקוביץ, ש. שוריאנו, א. מתן, ע. דורי, ד. שמואל, י. סקוטלסקי, מ. ברונר. 2005. תגובת וורדים למחזור מים ודשן במשטרי אקלים שונים בחממה באזור הבשור. סיכום עונה לשנת 2003/2004, מחקר ופתוח דרום.
- סילברמן, ד. 1998. חיטוי מי השקיה להדברת פתוגנים במערכות של מי נקז לשימוש חוזר. עבודת גמר מוגשת לפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית בירושלים לקבלת תואר "מוסמך במדעי החקלאות". שמואל, ד. ח. יחזקאל, כ. שבתאי, מ. ברונר, ג. רשף, ב. בר-יוסף. 2004. תגובת גידולים (פלפל) למיחזור מים בחממות באזור הבשור. סיכום עונה לשנת 2002/2003, מחקר ופתוח דרום.
- ירמיהו, א., י. לשם, נ. דודאי. בחינת השפעת תנאי הסביבה על יבול והתיבשות קצוות העלים בעיריית. סיכום עונה לשנת 1998/1999, מחקר ופתוח דרום.

ירמיהו, א., מ. טרגרמן, נ. דודאי א. פיינגולד. השפעת בורון ויסודות קורט על יבול והתיבשות קצוות העלים בעירית. סיכום עונה לשנת 1999/2000, מחקר ופתוח דרום.

ירמיהו, א., מ. טרגרמן, נ. דודאי א. פיינגולד. רעילות בורון בעירית עדויות ראשונות להשפעתו על התיבשות קצוות בעירית. סיכום מחקרים, ניסויי שדה ותצפיות בתבלינים סיכום לשנת 2000. הוצאת שה"מ.

פוטיבסקי א., נ. דודאי. 1994. פיסיולוגיה ואגרוטכניקה של תבלינים טריים. מחקר חקלאי בישראל ז' (2): 21-31.

פוטיבסקי א., נ. דודאי, י. מיכאלוביץ, ד. סעדי, א. זועבי, י. אפרת. 1994. גידול עירית (בצלצול) כתבלין טרי. השדה ס"ח 2316-2318.

- Brewster, J.L. 1979. The responses of growth rate to temperature in seedling of several *Allium* crop species. *Ann Appl. Biol.* 93:351-357.
- Pulsen, N. 1983. Chives (*Allium schoenoprasum* L.) A literature review. Bertning 1656- special publication, Inst. For Gronsoger, Arsløv, Denmark. 23. pp
- Wilson, H. 1995. Yield responses and nutrient uptake of chives as affected by nitrogen, phosphorus and potassium fertilization. *Communication in Soil Science and Plant Analysis.* 26: 2079-2096.