

דו"ח סופי לתוכנית מחקר מספר 08 - 502 - 301

תגובת עירית למחזור מי נקז

Chives response to recycling of the irrigation water

מוגשת למדען הראשי של משרד החקלאות

ע"י

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.

Yermiyahu U., Fingold E. Gilat Research Center, Agricultural Research Organization, Mobile Post
Negev, Israel, 85280. Email: uri4@agri.gov.il.

Bar-Tal A., Kinan M., Sorianu S. Volkani Center, Agricultural Research Organization

Yehezkel H, Shmuel D, Matan E, Besor Experimental Station

Silberman D., Reshef G. Extension serves.

אוקטובר 2009

חשון תש"ע

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר _____:

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 גם פוגעת ברווח הנקי של הגידול בגלל הוצאות המיזון הרבות. לאחרונה מתחזקת המגמה של גידול עיריית במצעים מנותקים. גידול במצעים אלו מאפשר מחזור מי הנקז אך מגביר את הסכנה של הירידה באיכות. מטרת המחקר פיתוח ממשק למחזור מי נקז בעיריית. אופטימיזציה של ממשק ההשקיה והדישון ולימוד תגובת עיריית (יבול ואיכות) לערכי סף של מוליכות התמיסה המסוחררת. הניסויים מתקיימים במו"פ דרום. בשנת 2006 הוקמה מערכת בה ניתן לבחון 6 טיפולים והחל הניסוי. נמצאה שעליה לרמת מליחות של 5 דציסמנס למי גורמת לירידה של כ-10% ביבול. בשנת 2007 נבחנו טפולים לקביעת ערכי סף של המוליכות החשמלית להקזת תמיסות בטווח מצומצם של טפולים. נערך מעקב אחר תמיסות הסחרור ונקבע יבול 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 העליה בערכי מוליכות חשמלית של מי המחזור כאשר כל עליה ב-1 דציסמנס למי גרמה לפחיתה בכ-13% ביבול מעל ערך של 5x2 דציסמנס למי. בשנה השלישית נערך ניסוי לבחינת ריכוזי החנקן והזרחן האופטימלים לגידול. נמצא שניתן לגדל עיריית בתמיסה מסוחררת גם בריכוזי חנקן וזרחן של 25 ו-5 ח"מ, בהתאמה מבלי לגרום לפגיעה ביבול או איכות העיריית. לסיכום ערך הסף להקזה בגידול עיריית הינו כ-3 דציסמנס למי. ההשפעה של העליה בריכוז נתרן כלורי אינה מתבטאת בירידה באיכות. ניתן לגדל עיריית במחזור מי נקז בריכוזי של 25 ח"מ חנקן ו-5 ח"מ זרחן. ניתן לחסוך כמויות גדולות של מים ודשנים ע"י מחזור מי הנקז של 60% לפחות בהשוואה לגידול מסחרי.

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 העיריית, שכן קניינים רבים מוכנים לרכוש את מגוון המינים בתנאי שתסופק להם עיריית 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 נמצא באזורים שונים בארץ. העיריית נקצרת מספר פעמים במשך העונה. מקור העיריית בצפון אירופה באזורים ממוזגים. הגידול דורש יום ארוך ונפגע משמעותית מטמפרטורות קיצוניות. עיריית סובלת מטמפרטורות הקיץ הגבוהות עד כדי ירידת היבול לשליש. בנוסף מקובל שהעיריית רגישה מאד למחסורי מים ומליחות אם כי לא נעשתה עבודה לאפיון תגובה של עיריית למחסורי מים ומליחות. איכות העיריית 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 בעיריית וגורמים לנזק בעיקר בגלל עבודת המיזון הדורשת כוח אדם. לעיתים תוספת הזמן הדרושה למיזון מעמידה בספק את רווחיות הגידול. כל מרכיבי האיכות בעיריית כולל תופעת הקצוות היבשים מושפעים ממשק הדישון. לאחרונה נמצא קשר ישיר וחיובי בין ריכוז הבורון בתמיסת הגידול ושיעור הקצוות היבשים בעיריית. גידול מסחרי של עיריית במצעים מנותקים מאופיין עם נקז גבוהה על מנת למנוע נזקים. לאחרונה מתחזקת המגמה של גידול עיריית במצעים מנותקים בעיקר טוף ופרלייט בשרולים. בחלק מהמקרים היבול ואיכות העיריית 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 הירידה באיכות (קצוות יבשים וצבע) בעיקר בגלל עליה במליחות ובריכוז

הבורון בתמיסת הסחרור. ידע רב הצטבר בשנים האחרונות במחזור של גידולים שונים כגון תות, ליזיאנטוס, זרדים, פלפל ועוד והוא יהווה בסיס להכנסת טכנולוגיה זו במהירות גם בעירית. המחקר המוצע יתמקד בלימוד ממשק גידול של עירית במחזור ויתבצע בחוות הבשור שצוות העובדים בה צבר ניסיון רב בנושא מחזור. דגש רב יושם לאיכות העירית בעונות השנה השונות.

המין עירית (*Chives Allium schoenoprasum*) (שושניים) גודל בתרבות מאות שנים והיקף גידול המסחרי בעולם הוא כ-10 אלפי דונם. רוב התוצרת משמש לתעשייה (עלים מיובשים ע"י ייבוש בהקפאה) וחלקה משווקת כתבלין טרי (פוטיבסקי ודודאי, 1994; Pulsen, 1983). באירופה הריבוי נערך באביב ע"י זריעה או שתילת בצלולים. 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 מירבי התקבל ברמת חנקן במי ההשקיה של 160 ח"מ. 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 מרמזות על כך שבגידול החורפי העליה ביבול עם החמצת תמיסת המצע היא כתוצאה 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 עליה רבה בחומציות בתמיסת המצע.

בעירית קיימות בעיות איכות רבות. הבעיה העיקרית היא התייבשות קצוות העלים דבר הפוסל את העירית ליצוא. הוצאת העלים בעלי הקצוות היבשים דורשת עבודת מיון 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 הופעת 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 נקרזה תוך כדי תמותת העלה לאחר. תהליך זה דומה באופיו לרעילות של בורון בצמחים שונים. לפיכך, נבחנה ההשערה שלעליה בריכוז הבורון ברקמת העלה השפעה על הופעת קצוות יבשים בעירית. במספר ניסויים שהתבצעו על ידינו נלמדה תגובת עירית לבורון. נמצא שצמח העירית רגיש לבורון ומגיב בירידה ביבול ובאיכותו 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 בהעלאת יחס האמון שבמי 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: לפל, חיטה, הדסים, 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. הסבר אחר הינו שינויים בהרכב האניונים בציטופלסמה שמשרים פתיחת תעלות שמוציאות אניונים מהתא. בתוך הציטופלסמה בורט הוא הצורון העיקרי של הבורון, ולפיכך הוא יכול להתנהג כשאר האניונים. בימים אלו אנו מנסים לבחון את ההשערה הזו. 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 העליה בחומציות 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 המזון (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 משקלי הפירות המעוותים והנגועים בשחור פיטם הושפעו עם עליית ערך הסף. 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 הקטף. 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 ליחס האמון החנקה בתמיסת מי ההשקיה חשיבות רבה על היבול ואיכות העירית (ירמיהו וחוי, 2005) במערכות מסוחררות קשה לשמור על יחס אמון: חנקה קבוע בגלל הניטרופיקציה המהירה וזמן השהות הארוך של התמיסה במערכת. במערכת מסוחררת צפוי שריכוז הבורון בתמיסה יעלה בדומה לעליה בריכוז המלחים.

שימוש במי נקז עשוי לחייב בעתיד חיטוי מי הנקז כנגד מיקרואורגניזמים מחוללי מחלות. בעבודות שונות שעסקו בנושא המחזור בפלפל, מלונים, גיפסנית וורדים ללא חיטוי המים (בר יוסף וחובריו, 1999) לא נמצאה התפתחות ספונטנית של מחלות. לעומת זאת, באילוח מכוון של צמחי עגבנייה ופלפל שגדלו במערכות מחזור נמצא שעור הדבקה גבוה במחלות שורש (סילברמן, 1998).

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, זרחן ובורון במערכת מסוחררת.

3. חומרים ושיטות

הניסוי מתבצע בחוות הבשור בחממת מחקר מדגם עזרום. השליטה על האקלים במבנה נעשית בעזרת וילונות צד וההצללה על הגג 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 מכינים את התמיסה אותה מוסיפים 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 מוצב באקראיות גמורה כאשר בטיפול 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'. השטח מוזן בשני קווי טפטוף. הניסויים התקיימו בשלוש שנים עוקבות החל משנת 2006.

שנה ראשונה 2006 - טיפולים שנבחנו בשנה הראשונה מוצגים בטבלה 1. טיפולים 1-4 נבחנו במערכת מחזור וטיפולים 5 ו-6 במערכת פתוחה. בטיפולים 1-3 נבחנת 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 מאחר ושיעור המים המותפלים בהם גבוהה. בקיץ איכותם עשויה לרדת. המוליכות החשמלית של המים המסופקים נעה בתחום של בין 0.2 ל-0.6 דציסימנס למ' הרבה יותר טוב מהאיכות שהיתה מסופקת לפני הפעלת המתפיל באשקלון כ-1.0 דציסימנס למ'. לפיכך, הוחלט להעלות את רמת המליחות של מי ההספקה בטיפול המחזור לערך שהיה במי מקורות לפני הפעלת המתפיל באשקלון לטיפולים 1-3 הוספו לפיכך, 5 מילימולר נתרן כלורי. לטיפול 4 מסופקים 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, מי הברז בחווה אינם מייצגים את המים בנגב ובארץ ולכן הפקת המסקנות תהיה מוגבלת. טיפול 4 מאפשר לימוד במערכת סגורה של מים באיכות טובה. טיפול 5 הינה מערכת פתוחה בה לא מוסף מלח ואילו טיפול 6 (בו יש רק שתי חזרות ואינו ניתן לבחינה סטטיסטית) מאפשר קבלת נתונים על מערכת פתוחה בה הוסף מלח.

עיריית מזן פרגו דנפרד משופר נשתלה ב-5.10.06 במארזים. בארבע שורות. 40 שתילים במ' מתאים לעומד שתילה של 22,222 צמחים לדונם. משטר ההשקיה אחיד בכל הטפולים בין 4 ל-10 השקיות ביום בכמות של 2 קוב לדונם. מספר השקיות השתנה בהתאם לעונות השנה. לאחר הקציר צמצם מספר ההשקיות. למשך 5 ימים.

בדיקות שהתבצעו 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' שמייצג 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. בקצירים בהם יתקבלו הבדלים מעניינים בין הטיפולים תעשה גם אנליזה ליסודות המיקרו. בתום הניסוי תעשה אנליזה גם לשורשים. עד כה נעשו 5 קצירים במועדים הבאים: 11.12.06, 6.2.07, 8.3.07, 9.3.07, ו-20.4.07. 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 JUMP 5. מבחן שונות בכל הניסויים היה חד כיווני ברמת מובהקות $\alpha = 0.05$.

טבלה 1. טיפולי הניסוי בשור 2006.

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

שנה שניה 2007 - טיפולים שנבחנו בשנה השניה (ניסוי 2007) מוצגים בטבלה 2. טיפולים 1-4 נבחנו
 ההשפעה של ערך הדחה של המוליכות החשמלית. בהתבסס על תוצאות השנה הראשונה נבחר התחום של בין
 2.5 ל-4.0 דציסימנס למי' בהפרשים של חצי יחידה בין הטיפולים. על בסיס תוצאות השנה הקודמת בה נראה
 שהעליה במליחות בטיפול ללא הוספת מלח היתה נמוכה ביותר הוחלט בניסוי של שנת 2007 להוסיף לכל
 הטיפולים רמת נתרן כלורי בריכוז של 5 מילימולר. יש לזכור שמי הברז בתחנה אינם מייצגים את המים בנגב
 ובארץ ולכן הפקת המסכנות תהיה מוגבלת ללא תוספת המליחות. טיפול 5 בוחן את ההשפעה של ירידה
 בריכוז החנקן בכללי בחצי. טיפול 6 הינה 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 במארזים. בארבע שורות. 40 שתילים במי מתאים
 לעומד שתילה של 22,222 צמחים לדונם. משטר ההשקיה אחיד בכל הטיפולים בין 4 ל-10 השקיות ביום
 בכמות של 2 קוב לדונם. מספר השקיות השתנה בהתאם לעונות השנה. לאחר הקציר צמצם מספר ההשקיות.
 למשך 5 ימים.

בדיקות שהתבצעו בניסוי זהות לשנה הראשונה. בטיפול שהושקה 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' שמייצג 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. בקצירים בהם יתקבלו הבדלים מעניינים בין הטיפולים תעשה גם אנליזה ליסודות
 המיקרו. 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 למי')	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 -על בסיס תוצאות שתי שנות הניסוי ובדומה לשנה השניה, הוחלט להוסיף לכל
 הטיפולים רמת נתרן כלורי בריכוז של 5 מילימולר. בשנה זאת נבחנה ההשפעה של ריכוזי החנקן והזרחן במי
 ההשקיה על יבול ואיכות עירית. הטיפולים שנבחנו בשנה השלישית מוצגים בטבלה 3. בטיפולים 1-3 נבחנה
 ההשפעה של ריכוזי חנקן עולים ובטיפולים 3-5 על טיפולי זרחן עולים. בהתבסס על תוצאות השנה השניה
 נבחר ערך הדחה של 3.5 דציסימנס למי'. טיפול F הינה מערכת פתוחה בה המאפשר קבלת נתונים על מערכת

פתוחה. עיריית 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 ריכוז היסודות היה קבוע. המוליכות החשמלית במערכת הפתוחה היתה 1.5-2.0 דציסימנס למ' ובמערכות המסוחררות התחיל מערך של 1.7 והגיע לערך היעד 3.5 דציסימנס למ' באמצע מרץ. החל ממועד זה החלו הקזות והערך נשמר. חנקן כללי, במערכת הפתוחה היה בין 100 ל-120 מתוך זה 10 ח"מ אמון. במערכות הסגורות ריכוז החנקן נקבע לפי הטיפול (פרוט בהמשך). יעד הזרחן במערכת הפתוחה 15 ח"מ ומערכות הסגורות נקבע לפי הטיפול (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. תחום הכללי היה 10 ± 60 ח"מ. מגניון במערכת הפתוחה ובמערכות המסוחררות נע בתחום של בין 30-50 ח"מ. בורון במערכת הפתוחה כ-0.2 ח"מ ובמערכת הסגורה ריכוז עלה עד 0.4 ח"מ. בדומה לשנים הקודמות, 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' שמייצג את החלקה ונקבע יבול טרי, תכולת חומר יבש, אורן, בדיקות איכות (עובי שיעור קצוות יבשים, ברך לבנה) ואנליזה של יסודות ההזנה: חנקן, זרחן, אשלגן, מגניון, סידן, נתן וכלוריד. 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, 24.5.09, 18.6.09 ו-15.7.09.

טבלה 3. טיפולי הניסוי בשור 2008.

טיפול	מערכת	ערך הדחה (דציסימנס למ')	ריכוז מטרם של חנקן כללי במי ההשקיה	ריכוז מטרם 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

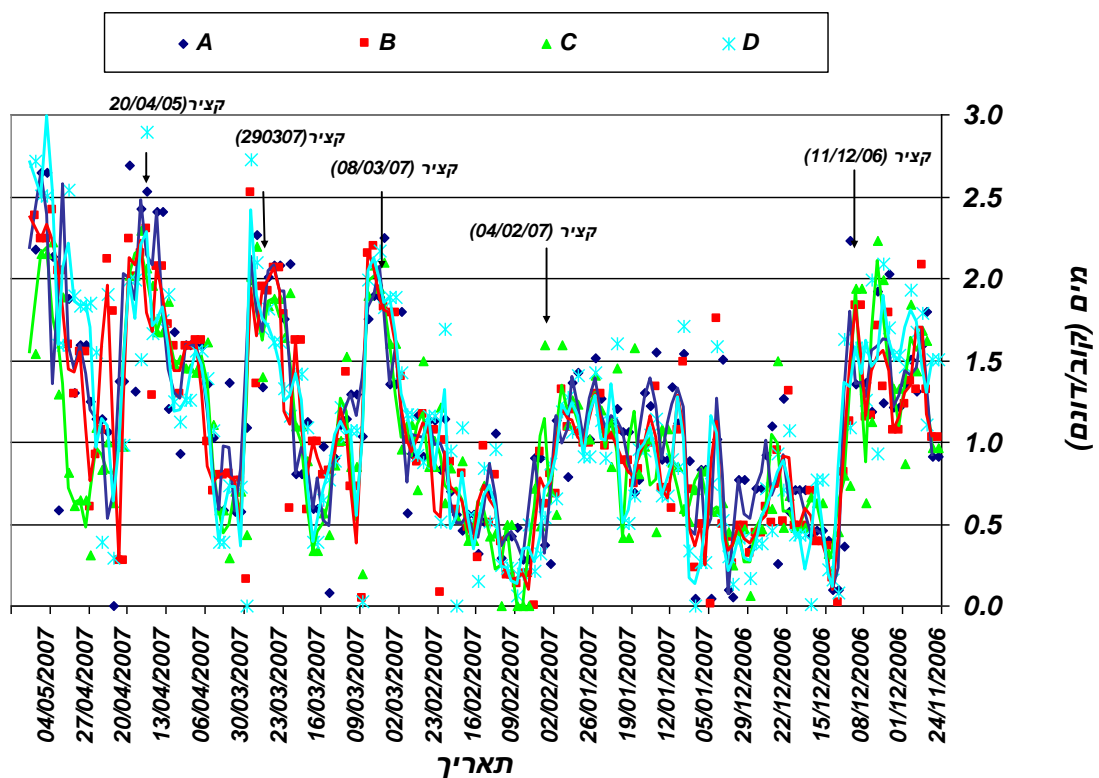
4. תוצאות

4.1 שנת גידול ראשונה - 2006

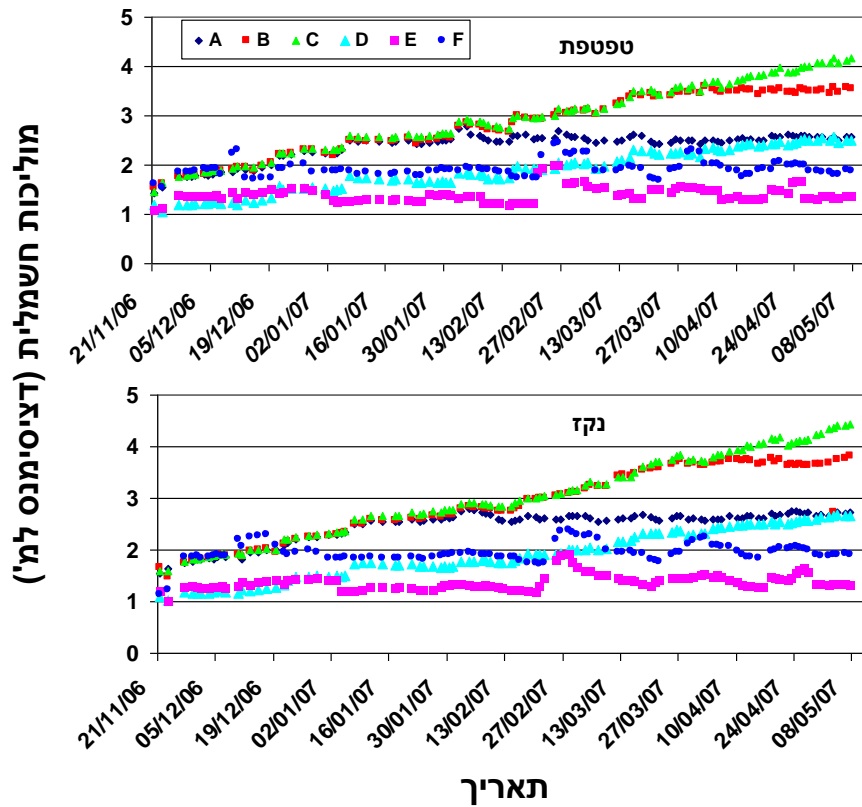
צריכת מים והרכב מי הסחרור - איסוף נתוני צריכת המים במערכת הסחרור הינו רציף ונעשה בשני אופנים: לפי השלמת של כמות המים המוספת ולפי כמות הנקז. באופן כללי ישנה התאמה בין שתי השיטות. בציור 1 מוצגות תוצאות המבוססת על השלמה מה-24 לנובמבר 2006 עד מחצית מאי 2007. במהלך תקופה זאת היו 5 קצירים שמצוינים. באופן כללי 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. בשלב זה לא ניתן לראות הבדלים בין הטיפולים ובסך הכל צריכת המים בכל ארבעת הטיפולים דומה.

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

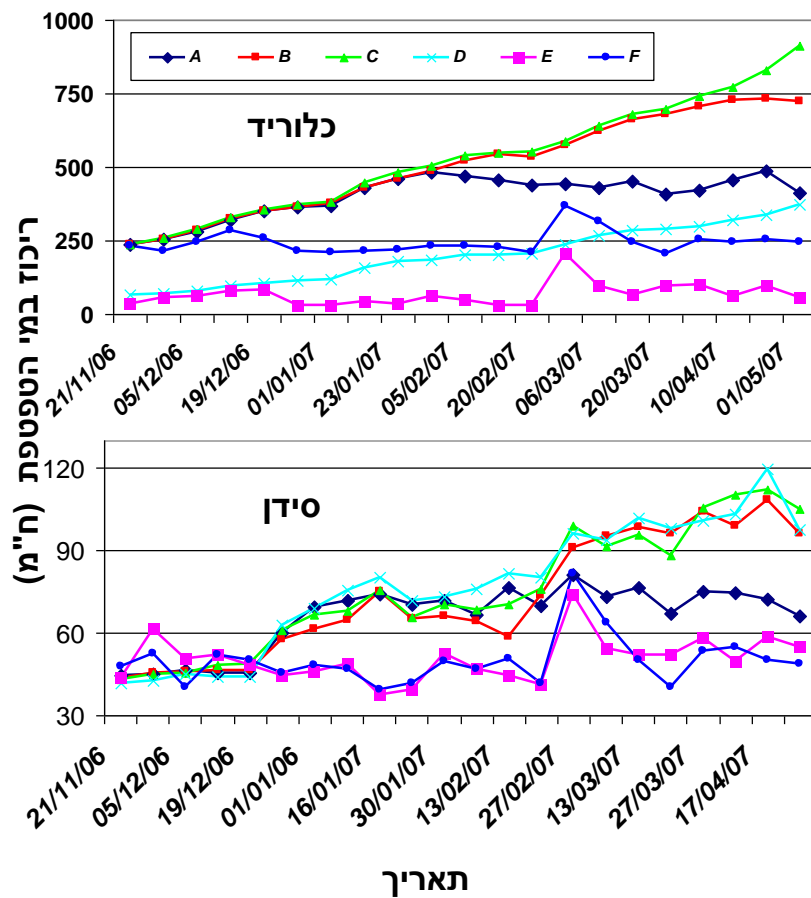
ערכי המוליכות החשמלית במערכות הפתוחות טיפולים E ו-F יציבים לאורך כל העונה. המוליכות החשמלית של טיפול E במי הטפטפת ובנקז קרובה לערך של 2 בהשוואה לערך של 1.2 דציסימנס למי בטיפול F. עליה זאת היא כתוצאה מתוספת של נתרן כלורי. השינויים הקלים והעליה במוליכות החשמלית במי הטפטפת ומי הנקז לאורך העונה מבטאת את 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 למי 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 למי במי הטפטפת. טיפולים B ו-C המשיכו לצבור מלחים ורק בתחילת אפריל הגיעו לערך של 3.5 דציסימנס למי במועד זה התחילה הקזה לטיפול B. טיפול C ממשיך לצבור מלחים ונכון לסוף מאי המוליכות החשמלית קרובה לערך ההקזה המתוכן של 4.5 דציסימנס למי. טיפול E הינו טיפול מחזור בו לא הוסף מלח. המוליכות החשמלית בתחילת הגידול במי הטפטפת היתה כ-1 דציסימנס למי ובתחילת מאי הגיעה לערך של כ-2.5 דציסימנס למי. ריכוזי המינרלים במי ההשקיה ובנקז נבדקו ברציפות. בציור 3 מוצגים תוצאות ריכוזי הכלוריד והסידן לאורך הגידול. באופן כללי ריכוז המינרלים אלו מתאים למוליכות החשמלית של מי הטפטפת. ניתן לראות שלאורך כל הגידול במערכות הפתוחות תמיסת ההשקיה היתה יציבה והתאימה לטיפולים שנקבעו. במקביל במערכות הסגורות ישנה עליה בריכוז הכלוריד והסידן עם הזמן.



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



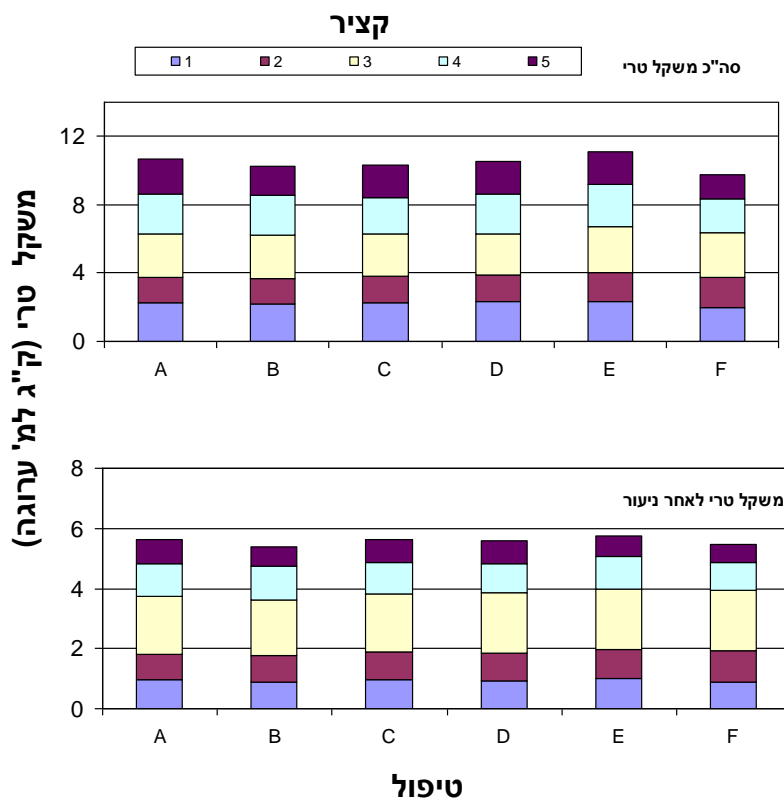
ציור 2. המוליכות החשמלית של מי טפטפת ומי נקז במהלך עונת הגידול.



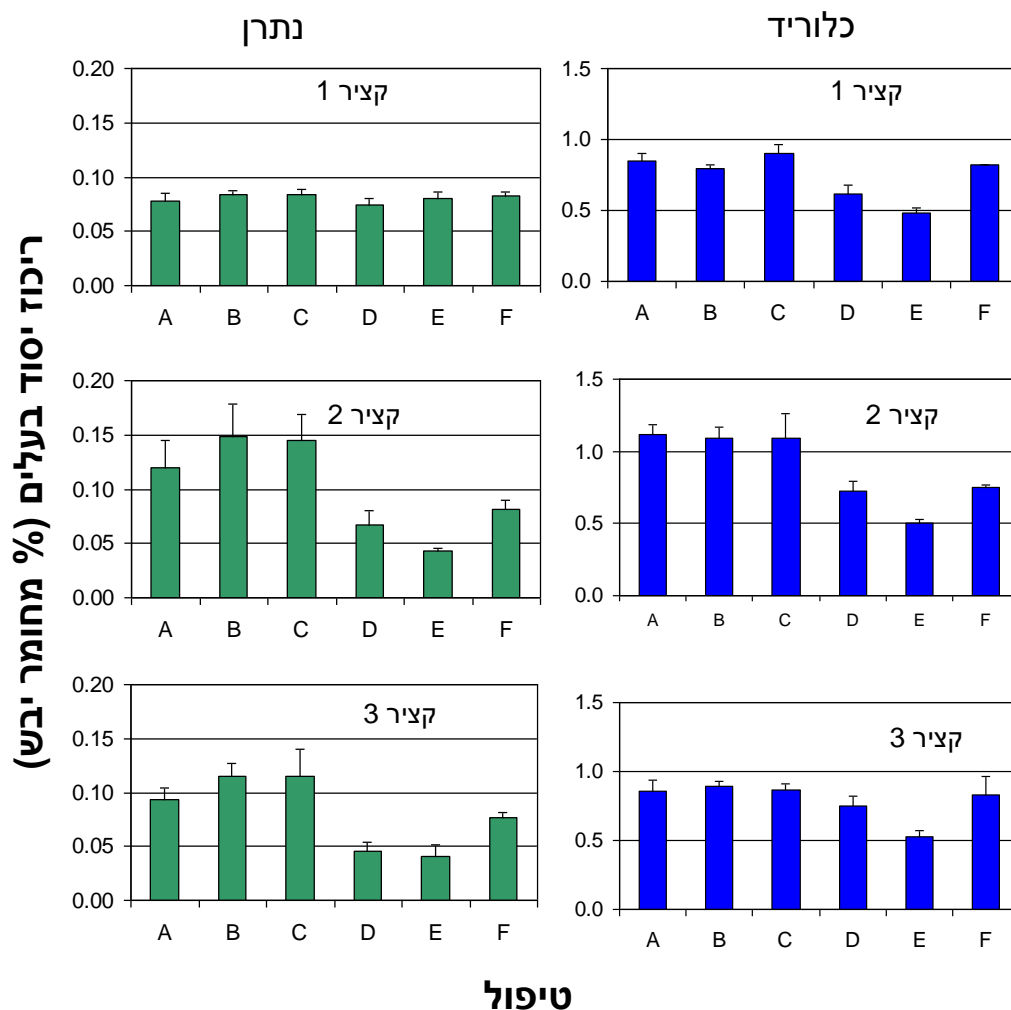
ציור 3. ריכוז כלוריד וסידן במי טפטפת במהלך עונת הגידול.

יבול וריכוז מינרלים בעלים - תוצאות המשקל הטרי הכללי ולאחר ניעור מחמשת הקצירים הראשונים מוצגות בציור 4. הטיפולים לא השפיעו על משקל החומר הטרי. במהלך כל תקופת הגידול גם לא נצפו הבדלים ויזואליים בין הטיפולים. יש לזכור שרק מהקציר השלישי התחיל להתקבל הבדל בין טיפול A ל-B ו-C ורק החל מהקציר החמישי החל ההבדל בין טיפול B ל-C. מרבית הקצירים נעשו עד כה בגידול חורפי בתנאים נוחים לגידול עירית. המשך הגידול בתקופה החמה והגעה לערכי הסף במערכות המסוחררות צפוי שישפיעו על גידול הצמחים ויבולם. בדומה למשקל הטרי לא נמצאו השפעות של הטיפולים על מדדי האיכות קצוות יבשים (ערכי מדידה נמוכים עד כה) וברך לבנה (תוצאות לא מוצגות).

יסודות נקבעו עד כה בשלושת הקצירים הראשונים. באופן כללי לא ניתן לראות הבדלים משמעותיים בין הטיפולים ביחס לתכולות החנקן, הזרחן, האשלגן, הסידן והמגניזיום בעלים (תוצאות לא מוצגות). לעומת זאת הבדלים מובהקים ומשמעותיים התקבלו בתכולת הכלוריד והנתרן שבעלים (ציור 5). באופן כללי ריכוז הנתרן בעלים הולך ועולה עם העליה בערך הסף (טיפולים A, B, C). בשלושת טיפולים אלו ריכוז הנתרן גבוה באופן משמעותי בהשוואה לריכוז 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 הם תגובה להצטברות היסודות בתמיסת הסחרור אבל בשלב זה אין להבדלים אלו ביטוי בקצב הגידול ואיכות העלים.



ציור 4. משקל טרי כללי ולאחר ניעור של עירית מחמשת הקצירים הראשונים.



טיפול

ציור 5. ריכוז נתרן וכלוריד בעלי עירית משלושת הקצירים הראשונים.

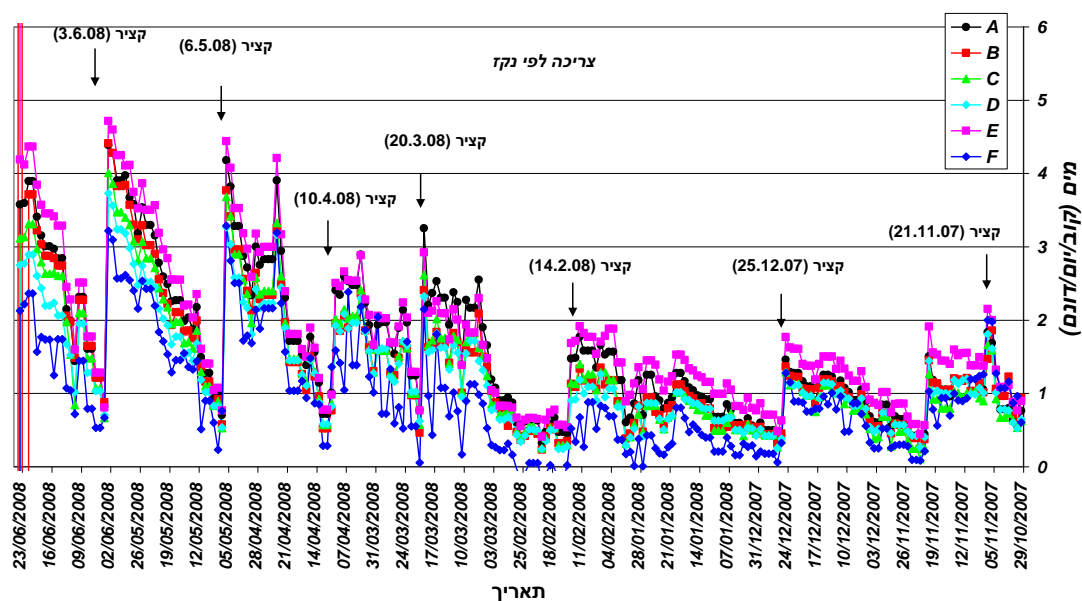
4.2 שנת גידול שניה - 2007

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 שמצוינים. 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. בשלב זה לא ניתן לראות הבדלים בין הטיפולים ובסך הכל צריכת המים בכל הטיפולים דומה.

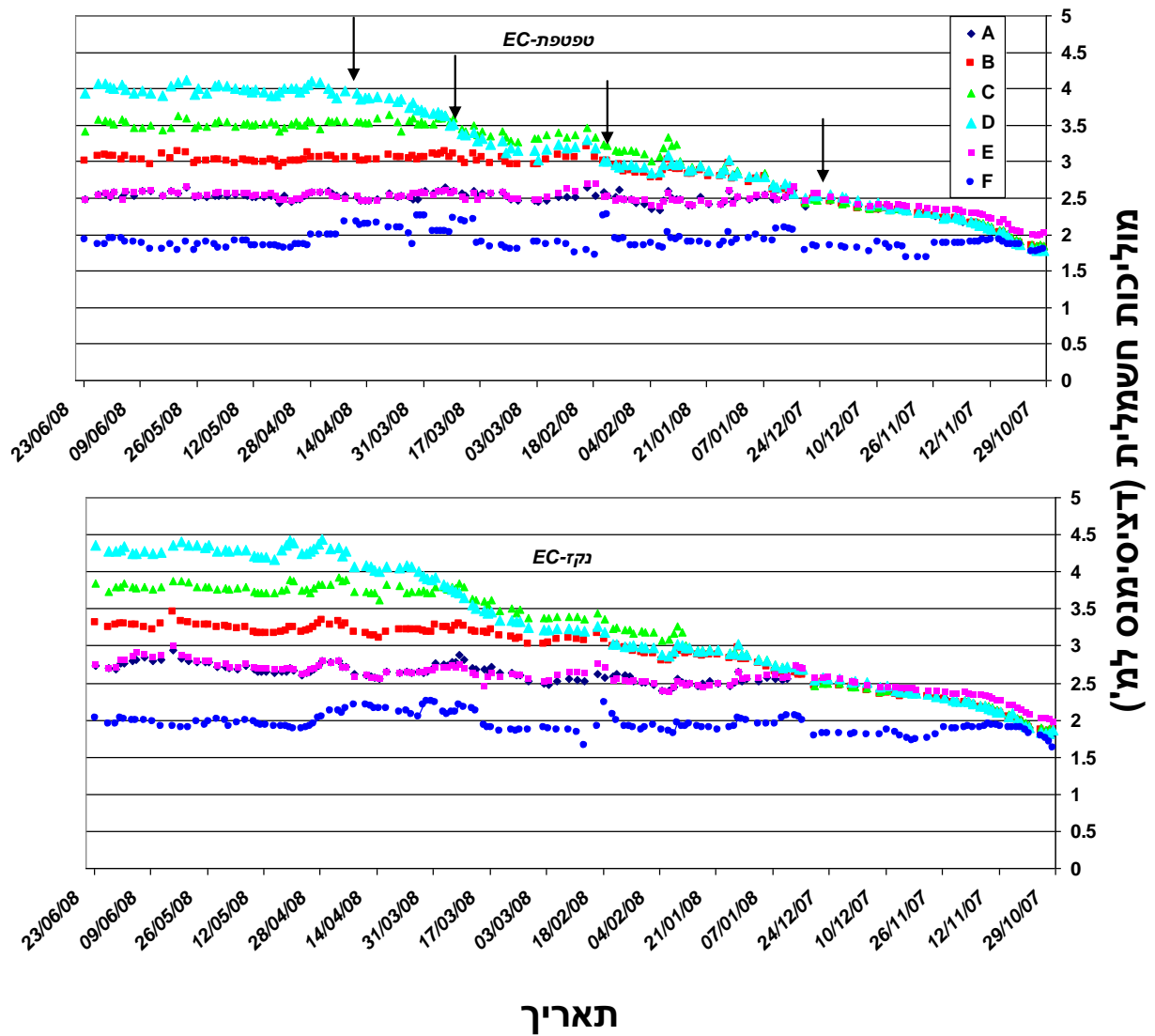
בציור 7 מוצגים ערכי המוליכות החשמלית במי הטפטפת ומי הנקז לכל הטיפולים לאורך העונה.

ערכי המוליכות החשמלית במערכת הפתוחה טיפול F יציבים לאורך כל העונה סביב ערך של 2 דציסימנס למ'. 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 למ' והלך ועלה עם הזמן. באמצע דצמבר 2007

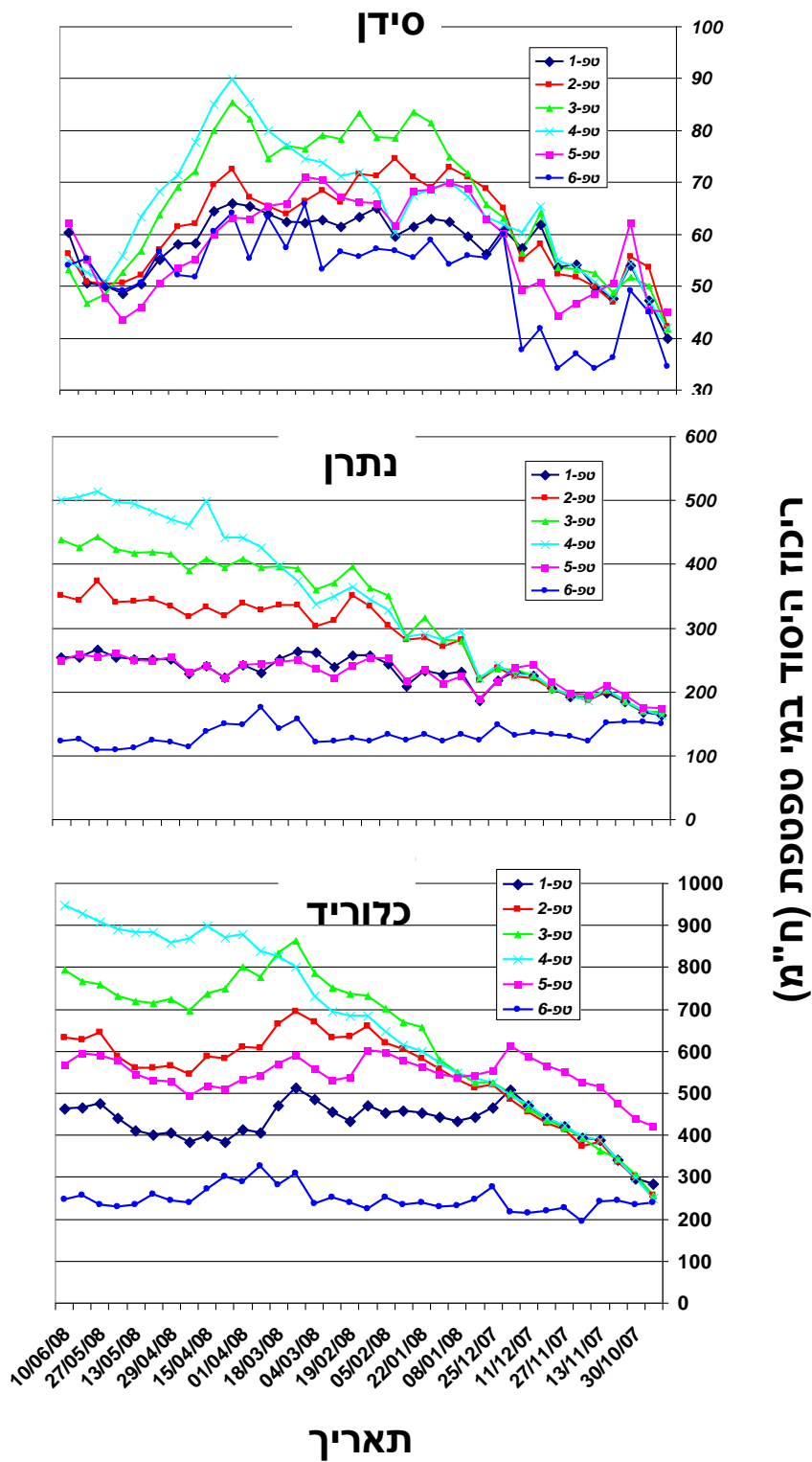
הגיעה המוליכות החשמלית לערך של כ-2.5 וממועד זה החלה הקזה לטיפול A ו-E. החל ממועד זה נשמר ערך קבוע של 2.5 דציסימנס למ' במי הטפטפת. טיפולים B, C ו-D המשיכו לצבור מלחים ורק באמצע פברואר הגיעו לערך של 3.0 דציסימנס למ' במועד זה התחילה הקזה לטיפול B. טיפולים C ו-D המשיכו לצבור מלחים באמצע מרץ הגיעו לערך של 3.5 והתחילה הקזה לטיפול C. טיפול D המשיך לצבור מלחים והגיע לערך של 4.0 דציסימנס למ' באמצע אפריל 2007. ממועד זה כל הטיפולים הופעלו. 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 ריכוז האשלגן הולך ועולה במתינות עד לערך של 240 בטיפול D. בציור 8 מוצגים 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 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 ההפרש במי ההשקיה לנקז.



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



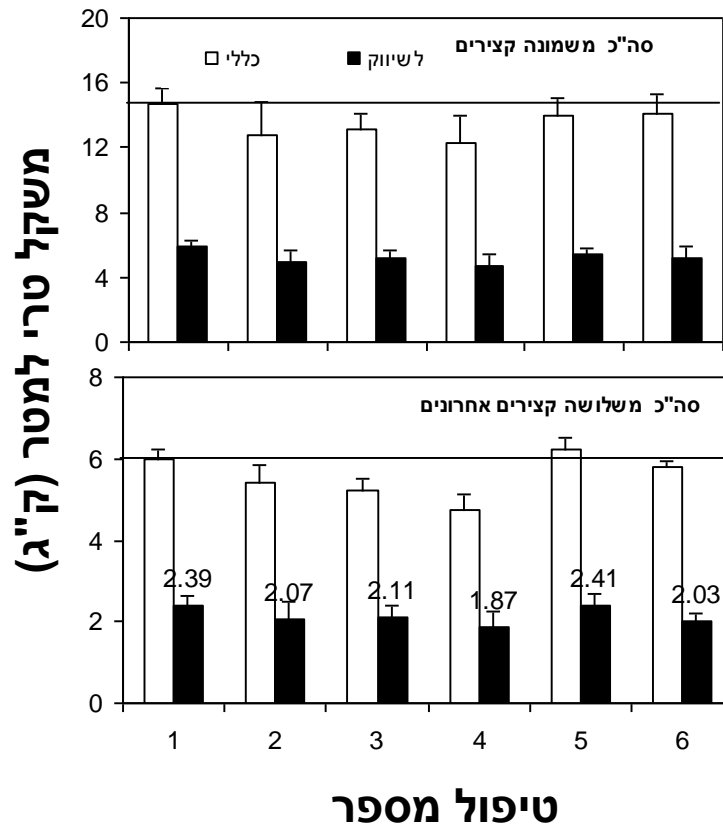
ציור 8. ריכוז וסידן, נתרן וכלוריד במי טפטפת במהלך עונת הגידול.

יבול וריכוז מינרלים בעלים - במשך הגידול לא נצפו בעיות מיוחדות ובמהלך החודשים הראשונים לא נראו הבדלים משמעותיים בין הטיפולים. הבדלים חזותיים נצפו רק בשלושת הקצירים האחרונים כאשר המליחות בתמיסות ההשקיה הגיעו לערכים שנקבעו. ניתן היה לראות שקצב הגידול של הצמחים בטיפול 4 היה נמוך בהשוואה לשאר. ביטוי לכך ניתן לראות בציור 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

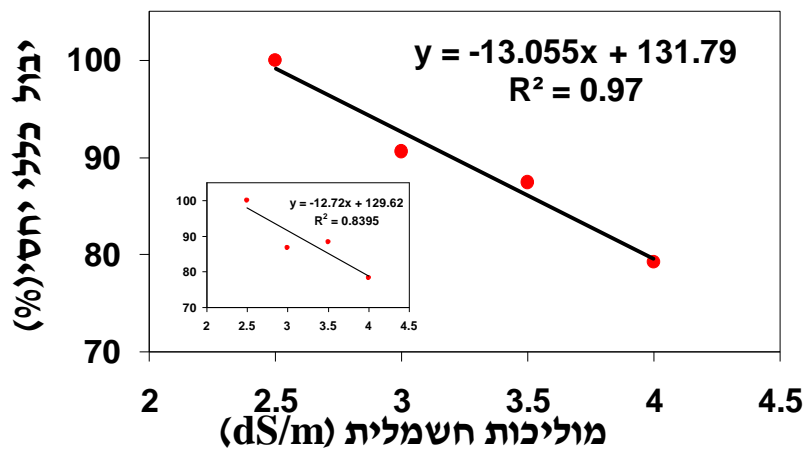
דציסימנס למי הושג רק באמצע אפריל ולכן רק העלים מקציר 6 ואילך נחשפו במשך גידולם לרמת המליחות שנקבעה. עליה במוליכות החשמלית של מי הטפטפת מערך של 2.5 ל-4.0 דציסימנס למי גרמה לפחיתה של 22% במשקל הטרי של העירית. באיור 9 מוצגים יבול יחסי הכללי ויבול לשיווק כנגד המוליכות החשמלית של מי הטפטפת וניתן לראות שקיים 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 הטיפול 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 6 או 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 לגבוה ביותר (ציור 11). באופן כללי ריכוזי הנתרן והכלוריד במערכות המסוחררות גבוהים באופן משמעותי בהשוואה לריכוזם במערכת הפתוחה.

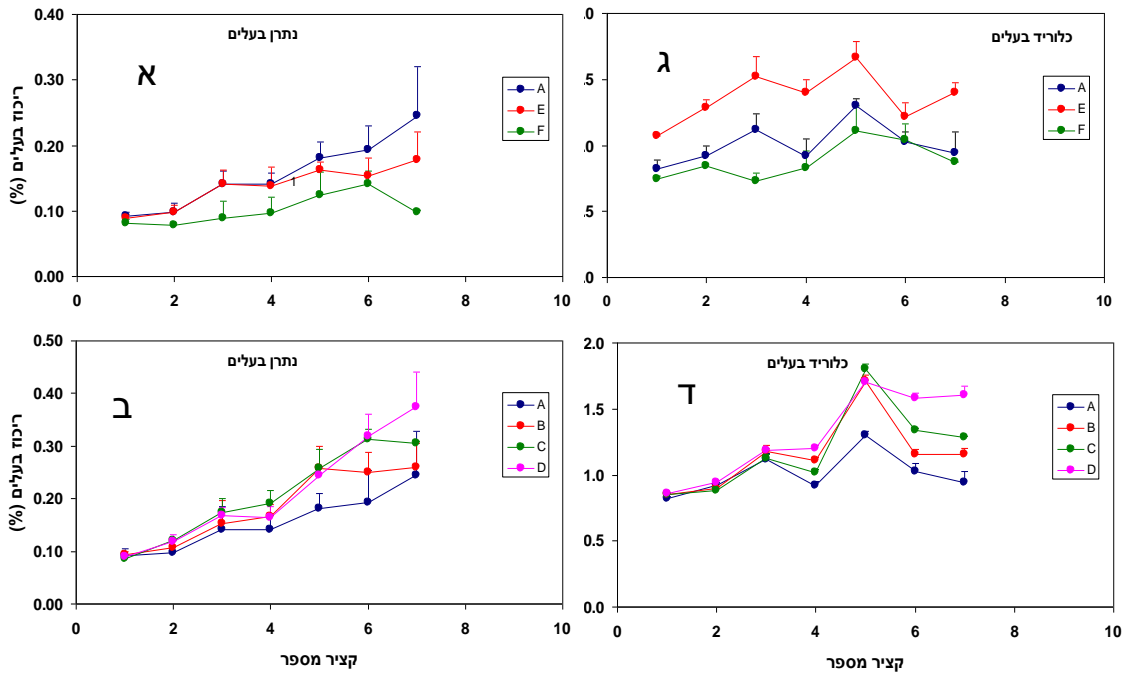
לריכוז החנקן שבמי הטפטפת היתה השפעה על הצטברות הנתרן והכלוריד בעלים. ריכוז הכלוריד בעלים עלה באופן משמעותי עם הפחתת ריכוז החנקן במי הטפטפת (ציור 10). ביטוי למגמה זאת נראה בכל הקצירים. הסיבה לכך היא התחרות בין ניטרט לכלוריד ששניהם אניונים. לעומת זאת, הצטברות הנתרן בעלים לא הושפעה במהלך הקצירים הראשונים 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 ממצאה זה מצביע על כך שהצטברות מינרלים אלו בתחום שנבדק אינם הגורם הישיר לתופעות כגון קצוות יבשים או ברך לבנה שפוגמים באיכות העירית.



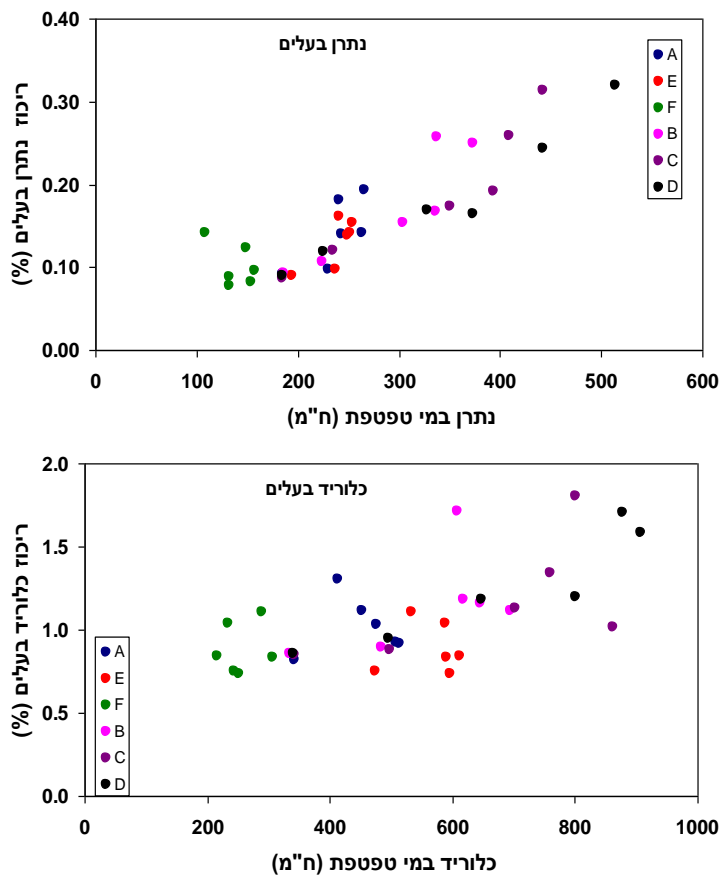
ציור 9. משקל טרי כללי ומשקל לשיווק סכימה של שמונה קצירים או שלושה קצירים אחרונים בהם המוליכות החשמלית במי הטפטפת הגיעה לערך הרצוי.



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 נתון וכלוריד בעלי עירית מששה קצירים ראשונים. קווים אנכיים מייצגים את סטיית התקן.



ציור 11. ריכוזי נתון וכלוריד בעלי עירית כתלות בריכוז היסודות במי הטפטפת. תוצאות מששה קצירים ראשונים.

3.3 שנת גידול שלישית - 2008

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. בציור 12 מוצגות תוצאות המבוססת על הנקז מה-28 לאוקטובר 2008 עד מחצית 15 ליולי 2009. במהלך תקופה זאת היו 9 קצירים בנוסף לקציר טכני. צריכת המים בחודש ינואר היתה 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 היתה אחידה. החל מקציר זה ניתן לראות שטיפול D (רמת זרחן נמוכה) צורך פחות מים בעיקר בשלבי הגידול המתקדמים ביחס לשאר הטיפולים.

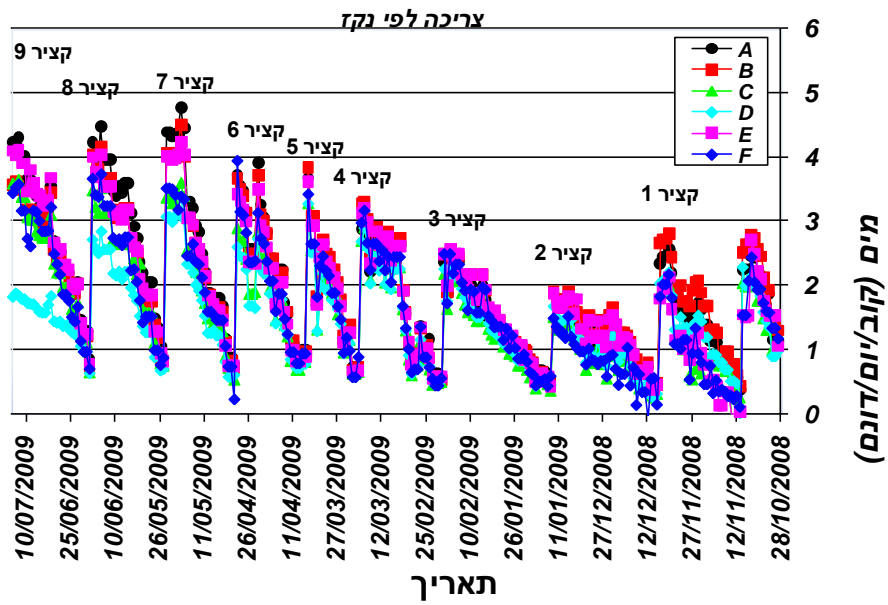
בציור 13 מוצגים ערכי המוליכות החשמלית במי הטפטפת ומי הנקז לכל הטיפולים לאורך העונה.

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.

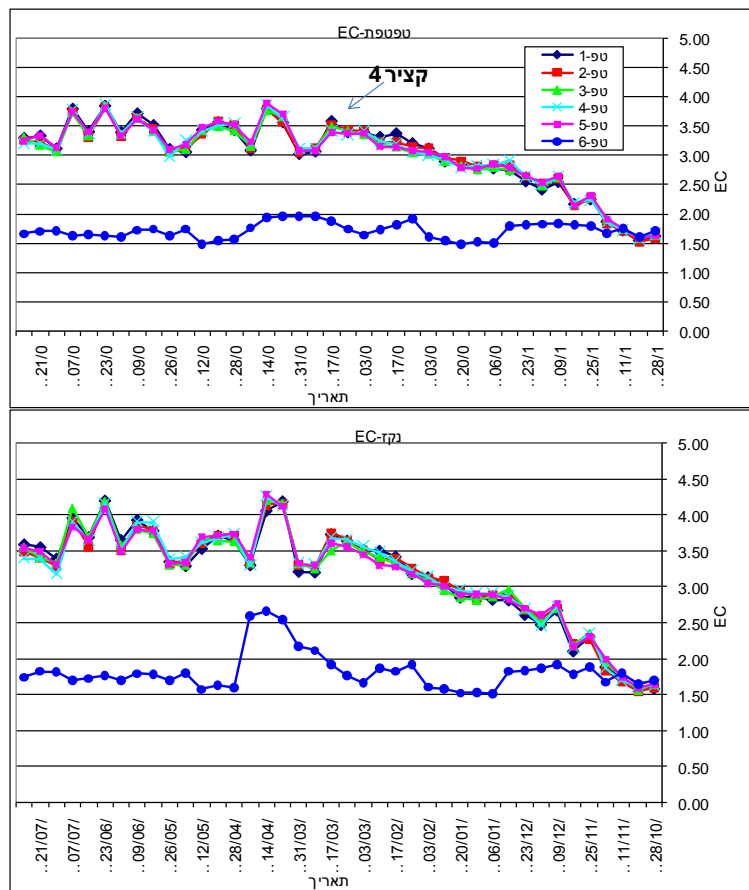
ריכוזי המינרלים במי ההשקיה ובנקז נבדקו ברציפות. יעד ריכוז החנקן הכללי במי הטפטפת בטיפול A היה 25 ח"מ ובמרבית הגידול נע בתחום של בין 25-30 ח"מ. היעד לטיפול B היה 50 ח"מ ובמרבית הגידול היעד הושג אם כי במאי הריכוז עלה לערכים גבוהים עד כדי 70 ח"מ לזמן קצר. יעד ריכוז החנקן במי ההשקיה בשאר הטיפולים כולל בטיפול הפתוח היה 100 ובמרבית הזמן התחום היה בין 90-110 ח"מ (ציור 14). ריכוז האמון במי הטפטפת בטיפולים המסוחררים היה בין 0-20 ח"מ ובטיפול הפתוח כ-10-5 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 (ציור 14).

ריכוזי הזרחן במי הטפטפת ובנקז מוצגים בציור 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.

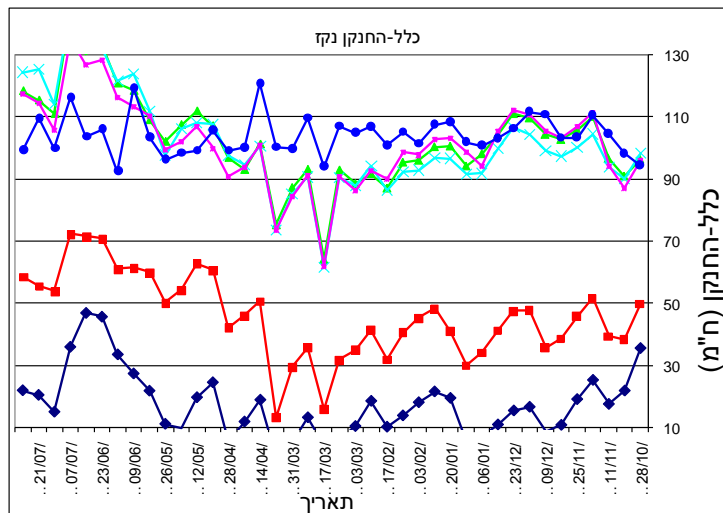
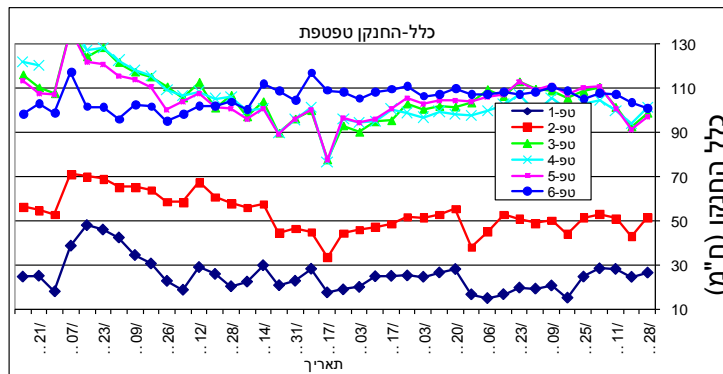
ריכוזי המגנזיום במי הטפטפת היו בתחום של 30-50 ח"מ. ריכוזי האשלגן היו בתחום של בין 150-200. ריכוזי הסיידן בין 40-80 ח"מ ונתרן התחיל בריכוז של 110 והגיע עד כדי 300 ח"מ במועד ההקזה. באופן דומה ריכוז הכלוריד בתחילת הגידול היה כ-200 ח"מ והגיע לפני ההקזה לערכים של כ-800 ח"מ. ככלל, העליה בריכוז הנתרן והכלוריד 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.



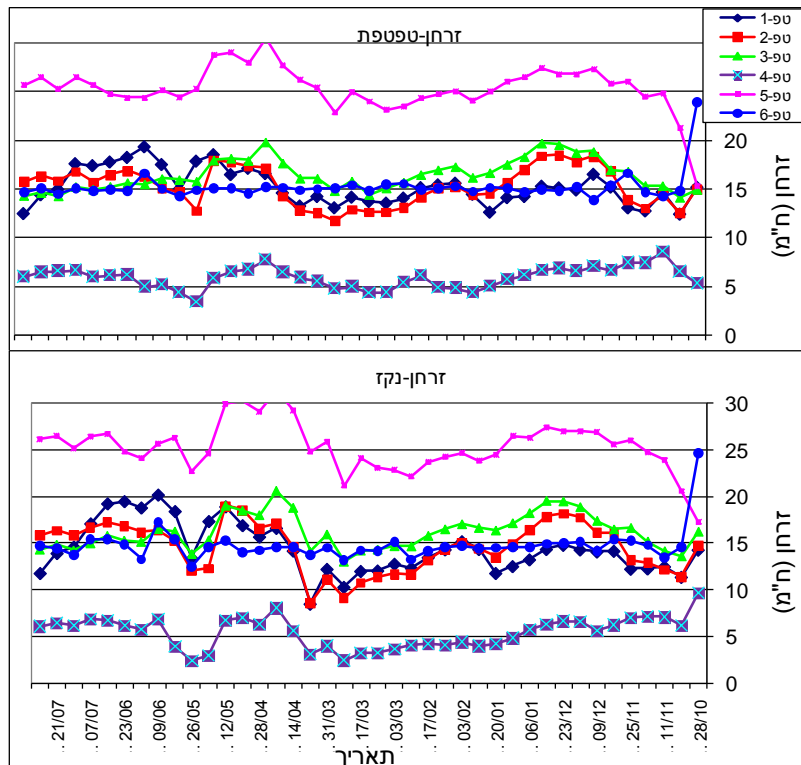
ציור 12. צריכת מים ליום לאורך עונת הגידול של שנת המחקר השלישית. חישוב מבוסס על ההפרש במי ההשקיה לנקז.



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.

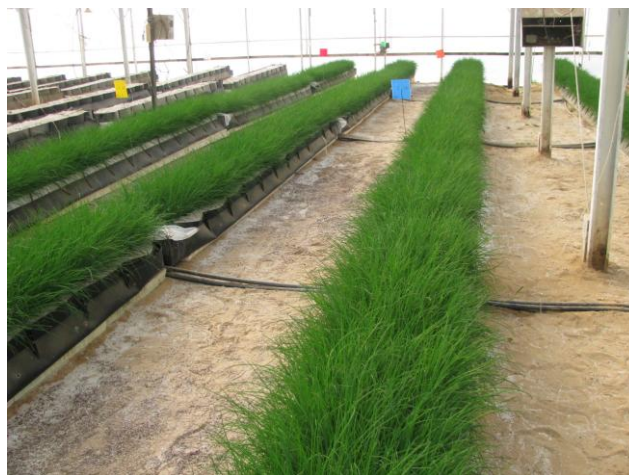


ציור 15. ריכוז זרחן של מי טפטפת ומי נקז במהלך עונת הגידול השלישית.

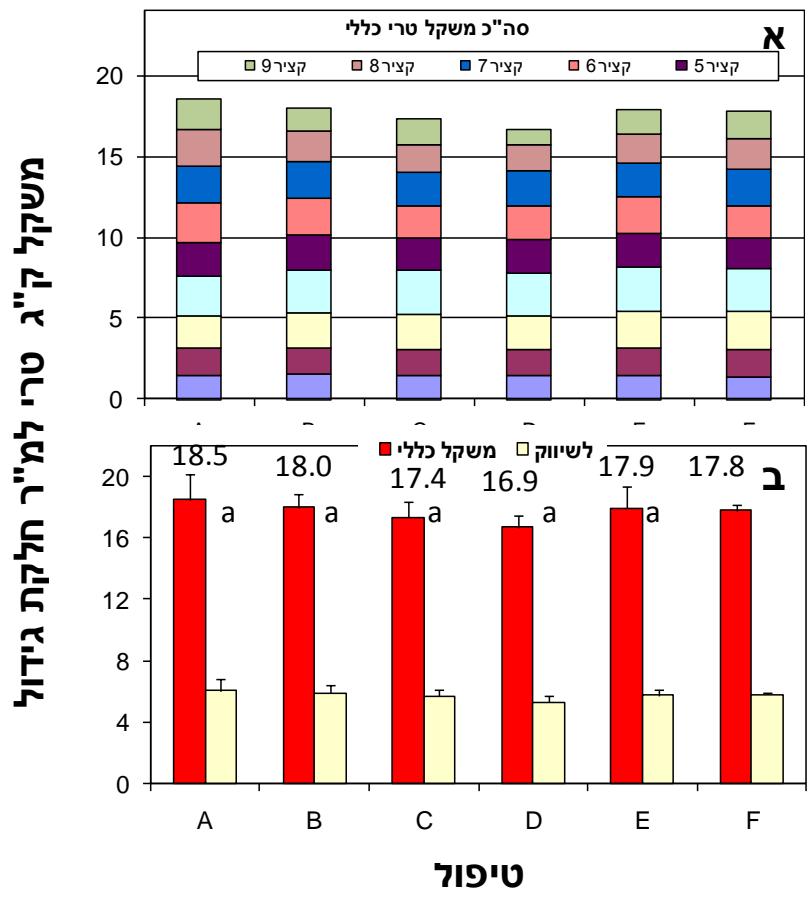
יבול וריכוז מינרלים בעלים – במהלך מרבית תקופת הגידול לא נצפו בעיות מיוחדות ובצמחים גדלו היטב. כמו כן לא נראו הבדלים חזותיים בין הטיפולים. ביטוי לכך ניתן לראות בציור 16. תוצאות היבול טרי הכללי ולשווק של תשעת הקצירים מוצגות באיור 17. לא נמצא הבדל משמעותי בין הטיפולים גם כאשר נבחנו כל 5 הטיפולים יחד וגם 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 לשווק 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 המגמות בין הקצירים דומים ולפיכך הוצגו באיור 18 תוצאות קציר 4 בו 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 ריכוז הנתרן והפחיתה בצורה משמעותית את ריכוז 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 חנקה 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.

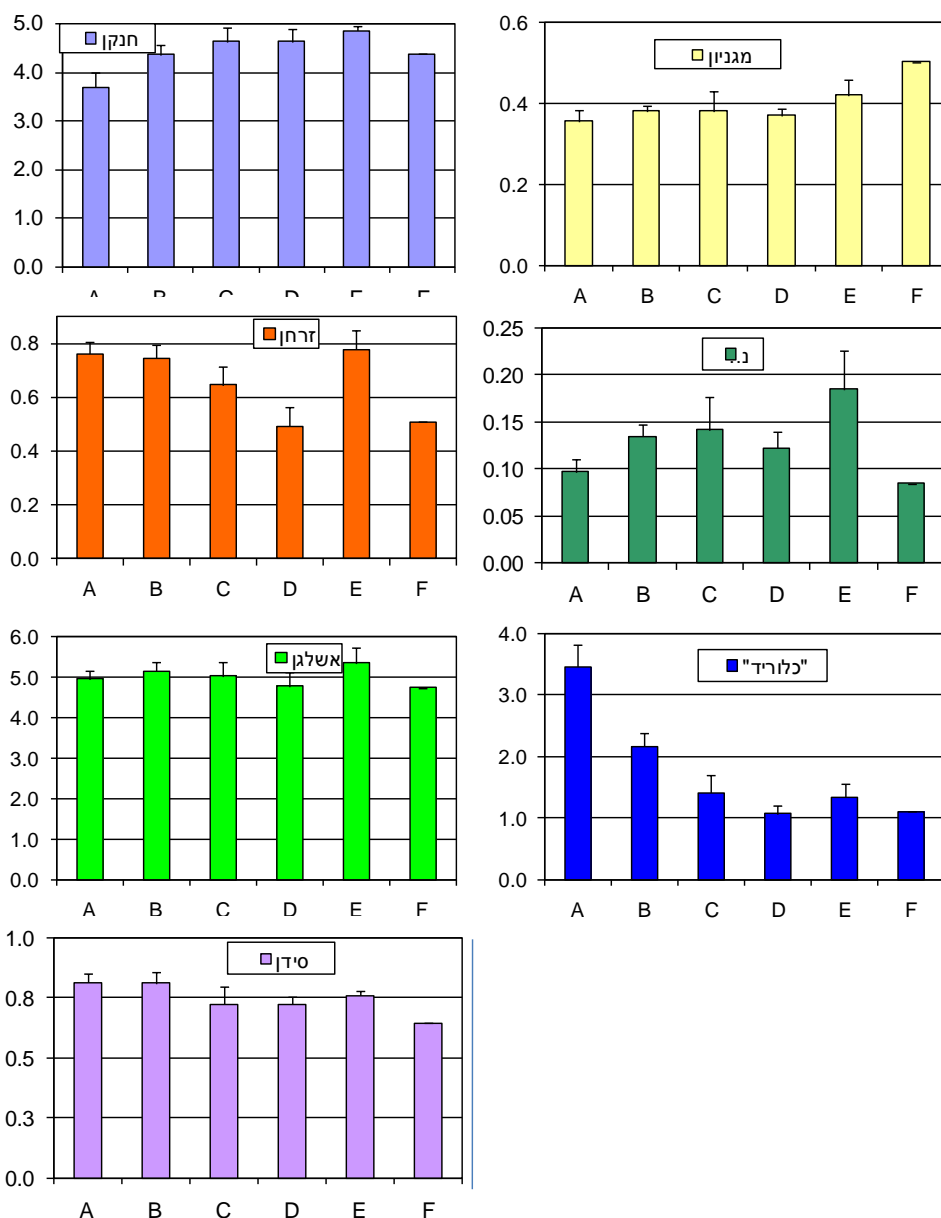
העליה בריכוז הזרחן במים המסוחררים התבטאה בריכוז הזרחן בעלים (טיפולים E C D) שעלה מערך של 0.5% עד כדי 0.8% בעלים (איור 18). לא נמצאה השפעה עקבית או משמעותית בהצטברות של מינרלים אחרים בעקבות טיפולי הזרחן. בולטת העובדה שריכוזי הנתרן והכלוריד בעלי הצמחים שגדלו במערכת הפתוחה (טיפולי F) היו נמוכים באופן משמעותי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



צור 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 מסוחררת. השקיה בריכוז של 5 ח"מ במערכת המסוחררת העלה את החיסכון בזרחן המיושם בשיעור של 17% נוספים לערך של 69%, זאת מבלי לפגוע ביבול.

גידול במערכת מסוחררת דורש יכולת בקרה ותגובה מהירה לשינויים שחלים בתמיסה המסוחררת. 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
2	3.0	429	90	339	69
	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, Arslev, 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.

סיכום

מטרות המחקר

מטרת העבודה פיתוח ממשק למחזור מי נקז בעירית. נלמדה ההשפעה של ערכי סף מוליכות התמיסה המסוחררת והשפעת החנקן והזרחן במי הטפטפת על גידול ואיכות עירית.

עיקרי הניסויים והתוצאות

בשנתיים הראשונות התקיימו ניסויים לקביעת ערך הסף להקזה המיטבי במערכת מסוחררת. הערך שהתקבל הינו 2.5 דציסימנס למ' 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. 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.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

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

הבעיות שנותרו לפתרון

בחינה של ההשפעה בירידה של יסודות אחרים כגון אשלגן. בחינת מערכת הגידול למשך זמן ממושך יותר.

פרסום והפצת החומר

אין