

רעילות בורון בכרם

Boron toxicity in grapevine

אורי ירמיהו, אפרים צפילביץ, פנחס סריג, ואינה פיינגולד, אבי סטרומזה, רמי קרן, שושנה סוריאנו

תקציר

סימני רעילות את בורון אופייניים ניצפים בעלוות גפנים באזורים שונים של בקעת הירדן. המחקר הנוכחי התמקד בלימוד תגובת גפן לריכוזי בורון שונים בתנאי בקעת הירדן תוך ניסיון למצוא מימשק השקיה לצמצום נזקי הבורון. הוקמה מערכת מבוקרת לגידול גפנים בחביות. הטיפולים כללו 4 רמות בורון במי ההשקיה (0.3, 1.3, 2.3 ו-3.3 ח"מ) בשתי כנות (רוג'רי וסולט קריק). בנוסף, נבחנה ההשפעה של טיפול מליחות על תגובת כנת סולט קריק לבורון. עם העליה בריכוז הבורון קטן היקף הגזע החל מריכוז בורון של 0.3 ח"מ. לעומת זאת, משקל הגזם ירד רק בריכוזי הבורון הגבוהים יותר. השפעות אלו מתחזקות עם השנים. ריכוז הבורון בעלים עולה באופן מובהק עם העליה בריכוז הבורון במי ההשקיה וישנה צבירה של בורון בעלים עם הזמן בכל עונת גידול, אך לא בין העונות. למרות זאת, יבול הענבים לא פחת ואף הושפע באופן חיובי מטיפולי הבורון במיוחד בבציר 2002. בשנה זאת, יבול הענבים שהתקבל היה גבוה באופן מובהק משאר הטיפולים והעצים אשר הושקו ברמת הבורון הגבוהה ביותר הניבו 83% יותר יבול בהשוואה לעצים שהושקו בטיפול הבורון הנמוך ביותר. בשלושת העונות ישנה מגמה ברורה אם כי לא מובהקת של יבול גבוה בכנת רוג'רי. סך היבול מכנת רוג'רי היה גבוה ב-12% מאשר סולט קריק. העלאת ריכוזי הנתרן כלורי והסידן כלורי במי ההשקיה בשיעור שהכפיל את המליחות החשמלית של מי ההשקיה מ-1.3 ל-2.7 דציסימנס למי לא השפיעה על גידול הגזע אך השפיעה באופן עיקבי על גידול הנוף שהתבטא בירידה במשקל הגזם שמשקלו פחת בשני ריכוזי הבורון הגבוהים. בטיפולים אלו ירד באופן משמעותי גם ריכוז הבורון בעלים. למרות הבדלים אלו יבול הענבים לא הושפע מטיפול המליחות בשלושת עונות הגידול. בניסוי שדה נבחנה ההשפעה של ממשק ההשקיה על הצטברות בורון בעלים ועל יבול הגפנים. לאחר שתי עונות בהם נחשפו העצים למימשקי ההשקיה השונים לא נמצאה השפעה מובהקת למימשק ההשקיה על שני הפרמטרים הללו.

2. מבוא

שטח הכרמים לענבי מאכל במדינת ישראל מגיע לכ-30,000 דונם אשר מפוזרים בכל רחבי הארץ. בבקעת הירדן ישנם כ-7,000 דונם כרם אשר מהווה את הגידול העיקרי. גידול גפנים בבקעת הירדן מאופיין בירידה דרמטית ביבול במהלך השנים הראשונות, בגודל גרגר קטן, ובחיי כרם קצרים עד כדי מחצית בהשוואה לזנים זהים הגדלים באזורים אחרים. סימני רעילות בורון בעלים נצפים בגפנים באזורים שונים של בקעת הירדן לרוב בתחילת העונה ובסופה. תכולת הבורון בקרקעות בבקעת הירדן גבוהה ומקורה משיחרור של בורון ממינרלים אשר בקרקע.

בורון הינו יסוד חיוני להתפתחות תקינה של הצמח. יש לו תפקיד חשוב במטבוליזם ומעבר סוכרים, נוכחותו חיונית לתפקוד המערכת ההורמונלית, בדופן התא בממברנות ועוד (Loomis and Durst, 1992). התחום הדרוש לגידול אופטימלי הינו צר. כשריכוזו גבוה מסף הרעילות מופיעים סימני כלורוזה בקצות העלים, אשר בשלב מאוחר יותר מלווה בנשירת עלים ובמיקרים קיצוניים לתמותת הצמח (Keren and Bingham, 1985). צמחים שונים מגיבים באופן שונה לריכוז הבורון בתמיסת הקרקע (Eaton, 1944). רמות הבורון הרעילות לגידולים שונים נקבעו בניסויים בהם הצמחים גודלו בחול והושקו בתמיסות המכילות ריכוזים שונים של בורון (1944) (Maas, 1986) (Eaton). מייך גידולים חקלאיים לארבע קבוצות על פי רגישותם לריכוז בורון בקרקע: רגישים (1-0.5 ח"מ), רגישים למחצה (2.0-1.0), עמידים למחצה (4.0-2.0), עמידים (6.0-4.0) ועמידים מאוד (15.0-6.0). גפן אירופאית (VITIS VINIFERA), נימנית עם קבוצת הגידולים הרגישים לבורון. רעילות של בורון בגפן נצפתה באזורים שונים ונרחבים בעולם הן מרעילות שנגרמת מריכוזי בורון גבוהים בקרקע או בהשקיה של מים בעלי ריכוזי בורון גבוהים (Nikolaou et al., 1995). בדומה לגפן, הדרים, הינו גידול רגיש מאוד לבורון. ידועים מקרים בהם פרדסים באזור בקעת הירדן נעקרו מפאת פגיעה מעודפי בורון. ע"פ הספרות שנסקרה, תחום ערכי הסף לבורון בתמיסת הקרקע מעליו מתחיל להיגרם נזק לגפן הינו 0.5 - 0.75 ח"מ. תחום ערכים זה הינו שכיח בקרקעות בבקעת הירדן. לפיכך, הועלתה השערה לפיה חשיפת הגפן לריכוזי בורון גבוהים, לתקופה ממושכת עלולה לגרום לנזק בטווח זמן ארוך יותר. השקית עצים מקבוצת הגלעיניים בבורון גרמה להצטברות בורון בגזעי העצים ונמצאה בהתאמה לתמותה של הגזעים, אף מבלי שהופיעו סימני רעילות של בורון בעלים (El-Motaium et al., 1994). כמו כן, נמצא שהצטברות של בורון התגברה עם הזמן והשפיעה על יכולת הכנה לחיות.

ריכוז הבורון בתמיסת הקרקע קובע את מהירות הצטברות הבורון בעלים ומכאן את מהירות הפגיעה. לכן, במקרים בהם יש חשיפה לרמות גבוהות מאוד של בורון תגובת הגפן מהירה. נשירת עלים בגפן שנחשפה לרמות בורון גבוהות, מהירה ביותר. חשיפה כזאת בתחילת העונה גורמת לפחיתה ביבול. לעומת זאת, חשיפה מתמשכת לרמות פחות

גבוהות עלולה לגרום לנזק בטווחי זמן ארוכים יותר. לגורמים סביבתיים ואקלימיים השפעה על קליטת מינרלים על ידי גפן (Bogoni et al., 1995). מאחר ותנועת הבורון הינה עם זרם הטרנספירציה יש יסוד להניח שהתנהגות העץ והצטברות הבורון בו תושפע מתנאי האזור. קליטה ובהצטברות של מינרלים בגפנים (ובכללם בורון) תלויה בכנה והזן (Kocsis et al., 1995; Stevens et al., 1996). לפיכך, בנוסף להשפעות האקלימיות יש חשיבות מרובה לבחון את הכנות והזנים הגדלים באזור.

לתכונות הכימיות פיסקליות של הקרקע חשיבות רבה בקביעת ריכוז הבורון בתמיסת הקרקע. כמות הבורון הספוח לקרקע מושפעת ממרכיבי הפאזה הסופחת (מינרלי חרסית, תחמוצות חופשיות וחומר אורגני) ומגורמים נוספים כגון: ריכוז הבורון בתמיסה, חומציות, ריכוז והרכב המלחים, טמפרטורה ומחזורי יבוש והרטבה (Keren and Bingham, 1985; Yermiyahu et al., 1988, 1995). שטיפה של בורון אל מתחת לשכבת בית השורשים הינה הדרך המקובלת להקטנת הנזק לצמחים. ניסויים שונים בדקו תהליכי שטיפה של בורון בעמודות קרקע ובשדה (יוטל, 1990) ופותחו מודלים לשטיפת בורון. נמצא מתאם טוב בין התוצאות המדודות למחושבות הן כאשר בורון הוסף (Hatcher and Bower, 1958) והן כאשר הקרקע מכילה בורון טיבעי ברמה גבוהה (Tanji, 1970). כמויות המים הנדרשות לשטיפת בורון יכולות לנוע ממאות לאלפי מ"מ מים בהתאם לרמת הבורון בקרקע, סוג הקרקע, שיטת השטיפה ועומק החתך השטוף הדרוש. יעילות שטיפת הבורון נמוכה בהשוואה לשטיפת כלוריד ויכולה להיות קטנה בפי 2-3.

למחקר המוצע יישום רחב יותר. שימוש הולך וגובר במים מושבים שמקורם בקולחים בהם ריכוז הבורון גבוה יחסית עשוי לגרום להצטברותו בקרקע. רעילות בורון בעקבות השקיה במים המכילים ריכוזי בורון גבוהים מדווחת בספרות ממקומות שונים בעולם. גם בארץ מיוחסת תמותת גפנים באזור זכרון יעקב לריכוזי בורון גבוהים שהיו במי הקולחים אשר שימשו להשקיה. סקר איכות מי שפכי אוג (המיועדים להשקיה באזור בקעת הירדן) מצביע על ריכוזי בורון גבוהים (טרצ'יצקי 1997). לימוד מקדים בנושא יחסוך התמודדות עם בעיות עתידיות הצפויות משימוש במים בעלי תכולת בורון גבוהות בכרמים. הבנת הקשרים בין בורון לקרקע ובין בורון בקרקע ובורון בצמח תאפשר לבחון דרכים להקטנת נזקי הבורון ע"י שינויים בממשקי השקיה המקובלים היום ו/או הקטנת ריכוזי בורון בקרקע באמצעות תוספים שיוספו לקרקע.

במחקר שהתבצע בשנים האחרונות על ידינו (ירמיהו וחו 2002) הראינו שנוכחות גבוהה של בורון שמקורו מהקרקע, גורם לעליה בקליטה של בורון ולהצטברותו בעלים אשר מתבטאים בעוצמה גבוהה בתום הגידול. במקרה של חשיפה גבוהה לבורון נצפתה קליטה מוגברת גם בראשית הגידול עד כדי רעילות. במימשק הגידול המקובל כיום באזור, השורשים פעילים בעומקים בהם ריכוז הבורון גבוה. לפיכך, הומלץ להתאים מימשק השקיה אשר יגביל את שכבת בית השורשים לעומק של עד 60 ס"מ. במקביל מתבצע ניסוי של גידול גפנים במיכלים אשר בוחן את תגובת הגפן לבורון בכנות שונות.

בשנים האחרונות החלו לגדל גפנים בעמק הירדן במימשק מחופה. סימני רעילות בורון במימשק המחופה הינם בעוצמה גבוהה יותר. על כן נבחן בניסוי המבוקר, טיפול במימשק מחופה ברמות בורון שונות. הניסוי הוצב בשנת 2000 ולמרות הזמן הקצר מתקבל מידע חשוב עת תגובת הגפן לבורון. שימוש בקולחין להשקיה בחקלאות הולך ומתרחב ויכלול בעתיד גם השקית גפנים בבקעת הירדן. קולחין מכילים בורון ומלחים בריכוז גבוהה ממים שפירים. בתנאי האקלים של בקעת הירדן יש לצפות עליה בריכוז המלחים והבורון בקרקע אשר תחשוף את הגפנים להשפעה משולבת של מליחות ובורון. מטרת תוכנית המחקר המוצעת היא ללמוד את השפעות ארוכות הטווח של בורון על הגפנים. המחקר יבחן מימשקי גידול שונים, ואת יחסי הגומלין בין בורון ומליחות על מנת להקטין את הנזק הנגרם לגפנים מרמות בורון גבוהות, להגדיל את היבול ולשפר את איכות הפרי. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח:

1. בחינת תגובת גפן לבורון בכנות שונות.
2. בחינת תגובת גפן לבורון בתנאי מליחות.
3. התאמת מימשק השקיה להפחתת קליטת בורון ע"י גפנים בקרקעות בקעת הירדן.

3. שיטות וחומרים

3.1. ניסוי חביות לבחינת תגובת גפן לבורון -

גפנים מורכבים בני כחצי שנה אשר נרכשו ממשתלות מסחריות נשתלו ב-15.8.00 בחביות בנות 60 לי, בשטח פתוח בחוות הניסיונות של בקעת הירדן. החביות נצבעו בלבן, בתחתיתם חובר ברז לאיסוף נקז. טוף בגובה של 5-7 ס"מ הונח בתחתית החבית, מעליו רשת דקה ומעליה פרלייט. פרלייט נבחר כמצע הגידול על מנת להקטין למינימום את יחסי הגומלין בין מצע הגידול לבורון ולאפשר שליטה בריכוז הבורון בתמיסת הקרקע. השקיה נעשתה במערכת משאבות וטיפטוף, 6 טפטפות בספיקה של 2 לי לשעה לחבית. המערכת מופעלת ומבוקרת ע"י מחשב. החביות הושקו במהלך היום (בין 6⁰⁰ ל-19⁰⁰) בתדירות של 9 פעמים ביום, 3 לי לחבית להשקיה. דישון ניתן ברציפות עם ההשקיה והכיל את היסודות הבאים: 47 ח"מ חנקן כללי (34 ח"מ כחנקה ו-13 ח"מ כאמון), 10 ח"מ זרחן, 30 ח"מ אשלגן, 0.7 ח"מ ברזל, 0.35 ח"מ מנגן, 0.18 ח"מ אבץ, 0.04 ח"מ נחושת, ו-4 ח"מ מוליבדן. מי טפטפת נדגמו אחת ברציפות אחת לשבועיים והסטיות שהתקבלו בריכוזי היונים הגיעו עד 10%. חומציות מי ההשקיה נקבעה לערך של בין 6.3 ל-6.5 ע"י חומצה גופריתנית (5%). טיפולי הבורון החלו 40 יום לאחר שתילה כדי לאפשר התבססות הצמחים וכללו 4 ריכוזי בורון בתמיסת ההשקיה: 0.3, 1.3, 2.3, 3.3 ח"מ. בניסוי נבחנים שתי כנות: רוג'רי שהינה כנה דומיננטית באזור וסולט קריק כנה מבטיחה עתידית בעלת עמידות לנמטודות וגורמי מליחות שונים עם הזן הנפוץ באזור

(סופיריור). טיפול המליחות הופעל על כנת סולט קריק. העליה במליחות התקבלה ע"י תוספת נתרן וסידן כלורי. ריכוז הנתרן והסידן במים לפני תוספת מלח היה 1.2 ו-1.3 מילימולר, בהתאמה. הוספת המלחים העלתה את ריכוזי הנתרן והסידן ל-9, ו-3 מילימולר, בהתאמה, ואת המוליכות החשמלית של תמיסת ההשקיה מ-1.3 בטיפולים ללא מלח ל-2.7 דציסימנס למ'. מבנה הניסוי הינו בחלקות מפוצלות (רמת בורון) בשישה בלוקים באקראי. בכל חלקה 3 חביות (רוג'רי, סולט קריק, סולט קריק + מלח) ובכל בלוק 12 חביות. סה"כ בניסוי מוצבים 72 חביות. בשנת 2002 הועתקו הצמחים לחביות של 100 ל' על מצע פרלייט.

הצמחים גדלים בהשקיה עודפת וזאת על מנת למנוע עליה בריכוז הבורון והמלח במצע הגידול. נערך ניטור רציף מידי שבועיים של מי הטפטפת והנקז המצטבר במהלך 24 שעות בטיפולים השונים. נקבע נפח מי הטפטפת והנקז, המוליכות החשמלית וריכוזי היונים: חנקה, אמון, זרחן, אשלגן, ובורון נקבעו בהם. מדידות מצביעות על מקדם השטיפה של לפחות 50%. ריכוז הבורון והמלחים בנקז לא השתנו באופן משמעותי ועלו עד כדי 20%. כל החנקן בנקז היה בצורת ניטרט וריכוזו היה נמוך עד כדי 20% מריכוז החנקן הכללי שבמי הטפטפת. נמצאה ירידה של כ-50% בריכוז הזרחן בנקז בהשוואה למי טפטפת.

גיזום נעשה בכל שנה בסוף ינואר: ב-30.1.01, 25.1.02, 29.1.03, 29.1.04. מיד לאחר מכאן העצים רוססו באלזודף (4%+) BB5 (0.1%). במועדים אלו נמדד קוטר הגזע 10 ס"מ מנקודת ההרכבה וכן משקל טרי של הגזם. בסה"כ גודלו הגפניים למשך ארבע שנים. עונת הגידול הראשונה היתה קצרה והצמחים נחשפו לטיפולים רק למספר חודשים. לפיכך חשיפה מלאה לטיפולים התקבלה רק בשלוש העונות העוקבות. ובדוח הנוכחי יוצגו תוצאות משנים אלו בלבד. תוצאות של השנה הראשונה הוצגו בדוח הקודם (ירמיהו וחוי, 2002). בכל עונה נדגמו עלים בספר מועדים. בעונת הגידול השניה נדגמו עלים בחמישה מועדים: 2.4.01, 1.5.01, 21.6.01, 2.9.01 ו-3.12.01. בדיגום הראשון שלישי וחמישי נדגמו עלים בוגרים. בדיגום השני נדגמו העלים מול האשכול ובדיגום החמישי עלים צעירים. בעונת הגידול השלישית בשני מועדים 24.3.02 ו-12.5.02. בעונת הגידול הרביעית נדגמו עלים בארבעה מועדים: ב-30.3.03, 17.6.03, 22.7.03 וב-16.9.03 בשני העונות האחרונות נדגמו עלים רביעי וחמישי מול אשכול. עלים נשטפו במים מזוקקים, יובשו, נטחנו ונקבע בהם ריכוז היסודות חנקן, זרחן ואשלגן בשריפה רטובה עם חומצה גופריתית ומי חמצן. ריכוז הבורון בחלקי הצמח נקבע בשריפה יבשה: שריפה בטמפרטורה של 550 °C, המסת האפר בחומצה מלחית בריכוז של 1N, סינון וקביעת בורון בשיטת ה-Azomethine-H. ניתוח סטטיסטי לבחינת הטיפולים נעשה בתוכנת Gump ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$.

3.2. ניסוי שדה

הוצב ניסוי שדה אשר בוחן טיפולי השקיה שונים שמטרתם לצמצם את קליטת הבורון מעומק הקרקע. מימשק ההשקיה המתקיים באזור מבוסס על לוח השקיה שנתי. תדירות השקיה של פעם ביום בקיץ ובתדירות נמוכה יותר בתקופות הפחות חמות. בחודש אוקטובר מופסקת ההשקיה ומתחדשת רק בחודש דצמבר. הניסוי הוצב בחלקה אשר מטופלת ע"י תחנת המחקר בבקעה בניסוי נבחנים 6 טיפולים :

1. השקיה כמקובל באזור עם הפסקה בחודשי החורף. בשלוחה אחת.
2. השקיה כמקובל באזור עם הפסקה בחודשי החורף בשתי שלוחות.
3. השקיה רציפה לאורך כל העונה מלבד תקופת מינימום של שלושה שבועות. בתקופת הגידול השקיה זהה לטיפולים 1 ו-2. שלוחה אחת.
4. השקיה בתדירות מים גבוהה – השקיה בפולסים : 4 פעמים יום.
5. השקיה שלוחה אחת בתעלת טוף.
6. השקיה בפסיות.

ניסוי השדה הוצב בשישה בלוקים באקראי. בכל בלוק 3 שורות עצים. אורך חלקה 25 מ'. ניסוי השדה החל בחורף 2002 עם ייושם טיפול 1 כאשר לא הופסקה השקיה בתקופת החורף. בשנת 2003 ייושמו שאר הטיפולים. ריכוז הבורון בעלים נקבע בשני מועדים במהלך העונה. יבול ימדד בתום העונה. ב-11.6.03 וב-16.9.03 נלקחו דיגומי עלים לעונה הראשונה וב-5.5.04 וב-23.6.04 לעונת גידול שניה – עלי רביעיוחמישי מקודקוד הצמיחה. העלים נאספו לאורך שורות הגידול כ-40 עלים לדגימה בכל החלקות. העלים נשטפו במים מזוקקים, יובשו, נטחנו ונקבע בהם ריכוז היסודות חנקן, זרחן, אשלגן ובורון בשיטות שתוארו קודם. בתום כל עונה נמדד יבול שנבצר מ-20 מטר ונשקל.

4. תוצאות ודין

4.1. תגובת גפן לבורון

4.1.1. השפעה על הגידול ויבול

צמחי הגפן גדלו למשך 4 שנים כאשר בשנה הראשונה הצמחים נחשפו למשך מספר חודשים מצומצם. בשלוש השנים שלאחר מכן החשפיה לרמות הבורון והמליחות היתה לאורך כל העונה. בדוח הנוכחי נתמקד בשלושת עונות הגידול הללו. תאור מפורט של תוצאות עונת הגידול הראשונה ניתן למצוא בדוח הקודם (ירמיהו וחוי' 2002). בכל שלושת השנים נצפו סימני רעילות בורון בצמח שהתבטאו בעלים קטנים בהצבה של שולי העלים ובין העורקים ולאחר מכן בהתייבשות בשוליים. הסימנים ניצפו תחילה בעצים שקיבלו את רמת הבורון הגבוה בד"כ כחודש לאחר הליבלוב. מספר שבועות

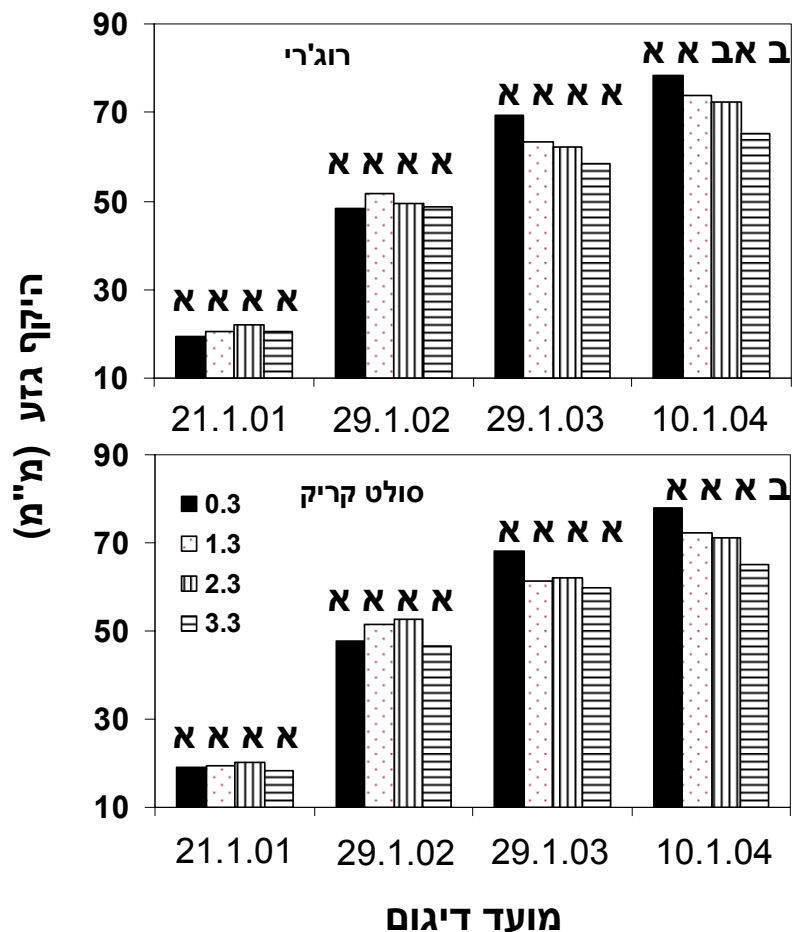
לאחר מכן ניצפו סימני רעילות גם בטיפול הבורון השלישי (2.3 ח"מ). שני מדדים שימשו בניסוי הנוכחי להערכת הגידול. קוטר הגזע ומשקל הגזם. קוטר הגזע נמדד בכל שנה מיד לאחר הגיזום. הערכים לכל כנה בכל הטיפולים מוצגים בציור 1. לאורך כל השנים לא היה הבדל משמעותי בין שתי הכנות ולכן ההתייחסות תהיה לממוצעים של שתי הכנות. היקף הגזע גדל בין העונות אך שיעור הגידול קטן עם הגידול. לדוגמא, היקף הגזע הממוצע לשתי הכנות בטיפול ברמת הבורון הנמוכה ביותר גדל בעונת הגידול השניה ב-28.8 מ"מ, בשלישית ב-20.6 מ"מ וברביעית ב-9.6 מ"מ. בעונת הגידול הראשונה והשניה לא היתה השפעה לעליה בריכוז הבורון במי ההשקיה על עובי הגזע החל מעונת הגידול השלישית החלה מגמה של ירידה בעובי הגזע עם העליה בריכוז הבורון שבמי ההשקיה. המגמה התחזקה ובשנה הרביעית כבר היתה מובהקת. כך לדוגמא שיעור הגידול בקוטר הגזע הממוצע לשני הכנות בטיפול הבורון הגבוה ביותר בעונה הרביעית היה 5.8 מ"מ בלבד ז.א. ירידה של 40% בהיקף הגזע בהשוואה לעצים שהושקו בריכוז הבורון הנמוך ביותר.

תוצאות משקל הגזם לכל ארבעת העונות מוצג בטבלה 1. משקל הגזם בעונה הראשונה היה נמוך בהשוואה לשאר העונות בעיקר בגלל משך הגידול הקצר מאוגסט 2000 (מועד השתילה) עד ינואר 2001. החל מעונת הגידול השניה משקל הגזם נשאר יציב סביב תחום ערכים של 4-6 ק"ג גזם לעץ. מכאן, שהחל מעונת הגידול השניה נוף העצים כבר הגיע לגידול האופטימלי. לאורך כל עונות הגידול משקל הגזם של העצים מכנת סולט קריק היה גבוה באופן משמעותי ומובהק מהגזם של העצים מכנת רוג'רי. כנת סולט קריק ידועה בעוצמת צימוח גבוה שהתבטאה גם בניסוי הנוכחי. השפעת ריכוז הבורון שבמי ההשקיה על משקל הגזם המצטבר מוצגת בציור 2. עבור שתי הכנות הקשר בין משקל הגזם לריכוז הבורון מובהק בעל אופי ממעלה שניה. כאשר ישנה עליה במשקל הגזם בריכוז הבורון הנמוך עד למקסימום ולאחר מכן ישנה ירידה. בעונות הגידול הראשונות ההשפעה היתה בולטת יותר בכנת רוג'רי אבל לאחר 4 עונות גידול ניתן לראות שהגזם מכנת סולט קריק הגיב דומה. לאחר 4 שנות גידול, משקל הגזם המירבי בכנת רוג'רי התקבל בריכוז בורון של 2.3 ח"מ ובכנת סולט קריק בריכוז בורון של 1.4 ח"מ. בשתי הכנות ההבדל במשקל הגזם בטיפול הבורון של 1.3 ו-2.3 היו קטנים ביותר (ציור 2). תוצאות אלו מצביעים על כך שריכוז הבורון שבמי ההשקיה השפיע על עוצמת הגידול של העץ כאשר ריכוז אופטימלי התקבל בתחום של 1.3-2.3 ח"מ. נראה שריכוז של 0.3 ח"מ במי ההשקיה נמוך מדי ולעומת זאת ריכוז של 3.4 גבוה וגורם לירידה בעוצמת הצימוח כפי שהיא מתבטאת במשקל הגזם.

ממדידות היקף הגזע ומשקל הגזם נראה שהשפעת ריכוז הבורון שבמי ההשקיה על גידול העץ מתחזקת עם השנים. עם העליה בריכוז הבורון קטן היקף הגזע החל מריכוז בורון של 0.3 ח"מ לעומת זאת, משקל הגזם יורד רק בריכוזי בורון גבוהים יותר. הבדל זה בין גידול הגזע והנוף הוא תוצאה של תקופת הגידול השונה של הגזע בהשוואה לנוף וזמן

החשיפה לרעילות הבורון. ההשפעה הראשונית והעיקרית של הבורון היא נזק שנגרם לעלים. בדוח הקודם הראנו שבורון מצטבר עם הזמן וריכוזו בעלים הבוגרים גבוה בהשוואה לעלים צעירים כאשר בריכוזי הבורון הגבוהים שיעור ההצטברות מהיר בהשוואה לריכוזי הבורון הנמוכים (ירמיהו וחוי, 2002). בכל עונה בתחילת הבלבוב החדש ובשלב הצימוח החזק והראשוני של הנוף פגיעת הבורון מוגבלת והיא מתחזקת עם התקדמות הגידול והצטברות בורון בעלים. הצטברות זאת, גורמת לפגיעה בעלים ובשל כך לעיכוב בצימוח של הנוף בשאר תקופת גידול הנוף. לעומת זאת, גידול הגזע נמשך לאורך כל העונה גם בתקופה שבה הנוף מפסיק לגדול וההשפעה של נזקי הבורון בעלים מתבטאת גם בחודשים בהם נעצר גידול הנוף.

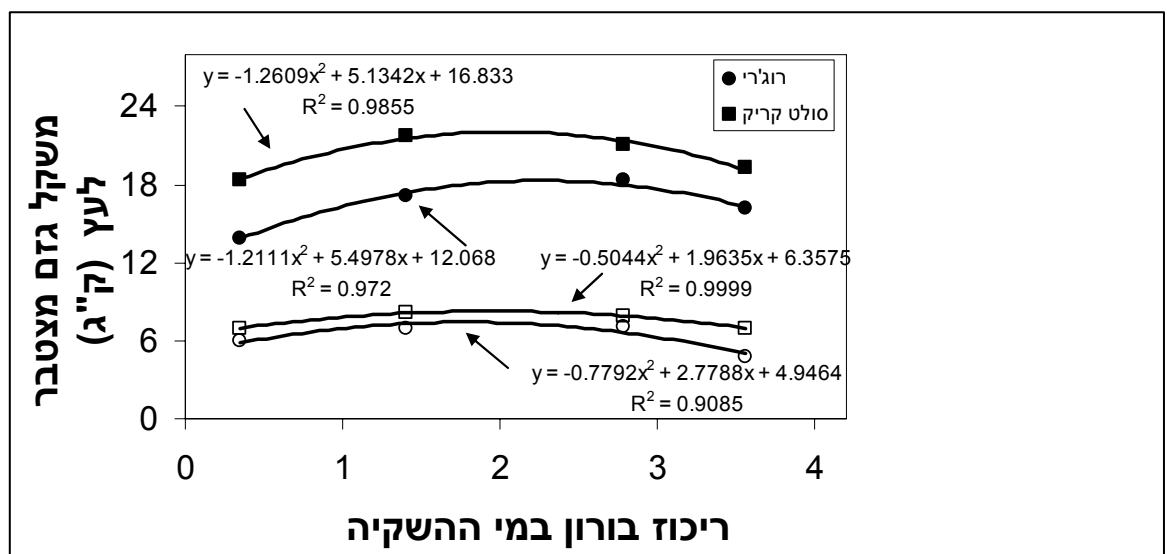
צור 1. קוטר גזע של שתי כנות עצי גפן שגדלו בריכוזי בורון שונים במי ההשקיה בכל ארבעת שנות הגידול. הערכים מייצגים ממוצע של 6 חזרות.



טבלה 1. משקל גזם לעץ לאורך שונות הגידול בטיפולים השונים.

משקל גזם (ק"ג לעץ)				טיפול		
מועד מדידה				כנה	מליחות	בורון (ח"מ)
10/1/04	29/1/03	29/1/02	21/1/01			
3.5	4.5	4.6	1.4	רוג'רי	ללא	0.3
5.5	5.9	5.8	1.2	סולט קריק	ללא	
5.0	5.2	5.9	1.3	סולט קריק	עם	
4.5	5.6	5.7	1.3	רוג'רי	ללא	1.3
7.3	6.3	6.4	1.8	סולט קריק	ללא	
5.8	5.7	6.0	1.8	סולט קריק	עם	2.3
6.3	5.0	5.7	1.3	רוג'רי	ללא	
6.5	6.7	5.9	2.0	סולט קריק	ללא	
5.6	5.4	4.6	1.2	סולט קריק	עם	3.3
6.3	5.0	3.9	0.9	רוג'רי	ללא	
5.5	6.8	5.8	1.1	סולט קריק	ללא	
4.5	5.1	4.8	1.2	סולט קריק	עם	

ציור 2. משקל גזם מצטבר של שתי כנות עצי גפן כתלות בריכוז הבורון במי ההשקיה. סמנים ריקים מייצגים את משקל הגזם מתאריך 29/1/02 והמלאים מתאריך 10/1/04.



ענבים נבצרו בשלוש שנים רצופות ב-2001, 2002 ו-2003. היבול בשנה הראשונה היה נמוך ביותר והממוצע מכל העצים שהשתתפו בניסוי היה 1.2 ק"ג לעץ כאשר בחלק מהעצים לא היה כלל יבול. בשנה שלאחר מכן היה יבול גבוהה עם ממוצע של 9.0 ק"ג לעץ (כ-2 טון לדונם). בשנת הבציר האחרונה היבול ירד והממוצע לעץ היה 4.2 ק"ג. תוצאות ניתוח שונות דו גורמי (בורון וכנה) מוצגים בטבלה 2. יבול הענבים הושפע באופן מובהק מטיפול הבורון רק ביבול שנבצר בשנת 2002. בשנה זאת, יבול הענבים שהתקבל היה גבוה באופן מובהק משאר הטיפולים כך לדוגמא העצים אשר הושקו ברמת הבורון הגבוהה ביותר הניבו 83% יותר יבול בהשוואה לעצים שהושקו בטיפול הבורון הנמוך ביותר. סך כל היבול משלושת שנות הבציר מצביע על יבול דומה בשלושת טיפולי הבורון הנמוכים אשר נבדלים באופן מובהק מטיפול של הבורון הגבוה. ההבדל זה הוא בעיקר תוצאה של בציר 2002. בשלושת העונות ישנה מגמה ברורה אם כי לא מובהקת של יבול גבוה בכנת רוג'רי. סך היבול מכנת רוג'רי היה גבוה ב-12% מאשר סולט קריק. כנת רוג'רי ידועה בהנבה גבוהה יותר בהשוואה לסולט קריק.

טבלה 2. יבול גפן בניסוי המיכלים בטיפול הבורון בשתי כנות. התוצאות מייצגות ממוצעי טיפולים בניתוח דו גורמי. ערכים עם אותיות דומות אינם נבדלים באופן מובהק זה מזה.

סה"כ	שנת בציר			טיפול
	2003	2002	2001	
בורון (ח"מ)				
0.3	0.7 א	7.2 ב	4.4 א	12.3 ב
1.3	1.2 א	8.0 ב	3.4 א	12.6 ב
2.3	1.7 א	9.0 ב	3.3 א	14.0 ב
3.3	1.1 א	13.2 א	5.2 א	19.5 א
כנה				
רוג'רי	1.2 א	9.9 א	4.5 א	15.6 א
סולט קריק	1.1 א	8.9 א	3.9 א	13.9 א
יחסי גומלין				
	לא	לא	לא	לא

4.1.2. השפעה על קליטת בורון

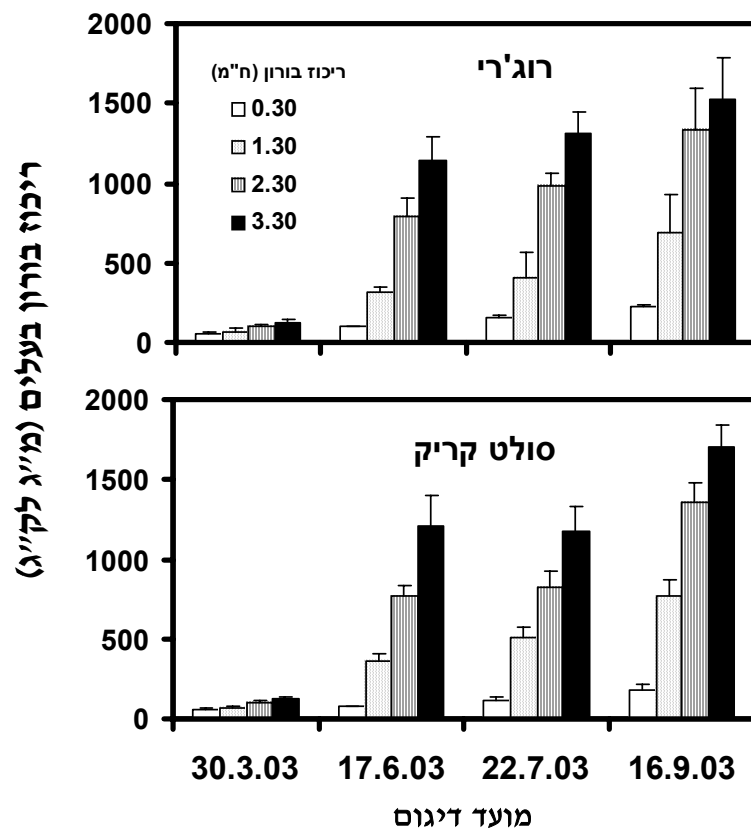
ריכוז הבורון בעלים נמדד בכל ארבעת שנות הגידול. דיווח מפורט לשנתי שנות הגידול הראשונות ניתן בדוח הקודם (ירמיהו וח' 2002). בדוח הנוכחי נתייחס בעיקר לתוצאות השנתיים האחרונות וכן לשינויים שחלו במהלך כל ארבעת שנות הגידול. בשתי שנות הגידול האחרונות נחשפו הצמחים לטיפולים לכל משך הגידול. בדומה לשנים הקודמות סימני רעילות בורון בעלים נצפו כבר בתחילת העונה בעיקר בטיפול הבורון הגבוהה ביותר. סימני רעילות ניצפו גם ברמת בורון של 2.3 ח"מ אם כי בעוצמה פחותה ריכוז הבורון בעלים נמדד בכל ארבעת שנות הגידול. דיווח מפורט לשנתי שנות הגידול הראשונות ניתן בדוח הקודם (ירמיהו וח' 2002). בדוח הנוכחי נתייחס בעיקר לתוצאות השנתיים האחרונות וכן לשינויים שחלו במהלך כל ארבעת שנות הגידול. בשתי שנות הגידול האחרונות נחשפו הצמחים לטיפולים לכל משך הגידול. בדומה לשנים הקודמות סימני רעילות בורון בעלים נצפו כבר בתחילת העונה בעיקר בטיפול הבורון הגבוהה ביותר. סימני רעילות ניצפו גם ברמת בורון של 2.3 ח"מ אם כי בעוצמה פחותה ובמועד מאוחר יותר בהשוואה לטיפול בורון של 3.3 ח"מ. עם התקדמות הגידול, ברמת הבורון הגבוהה ביותר ניצפתה פגיעה בהתפתחות הנוף של העץ אשר התבטאה בגודל עלים קטן, באורכי שריגים קצרים ומרובים התפצליות. לא נראה הבדלים בין הכנות ביחס לתגובת העצים לבורון. ריכוז בורון בעלים כתלות בארבעת מועדי הדיגום ובריכוז הבורון השונים במי ההשקיה בשתי הכנות מוצגים בציור 3. בדומה לשנים הקודמות ריכוז הבורון בעלים הצעירים הבוגרים ביותר (עלה חמישי מקצה השריג) עולה לינארית עם העליה בריכוז הבורון במי ההשקיה בכל מועד דיגום, וריכוז הבורון עולה עם התקדמות הגידול באופן משמעותי. ככלל, קליטת הבורון לאורך העונה בין הכנות זהה ואין הבדל מובהק בין הכנות ביחס לריכוז הבורון בעלים (ציור 4).

בציור 5 מוצגת השוואה של ריכוז הבורון בעלים בין השנים. מאחר וריכוז הבורון תלוי במועד הדיגום וגיל העלה יש ערך לעשות את ההשוואה רק לעלים באותו גיל ובמועד דיגום דומה. לפיכך, בציור 5 מוצגים תוצאות של העלים הצעירים הבוגרים ביותר אשר נדגמו במועדים דומים בעונות הגידול השונות. מאחר ולא היה הבדל בין הכנות ביחס לריכוז הבורון בעלים יוצגו תוצאות של כנת רוג'רי בלבד. מועד דיגום הראשון בשלושת העונות בהם נחשפו הצמחים לכל אורכם נעשה בסוף מרץ תחילת אפריל (ציור 5א). במועד זה קיימת שונות בין העונות כאשר ריכוז הבורון בעלים הולך ויורד עם העונות בעיקר ברמות הבורון הגבוהות. הבדל זה מתשתש עם התקדמות הגידול ובאופן כללי בדיגומים שנעשו בהמשך עונות הגידול (5ב ו-5ג) כבר אין הבדל משמעותי בין עונות הגידול השניה לרביעית. קצב הצטברות הבורון בעלים אינו אחיד ושיעור העליה בריכוז הבורון בחודשים הראשונים גבוה בהשוואה לשאר החודשים בעיקר ברמות הבורון הגבוהות כפי שניתן לראות בציור 4. שינוי בקצב הצטברות הבורון היא תוצאה של התבגרות העלה וירידה בטרנספיראציה. בורון מגיע לעלים בזרם הקסילם בלבד ולכן עם

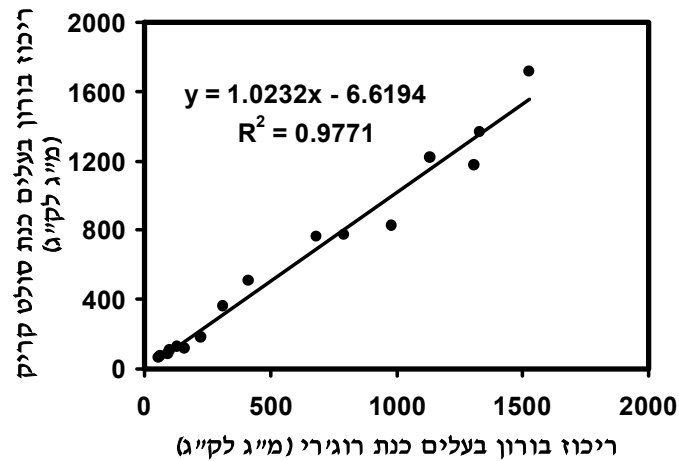
התבגרות העלים והירידה בטרנספירציה, שהיא תהליך טבעי, קטן שיעור הצטברות הבורון. ההבדל בין העונות בתחילת הגידול יכול להיות כתוצאה משיעור צימוח שונה ומתנאי סביבה שמשפיעים על הצטברות הבורון. העובדה שבהמשך העונה ריכוז הבורון בעלים דומה מחזקת את הטענה הזאת.

לסיכום, ריכוז הבורון בעלים מצטבר עם הזמן בכל עונת גידול ובכל מועד ריכוז נמצא בתלות ישירה וחיובית עם ריכוזו בתמיסת מי ההשקיה. עם התקדמות העונה ההבדל בין הטיפולים מתחזק. השקיה בריכוזי בורון של 2.4 ח"מ גרמה להצטברות גבוהה של בורון בעלים שהתבטאה בצריבות בעלים. השקיה ברמה גבוהה יותר של בורון פגעה בהתפתחות העלים והשריגים. באופן כללי, ריכוז הבורון לא עלה בין עונות הגידול. ירידה מסויימת עם העליה במספר שנות הגידול נצפתה בדיגום שנעשה בתחילת הגידול אך ההבדלים התשתשו בהמשך.

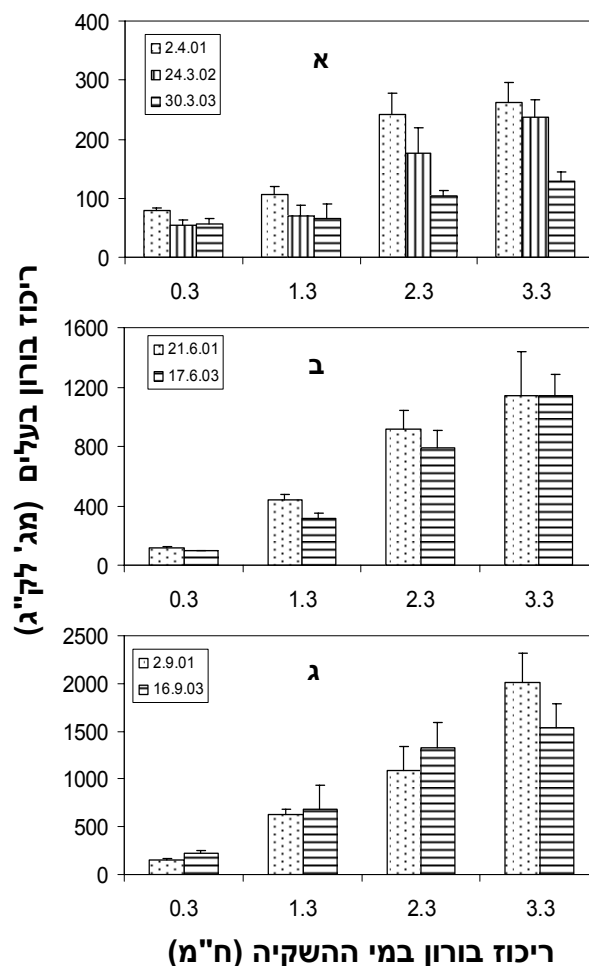
צור 3. ריכוז בורון בעלים לאורך עונת הגידול הרביעית (2003/4) בטיפולי הבורון עבור שתי הכנות. הערכים מייצגים ממוצע של 6 חזרות. הקווים האנכיים מייצגים את סטיית תקן.



ציור 4. ריכוז בורון בעלים של כנת סולט קריק כנגד ריכוז הבורון בעלים של כנת רוג'רי בעונת הגידול הרביעית (2003/4). הערכים מייצגים ממוצע של 6 חזרות והקו מייצג מתאם קווי ישר.



ציור 5. השתנות ריכוז הבורון בעלים לאורך שונות הגידול. תוצאות שריכוז בורון בעלים של כנת רוג'רי. מועדי דיגום: תחילת הגידול (א), לאחר כחודשים וחצי (ב) ולקראת סוף הגידול (ג). הערכים מייצגים ממוצע של 6 חזרות והקו האנכיים סטית תקן.



4.2. תגובת גפן לבורון בנוכחות מלח –

בכל ארבעת השנים לא נצפו הבדלים חזותיים בעצים שגדלו בנוכחות מלח בהשוואה לעצים שגדלו ללא מלח. בדומה לטיפול ללא מליחות הגזע התעבה עם השנים (ציור 6). בניתוח שונות דו כיווני של מליחות ובורון לכנת סולט קריק לא היה הבדל מובהק לטיפול המליחות בכל אחד מהארבעת השנים (תוצאות לא מוצגות). הבדל התקבל רק לטיפול הבורון בתום העונה הרביעית כאשר עובי הגזע יורד עם ריכוז הבורון (ההבדל מובהק התקבל רק בין ריכוז הבורון הגבוה לנמוך ביותר). תוצאות אלו זהות לאלו שהתקבלו עבור שתי הכנות ללא טיפול המלח ומחזקים את התוצאות ביחס להשפעת הבורון. תוצאות משקל הגזם לכל ארבעת העונות עבור טיפול המליחות מוצג בטבלה 1. באופן כללי, בדומה לטיפול ללא תוספת מלח, משקל הגזם בעונה הראשונה היה נמוך בהשוואה לשאר העונות בעיקר בגלל משך הגידול הקצר מאוגסט 2000 (מועד השתילה) עד ינואר 2001. החל מעונת הגידול השניה משקל הגזם נשאר יציב סביב תחום ערכים של 4-6 ק"ג גזם לעץ. השפעת ריכוז הבורון שבמי ההשקיה על משקל הגזם המצטבר מוצגת בציור 7. בדומה לטיפול ללא מליחות (ציור 2) הקשר בין משקל הגזם לריכוז הבורון מובהק בעל אופי ממעלה שניה. כאשר ישנה עליה במשקל הגזם בריכוז הבורון הנמוך עד למקסימום בריכוז 1.4 ח"מ ולאחר מכן ישנה ירידה. העלאת המליחות במי ההשקיה לא השפיעה על משקל הגזם בתום עונת הגידול הראשונה אך החל מעונת הגידול השניה התקבלה ירידה במשקל הגזם בטיפולים עם תוספת המליחות. ירידה אשר נשמרה יציבה במשך שלושת העונות האחרונות (ציור 7). הבדל מובהק התקבל בגזם המצטבר עם מגמה ברורה של עליה בהשפעת המליחות עם העליה בריכוז הבורון כאשר ברמת הבורון הנמוכה הירידה בגזם המצטבר בארבעת העונות היתה כ-5% בלבד והלכה וגברה לערכים של 11% ברמה של 1.3 ח"מ בורון ולכ-19-20% בשתי רמות הבורון הגבוהות ביותר. תוצאה זאת מצביעה על כך שההשפעה של שני הגורמים מליחות ובורון מתחזקת כאשר נוכחים שני הגורמים ביחד. מתוצאות אלו לא ניתן להגדיר את אופי השפעת הגומלין: אטיבי, אנטגוניסטי או סנרגיסטי בין מליחות לבורון. מאחר ואין מספיק טיפולים משולבים על מנת להאפיין את אופי יחסי הגומלין.

יבול הענבים לשלושת הבצירים מוצג בטבלה 3. הניתוח נעשה עבור כנת סולט קריק בנוכחות והעדר מלח. באופן כללי המגמות שהתקבלו בניתוח השונות בין הכנות נשמרו (טבלה 1) גם בניתוח של המליחות. בולטת העליה ביבול המצטבר משלושת הבצירים עם העליה בריכוז הבורון (הבדל מובהק התקבל רק בין טיפול הבורון הגבוה לשאר הטיפולים). לעומת טיפולי הבורון, למליחות לא היתה השפעה באף בציר וגם לא ביבול המצטבר על היבול. תוצאות אלו מצביעות על כך שניתן להעלות את רמת המלחים בתמיסת מי ההשקיה לערכים של עד 2.7 דציסימנס למ' מבלי לגרום לירידה ביבול. כאן המקום לציין שבתנאי שדה ההשפעה יכולה להיות שונה. בניסוי הנוכחי ההשקיה נעשתה בתדירות גבוהה עם מקדם שטיפה גבוה. בגידול בקרקע התנאים יכולים להיות

שונים ובנוסף ישנה ההשפעה הישירה של המלחים על הקרקע שיכולה להשפיע על הגידול.

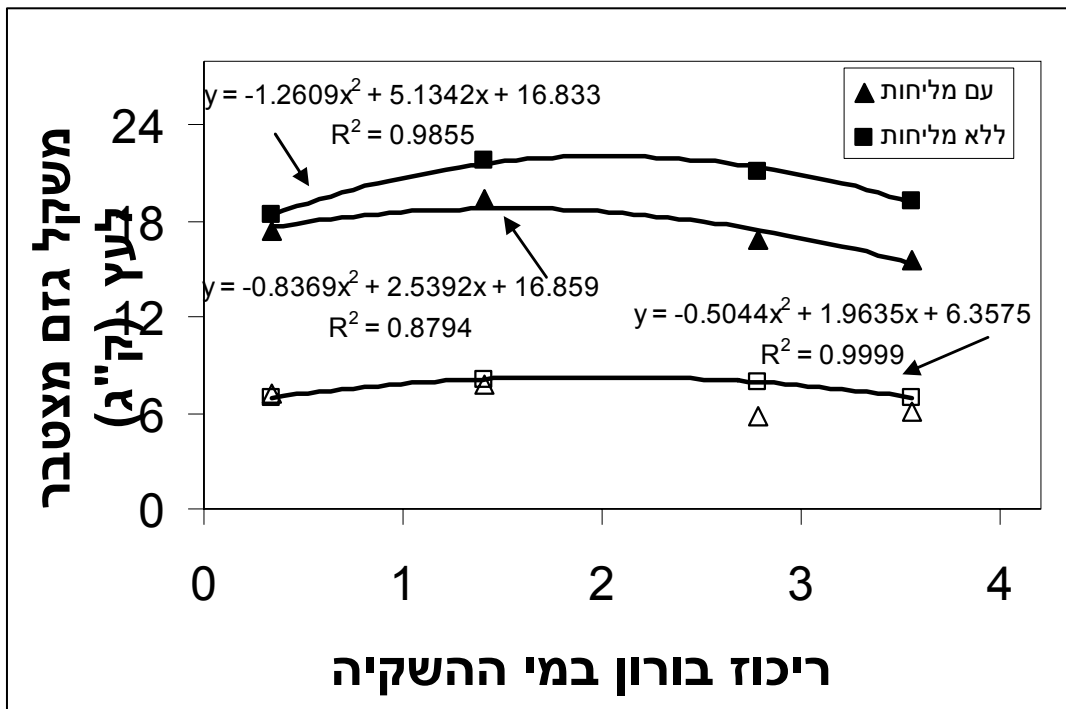
עליה במליחות מי ההשקיה לא השפיעה על ריכוז הבורון בעלים כאשר ריכוז הבורון במי ההשקיה היה 0.3 ח"מ. לעומת זאת, בריכוזי הבורון הגבוהים יותר, עליה במליחות מי ההשקיה גרמה לירידה בריכוז הבורון בעלים (ציורים 3 ו-8). תופעה זאת נצפתה כבר בדיגומי העלים הראשונים לאחר עשרות ימי חשפיה בלבד. דיון רחב ומקיף יותר ניתן בדו"ח הקודם (ירמיהו וח' 2002). המחשה להבדל הכללי בין טיפולי המליחות ביחס לריכוז הבורון בעלים מוצג בציור 4 בו מוצגים ריכוזי הבורון בעלים שגדלו בטיפול המלוח כנגד רכוז הבורון בעלים שגדלו ללא תוספת מלח בעלים שנדגמו בשנת הגידול האחרונה. המתאם הקווי מייצג מגמה עיקבית לאורך כל העונה.

לסיכום, העלאת ריכוזי הנתרן כלורי והסידן כלורי במי ההשקיה בשיעור שהכפיל את המליחות החשמלית של מי ההשקיה מ-1.3 ל-2.7 דציסימנס למי לא השפיעה על גידול הגזע אך השפיעה באופן עיקבי על גידול הנוף כפי שזה התבטא בגזם שמשקלו פחת בשני ריכוזי הבורון הגבוהים. בטיפולים אלו ירד באופן משמעותי גם ריכוז הבורון בעלים. למרות הבדלים אלו בשלושת עונות הגידול יכול הענבים לא הושפע מטיפול המליחות. מכאן, שעליה מתונה בריכוז הנתרן הכלורי והסידן הכלורי אינה פוגעת ביבול והירידה בגידול הנוף כנראה אינה משמעותית מאחר והנוף אינו הגורם המגביל.

ציור 6. קוטר גזע של כנת סולט קריק בנוכחות מלח שגדלה בריכוזי בורון שונים במי ההשקיה בכל ארבעת שנות הגידול. הערכים מייצגים ממוצע של 6 חזרות.



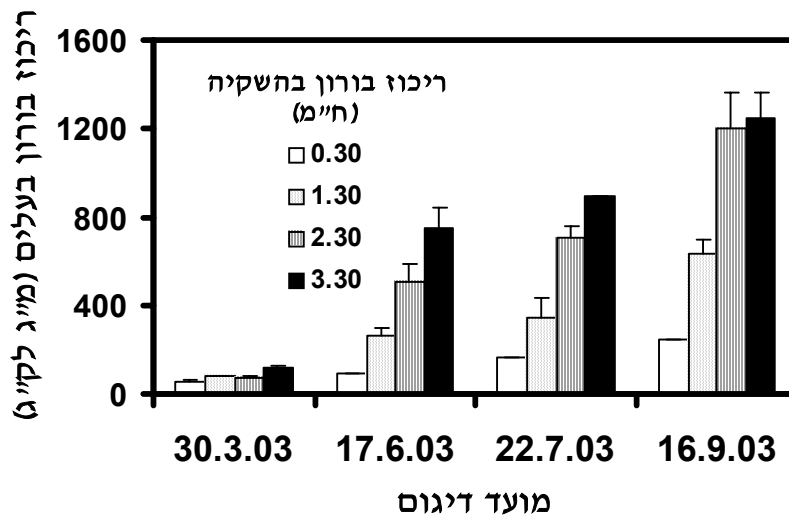
ציור 7. משקל גזם של כנת סולט קריק בנוכחות ובהעדר מלח כתלות בריכוז הבורון במי ההשקיה. סמנים ריקים מייצגים את משקל הגזם מתאריך 29/1/02 והמלאים מתאריך 10/1/04.



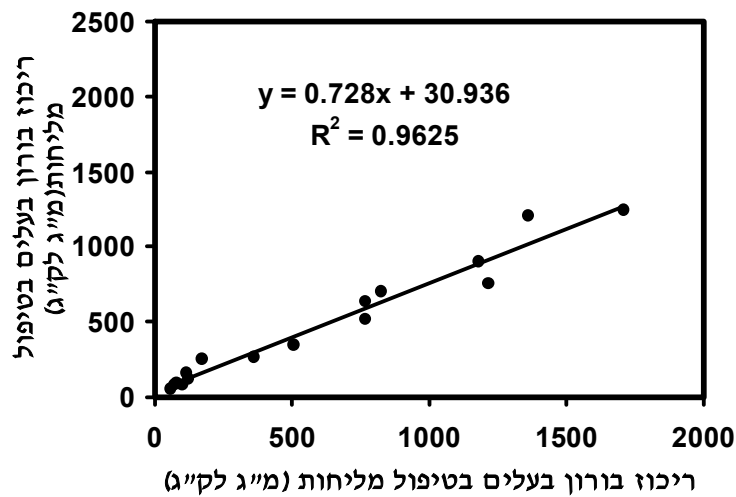
טבלה 3. יבול גפן בניסוי המיכלים בטיפול הבורון והמליחות לכנת סולט קריק. התוצאות מייצגות ממוצעי טיפולים בניתוח דו גורמי. ערכים עם אותיות דומות אינם נבדלים באופן מובהק זה מזה.

סה"כ	שנת בציר			טיפול
	2003	2002	2001	
בורון (ח"מ)				
10.4 ב	3.5 אב	6.4 ב	0.5 א	0.3
11.8 ב	3.0 ב	7.1 ב	1.7 א	1.3
15.0 ב	4.5 א	8.9 אב	1.6 א	2.3
19.4 א	5.3 א	12.7 א	1.4 א	3.3
כנה				
14.1 א	3.9 א	9.0 א	1.2 א	ללא מליחות
14.7 א	4.4 א	8.9 א	1.4 א	עם מליחות
יחסי גומלין				
לא	לא	לא	לא	

ציור 8. ריכוז בורון בעלים לאורך העונה בטיפול הבורון במי ההשקיה עבור כנת סולט קריק בטיפול המליחות. הערכים מייצגים ממוצע של 6 חזרות. הקווים האנכיים מייצגים את סטיית תקן.



ציור 9. ריכוז בורון בעלים בטיפול מליחות כנגד עלים שנדגמו בטיפול ללא תוספת מלח בכנת סולט קריק. הערכים מייצגים ממוצע של 6 חזרות והקו מייצג מתאם קווי ישר.



4.3. ניסוי שדה לבחינת השפעת מישטר ההשקיה על צמצום קליטת בורון ע"י גפנים בטבלה 4 מרוכזים ערכי מוליחות חשמלית וריכוזי נתרן, סידן, מגניון ובורון במיצוי עיסה רוויה בחתך קרקע עד לעומק של 1 מ'. דיגום הקרקע נעשה בין הטפטפות וכצפוי במקום זה ריכוז המלחים בשכבת הקרקע העליונה גבוה בהשוואה לשכבות העמוקות יותר. באופן כללי ריכוז המלחים הכללי אינו גבוה בחלקה. ריכוז הבורון בחלקה במיצוי עיסה רוויה נע בין 0.5 עד 1.5 ח"מ ריכוז מקובל בקרקעות בקעת הירדן. בסה"כ החלקה הומוגנית מבחינת ריכוז המלחים והבורון בקרקע. ריכוז הבורון בעלים בתחילת העונה בחודש מרץ היה בתחום של 80-100 מ"ג לק"ג בורון אשר מקובל באזור למועד זה.

טבלה 4. ערכי מוליכות חשמלית וריכוז יחסודות שונים במיצוי עיסה רוויה בחתך קרקע החלקת הניסוי. הערכים מייצגים ממוצע של שש חזרות.

עומק שכבה	מוליכות חשמלית (דציסימנס למ')	ריכוז יסוד נתרן (מילימולר)	סידן	מגניון	בורון (ח"מ)
0-20	1.26 ± 0.59	4.0 ± 1.3	2.8 ± 1.1	1.6 ± 1.1	0.99 ± 0.44
20-40	0.96 ± 0.15	3.3 ± 0.6	1.9 ± 0.5	1.2 ± 0.2	0.59 ± 0.16
40-60	1.05 ± 0.30	3.5 ± 0.9	1.9 ± 0.8	1.1 ± 0.3	0.55 ± 0.29
60-80	0.90 ± 0.14	3.6 ± 0.5	1.4 ± 0.5	1.0 ± 0.3	0.51 ± 0.10
80-100	0.88 ± 0.13	3.3 ± 0.5	1.5 ± 0.6	1.1 ± 0.3	0.56 ± 0.11

5. בטבלה 5. מרוכזים ריכוזי בורון בעלים שנדגמו בשתי עונות הגידול בהם יושמו הטיפולים. בכל עונה בשני מועדים. ריכוז הבורון בעלים בחודש יוני 2003 היה בתחום של 130-160 ובחודש ספטמבר (תום הגידול) בין 310-360 מ"ג לק"ג. תחום ריכוזים אלו של בורון בעלים גבוה בהשוואה לערכים שנמצאו בעלים בניסוי המיכלים אשר גדלו בריכוז של בורון 0.3 ח"מ אך נמוך מריכוז של 1.3 ח"מ. ממצאים אלו הם בהתאמה לריכוז הבורון בבדיקות עיסה רוויה שבקרקע אשר היה בתחום של 0.5 ל-1 ח"מ. בכל המועדים לא נמצאה השפעה מובהקת לטיפולים על ריכוז הבורון בעלים במבחן חד כיווני לכל הטיפולים וכן במבחן של כל טיפול כנגד טיפול ההיקש (שלוחה אחת עם טיפול השקיה). בעבודה שנעשתה בעבר הראנו שריכוז הבורון עולה עם העומק ולפיכך ציפנו שתוספת שלוחה (בכמות מים אחידה) תקטין את עומק בית השורשים וע"י כך את קליטת הבורון. בשנה השניה ישנה ירידה קלה בריכוז הבורון אך כאמור היא אינה מובהקת. בולטת ההשפעה של השקיה בתדירות גבוהה. בכל ארבעת הדיגומים ריכוז

הבורון בעלים היה גבוהה בהשוואה להיקש. בעונת הגידול השניה ההבדל היה אף מובהק ברמת מובהקות של 9%. בקרקע בקעת הירדן שאינה קלה ועשירה יחסית בבורון, ריכוז הבורון שבתמיסת הקרקע נמצא בשיווי משקל עם הבורון הספוח. השקיה בתדירות גבוהה בקרקע שומרת על תכולת רטיבות גבוהה בשטח המורטב וריכוז הבורון בו נשמר יחסית אחיד. בתנאים אלו עולה זמינות המים לצמח וע"י כך כנראה גם עולה כמות הבורון שנקלטת. גורם נוסף שיכול להשפיע הוא תהליכי הייבוש וההרטבה אשר מורידים את ריכוז הבורון שבתמיסת שיווי המשקל. השפעת תהליכי ייבוש והרטבה מצטמצמים כאשר משקים בתדירות גבוהה. יכול הגפנים לא הושפע מטיפולי ההשקיה (טבלה 6). היבול בשתי עונות הגידול נע בין 1500 ל-2200 ק"ג לדונם. תחום המקובל באזור. השונות הגבוהה ביחס ליבול היא הגורם העיקרי לחוסר ההבדלים. בחינת ההבדלים בין שלושה טיפולים, שבאופן יחסי החזרות שלהם היו אחידות בבציר 2003, נמצא שהיבול שהתקבל בטיפול ההשקיה בשלוחה אחת נמוך באופן מובהק בהשוואה לטיפול בתעלות טוף ופסיות. הבדלים אלו לא נשמרו בעונת 2004.

טבלה 5. ערכי בורון בעלים שתי עונות גידול. הערכים מייצגים ממוצע של ארבע חזרות. ערכים עם אותיות דומות אינם נבדלים באופן מובהק זה מזה.

טיפול מספר	ריכוז בורון בעלים שנת 2004		ריכוז בורון בעלים שנת 2003	
	23.4.04	5.5.04	16.9.03	11.6.03
	(מ"ג לק"ג)			
שלוחה אחת עם הפסקת השקיה	252 א	143 א	313 א	149 א
שלוחה אחת ללא הפסקת השקיה	243 א	154 א	317 א	162 א
שתי שלוחות עם הפסקת השקיה	220 א	131 א	327 א	155 א
השקיה בפולס	313 א	187 א	364 א	167 א
תעלת טוף	298 א	172 א	335 א	131 א
פסיות	255 א	166 א	334 א	162 א

טבלה 6. יבול ענבים בניסוי שטח פתוח. הערכים מייצגים ממוצע של ארבע חזרות. ערכים עם אותיות דומות אינם נבדלים באופן מובהק זה מזה.

ממוצע	יבול ענבים		טיפול מספר
	בציר 2004	בציר 2003	
(ק"ג לדונם)			
א 1912	א 2248	א 1577	שלוחה אחת עם הפסקת השקיה
א 1552	א 1491	א 1613	שלוחה אחת ללא הפסקת השקיה
א 1821	א 1882	א 1760	שתי שלוחות עם הפסקת השקיה
א 1795	א 1646	א 1943	השקיה בפולס
א 1916	א 1705	א 2126	תעלת טוף
א 2288	א 2192	א 2383	פסיות