

**משרד החקלאות - דו"ח לתוכניות מחקר
לקרן המדען הראשי**

קוד זיהוי		א. נושא המחקר (בעברית)	
596-0314-10		השפעת השקיה בקולחין על ביצועי אגס ודרכים להקטנת נזק.	
ב. צוות החוקרים		ג. כללי	
שם פרטי	שם משפחה	מוסד מחקר של החוקר הראשי	
חוקר ראשי	נאור	מ"פ צפון	
	עמוס		
חוקרים משניים			
1	טרצ'יצקי	סוג הדו"ח	
2	אסולין	תאריכים	
3	פרס	תקופת המחקר	תאריך משלוח הדו"ח למקורות המימון
4	גרינבלט	עבורה מוגש הדו"ח	התחלה
5	גל	סיום	שנה חודש
6		שנה חודש	שנה חודש
		7/ 2008	12 / 2011

ד. מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח		
שם מקור המימון	קוד מקור מימון	סכום שאושר למחקר בשנת תיקצוב הדו"ח בשקלים
מ"פ קולחים - קרן המדען הראשי	1928-02	100,000

ה. תקציר שים לב - על התקציר להיכתב בעברית לפי סעיף ה' שבהנחיות לכתבת דיווחים

בעיית המחקר – רוב האגסים בארץ גדלים על קרקעות כבדות הצפויות להינזק מקולחים. מחקר בעבר בראש-פינה הראה בעיות בקליטת במים שפירים ועל כן החשש עולה. מטעי האגס באזור ראש-פינה מושקים בקולחים ויש מקום לבחון השפעות ארוכות טווח של שימוש בקולחים ודרכים למניעת נזקים או תיקונם.

מטרות המחקר - לבחון השפעות ארוכות טווח של השקיה בקולחים ולבחון פתרונות לבעיות שיעלו

חומרים ושיטות – בוצע ניסוי השקיה באגס בקרקע כבדה בו נבחנו שלושה טיפולים: מים שפירים מול שני טיפולי קולחים במרווחים וספיקות שונות של טפטפות. מבנה הניסוי: בלוקים באקראי ב-6 חזרות. בניסוי נבדקה איכות המים, נערך מעקב אחר ריכוז הפרמטרים השונים בקרקע ונבדקה תכולת היסודות בעלים. כמו כן, נמדדו פוטנציאל המים בעץ, היקף הגזע וקוטר האזור המורטב סביב הטפטפות. נשקל ונספר היבול והפרי מוין לפי גודל.

תוצאות – בטיפול הקולחים יש ערכים גבוהים יותר של המוליכות החשמלית, ריכוז הכלוריד והנתרן, ו-SAR בקרקע שהם תוצאות מרמות גבוהות של פרמטרים אלה בקולחים. הרמות בקרקע מתקרבות לתחום היכול לגרום לנזק. ערכי ה-SAR בקרקע גבוהים משמעותית מאלו שבמי ההשקיה, כנראה כתוצאה מההרכב המינרלוגי של הקרקע הבזלתית בחלקת הניסוי. בעונה האחרונה קוטר האזור המורטב סביב הטפטפות היה גדול יותר בטיפולי הקולחים, ייתכן כתוצאה מירידה בחידור המים. יש עליה מתמדת בריכוז הזרחן והאשלגן בשכבת הקרקע העליונה וחזירה הדרגתית לעומק החתך. בעלים נמצא ריכוז גבוה יותר של נתרן, כלוריד ומנגן בעלי העצים המושקים בקולחים בחלק משנות הניסוי. בחלקות שהושקו בקולחים נמצא בעלים ריכוז נמוך יותר של אבץ. לא נמצאה השפעה שלילית של טיפולי הקולחים על היבול והתפלגות גודל הפרי אבל במספר עצים נמצאו סימנים של רעילות ספציפית. יחד עם זאת התקבל הבדל בפוטנציאל המים בגזע בטיפולי הקולחים דבר המצביע על פגיעה בכושר קליטת המים. לא נמצא הבדל בקוטר הגזע. נראה שלאחר 7 שנים של השקיה בקולחים ניתן להבחין במאפיינים של פגיעה בעצים המושקים בקולחים בעקבות שינויים בקרקע. התהליך הינו איטי ומאפיין במטעים מושקים בקולחים הגדלים בקרקע כבדה.

1. אישורים

הנני מאשר שקראתי את ההנחיות להגשת דיווחים לקרן המדען הראשי והדו"ח המצ"ב מוגש לפיהן

29/12/11	רשות המחקר	אמרכלות (רשות המחקר)	מנהל המכון (פקולטה)	מנהל המחלקה	חוקר ראשי
תאריך (שנה) (חודש) (יום)					

תוכן עניינים

2	רקע
2	מטרות המחקר
2	חומרים ושיטות
	תוצאות
4	מים
5	בדיקות קרקע
6	מפלס ואיכות מי תהום
7	התפשטות המים בקרקע
8	בדיקות עלים
9	פוטנציאל המים בגזע
10	קוטר ושטח הגזע
10	יבול
11	דיון
14	סיכום עם שאלות מנחות
15	נספח

השפעת השקיה בקולחין על ביצועי אגס ודרכים להקטנת נזק

Effects of irrigation using reclaimed water on performance of pear and ways to avoid the damage

ע. נאור, ח. טרציצקי, ש. אסולין, מ. פרס, י. גרינבלט, י. גל
מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולמו"פ צפון

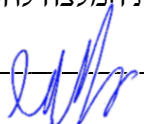
ע"י

עמוס נאור – המכון לחקר הגולן
חורחה טרציצקי – מו"פ צפון
שמואל אסולין – מנהל המחקר החקלאי
מוטי פרס – שרות ההדרכה והמקצוע
יעל גרינבלט - שרות ההדרכה והמקצוע
יוני גל - שרות ההדרכה והמקצוע

Amos Naor	the Golan Research Institute, P.O.Box 97 Kazrin 12900 E-mail, amosnaor@research.haifa.ac.il
Shmuel Assouline	Soil, Water and Environmental Sciences, A.R.O., P.O.B. 6, Bet Dagan 50250, E-mail: vwshmuel@agri.gov.il
Jorge Tarchitzky	North R&D, tarchitz@agri.huji.ac.il
Moti Peres	Ministry of Agriculture, Northern Galille Regional Council Bld. Kiriati Shmona, 10200 , peres@migal.co.il
Yael Greenblat	Ministry of Agriculture, Northern Galille Regional Council Bld. Kiriati Shmona, 10200 , yael_gr@shaham.moag.gov.il
Yoni Gal	Ministry of Agriculture, Northern Galille Regional Council Bld. Kiriati Shmona, 10200 , yonigal@ortal.org.il

דצמבר 2011

תוצאות המחקר אינן מהוות המלצה לחקלאים

חתימת החוקר: 

תקציר

בעיית המחקר – רוב האגסים בארץ גדלים על קרקעות כבדות הצפויות להיזק מקולחים. מחקר בעבר בראש-פינה הראה בעיות בקליטת במים שפירים ועל כן החשש עולה. מטעי האגס באזור ראש-פינה מושקים בקולחים ויש מקום לבחון השפעות ארוכות טווח של שימוש בקולחים ודרכים למניעת נזקים או תיקונם.
מטרות המחקר - לבחון השפעות ארוכות טווח של השקיה בקולחים ולבחון פתרונות לבעיות שיעלו

חומרים ושיטות – בוצע ניסוי השקיה באגס בקרקע כבדה בו נבחנו שלושה טיפולים: מים שפירים מול שני טיפולי קולחים במרווחים וספיקות שונות של טפטפות. מבנה הניסוי: בלוקים באקראי ב-6 חזרות. בניסוי נבדקה איכות המים, נערך מעקב אחר ריכוז הפרמטרים השונים בקרקע ונבדקה תכולת היסודות בעלים. כמו כן, נמדדו פוטנציאל המים בעץ, היקף הגזע וקוטר האזור המורטב סביב הטפטפות. נשקל ונספר היבול והפרי מוין לפי גודל.

תוצאות – בטיפול הקולחים יש ערכים גבוהים יותר של המוליכות החשמלית, ריכוז הכלוריד והנתרן, ו-SAR בקרקע שהם תוצאות מרמות גבוהות של פרמטרים אלה בקולחים. הרמות בקרקע מתקרבות לתחום היכול לגרום לנזק. ערכי ה-SAR בקרקע גבוהים משמעותית מאלו שבמי ההשקיה, כנראה כתוצאה מההרכב המינרלוגי של הקרקע הבזלתית בחלקת הניסוי. בעונה האחרונה קוטר האזור המורטב סביב הטפטפות היה גדול יותר בטיפול הקולחים, ייתכן כתוצאה מירידה בחידור המים. יש עליה מתמדת בריכוז הזרחן והאשלגן בשכבת הקרקע העליונה וחדירה הדרגתית לעומק החתך. בעלים נמצא ריכוז גבוה יותר של נתרן, כלוריד ומנגן בעלי העצים המושקים בקולחים בחלק משנות הניסוי. בחלקות שהושקו בקולחים נמצא בעלים ריכוז נמוך יותר של אבץ. לא נמצאה השפעה שלילית של טיפולי הקולחים על היבול והתפלגות גודל הפרי אבל במספר עצים נמצאו סימנים של רעילות ספציפית. יחד עם זאת התקבל הבדל בפוטנציאל המים בגזע בטיפול הקולחים דבר המצביע על פגיעה בכושר קליטת המים. לא נמצא הבדל בקוטר הגזע. נראה שלאחר 7 שנים של השקיה בקולחים ניתן להבחין במאפיינים של פגיעה בעצים המושקים בקולחים בעקבות שינויים בקרקע. התהליך הינו איטי ומאפיין במטעים מושקים בקולחים הגדלים בקרקע כבדה.

רקע

ניסוי ההשקיה בקולחים מתבצע בחלקת אגס מבוגרת מהזן ספדונה בגוש מטעי "החקלאי" בראש פינה. הקרקע כבדה עם 50% חרסית. מקור מי הקולחים הוא מט"ש צח"ר המרכז את קולחי חצור, ראש-פינה, מזרח צפת ואזורי התעשייה של חצור וצח"ר באמצעות מאגר הבלוע. בדיקות מי הקולחים לאורך שנת 2004 (לפני תחילת הניסוי) מצביעות על מהלך לא יציב של רוב הפרמטרים כאשר ערכי רוב הפרמטרים עולים במהלך אוגוסט ספטמבר. כך ערכי TSS נעים בתחום 10-29 מ"ג/ל; ערכי BOD נעים בתחום 10-21 מ"ג/ל. מדידה רציפה של מליחות המים במאגר מצביעה על ערכי EC ממוצעים סביב 2 ד"ס/מטר עם עליה במהלך ספטמבר. בשתי מדידות SAR נמצאו ערכים של 3 ו-5.5. מליחות המים גבוהה ויכולה להוות בעיה לגידול האגס. ערכי SAR גבוהים בשילוב עם ערכי BOD גבוהים יכולים להקטין את כושר ההולכה של הקרקע הספציפית (אחוז חרסית גבוה ומים עומדים בחורף ובהשקיית שיא). ירידה בכושר ההולכה של הקרקע למים עלולה לפגוע בשטיפת המלחים ולהעלות את מליחות מי הקרקע מעבר לערכים הגבוהים של הקולחים.

מטרות המחקר

לבחון השפעות ארוכות טווח על עץ האגס של השקיה בקולחים ולבחון פתרונות לבעיות שיעלו.

חומרים ושיטות

במחקר שהתחיל בשנת 2005 נכללו שלושה טיפולי השקיה, ביקורת של מים שפירים ושני טיפולי קולחים. בשלב ראשון הושקו שני טיפולי הקולחים בממשק זהה ובאותו ציוד השקיה. על מנת לשפר את שטיפת המלחים הוחלף בשנת 2008 ציוד ההשקיה באחד מטיפולי הקולחים. בטיפול הקולחים המוסב (מספר מפזרים גדול בספיקה נמוכה ובשיעור השקיה נמוך) התקבל רוחב הרטבה גדול יותר. שיפור זה בדגם ההרטבה אמור להגביר את רכיב התנועה האנכי של המים ואולי לשפר את דחיקת המלחים. כיום כל הניסוי מושקה ע"י טפטפות יונירים (נטפים). טיפול קולחים 1 והטיפול המושקה במים שפירים מושקים בשתי שלוחות עם מרווח של 0.5 מ' בין טפטפות בעלות ספיקה של 3.5 לי"שעה. טיפול קולחים 2 מושקה בשתי שלוחות במרווח של 0.75 מ' וספיקה של 1.6 לי"שעה. הניסוי מבוצע בשש חזרות במתכונת של בלוקים באקראי. בכל חזרה קיימים ארבעה עצי מדידה (שתי שורות) המוקפים בעצי גבול ושורות גבול מכל צד. **השלמת חומרי הזנה** – מופעלת גישה של השלמת יסודות הזנה בקולחים למקרה שכמותם העונתית נמוכה מהכמות הניתנת בטיפול המים השפירים – אנו מתייחסים לרכיב המסיס של יסודות ההזנה ומתעלמים מהרכיבים האורגניים. במקרה של עודף דישוני בקולחים לא מבוצע תיקון במים השפירים. **מדידות** – במהלך העונה נעשה מעקב אחר איכות הקולחים הנדגמים אחת לשבוע. במהלך העונה נמדד מספר פעמים פוטנציאל המים בגזע בצהריים. בתחילת העונה ובסתינו נלקחו בדיקות קרקע מכל חלקה. גובה המים בפזומטרים (אחד בכל חזרה) נבדק אחת לשבוע בתקופת הגשמים. היבול מכל חלקה נקטף ומוין לגודל בנפרד במערך מיון מסחרי. השנה נבדק הקוטר של האזור המורטב על ידי הטפטפות והיקף הגזע. ניתוח סטטיסטי- נערך ניתוח סטטיסטי באמצעות תוכנת JMP. הניתוח היה חד-גורמי. כאשר מובהקות הניתוח ($Prob > F$) קטנה מ- 0.05 נבחן מובהקות ההבדלים בין טיפולי המים השונים עבור המשתנה המסוים. הבדלים אלה נערכו ע"י השוואת ממוצעים בשיטת Tukey HSD. באיורים השונים אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק בין טיפולי המים.

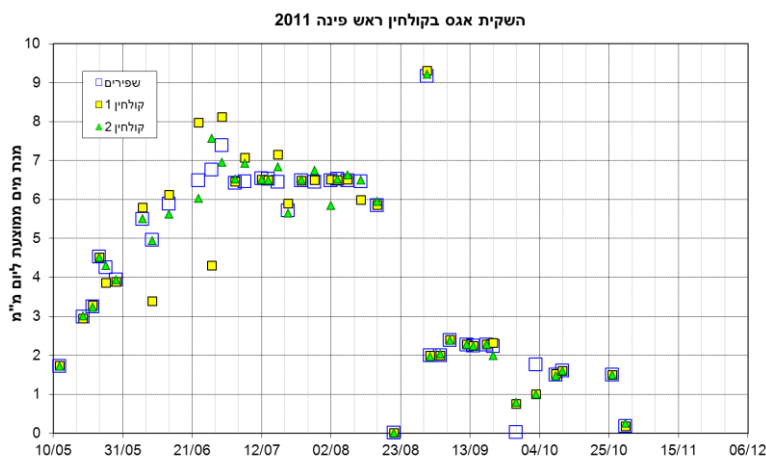
תוצאות

מים

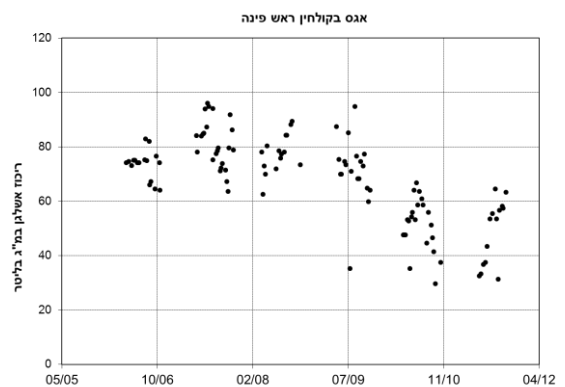
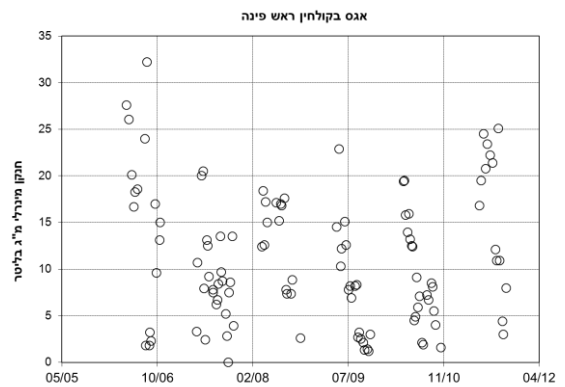
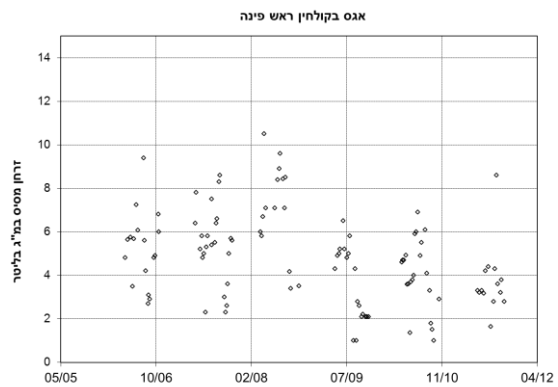
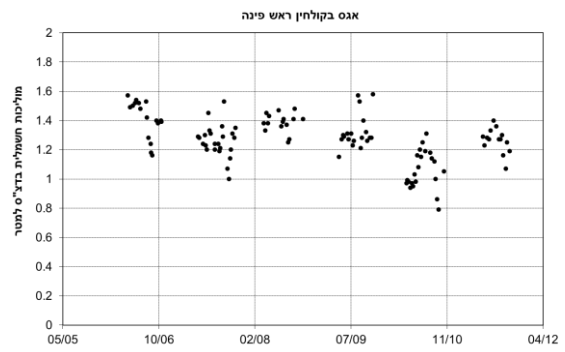
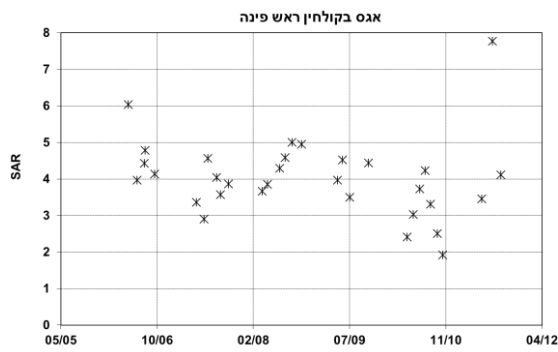
מנות השקיה - מנת המים בתחילת העונה היתה מ"מ אחד ליום (איור 1) ועלתה בהדרגה עד לכ-7 מ"מ/יום לקראת הקטיף. לאחר מכן ירדה מנת המים באופן חד לכ-2.0-2.5 מ"מ/יום וירידה נוספת בסוף ספטמבר. כל טיפולי ההשקיה קיבלו מנת מים דומה. עד לתאריך 20.11 היו מנות המים המצטברות לשנת 2011: 675 מ"מ עבור כל הטיפולים.

איכות מי ההשקיה ותשומת יסודות הזנה- במהלך הניסוי תחום המוליכות החשמלית במי הקולחים היה 0.94-1.60 ד"ס/מ', ריכוז הכלוריד היה 84-204 מ"ג/ל', נתרן היה 4.1-10.4 מא"ק/ל', סידן+מגנזיום היה 2.0-6.8 מא"ק/ל', ערכי ה-SAR היו 2.4-8.0 (מא"ק/ל')^{0.5}, ריכוז הבורון היה 0.02-0.25 מ"ג/ל', החנקן החנקתי 0-15 מ"ג/ל', חנקן אמוניאקלי 0-32 מ"ג/ל', זרחן מסיס 1.0-10.5 מ"ג/ל' והאשלגן 35.1-96.0 מ"ג/ל'. השתנות הריכוזים במהלך שנות הניסוי, עבור חלק מהפרמטרים מוצגת באיור 2. ריכוז האשלגן גבוה מאוד והינו חריג בהשוואה לריכוז השכיח במקורות קולחים אחרים (כ-20 מ"ג/ל'), אם כי בשנתיים האחרונות קיימת מגמה של ירידה לריכוזים מרבים של 60 מ"ג/ל'. גם במוליכות החשמלית, ריכוזי הכלוריד והנתרן, וערך ה-SAR קיימת מגמה של ירידה קלה.

התרומה הדישונית של מי הקולחים בחנקן, תחמוצת זרחן ותחמוצת אשלגן היתה 12.6, 5.3 ו-37.0 ק"ג/דונם כאשר הדישון החנקני בשפירים היה 5.3 ק"ג/דונם והדישון האשלגני 14.8 ק"ג תחמוצת אשלגן/דונם. לא בוצע דישון זרחני במים השפירים כמקובל באזור.



איור 1: מנת המים היומית בשנת 2011 בטיפולי השפירים והקולחים.



איור 2: השתנות המוליכות החשמלית, ה-SAR וריכוז החנקן המינרלי, הזרחן המסיס והאשלגן בקולחים במהלך כל שנות הניסוי.

מדידות בקרקע

השפעת ההשקיה בקולחים על הקרקע - תוצאות בדיקות הקרקע באביב ובסתיו במהלך שנות הניסוי מוצגות באיור 3 (נספח). ניתן להבחין שהמוליכות החשמלית משתנה במהלך העונה, כלומר עולה בסתיו בעקבות ההשקיה ויורדת באביב בעקבות גשמי החורף. בכל המקרים ערכי המוליכות החשמלית בטיפול הקולחים גבוהים מאלה שמתקבלים בקרקע המושקית במים שפירים, ובחלק מהשנים ומהעומקים הבדלים אלה מובהקים סטטיסטית. בעומק 15 ס"מ ערכי המוליכות מגיעים לכ- 2.5 דצ"ס/מ'. ניתן להבחין גם בהצטברות המלחים בשכבות היותר עמוקות ובעיקר בעומק 75 ס"מ, דבר המצביע על שטיפה לא מלאה של המלחים. תמונה דומה מתקבלת לגבי ריכוז הכלוריד בעיסה הרוויה של הקרקע. הריכוז בעומק 15 ס"מ מגיע בסתיו לערכים שבין 11 ל- 22 מא"ק/לי בהתאם לשנה. בעומק 45 ס"מ ו- 75 ס"מ הריכוז אף מגיע עד 22 מא"ק/לי ויותר.

ריכוז הבורון בקרקע המושקית בקולחים בעומק 15 ס"מ נותר יציב יחסית יציב עם עליה קלה בשנים האחרונות, כאשר הריכוז באופן כללי נמוך יחסית. בשכבה העמוקה יותר הריכוז נמוך יותר אבל בשנים האחרונות היתה עליה משמעותית שכנראה נובעת מהצטברות בורון שנשטף מהשכבות העליונות. בחלק

מהשנים, בעומק 15 ס"מ, קיים הבדל מובהק בין הטיפולים המושקים בקולחים והטיפול המושקה במים שפירים. המגמה הכללית של העליה בריכוז הבורון בקרקע אינו נובע מעליה בריכוז בקולחים אלא יותר בכמויות הגשם הנמוכות שמגבילים את השטיפה.

ריכוז הסידן והמגנזיום בשכבה העליונה (15 ס"מ) היה דומה בתחילת הניסוי (כ- 4-6 מא"קל^{1/2}). בשנים הראשונות הריכוז עלה ובטיפולי הקולחים היה אף גבוה מהריכוז בטיפול המושקה במים שפירים אבל ללא הבדלים מובהקים סטטיסטית. החל מהשנה השלישית של הניסוי קיימת מגמה שלפיה ריכוז הסידן והמגנזיום בטיפולים המושקים בקולחים ירד באופן הדרגתי והינו נמוך מהריכוז בקרקע המושקית במים שפירים שבה הריכוז נותר יציב. בעומק 45 ס"מ הריכוז בכל הטיפולים דומה. לעומת זאת, בעומק 75 ס"מ ריכוז הסידן והמגנזיום בקרקעות המושקות בקולחים גבוה מהריכוז בקרקע המושקית במים שפירים. יתכן שקיימת הצטברות של סידן ומגנזיום שנשטף מהשכבות העליונות יותר.

ריכוז הנתרן וה- SAR בטיפולי הקולחים התחילו לעלות עם תחילת הניסוי ובכל העומקים. השינוי המהיר ביותר התרחש בשני העומקים העליונים (15 ו- 45 ס"מ), בהם כבר מהשנה השנייה יש הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים המושקים בקולחים והקרקע המושקית במים שפירים. יש לציין שערכי ה- SAR המתקבלים בקרקע [8-10 (מא"קל^{1/2})] גבוהים מהצפוי מהשקיה בקולחים בעלי SAR שבמהלך הניסוי היה בתחום 3.5-5.0 (מא"קל^{1/2}) (איור 2). שוני זה נובע כנראה מההרכב מינרלי החרסית בקרקע הבזלתית בחלקה בה נערך הניסוי. מסוף שנת 2010, בשכבה 75 ס"מ, התחיל להתפתח הבדל בין הקרקעות המושקות בקולחים והקרקע המושקית במים שפירים עבור שני הפרמטרים (נתרן ו- SAR). יש לציין שתכולת הגיר בקרקע הממצעת הינה 1.6%.

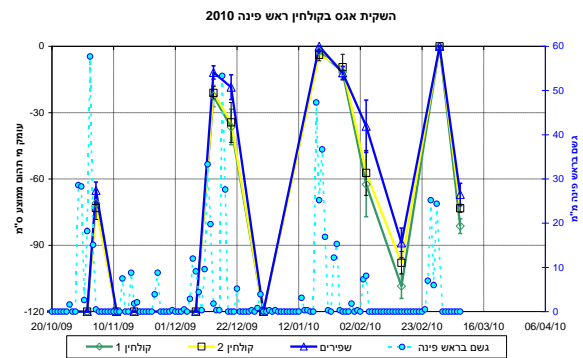
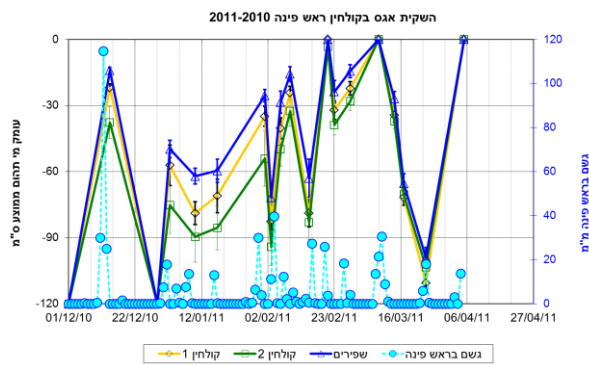
לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בריכוז החנקן האמוניאקלי, החנקן החנקתי וכלל החנקן המינרלי, כנראה כתוצאה מכך שתשומת החנקן הכללית בשני המקרים נמוכה. התשומה בטיפול הקולחים כפולה מזאת שניתנה בטיפול השפירים אך הדבר לא מתבטא בריכוזים שנמצאו בקרקע.

לעומת זאת, בריכוז הזרחן בקרקע (מיצוי אולסן) והאשלגן (מיצוי ב- CaCl₂), נוצרו הבדלים משמעותיים. בזרחן ההבדלים קיימים גם בעומק 15 ס"מ ואף יש חדירה של הזרחן לעומק 45 ס"מ. הבדלים אלה נובעים מתשומת הזרחן הגבוהה בטיפולי הקולחים לעומת העדר דישון זרחני בטיפול המושקה במים שפירים. לגבי האשלגן קיימת הצטברות בשכבה העליונה של הקרקע. הבדל מובהק זה נוצר למרות הדישון האשלגני המוגבר בחלקות המים השפירים (14.8 ק"ג תחמוצת אשלגן^{1/2} בעונה האחרונה) ונגרם בגלל היישום של מנה יותר מכפולה של אשלגן עם הקולחים (37 ק"ג תחמוצת אשלגן^{1/2} בעונה האחרונה) הנובעת מהריכוז החרגי של אשלגן בקולחים (איור 2).

מפלס מי תהום - גובה מי התהום עולה באופן חד כתגובה לגשם משמעותי (איורים 4 ו- 4ב) כאשר בתחילת העונה נדרשה כמות גשם ראשונית להרווית הקרקע (כ- 135 מ"מ בחורף 2009-2010 וכ- 120 מ"מ בחורף 2011-2010). מפלס מי התהום מגיע עד קרוב לפני הקרקע באירועי גשם רציפים וכמויות גשם גדולות. גובה מי התהום ירד בדרך כלל תוך שבוע מהפסקת הגשמים. במים שנדגמו מהפיזומטרים בשנת 2009, לא נמצא ריכוז מלחים חריגים (טבלה 1).

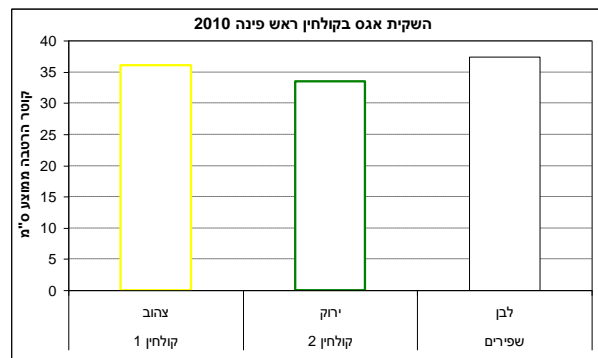
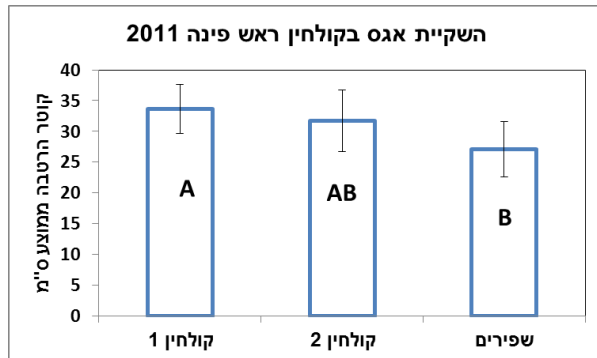
טבלה 1: תוצאות בדיקת המים בהצטברו בפיזומטרים (דיגום מרץ 2009)

יחידות	דצ"סומי	מ"גולי	נתרן	סידן+מגנזיום	SAR
מי פיזומטרים	0.64-0.60	42.6	3.9-3.8	3.3-2.3	3.61-2.96
			מא"קל ^{1/2}	מא"קל ^{1/2}	(מא"קל ^{1/2}) ²



איור 4: גובה מי התהום בטיפולים השונים וכמות הגשם בחורף 2011/2010.

איור 4: גובה מי התהום בטיפולים השונים וכמות הגשם בחורף 2010/2009.



איור 5: קוטר ממוצע של האזור המורטב על ידי הטפטפות בטיפולי ההשקיה השונים (2011).

איור 5: קוטר ממוצע של האזור המורטב על ידי הטפטפות בטיפולי ההשקיה השונים (2010).

התפשטות מים בקרקע – נמדד המרחק האופקי של התפשטות המים בניצב לטפטפות. בשנת 2010 נמצא שקוטר האזור המורטב בטיפול קולחים 1 היה 36.1 ס"מ, בטיפול קולחים 2 היה 33.5 ס"מ ובמים שפירים היה 37.4 ס"מ (איור 5). בשנת 2011 נמצא שקוטר האזור המורטב בטיפול קולחים 1 היה 33.7 ס"מ, בטיפול קולחים 2 היה 31.7 ס"מ ובמים שפירים היה 27.1 ס"מ (איור 5). ההבדלים בין הטיפול קולחים 2 והטיפול שהושקה במים שפירים בשנה האחרונה היו מובהקים סטטיסטית (אותיות שונות). היקף אזור מורטב רחב יותר בטיפול הקולחים יכול להצביע על קצב חידור מים נמוך יותר.

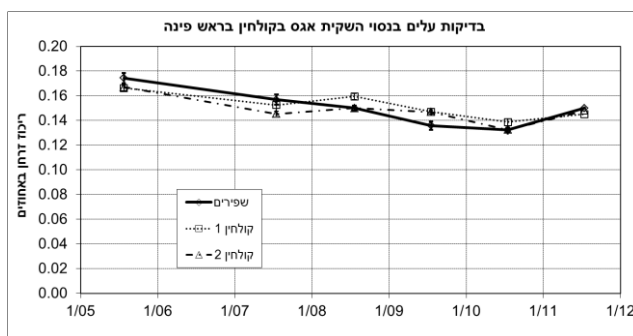
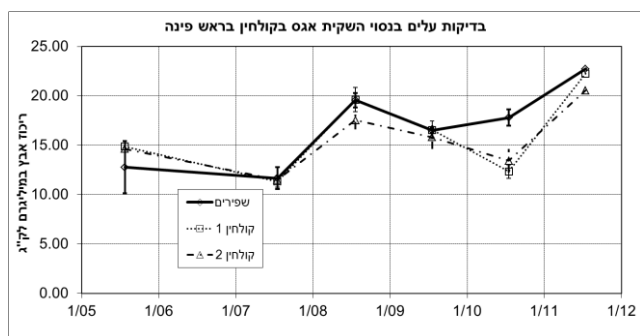
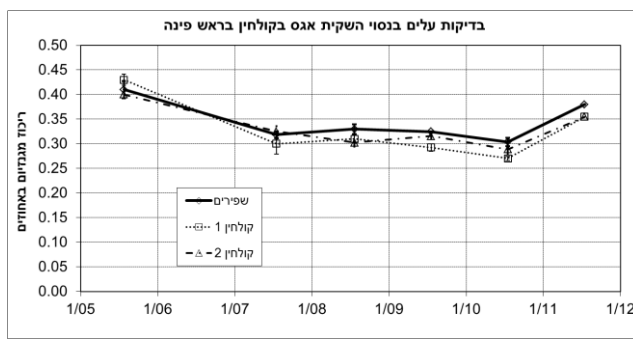
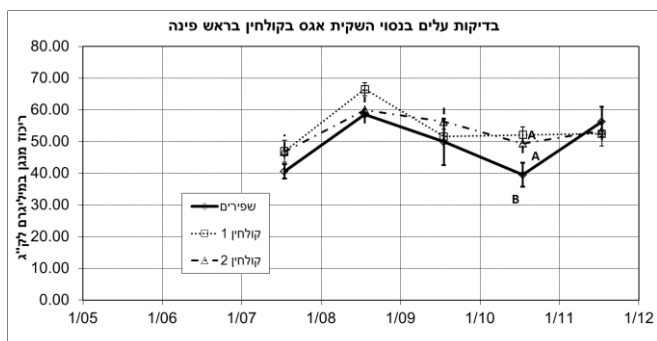
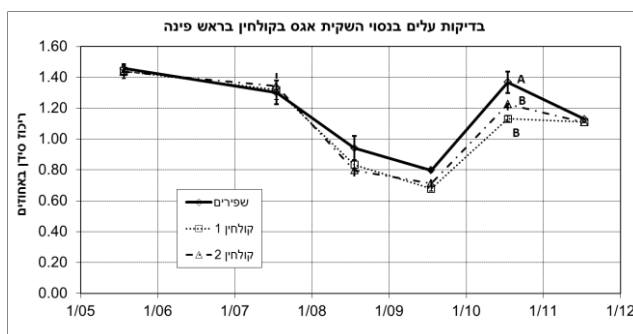
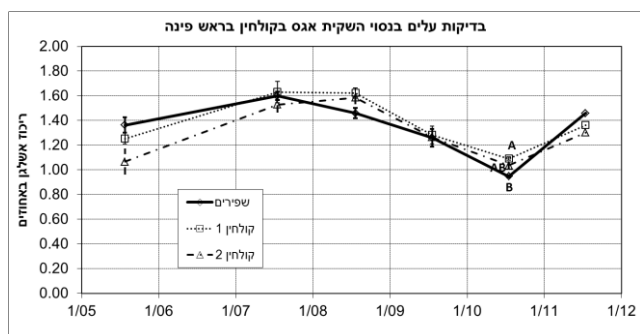
מדידות בעץ

בדיקות עלים - תוצאות בדיקות העלים שנערכו במהלך שנות הניסוי מוצגות באיורים 6 ו-7. קיים הבדל מובהק סטטיסטית בריכוז הסיידן בעלים בשנת 2010. ריכוז הסיידן בעלים גבוה יותר בעצים המושקים במים שפירים. הפער בין הטיפולים הצטמצם בשנת 2011 (איור 6). מגמה זו דומה בכל שנות הניסוי. בשנת 2010 ריכוז האשלגן בעלים של העצים המושקים בקולחים היה גבוה יותר בשנת 2010. הבדל זה נובע כנראה מהריכוז הגבוה יותר של האשלגן בקרקע בעקבות יישום האשלגן המוגבר בטיפולי הקולחים (כפול מהדישון בטיפול במים שפירים). בשנת 2011 בעצים המושקים במים שפירים ריכוז האשלגן היה גבוה יותר, אם כי ההבדלים אינם מובהקים סטטיסטית. לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בריכוז המגנזיום והזרחן (איור 6). אולם לגבי המגנזיום, בדומה לסיידן הריכוז בעלים של העצים המושקים במים שפירים היה גבוה בכל מהלך הניסוי.

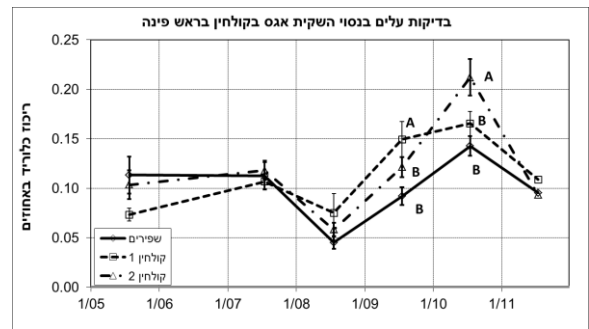
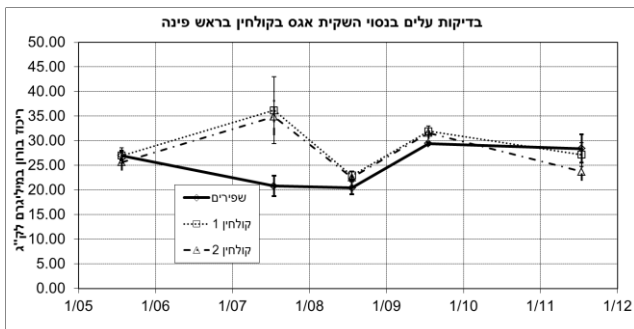
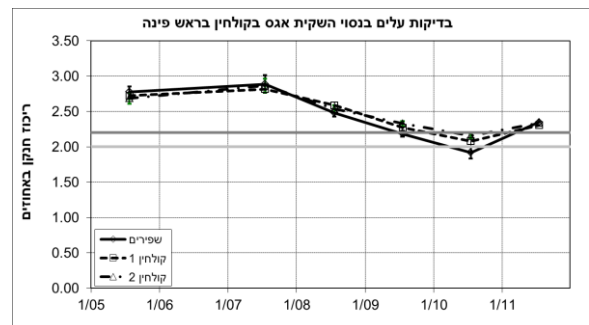
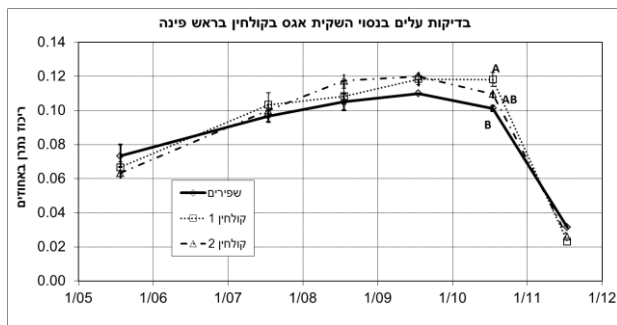
בשנת 2010 התקבל הבדל מובהק סטטיסטית בין שני טיפולי הקולחים והטיפול במים שפירים בריכוז המנגן בעלים. בעצים המושקים בקולחים ריכוז המנגן היה גבוה יותר, דבר היכול להצביע על ריכוז מנגן גבוה בקרקע בעקבות תנאי חיזור הנוצרים במהלך ההשקיה בקולחים. בשנת 2011 ההבדל הצטמצם והריכוז בעצים מושקים במים שפירים אף גבוה במקצת.

משנת 2008 התחיל להתפתח הבדל בריכוז האבץ בין טיפולי הקולחים והטיפול במים שפירים כאשר בשנת 2010 הבדל זה היה מובהק סטטיסטית. הריכוז הגבוה יותר בעצים המושקים במים שפירים נובע כנראה מריכוז הזרחן (במיצוי אולסן) שהתקבל בקרקע כתוצאה מיישום הזרחן בטיפולי הקולחים לעומת העדר דיזון זרחני בטיפול המים השפירים. מחסורי אבץ בעצי נשירים כתוצאה מריכוז זרחן גבוה בקרקע התקבלו בעבר בעקבות יישום מוגבר של לשלת עופות הידוע גם כחומר עשיר בזרחן. בשנת 2011, הפער קטן יותר ולא מובהק.

לא נמצאו הבדלים מובהקים החנקן והבורון בעלים (איור 7). לגבי נתרן שתמיד היה גבוה במקצת בעלי העצים המושקים בקולחים, הבדלים אלה קטנו בשנת 2011, ובאופן לא מוסבר הריכוז בכל עצי הניסוי ירד באופן חד. בבדיקות עלים של השנים האחרונות נמצאה הצטברות של כלוריד רבה יותר בטיפולי הקולחים לעומת המים השפירים. מצב זה מוסבר ע"י הריכוזים הגבוהים יותר של כלוריד בקרקעות המושקות בקולחים. בשנת 2011 הבדלים אלה היו קטנים יותר משנים קודמות.

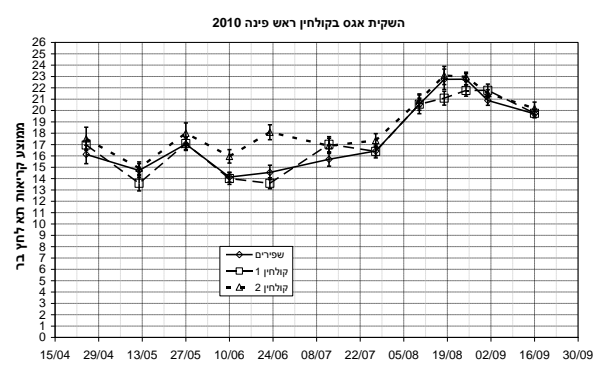
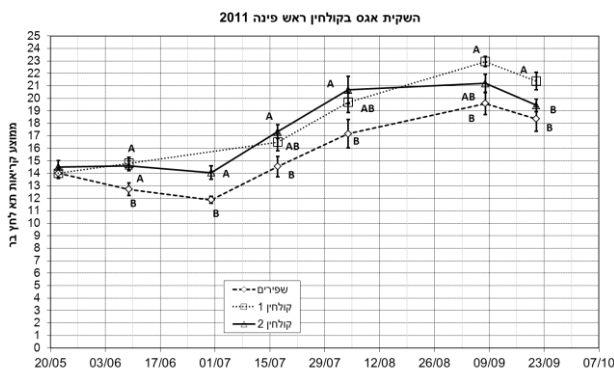


איור 6: השתנות ריכוזי סידן, אשלגן, מגנזיום, מנגן, זרחן ואבץ בעלי אגס מזן "ספדונה" במהלך שנות הניסוי



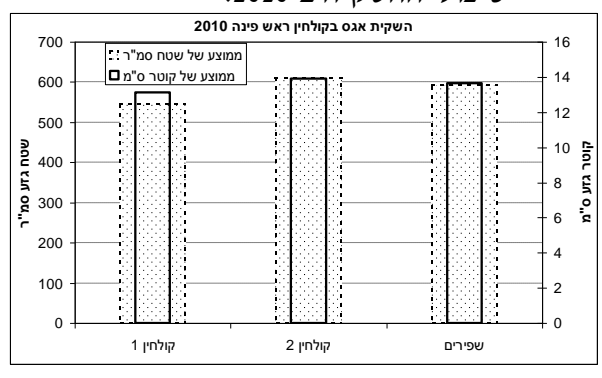
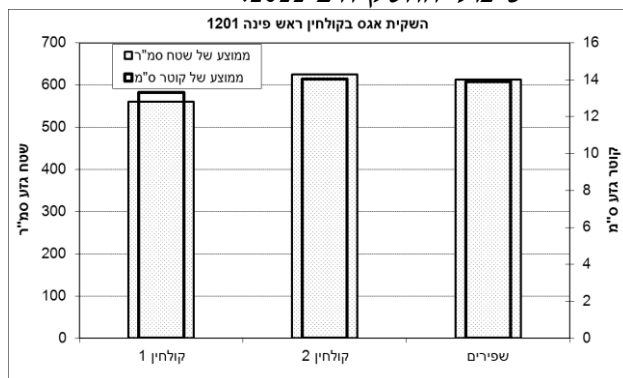
איור 7: השתנות ריכוז חנקן, נתרן, כלוריד ובורון בעלי אגס מזן "ספדונה" במהלך שנות הניסוי

פוטנציאל המים בגזע – בשנת 2010, בחודשים יוני-יולי ערכי פוטנציאל המים בגזע היו נמוכים בטיפול קולחים 2 לעומת הטיפול קולחים 1 והמים השפירים (איור 8). בהמשך ההבדל בפוטנציאל המים נסגר. בשנת 2011, במרבית העונה פוטנציאל המים בעלי הטיפולים המושקים בקולחים היה גבוה יותר באופן מובהק. המובהקות משתנה בהתאם למועד המדידה. ההבדלים בפוטנציאל המים יכולים להצביע על פגיעה של טיפולי הקולחים בכושר קליטת המים של האגס.



איור 8: פוטנציאל מים בגזע בצהרים בשלושת טיפולי ההשקיה ב-2011.

איור 8: פוטנציאל מים בגזע בצהרים בשלושת טיפולי ההשקיה ב-2010.

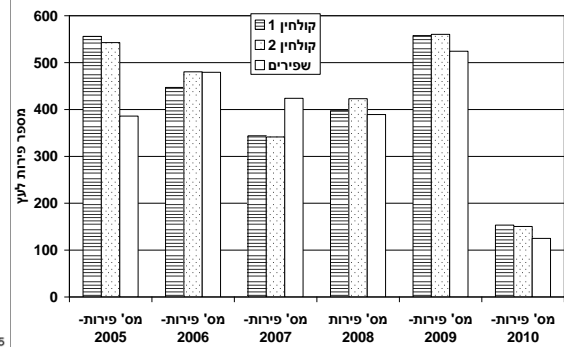
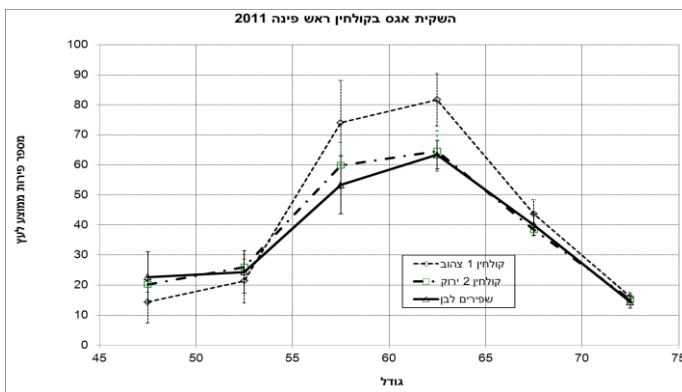


איור 9: ממוצע של קוטר גזע ושטח גזע בשלושת טיפולי ההשקיה ב-2010.

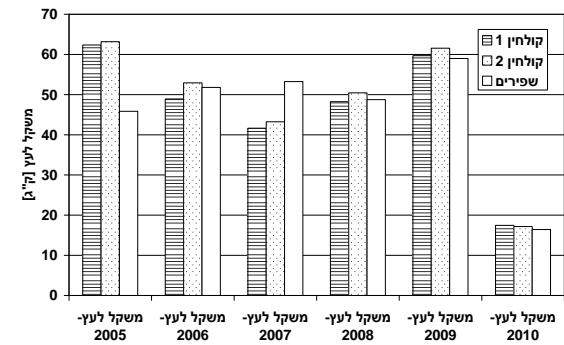
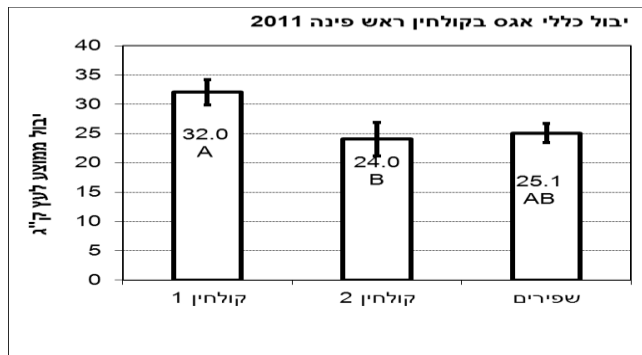
איור 9: ממוצע של קוטר גזע ושטח גזע בשלושת טיפולי ההשקיה ב-2010.

קוטר ושטח גזע - שני הפרמטרים נמדדו בכל הטיפולים בשנת 2010 (איור 9א) ובשנת 2011 (איור 9ב) ולא נמצאו בשלב זה הבדלים משמעותיים.

יבול וגודל פרי - תוצאות רב שנתיות ושל שנת 2011 של יבול וגודל הפרי מוצגות באיורים 10 עד 13. במהלך הניסוי ובעונת 2011 לא נמצאו הבדלים במספר הפירות לעץ (איורים 10א ו-10ב). בתוצאות משקל הפרי לעץ במהלך שנות הניסוי גם לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים (איור 11א). בשנת 2011 קיימים הבדלים מובהקים בין הטיפול קולחים-1 והטיפול קולחים-2 והעצים המושקים במים שפירים (איור 11ב). בחלק מהשנים נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית בגודל הפרי הממוצע (איור 12א) כאשר הפרי בעצים המושקים במים שפירים גדול מזה שבטיפולי הקולחים. בשנת 2011 הפרי בטיפול של המים השפירים היה קטן יותר ובטיפול קולחים-1 הפרי גדול יותר (איור 12ב). כמו כן, לא נמצאו הבדלים מובהקים ביבול המצטבר (איור 13) במהלך הניסוי, אבל בסיכום הכללי הטיפול קולחים-1 הניב יבולים גבוהים יותר מהטיפול קולחים-1 ומהעצים המושקים במים שפירים.

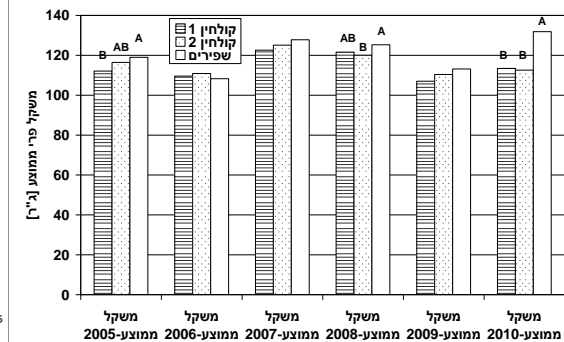
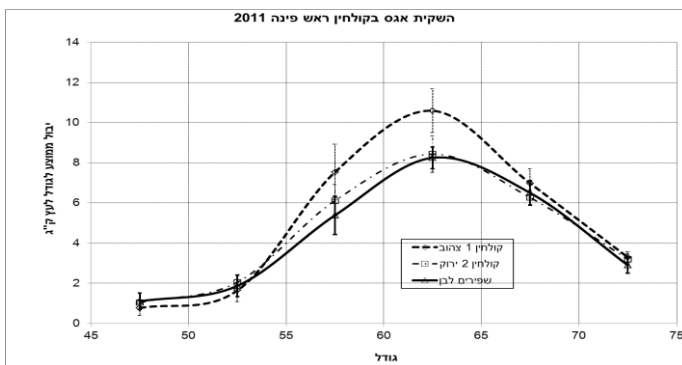


איור 10א: מספר פירות לעץ בטיפולים השונים במהלך הניסוי

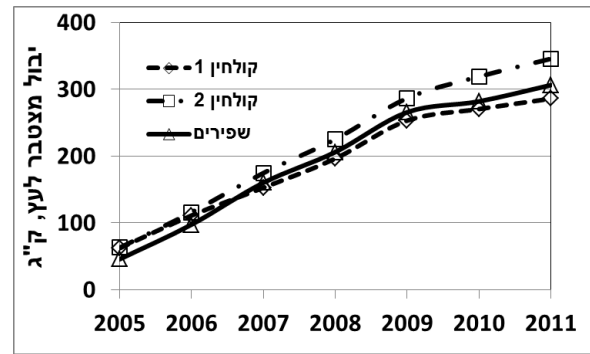


איור 10ב: מספר פירות לעץ בטיפולים השונים במהלך הניסוי

איור 11א: משקל פרי לעץ בטיפולים השונים במהלך הניסוי



איור 11ב: משקל פרי ממוצע בטיפולים השונים במהלך הניסוי



איור 13: יבול מצטבר לעץ בטיפולים השונים במהלך הניסוי

דינו – הקולחים בחלקת הניסוי הינם בעלי תכולת מלחים גבוהה הרבה יותר מהמים השפירים המשמשים להשקיה באזור. המוליכות החשמלית, ריכוז הכלוריד והנתרן, וערך ה-SAR גבוהים ושוני זה מתבטא בתוצאות בדיקות הקרקע שנערכו בניסוי. תוצאות אלה בקרקע נובעות מאיכות הקולחים, כאשר מנות המים בטיפולים הזרות. ניתן להבחין שבאופן רציף במהלך כל הניסוי (גם בסתיו וגם באביב) רמת המוליכות החשמלית (ריכוז כלל המלחים) וריכוז הכלוריד בטיפולי הקולחים היו גבוהים מאלו שבטיפול המים השפירים וגשמי החורף לא הספיקו לשטיפה מלאה של המלחים. קיימת הצטברות מוגברת של מלחים בעומק 15 ס"מ במהלך עונת ההשקיה עד לערכים בתחום 2.0-2.5 דצ"ס/ס"מ (400-500 מ"ג/לי כלוריד) בסוף עונת ההשקיה. בעומקים 45 ס"מ ו-75 ס"מ ערכי המוליכות החשמלית הגיעו לתחום 2.5-3.0 דצ"ס/ס"מ (600-1000 מ"ג/לי כלוריד). מצב דומה התקבל לגבי ריכוז הנתרן וערך ה-SAR. בקרקעות המושקות בקולחים נמצא ריכוז הנתרן בשכבה העליונה בתחום של 10-20 מא"ק/לי וה-SAR בתחום של 6-10 [מא"ק/לי]^{1/2}. מצב דומה התקבל בשכבות העמוקות יותר, כלומר, כבר בתום שבע שנים מתחילת הניסוי רמת הנתרן עלתה גם עד לעומק 90 ס"מ. רמות SAR אלו אינן מתאימות ל-SAR של הקולחים. בדרך כלל מתקבלת בקרקע רמה דומה לזו שנמצאת במי ההשקיה. במקרה זה מתקבל ערך כמעט כפול מזה השכיח בקולחים במהלך עונת ההשקיה. תופעה זו כנראה אופיינית להרכב המינרלוגי של מקטע החרסית של הקרקעות הבולטות באזור. ייתכן שההבדל שנמצא בשנה האחרונה בהיקף האזור המורטב בקרקע נובע מתהליך נתרן הקרקע וירידה בקצב חידור המים.

לפי בדיקות הקרקע השינוי שבוצע בשלוחות הטפטוף בטיפול קולחים 2 אינו מתבטא עד כה בהצטברות המלחים וביעילות שטיפתם.

מדידות עומק מי התהום במהלך החורף מראות עליה עד כמעט פני השטח לאחר גשם אפקטיבי, אולם תהליך הניקוז הינו מהיר ותוך מספר ימים מפלס מי התהום יורד למפלס נמוך מ-120 ס"מ מפני הקרקע. השלכות תהליך זה על השטיפה חלקית של המלחים שנמצא בבדיקות הקרקע אינן ידועות.

ההצטברות המוגברת של מלחים בטיפולי הקולחים התבטאה בחלק מהשנים בבדיקות העלים בהן נמצא ריכוזי נתרן וכלוריד גבוהים באופן מובהק סטטיסטית מהריכוז בטיפול המים השפירים. בשנה האחרונה, פער זה הצטמצם. בנוסף, בשנים בהם ריכוז יסודות אלה בעלי העצים המושקים בקולחים היו גבוהים יותר, התגלו במספר עצים סימני רעילות בעלים שהתבטאו בשוליים נקרוטיים (צריבות עלים), האופייניים לפגיעה מעודפי יוניים רעילים כמו כלוריד ונתרן (תמונה 1). פגיעה חמורה יותר, הכוללת תמותת עצים התקבלה במספר מטעים המסחריים בחלקות הקרובות לניסוי.



תמונה 1: סימני רעילות בעלי אגס בעצים מושקים בקולחים

בשנת 2010 התקבל הבדל מובהק סטטיסטית בין שני טיפולי הקולחים והטיפול במים שפירים בריכוז המנגן בעלים. בעצים המושקים בקולחים ריכוז המנגן היה גבוה יותר, דבר היכול להצביע על ריכוז מנגן גבוה בקרקע בעקבות תנאי חיזור הנוצרים במהלך ההשקיה בקולחים. מגמה זו לא התגלתה בשנת 2011. בניסוי המשך מתוכנן לבחון את תהליכי חמצון-חיזור העלולים להתרחש בקרקע כתוצאה מההשקיה בקולחים. מצב זה יכול לנבוע מעודפי מים שנוצרים במהלך העונה עקב פגיעה בתכונות הולכת המים בקרקע ובחורף בזמן שמפלט מי התהום בעקבות הגשם.

הקוטר ושטח הגזע לא הושפעו בשלב זה מהשוני בריכוז המלחים בקרקע. לעומת זאת, בשתי העונות הקודמות היו מועדים בהם פוטנציאל המים בעץ היה גבוה יותר בטיפול קולחים 2. בשנת 2011, במהלך כל העונה, פוטנציאל המים בעצים המושקים במים שפירים היה נמוך מזה של העצים המושקים בקולחים. הבדל זה היה מובהק סטטיסטית לעומת הטיפול קולחים 2 במרבית העונה ובחלקה לעומת הטיפול קולחים-1. בסוף העונה המובהקות הייתה בהשוואה לטיפול קולחים-1.

לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בריכוז החנקן המינרלי בצורות השונות, כנראה כתוצאה מכך שתשומת החנקן הכללית בשני המקרים נמוכה, אף כי התשומה בטיפול הקולחים כפולה מזאת שניתנה בטיפול השפירים הדבר לא מתבטא בריכוזים שנמצאו בקרקע. לעומת זאת, בריכוז הזרחן בקרקע (מיצוי אולסן) והאשלגן (מיצוי CaCl_2), נוצרו הבדלים משמעותיים. בזרחן ההבדלים קיימים גם בעומק 15 ס"מ ואף יש חדירה של הזרחן לעומק 45 ס"מ. הבדלים אלה נובעים מהתשומה היחסית גבוהה של הזרחן בטיפול הקולחים לעומת העדר דישון זרחני בטיפול המושקה במים שפירים. לגבי האשלגן קיימת הצטברות בשכבה העליונה של הקרקע. הבדל מובהק זה נוצר למרות הדישון האשלגני המוגבר בחלקות המים השפירים במהלך כל העונות ונגרם בגלל היישום של מנה כפולה של אשלגן עם הקולחים במשך כל השנים של המחקר כתוצאה מהריכוז החריג של אשלגן בקולחים. עודף יישום הזרחן ואשלגן אפיין את כל שונות הניסוי וללא שינוי באיכות הקולחים תמשיך להתפתח הצטברות של שני היסודות בקרקע שינועו לעומק החתך. למצב הזרחן ואשלגן בקרקע היה ביטוי חלקי בעץ כפי שניתן להבחין בתוצאות בדיקות העלים. ריכוז האשלגן בעלים של העצים המושקים בקולחים, בשנת 2010, היה גבוה יותר מאשר בעצים המושקים במים שפירים. בעונה האחרונה תוצאה זו לא חזרה על עצמה. יש לבחון את ההשפעות, אם קיימות, של עודפי זרחן ואשלגן בקרקע לאורך השנים.

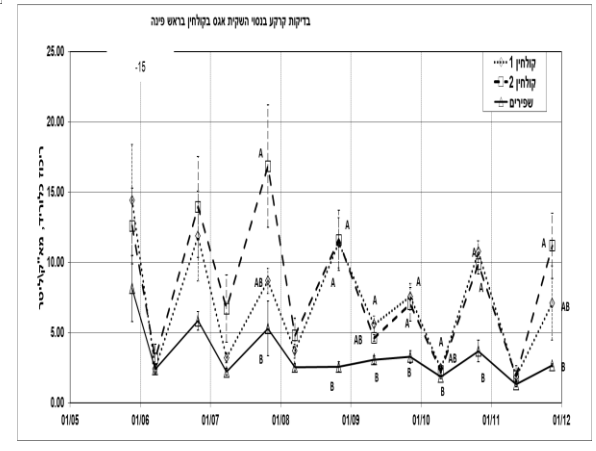
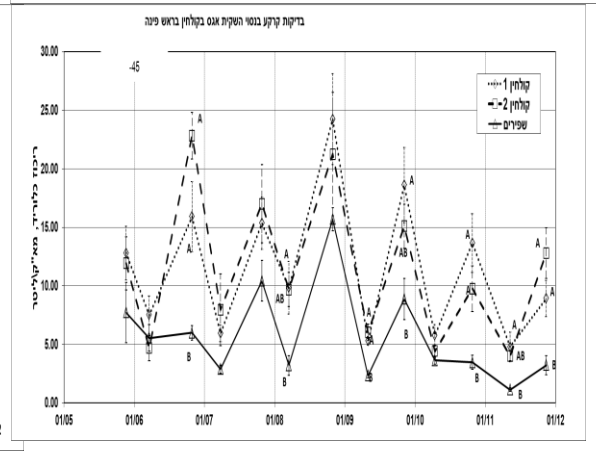
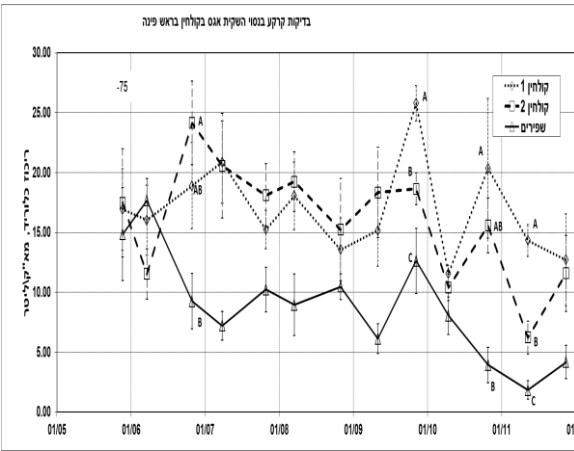
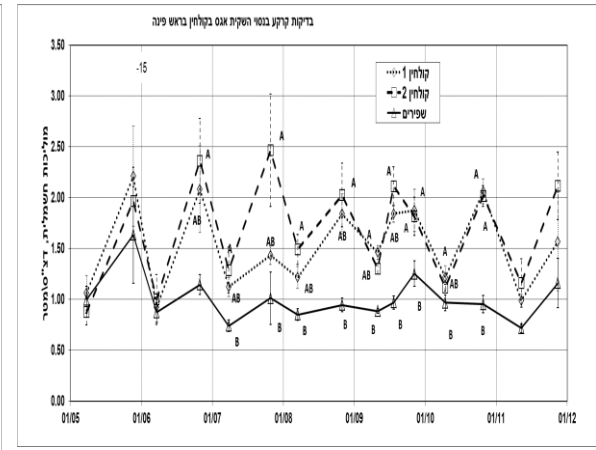
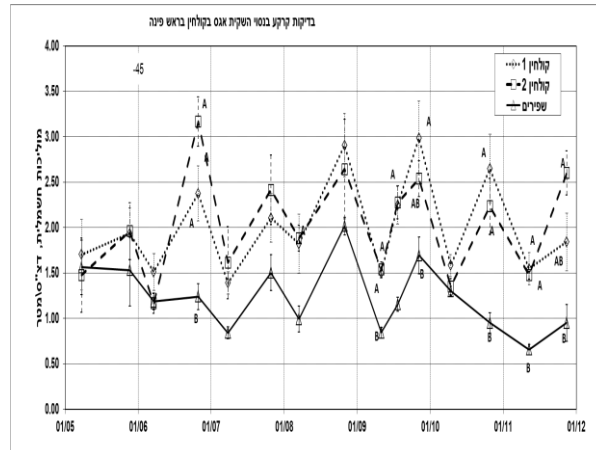
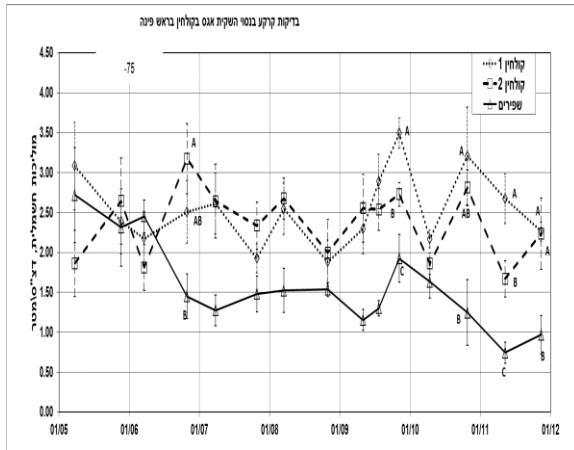
משנת 2008 התחיל להתפתח הבדל בריכוז האבץ בין טיפולי הקולחים והטיפול במים שפירים כאשר בשנת 2010 הבדל זה היה מובהק סטטיסטית. הריכוז היה הגבוה יותר בעצים המושקים במים שפירים. מחסורים באבץ אופייניים לקרקעות בהן ריכוז זרחן (במיצוי אולסן) גבוה. מחסורי אבץ בעצי פרי נשירים כתוצאה מריכוז זרחן גבוה בקרקע התקבלו בעבר בעקבות יישום מוגבר של שלשת עופות הידוע גם כחומר עשיר בזרחן. עדיין לא ניתן להבחין בסימנים חזותיים של מחסור באבץ בעצים בניסוי. כיוון שהבדל זה הצטמצם בעונה האחרונה יש להמשיך לחקור אותו בשנים הבאות.

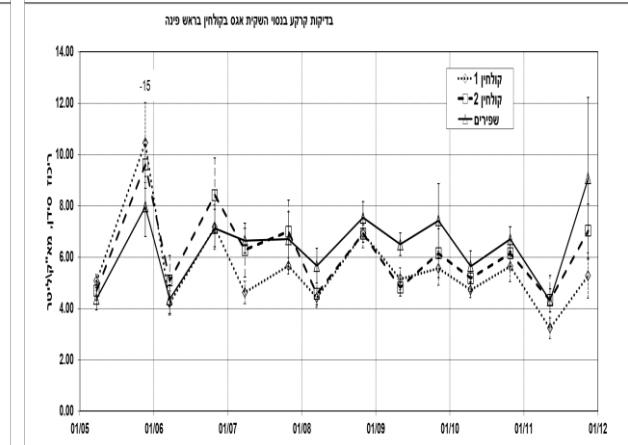
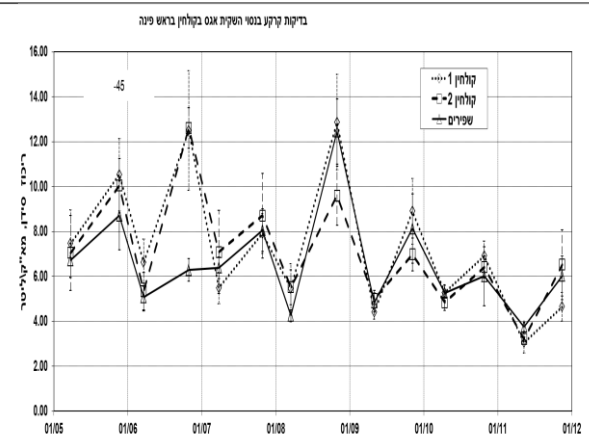
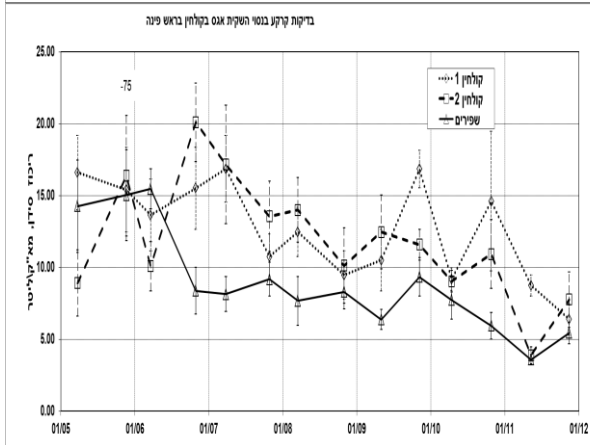
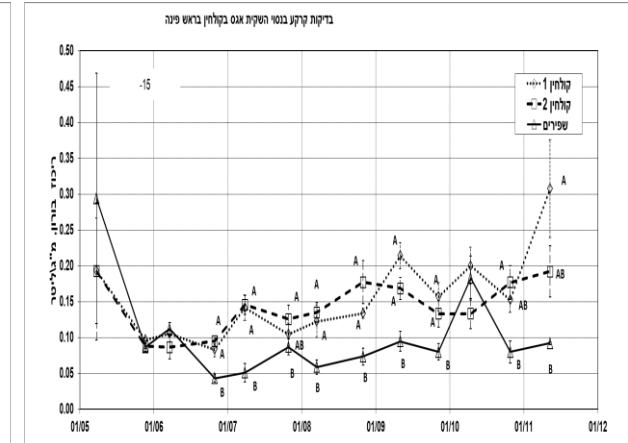
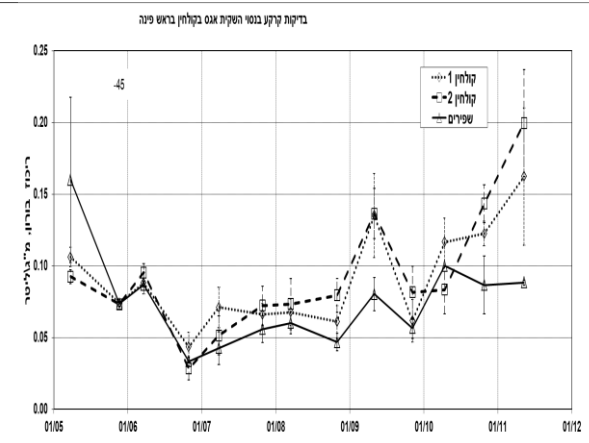
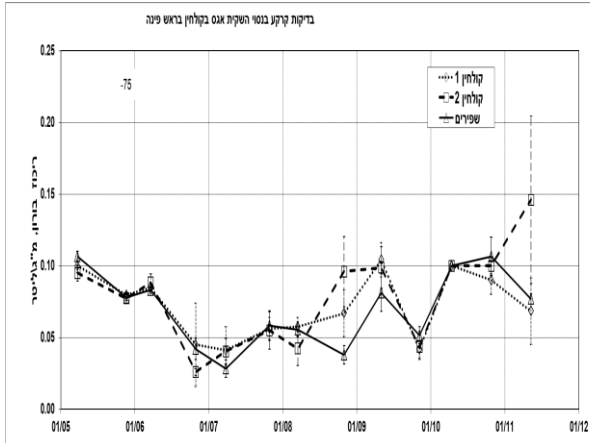
תוצאות רב שנתיות של יכול וגודל הפרי מראות שבמהלך הניסוי לא נמצאו הבדלים במספר הפירות לעץ ובמשקל הפרי לעץ. בחלק מהשנים נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית בגודל הפרי הממוצע כאשר הפרי בעצים המושקים במים שפירים גדול מזה שבטיפול הקולחים. כמו כן לא נמצאו הבדלים מובהקים ביכול המצטבר במהלך הניסוי, אם כי מסתמן הבדל מסויים כאשר דווקא אחד מטיפולי הקולחים צבר יכול גבוה יותר במהלך שנות הניסוי.

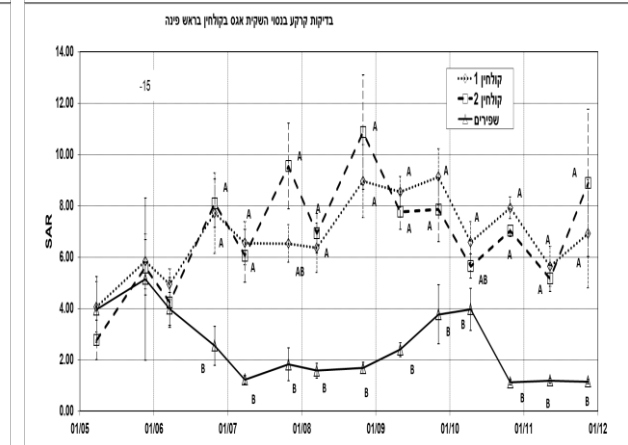
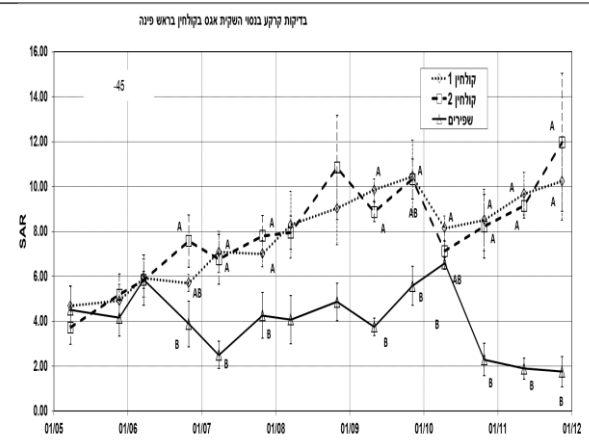
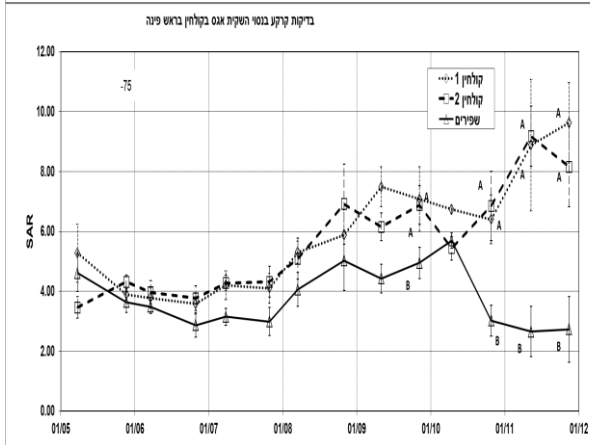
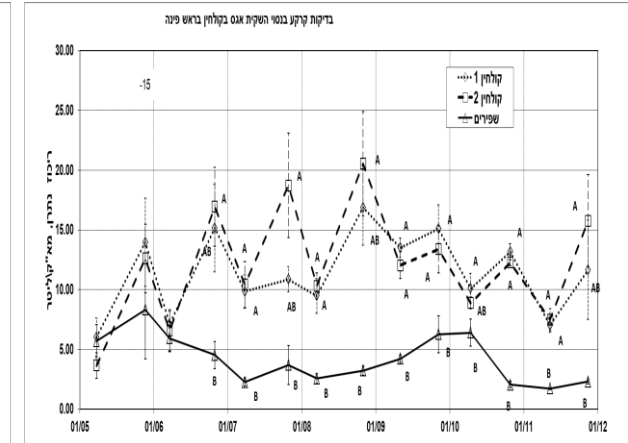
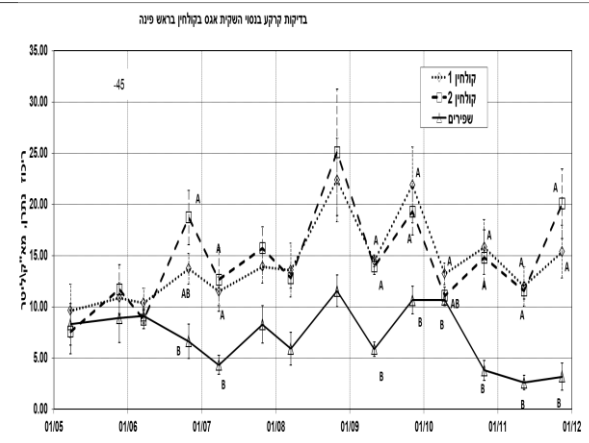
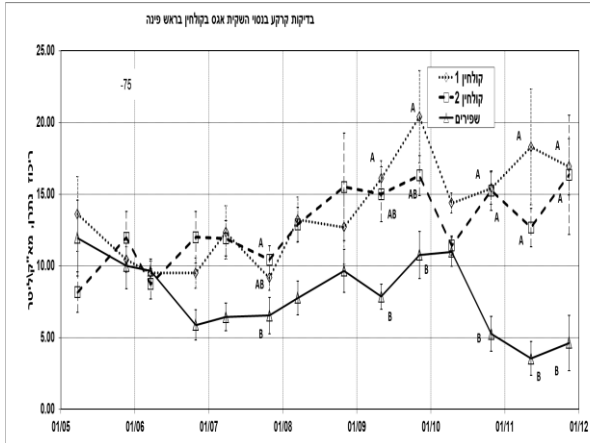
סיכום עם שאלות מנחות

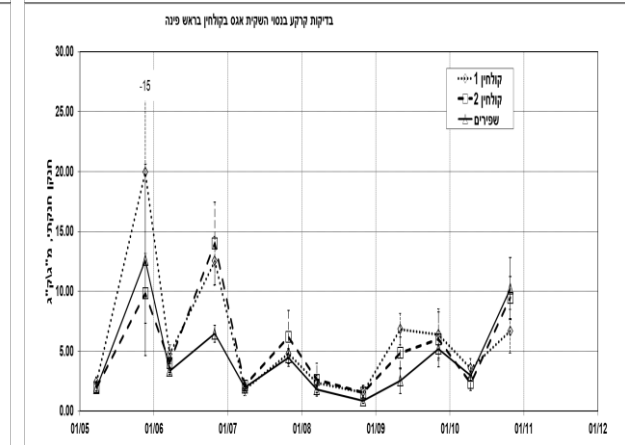
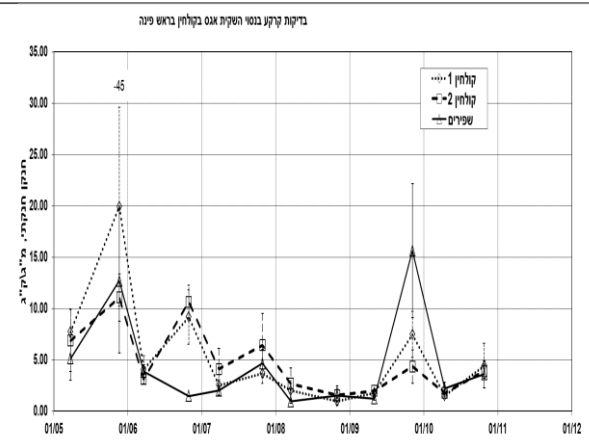
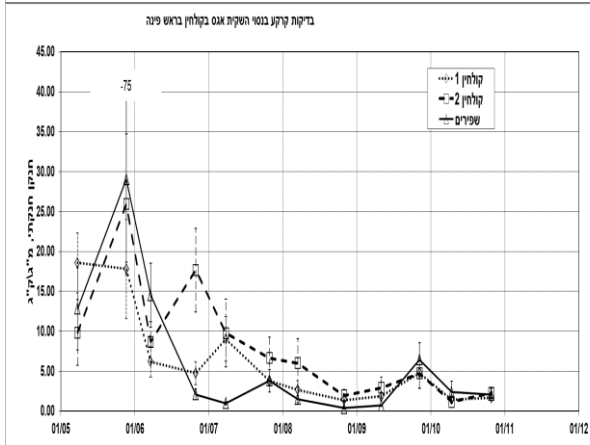
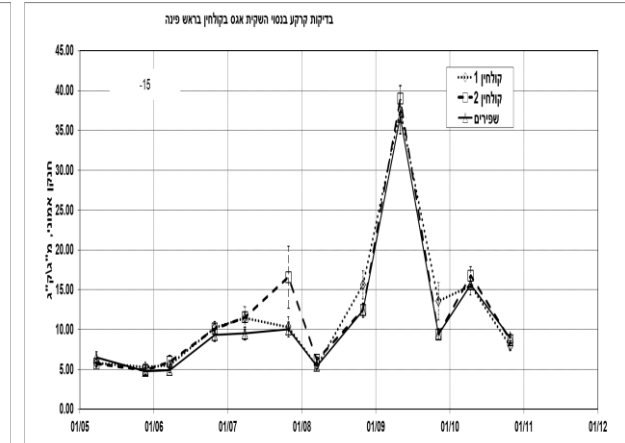
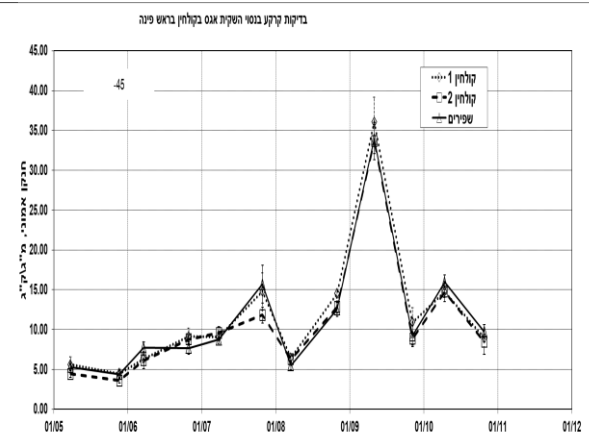
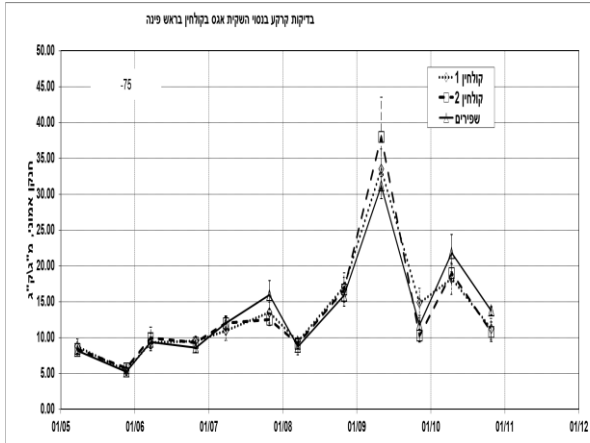
מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
לבחון השפעת השקיה בקולחים באגס על הרכב תמיסת הקרקע, גובה מי תהום בחורף וביצועי האגס (יבול וגודל פרי).
עיקרי הניסויים והתוצאות.
בטיפול הקולחים יש ערכים גבוהים של מוליכות החשמלית, ריכוז הכלוריד והנתרן וערך ה-SAR בקרקע, רמות שמתקרבות לתחום היכול לגרום לנזק. ערכי ה-SAR בקרקע גבוהים משמעותית מאלו שבמי ההשקיה. כמו כן יש עליה מתמדת בריכוז האשלגן והזרחן בשכבת הקרקע העליונה. עד כה לא נמצאה השפעה שלילית של טיפול הקולחים על היבול והתפלגות גודל הפרי. יחד עם זאת התקבלה פגיעה בפוטנציאל המים בגזע בקולחים דבר המצביע על פגיעה בכושר קליטת המים. בבדיקות העלים נמצאו ריכוזים גבוהים יותר של כלוריד, נתרן, אשלגן ומנגן בעלים של העצים המושקים בקולחים, וריכוזים נמוכים יותר של אבץ.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
בעונה הנוכחית נראה מתחילה פגיעה בעץ בהשקיה בקולחים, אם כי עדיין לא ביבול ובגודל הפרי. העליה במליחות וב-SAR מהווה פוטנציאל נזק משמעותי. צריך ללמוד מהם הגורמים לעליה ב-SAR בקרקע. האבץ הנמוך יותר בעצי הקולחים יכול ללמד על התפתחות מחסורי מיקרואלמנטים בגלל עודף הזרחן בקרקע. הריכוז הגבוה של מנגן בעלים יכול ללמד על תנאים מחזרים בקרקעות המושקות בקולחים.
בעיות שונות לפתרון
צריך להמשיך לבחון השפעת הקולחים על הקרקע וביצועי העץ ולבחון מימשק למניעת/הקטנת נזקים. המחקר צפוי להמשיך במסגרת תקציב מחקר של מו"פ הקולחים. במחקר ההמשך יעשה מעקב מפורט יותר על התהליכים בקרקע ובעץ, יבחנו התפתחות השורשים ותהליכים של חמצון-חיזור
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - <u>ציטט</u> ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פוטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
לא נעשה כל פירסום של המחקר למעט דיווח על תוצאותיו בכנסים אזוריים וארציים.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
←
← ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
←
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא -

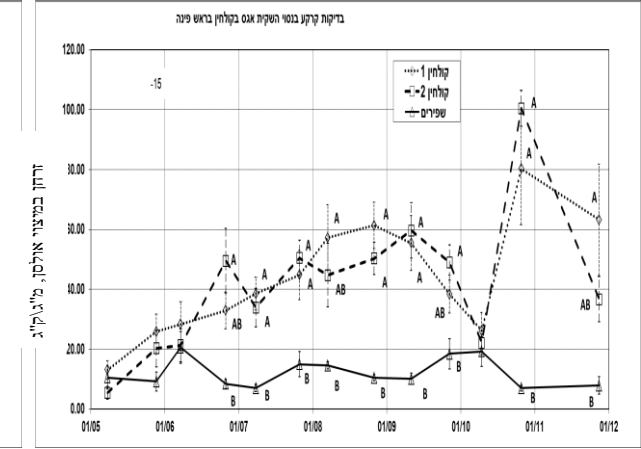
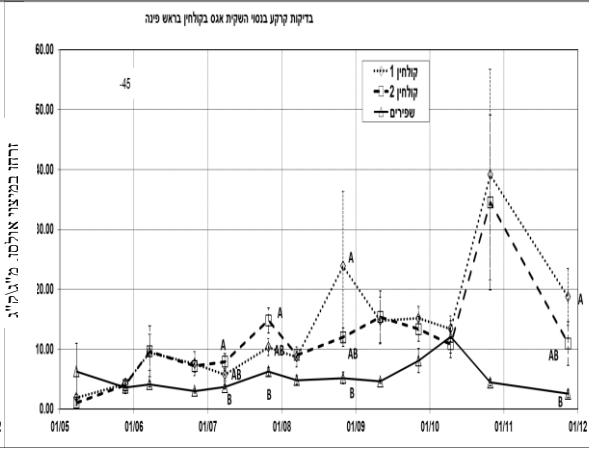
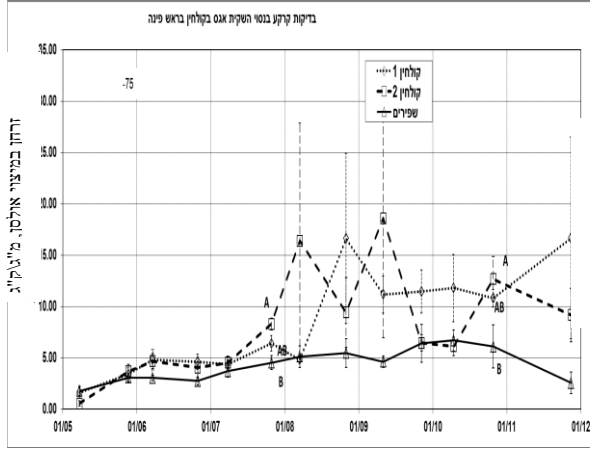
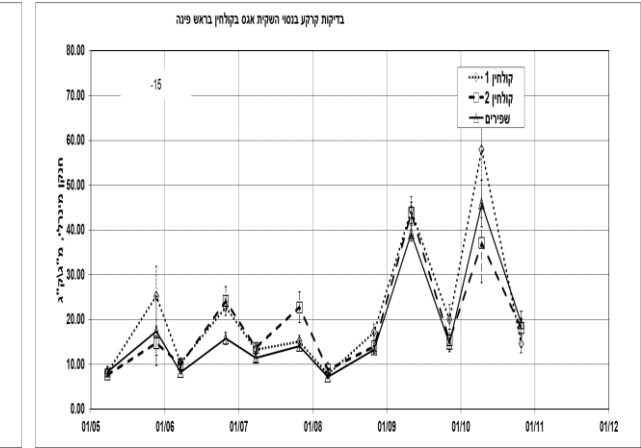
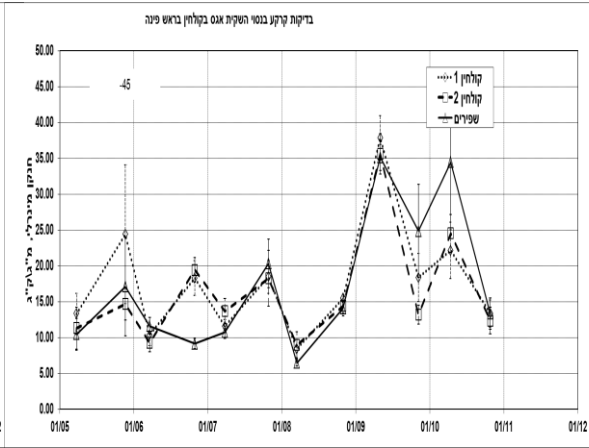
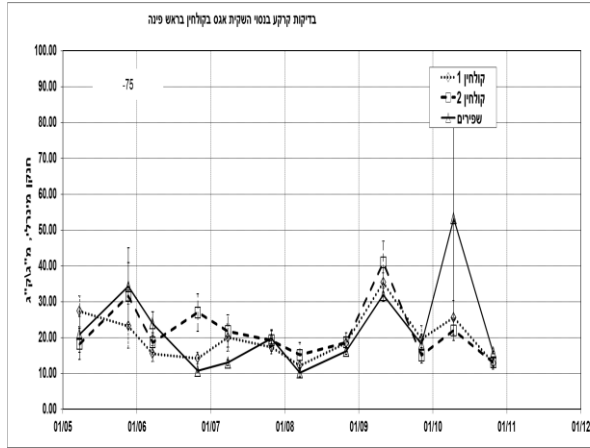
*יש לענות על שאלה זו רק בדוח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדוח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים



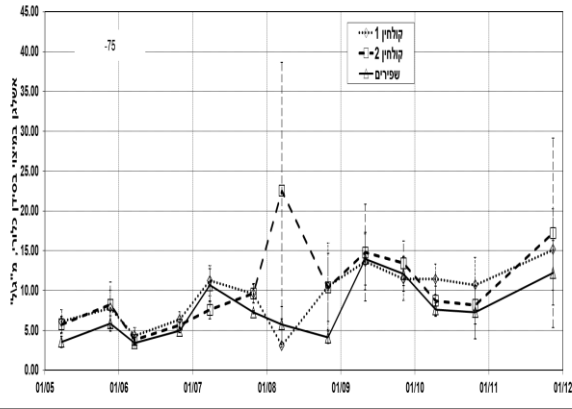




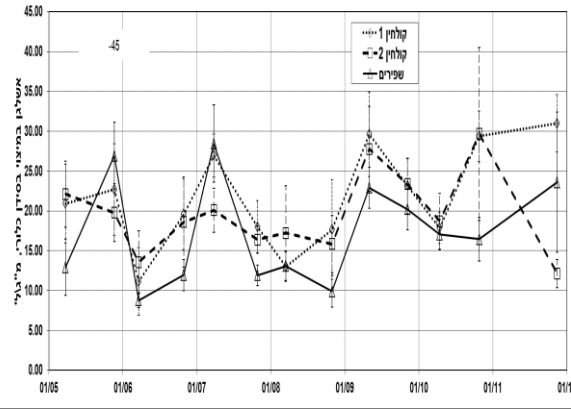




בדיקת קרקע בנוסח השקית אגס בקולחן בראש פינה



בדיקת קרקע בנוסח השקית אגס בקולחן בראש פינה



בדיקת קרקע בנוסח השקית אגס בקולחן בראש פינה

