

# למה עשבים רעים "מתחמקים" מהדברה בכותנה?

דוח מחקר לניסויי 2006

מוגש להנהלת ענף הכותנה - חורף תשס"ז

על ידי

ברוך רובין, יסמין שגיב, משה סיבוני, בני חפץ

הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה, רחובות

בהשתתפות ועדות המגדלים באזורים השונים

## תקציר

לאחרונה מתרבים הדיווחים של חקלאים ומדריכים חקלאיים על הפחתה בפעילות קוטלי עשבים המיושמים בגידולים מושקים במי קולחים. במקרים רבים יעילות ההדברה הינה לטווח קצר יותר מאשר הייתה בעבר. בכותנה מושקת בקולחים, דווח על הופעה מסיבית של עשבים רעים כגון ירבוז פלמרי ובוטן מצולע. עשבים אלו אינם מודברים בגידולים שונים במחזור זרעים כמו כותנה, תירס ואבטיח לפיצוח, מפריעים מאד בקטיף וגורמים לפחיתה של כ- 20% ביבול. נשאלת השאלה מדוע קוטלי העשבים הניתנים לפני זריעת הכותנה המושקית במי קולחים וגם אלה הניתנים מאוחר יותר בריסוס מכוון או בהרביגציה אינם זמינים לקליטה על ידי העשבים ומדוע אין הם פועלים את פעולתם הצפויה. ההשערה כי מקור התופעה בהתפתחות של עשבים רעים העמידים לקוטלי עשבים נבדקת עתה במעבדתנו מחדש לאחר שנשללה בעבר. בנוסף נבדקו חומרי ההדברה ונמצאו תקינים ופעילים. מכאן החשד של מעורבות של גורמים אחרים אשר מאפשרים למיני עשבים אלה להציץ מאוחר ולשבש את השדות. מי קולחים משפיעים על התכונות הכימו-פיזיקליות של הקרקע, כמו גם על גודלה ופעילותה של אוכלוסיית המיקרואורגניזמים שבה. מי קולחים עשויים להכיל ריכוזים משמעותיים של חומר אורגני מומס, מתכות כבדות ונוטריינטים המשפיעים על הפעילות הביולוגית בקרקע. מרכיבים אלו יכולים לשמש הן כנשאים המאיצים את תנועתם של חומרי הדברה בחתך הקרקע לשכבות עמוקות והן כזרזים לתהליכי פירוק. בעבודה זו בדקנו תנועה של קוטלי עשבים (טריפלורלין ופלוואומטורון) בחתך הקרקע ומצאנו שאין הבדל מובהק במידת החלחול של החומרים בקרקע שהושקתה במי קולחים לעומת קרקע שהושקתה במים שפירים. ניסויי הדגרה שביצענו, מראים שהחומרי ההדברה מתפרקים בזמן קצר מהידוע בספרות בקרקע בעלת היסטוריה ארוכה של מי קולחים. במעקב אחר ריכוזי החומרים בקרקע, שבצענו לאורך העונה לא נמצא הבדל מובהק בין קרקע שהושקתה באותה עונה במים שפירים ובקרקע שהושקתה במי קולחים. מצאנו הבדלים בריכוזי החומרים באזור שמתחת לטפטפת לעומת הריכוז בשורת הגידול, וכתוצאה מהעדר התכשירים יכולים העשבים הרעים לנבוט ולהציץ מאזור מורטב זה. יתכן והאינטראקציות של התכשיר עם החומר האורגני המומס שבמי הקולחים גורמות להחשת התופעה.

## למה עשבים רעים "מתחמקים" מהדברה בכותנה?

דוח מחקר לניסויי 2006

מוגש להנהלת ענף הכותנה - חורף תשס"ז

על ידי

ברוך רובין, יסמין שגיב, משה סיבוני, בני חפץ

הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה, רחובות

בהשתתפות ועדות המגדלים באזורים השונים

### מבוא ורקע מדעי:

הניסוי החל לאור ריבוי הדיווחים של חקלאים ומדריכים חקלאיים על הפחתה משמעותית בפעילות קוטלי עשבים המיושמים בגידולי שלחין המושקים במי קולחים. בכותנה ובתירס דווח על הופעה מסיבית של עשבים רעים כגון מיני ירבוז ובעיקר ירבוז פלמרי וענבי שועל. תופעה זו מעוררת דאגה מכיוון שעל אף השימוש הנרחב בקוטלי עשבים שונים, עשבים אלו אינם מודברים בגידולים שונים במחזור זרעים כמו כותנה, תירס ואבטיח לגרעינים. עשבים אלה מפריעים מאד בקטיף וגורמים לנזק משמעותי באיכות היבול. ההשערה כי התופעה הנ"ל מקורה בהתפתחות של עשבים רעים העמידים לקוטלי עשבים נבדקה במעבדתנו בשנה שעברה ונשללה. תוצאות הבדיקות שערכנו בצמחים העלו שלאף אחת מהאוכלוסיות שנבדקו אין עמידות לקוטלי עשבים. השנה נערכות בדיקות עמידות נוספות באוכלוסיות ירבוז שונות שנאספו בתשס"ו בבני דרום ובנען. כמו כן אנו בודקים מעורבות של גורמים אחרים אשר מאפשרים למיני עשבים אלה להציץ מאוחר ולשבש את השדות. ניסינו לענות על השאלה מדוע קוטלי העשבים הניתנים לפני זריעת הכותנה (כגון טראפלן וכותוראן) וגם אלה הניתנים מאוחר יותר בריסוס מכוון (כמו סטייפל ואנבוק) או בהרביגציה, אינם פועלים את פעולתם הצפויה.

שתי היפותזות מרכזיות הקשורות לחוסר פעילות מספקת או לזמינות נמוכה בקרקע של קוטלי עשבים בקרקעות המושקות במי קולחים נבחנו במחקר: קיימת היפותזה מרחיקת לכת נוספת המייחסת את התוצאות לאבולוציה של אוכלוסיות עשבים עמידות לקוטלי עשבים, לא תידון בדו"ח זה.

**ההיפותזה הראשונה** היא שבעקבות ההשקיה הממושכת במי קולחים, התכונות הכימו-פיסיקליות של החומר האורגני בקרקעות השתנו. אנו מניחים כי השילוב של ריכוז גבוה יחסית של חומר אורגני מסיס בתמיסת הקרקע עם חומר אורגני מוצק "צעיר" ופולרי בחתך הקרקע גורמים להגברת התנועה של החומרים לעומק החתך (מתחת ל 30 ס"מ) ולהקטנת הפעילות ההרביצידיית של החומרים המיושמים.

**ההיפותזה השנייה** היא שההשקיה במי קולחים הביאה לשינוי באוכלוסייה המיקרוביאלית בקרקע ולהחשת תהליכי הפרוק של קוטלי העשבים על ידי המיקרואורגניזמים (פרוק מואץ). תופעה זו מחייבת בחינה מקיפה גם בהקשר לממשק הדברת עשבים בגידולים אחרים מושקי קולחים.

**המטרה** הכללית של הפרויקט הייתה לבחון את הגורמים לעלייה בתפוצת עשבים בשדות כותנה מושקים במי קולחים בהשוואה לשדות המושקים במים שפירים, להבין את תהליכי הדה-אקטיבציה של החומרים ולפתח שיטות הדברה יעילות בכדי לשפר את ממשק הדברת העשבים בגידולים המושקים במי קולחים.

### **שיטות וחומרים:**

#### **1. תצפיות שדה:**

1.1. הערכת מצב העשבייה בשדה: הניסוי נערך בחלקות ניסוי משקיות (בשדות כותנה בבני דרום) בהם הופיעו אותם עשבים מתחמקים וכן בניסויים מבוקרים במעבדות, חממות ובתי רשת של היחידה להדברת עשבים במכון למדעי הצמח והגנטיקה ובמחלקה למדעי הקרקע והמים של הפקולטה לחקלאות. ניסויי השדה בוצעו ב 3-6 חזרות. כל חלקה כללה 18 שורות כותנה (בריסוס מסחרי עבדנו בשישיות כדי להתאימן למכשור הקיים) באורך 15-20 מ'. במהלך הגידול, אחת לחודש, ערכנו בחלקות הניסוי הערכות ויזואליות לרמת השיבוש והפגיעה בכותנה. בכל חלקה נרשמה רמת השיבוש בעשבים (דירוג מ 1-5, כאשר 1- נקי, 5- משובש מאוד). נרשמו הערות לגבי השלב הפיזיולוגי בו נמצאת הכותנה ואם היו פעולות שונות בשדה שעלולות להשפיע על מצב העשבייה.

1.2. הערכת יבול הכותנה: כשבוע לפני קטיף משקי, ערכנו קטיף מדגמי (2 מ' שורה) בכל חלקות הניסוי. ספרנו מספר צמחים, הלקטים פתוחים וסגורים והכותן הגולמי לשקילת יבול.

#### **2. דיגום קרקעות:**

הדיגום נעשה בכמה מועדים לאורך עונת הגידול. נדגמו קרקעות בנקודות קבועות בכל מועד דיגום. דגמנו מספר רב של אתרים בשדה אשר מייצגים את השונות המרחבית בשדה. נדגמו קרקעות מחלקות המושקות במים שפירים ומחלקות המושקות במי קולחים שקיבלו את אותם קוטלי עשבים ובאותם המינונים. קרקע ביקורת נלקחה מחלקה מקבילה שלא טופלה בקוטלי העשבים הנחקרים. הדיגום נלקח משכבת קרקע של 0-15 ס"מ בעזרת עט חפירה לתוך שקית שנלקחה למעבדה, לאחסון במקרר (4°C) עד השימוש בקרקע.

#### **3. אפיון הקרקע והקולחים:**

נערכו בדיקות לאפיון קרקע בני דרום כמו בדיקת מבנה, תכולת רטיבות, תכולת חומר אורגני. הבדיקות שבוצעו לאפיון מי הקולחים במאגר בבני דרום הן TOC (ריכוז כלל הפחמן האורגני במים) ו-TSS (ריכוז כלל המוצקים המסיסים במים).

#### **4. בדיקת ריכוז חומרי ההדברה:**

##### **4.1. קוטלי העשבים הנחקרים:**

טריפלורלין (טרפלאן) ופולואומטורון (כותורן, כותוגן), תוצרת אגן כימיקלים, אשדוד, ישראל.

##### **4.2. מבחן ביולוגי**

בדקנו את ריכוז חומרי ההדברה בקרקע לאורך העונה. קרקע שנדגמה מהחלקות השונות חולקה לעציצי הנבטה בגודל 7x7x7 ס"מ בהם נזרעו צמחי בוחן כ-10 זרעי זיפן ירוק (*Setaria-viridis*) בעציץ. העציצים הועברו לחממה בתנאי גידול של 25°C ו65% לחות. לאחר 40 יום הצמחים נחתכו ונשקלו (ללא השורש). משקלי הצמחים מהחלקות המטופלות הושו לביקורת (שלא קיבלה טיפול בקוטלי עשבים אלו). לאחר תחילת ההשקיה בשדה דגמנו שתי דגימות בכל חלקה באזור מורטב (מתחת לטפטפת) ובאזור הלא מורטב (בשורות הגידול).

##### **4.3. מיצוי קרקע**

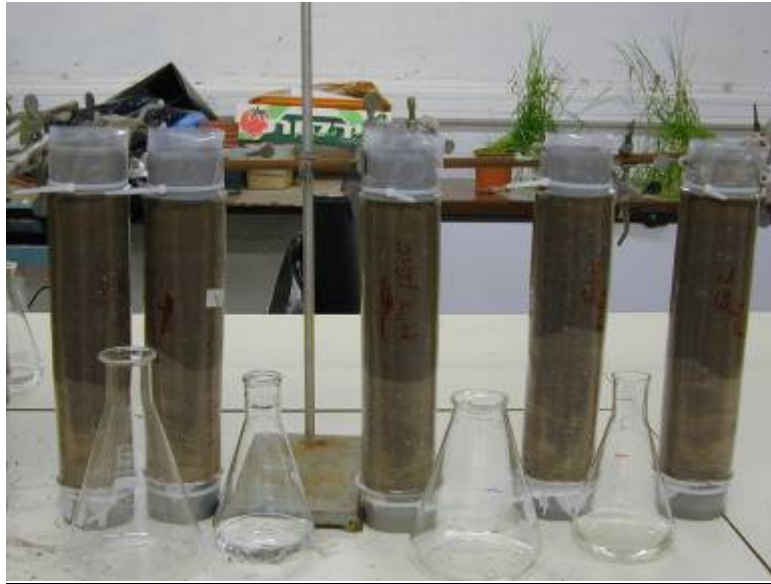
מתוך הקרקע שנדגמה הופרדה כמות מסוימת לתוך קופסאות שאוחסנו במקפיא בטמ"פ של (-20°C). עשינו 5 מיצויים לקרקעות שנדגמו מתחילת העונה ועד סופה. דוגמאות אלה עברו תהליך מיצוי באצטון (לפי שיטת מיצוי מומלצת לטריפלורלין) והפרדה במכשיר HPLC. נמצאה שיטה למיצוי טריפלורלין ופולואומטורון בבת אחת. הצלחנו לקבל הפרדה טובה של החומרים במכשיר ה-HPLC. באמצעות עקומות כיוול שנעשו, הצלחנו לכמת את ריכוז חומרי ההדברה בדוגמאות.

#### **5. ניסויי תנועת קוטלי עשבים בעמודות קרקע:**

בדקנו את תנועת החומרים טרפלאן וכותורן (בשני ניסויים נפרדים) בעמודות קרקע שהושקו במים באיכויות שונות (קולחים לעומת שפירים). תנועת החומרים נבדקה בעזרת צמחי בוחן רגישים שנזרעו לאורך העמודה. השתמשנו בשרוולי פוליאיתילן, אותם גזרנו לאורך הרצוי. בחלק התחתון חיברנו באמצעות אזיקון, מכסה עם חורים לניקוז המים. מילאנו את השרוול בקרקע מבני דרום, נקייה מחומרי הדברה שנטחנה וסוננה לגודל  $2 > \text{מ"מ}$  (ראה תמונה מס' 1). בראש העמודה ריססנו את הפורמולציות (אגן כימיקלים) במינון המומלץ (250 סמ"ק לד' לשני החומרים). כל טיפול נבדק בשלוש חזרות ולכל טיפול הייתה ביקורת בשלוש חזרות.

לאחר יישום החומר, התחלנו בהשקיה. נפח המים שניתן חושב לפי נפח הנקבובים של הקרקע (בהתחשב בצפיפות הגושית וצפיפות החלקיקים של הקרקע). בסבב הראשון ניתן נפח נקבובים אחד ואחר כך בדקנו גם שני נפחי נקבובים כדי לבדוק האם התופעה של חלחול חומרי ההדברה מועצמת כאשר יש "אירוע" השקיה עם נפח מים גדול (כמו בהשקיית בצל). על מנת לאפשר ניקוז טוב של העמודה, חיכינו 24 שעות לאחר סיום ההשקיה ואז השכבנו את העמודות על מגשים, חתכנו פתח אורכי בשרוול הפלסטיק וזרענו זרעי לפתית (כצמח בוחן לכותורן) וסורגום (כצמח

בוחן לטרפלאן). העמודות הוחזקו בחממה בטמ"פ של 25°C ולחות של 65%. לאחר שבועיים מדדנו את גובה הצמחים לאורך העמודה.



תמונה 1: עמודות קרקע במהלך הניסוי.

## **6. ניסויי פירוק מואץ:**

בדקנו את ההשערה שבקרקעות המושקות זמן רב במי קולחים מתרחש פרוק מואץ של טרפלאן וכותורן. עשינו שתי סדרות של ניסויים:

**א. עיקור הקרקע בקרני גמא:** קרקע מבני דרום שלא רוססה בטרפלאן או בכותורן, הושקתה במשך חודש במי קולחים ובמים שפירים בנפרד, כך נוצרו שתי קבוצות קרקע עם היסטוריית השקיה שונה. הקרקע נטחנה ונופתה לגודל  $> 2$  מ"מ. חצי מהקרקע עברה עיקור ע"י קרינת גמא (שיטת עיקור הגורמת להפרה מינימאלית של התכונות הכימיות של הקרקע) על מנת לקטול את אוכלוסיות המיקרואורגניזמים ששכנו בקרקע. הניסוי כולו בוצע בתנאים סטרילים במנדף ביולוגי. הקרקע חולקה לשקיות פלסטיק (500 ג"ר בכל שקית כדי ליצור 3 חזרות) וכל שקית היוותה טיפול. במשך 4 חודשים, בהפרשים של שבועיים, רוססה הקרקע שבשקיות בטרופלורלין או בפלואומטורון (שניהם חומרים טכניים מאגן כימיקלים, מומסים במתאנול) בריכוז של 1 מ"ג/ק"ג (אקוויוולנטי למינון המומלץ בשדה). טיפולי ביקורת הוספו במועד הראשון והאחרון. לאחר מכן, הקרקעות הורטבו והוכנסו להדגרה בטמ"פ של 25°C בחושך (למניעת פירוק פוטוכימי). בסוף הניסוי הוצאו כל הקרקעות המטופלות מההדגרה והוכנסו לצלחות פטרי או לעציצים (טרופלורלין בצלחות פטרי ופלואומטורון בעציצים). בצלחות הפטרי נזרעו על פני הקרקע 10 זרעי סורגום (צמח בוחן רגיש מאוד לריכוזים נמוכים של טרופלורלין בקרקע). הצלחות הוכנסו לחדר עם טמ"פ קבועה של 25°C ובתנאי חושך. לאחר 4 ימים הוצאו הצלחות ונמדדו אורכי שורשי הסורגום. ריכוז ההרביצידים

בקרקה נקבע באמצעות השוואת אורכי השורשים לעקום תגובה. קצב פירוק פלואומטורון בקרקה נקבע על ידי בחינת תגובת נבטי מלון. נזרעו 5 זרעי מלון בעציצים, העציצים הועמדו בחממה בטמ"פ של  $25^{\circ}\text{C}$  למשך 2-3 שבועות עד הופעת עלה ראשון, ואז נעשתה שקילה של הצמחים (נשקל הנוף בלבד).

**ב. קרקע שלא עברה עיקור בקרני גמא:** קרקע ממטע אבוקדו בקיבוץ המעפיל (שלא רוססה בחומרים הנבדקים) שחלקו בעל היסטוריה של השקיה במים שפירים וחלקו בעל היסטוריה של השקיה במי קולחים (חלקות השייכות לסקר קולחים ארצי שהחל לפני כ-10 שנים). הקרקע נטחנה ונופתה לגודל  $> 2\text{ מ"מ}$  וחולקה לשקיות פלסטיק (500 ג"ר בכל שקית כדי ליצור 3 חזרות) וכל שקית היוותה טיפול. כל השקיות רוססו בטרפלאן או כותורן (פורמולציות מאגן כימיקלים) במינון המומלץ והוכנסו להדגרה בחדר עם טמ"פ קבועה של  $25^{\circ}\text{C}$  בחושך. במשך 3 חודשים, בהפרשי זמן משתנים הוצאו שקיות מהדגרה ובוצע בהן מבחן ביולוגי (כפי שפורט בסעיף א') טיפולי ביקורת הוספו בכל מועד.

## **תוצאות ודין:**

### **1. תצפיות שדה:**

#### **1.1 הערכת מצב העשבייה בשדה:**

באופן כללי ניתן לומר שלאורך העונה, חלקות הקולחים היו מעט יותר משובשות בעשבייה בהשוואה לחלקות השפירים (ראה טבלה מס' 1) אך לא נראו הבדלים משמעותיים מאוד בין החלקות. ההבדלים שראינו החלו להיווצר עוד לפני תחילת השקיה בשדה, כלומר שאין קשר ישיר בין איכות המים שניתנה בהשקיה באותה עונה לבין רמת השיבוש בעשבייה.

#### **1.2 יבול הכותנה בחלקות הניסוי:**

היבול נדגם 3-4 ימים לפני הקטיף המשקי. קצרנו את כל הצמחים שגדלו לאורך 2 מטר רץ בכל חלקה. ספרנו מספר צמחים, מספר הלקטים פתוחים וסגורים והפרדנו את הכותן לשקילה. מתוך החלקות שנדגמו, החלקות: שפירים, קולחים וקולחים המטרה קיבלו טיפול בכותורן בלבד. שאר החלקות קיבלו את כל טיפולי ההדברה המשקיים. כל טיפול נדגם בארבע חזרות. הנתונים המופיעים בטבלה הינם ממוצעי התוצאות של ארבע החזרות. לא נראו הבדלים משמעותיים ביבול בין החלקות השונות (ראה טבלה מס' 2) חוץ מאשר החלקות שהושקו בהמטרה, בהן התקבל יבול נמוך יותר בכ-100 ק"ג/דונם מאשר בשאר החלקות, ואכן ידוע כי עדיף להשקות כותנה מזן פימה בטפטוף. אפשר להסביר את נתוני היבול המעט גבוהים יותר בחלקות הקולחים ע"י התוספת הדישונית שישנה במי הקולחים לעומת מים שפירים.

**טבלה מס' 1:** הערכת מצב העשבייה בחלקות הניסוי לאורך העונה (2006). רמת השיבוש דורגה מ – 1 עד 5 כאשר 1- נקי מאוד ו 5- משובש מאוד.

תאריך	חלקה	מיני עשבים	רמת שיבוש	הערות
20.3	שפירים		1	יום הזריעה. השקיית הנבטה של 50 קוב
	קולחים		1	
25.4	שפירים	גומא הפקעים	3	
	קולחים	גומא הפקעים, חלמית	4-5	
25.5	שפירים	ירבוז פלמרי, רגלת הגנה	2	יום לפני תחילת השקיה
	קולחים	ירבוז פלמרי, ירבוז לבן, גומא הפקעים	2-3	
27.6	שפירים	לשישית הצבעים, ירבוז פלמרי	3	תחילת פריחה. סגירת נוף כמעט מלאה
	קולחים	ירבוז פלמרי	3	
27.7	שפירים	ירבוז פלמרי, דוחנית השלחין	3-4	ירבוז פלמרי בשלבים פיזיולוגים שונים
	קולחים	ירבוז פלמרי	4	
27.9.06	שפירים	ירבוז פלמרי, דוחנית השלחין	4	כמה ימים לפני קטיף
	קולחים	ירבוז פלמרי	4	

**טבלה מס' 2:** יבול הכותנה (ק"ג/ד') בחלקות הדיגום השונות.

הטיפול						הפארמטר הנבדק
קולחים המטרה +הדברה	קולחים המטרה	קולחים +הדברה	קולחים	שפירים +הדברה	שפירים	
107	130	123	120	143	132	מס' הלקטים פתוחים/מ'
87	78	86	81	88	86	הלקטים פתוחים (%)
350.4	363.4	450.9	497.9	443.7	419.9	יבול (ק"ג/ד')

## 2. אפיון הקרקע ומי הקולחים:

הקרקע בבני דרום היא קרקע בינונית, אלוביאלית חומה המושקת במי קולחים מעל 20 שנה. הקרקע במעפיל היא קרקע קלה, חמרה ומושקת במי קולחים מעל 10 שנים.

טבלה מס' 3: תכונות הרכב מכאני והרכב כימי של קרקעות מבני דרום ומהמעפיל.

הרכב מכאני (%)			תכולת רטיבות (%)	חומר אורגני (%)	EC (dS/m)	pH	מקור הקרקע
חרסית	סילט	חול					
38.5	10.5	51.0	5.7	1.5	0.68	8.4	בני דרום
3.9	11.5	84.6	2.3	5	3.6	7.5	מעפיל שפירים
0.0	5.0	95.0	1.1	3.3	3.9	7.5	מעפיל קולחים

מי הקולחים שנדגמו בשדה הניסוי מקורם במאגר בני דרום. המים מגיעים למאגר ממתקן טיפול שפכים באשדוד, שם עוברים טיהור ברמה שניונית. הבדיקות שבוצעו במים הן TOC – כלל הפחמן האורגני, מעיד על תכולת החומר האורגני שבמים. הבדיקה השניה היא TSS – כלל המוצקים המרחפים, כולל חומר אורגני ומינרלים ומעיד על רמת עומס המוצקים שבמים (רמת הזיהום):

TOC – 58.2 מ"ג/ל; TSS – 3.4 מ"ג/ל" מדובר במים בעלי רמת זיהום אורגני בינונית.

## 3. בדיקת ריכוז חומרי ההדברה:

### 3.1 מבחן ביולוגי (bioassay):

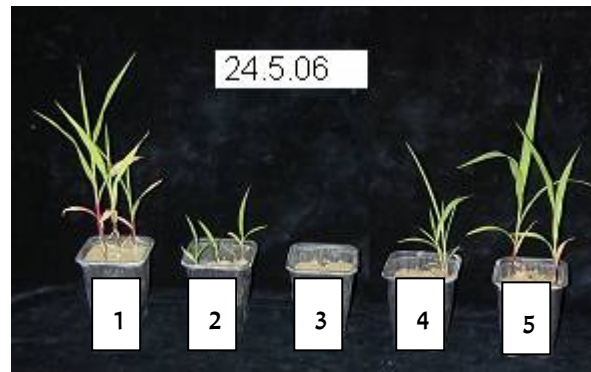
בדיקות שערכנו לאורך עונת הגידול, הראו ירידה בריכוז חומרי ההדברה עד לריכוזים נמוכים מאוד עוד לפני תחילת ההשקיה. כמו כן ראינו שבעוד שבאזור שבין הטפטפות ובשורת הגידול (אזור שנשאר יבש) כמעט ולא הציצו עשבים ונמצאו בו כמויות משמעותיות של התכשירים שיושמו, בדיקות שערכנו הראו שבאזור ההרטבה לא היתה פעילות הרביצידית - הצימוח היה גדול יותר מהצימוח שהיה בקרקע שנדגמה בין הטפטפות או בשורת הגידול. לאורך כל העונה נראו כמה מגמות ברורות:

א. צמיחה פחות טובה של צמחי הבוחן (זיפן) על קרקע שנדגמה בחלקות השפירים לעומת הצמיחה בקרקעות שהושקו בקולחים, מה שמצביע על ריכוז גבוה יותר של חומה"ד (חומרי ההדברה) בקרקעות שהושקו במים שפירים (ראה תמונה מס' 2).

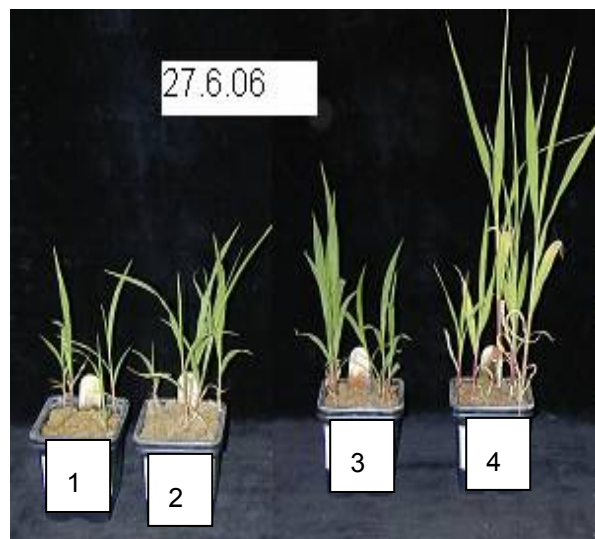
ב. צמיחה פחות טובה של צמחי הבוחן בקרקעות שנדגמו מחלקות שרוסו בטרפן לעומת קרקעות שלא רוסו בטרפן. כלומר שבחלקות עם ריסוס טרפן היה ריכוז מסוים שהשפיע על צמיחת צמחי הבוחן לעומת חלקות מקבילות ללא טרפן (ראה תמונה מס' 2).



ג. הבדלים נראו גם בין קרקעות שנדגמו מתחת לטפטפת לעומת קרקעות שנדגמו משורת הגידול, כך שהתקבלה צמיחה טובה יותר על קרקעות מאזור הטפטפת, כלומר באזור הטפטפת היה ריכוז נמוך יותר של חומה"ד אולי כתוצאה משטיפה של החומרים מאזור שכבת החריש לעומק (ראה תמונה מס' 3).



תמונה מס' 2: מבחן ביולוגי על קרקע שנדגמה בתאריך ה- 24.5.06, חלקות שפירים וקולחים עם וללא טרפולן. 1-ביקורת; 2-שפירים ללא טרפולן; 3-שפירים עם טרפולן; 4-קולחים עם טרפולן; 5-קולחים ללא טרפולן.



תמונה מס' 3: מבחן ביולוגי על קרקע שנדגמה בתאריך ה- 27.6.06, חלקות שפירים וקולחים עם טרפולן מאזור הטפטפת ומאזור השורה 1-שפירים עם טרפולן שורה; 2-שפירים עם טרפולן טפטפת; 3-קולחים עם טרפולן שורה; 4-קולחים עם טרפולן טפטפת.

### 3.2 מיצוי קרקע:

הצלחנו למצוא ריכוזים שונים של טריפלורלין ופלוואומטורון (ראה טבלה מס' 5). אחוזי ההשבה של פלוואומטורון עמדו על כ-95% בעוד אחוזי ההשבה של טריפלורלין היו סביב ה-60%.

טבלה מס' 5: ריכוזי החומרים טריפלורלין ופולואומטורון בקרקע שנדגמה בשדה הניסוי בתאריכים השונים.

תאריך בדיקה	טריפלורלין (ppb)				פולואומטורון (ppb)			
	שט	שש	קט	קש	שט	שש	קט	קש*
20.3.06	714				400			
25.4.06	67.62				39.38			
11.7.06	159.89	240.24	167.55	22.74	11.24	39.63	14.75	53.36
22.8.06	98.06	114.50	249.71	150.46	62.70	6.45	154.10	34.45

\*קש – קולחים שורה; קט – קולחים טפטפת; שש – שפירים שורה; שט – שפירים טפטפת.

יש לקחת בחשבון שלא נעשה דיגום ביום יישום החומרים וההנחה היא שהריכוז ההתחלתי בשדה הוא 1000 ug/kg חומר פעיל (250 סמ"ק תכשיר/ד'). לפי התוצאות הנ"ל, לגבי טריפלורלין, כשלושה שבועות לאחר היישום (28.2.06) נשאר 70% מהחומר בקרקע וכמעט חודשיים לאחר היישום, עוד לפני תחילת ההשקיה, נותרו רק 7% בקרקע. בדיגום הבא (כארבעה וחצי חודשים לאחר היישום) נמצאו ריכוזים גבוהים יותר מאשר בדיגום הקודם למרות שמדובר בחודש וחצי לאחר תחילת ההשקיה, יכול להיות שזה נובע מהשינוי במיקום הדיגום (לפני כן לא נדגמה השורה – שם הריכוזים גבוהים יותר וגם נקודת הדיגום מתחת לטפטפת הייתה חדשה), כנ"ל לגבי הדיגום האחרון. מדובר על כך שלקראת סוף העונה עדיין יש בקרקע בממוצע כ-150 ppb (1.5% ממה שיושם 6 חודשים קודם לכן) וזה פחות או יותר מתאים לנתוני הספרות לגבי זמן מחצית החיים של טריפלורלין בקרקע..

לגבי פולואומטורון, 7 שבועות לאחר היישום (שבוע ב- 2.2.06) אנו מוצאים 40% מהחומר בקרקע. 5 שבועות לאחר מכן יש ירידה ל- 4%. ריכוזים אלו נשארים פחות או יותר קבועים באזור השורה גם לאחר תחילת ההשקיה ועד לדיגום האחרון (כמעט 7 חודשים לאחר מכן) ופחות או יותר חצי מזה באזור הטפטפת. נתונים אלו מתאימים לנתוני הספרות לגבי זמן מחצית החיים של פולואומטורון. מבחינת ההבדלים בין קרקע שהושקתה במי קולחים לבין קרקע שהושקתה במים שפירים, אין מגמה ברורה באף אחד מהחומרים ואי אפשר לומר שהפירוק של אחד מהם מהיר בהשפעת איכות המים בה השקינו. יחד עם זאת יש לזכור את מגבלות שיטת המיצוי (אחוזי ההשבה של טריפלורלין – 60%) ואת כל הטעויות הטכניות שיכולות לקרות החל בדיגום הקרקע וכלה בחישוב הריכוז.

#### **4. ניסויי עמודות:**

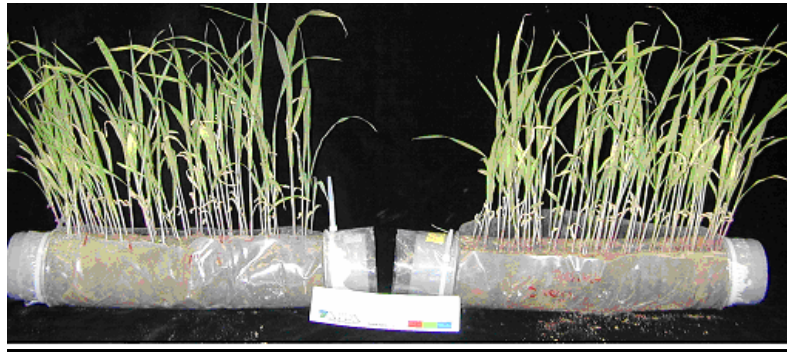
##### **4.1 חלחול טרפולן בקרקע:**

התוצאות מראות שלאיכות המים (שפירים או קולחים) אין השפעה על מידת החלחול של טרפולן בקרקע (ראה תמונה מס' 4). ניתן לראות (ראה איור מס' 1) שב-5 ס"מ העליונים של העמודה, יש הבדלים גדולים באורכי הצמחים, בעמודות הקולחים הצמחים ארוכים יותר מאשר בעמודות השפירים, אך את הבדלי הגובה הללו ניתן לראות גם בעמודות הביקורת שלא טופלו בטרפולן. מכאן שהבדלי הגובה לא נובעים עקב חלחול חומר ההדברה. אחד ההסברים האפשריים להבדלי הגובה יכול להיות שבמי הקולחים ישנה תרומה דישונית שמצטברת בשכבה העליונה של העמודה והצמחים שגדלים בשכבה זו נהנים מכמות גדולה יותר של מינרלים.

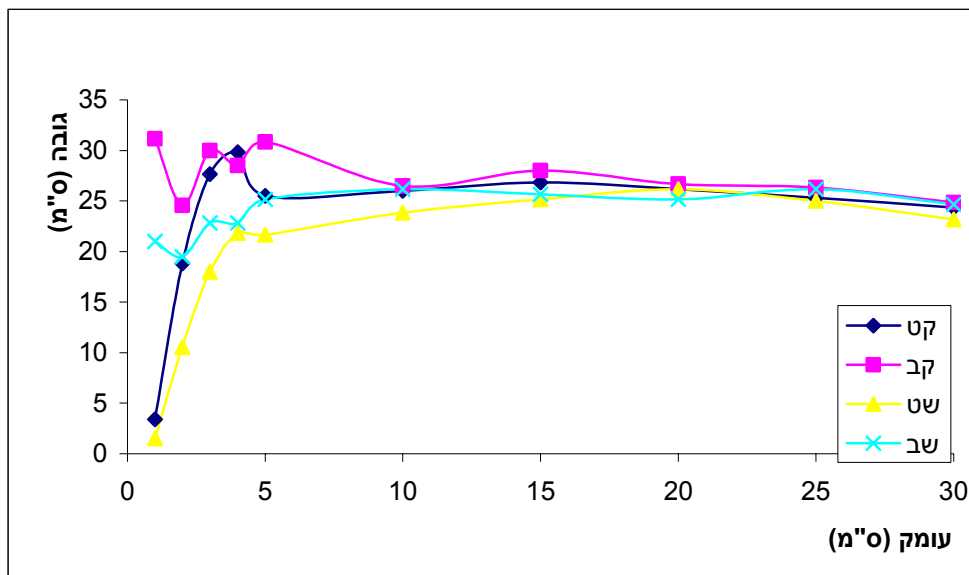
##### **4.2 חלחול כותרון בקרקע:**

הניסוי נערך פעמיים. בפעם הראשונה נפח ההשקיה היה אקווילנטי לנפח נקבובים אחד (הרוויה של כל חתך הקרקע) ובפעם השניה השקינו בנפח אקווילנטי של שני נפחי נקבובים כדי לבדוק האם מתרחשת הדחה של הכותרון לעומק החתך. בחזרה הראשונה, בעמודה שהושקתה במי קולחים, נצפתה הדחה של כותרון עד לעומק 15 ס"מ לעומת הדחתו בעמודה שהושקתה במי קולחים, עד לעומק של 13 ס"מ (ראה תמונה מס' 5). ראינו הבדלים באורכי הצמחים עד לעומק של 10 ס"מ (צמחים ארוכים יותר נמדדו בעמודות שהושקו במי קולחים), אך הבדלים אלו נצפו גם בביקורות ולכן אפשר לייחסם לתרומה הדישונית של מי הקולחים. מדדנו גם את משקלי הצמחים, וניתן לראות (ראה איור מס' 2) את מיקום הכותרון בשני הטיפולים בשכבת הקרקע שבין 10-15 ס"מ.

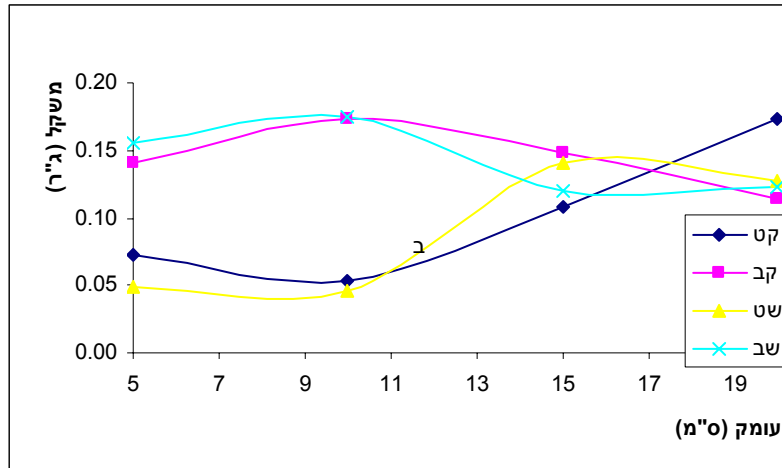
בפעם השניה, בה השקינו בעודף, ראינו הדחה של כותרון לעומק בעמודות שהושקו במי קולחים (ראה איור מס' 3). כלומר ניתן לראות שכאשר משקים כמויות גדולות יותר של מי קולחים, כותרון מודח כולו מהשכבה העליונה (צמחים מתים היו רק מתחת ל-7 ס"מ בעמודות הקולחים) בעוד שבעמודות שהושקו במים שפירים היתה "מריחה" של החומר כלפי מטה בחתך אבל עדיין נראתה השפעה גם בשכבה העליונה.



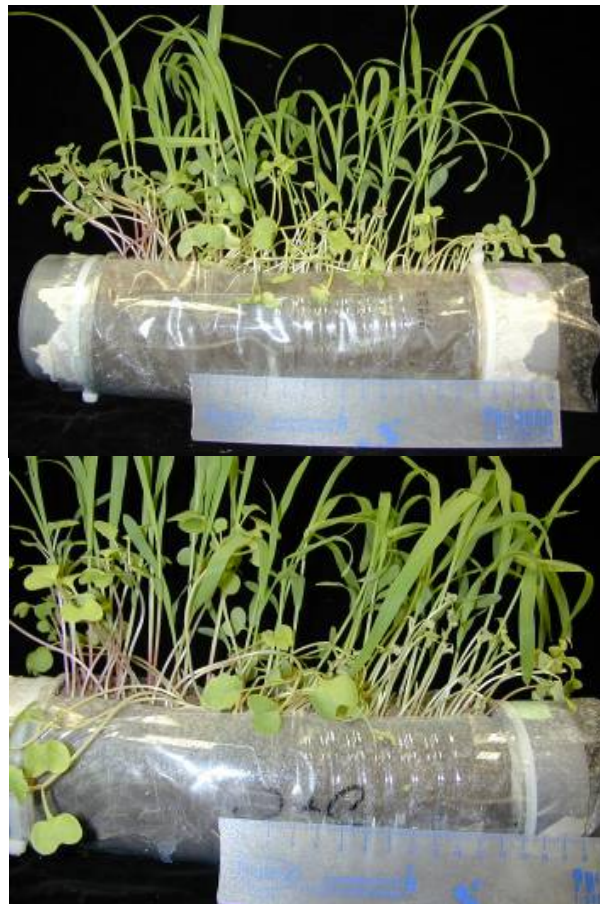
**תמונה מס' 4:** צמחי סורגום בני שבועיים בעמודות קרקע מבני דרום שרוסו בטרפלן. ראש העמודה במרכז התמונה. מימין – עמודה שהושקתה במים שפירים. משמאל – עמודה שהושקתה במי קולחים.



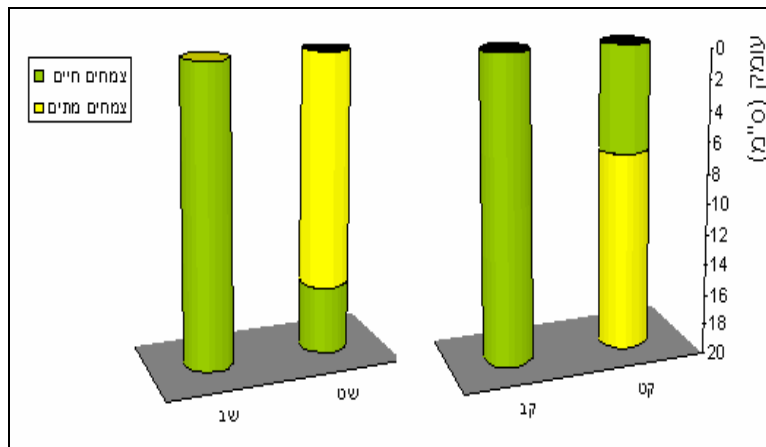
**איור מס' 1:** גובה צמחי סורגום בעמודות קרקע מבני דרום שרוסו בטרפלן והושקו באיכויות שונות של מים. כל נקודה באיור מהווה ממוצע של 3 חזרות. קט – קולחים עם כותורן; קב – קולחים ביקורת; שט – שפירים עם כותורן; שב – שפירים ביקורת.



איור מס' 2: משקל צמחי לפתית בעמודות קרקע מבני דרום שטופלו בכותרון והושקו באיכויות שונות של מים בנפח נקבובים אחד. כל נקודה באיור מהווה ממוצע של 3 חזרות. קט – קולחים עם כותרון; קב – קולחים ביקורת; שט – שפירים עם כותרון; שב – שפירים ביקורת.



תמונה מס' 5: צמחי לפתית וסורגום בני שבועיים בעמודות קרקע מבני דרום. ראש העמודה בצד ימין של התמונה. התמונה העליונה – עמודה שרוססה בכותרון והושקתה במים שפירים. צמחי הלפתית מראים סמני הדברה עד עומק של 13 ס"מ. בתמונה התחתונה – עמודה שרוססה בכותרון והושקתה במי קולחים. צמחי הלפתית מראים סמני הדברה עד עומק של 15 ס"מ.



איור מס' 3: חלחול כותורן בחתך עמודת קרקע. ניסוי שני (השקיה בנפח של שני נפחי נקבובים). כל עמודה מייצגת ערכים ממוצעים של שלוש חזרות. קט- קולחים עם כותורן; קב- קולחים ביקורת; שט- שפירים עם כותורן; שב- שפירים ביקורת.

## 5. ניסויי פירוק מואץ:

### א. עיקור הקרקע בקרני גמא:

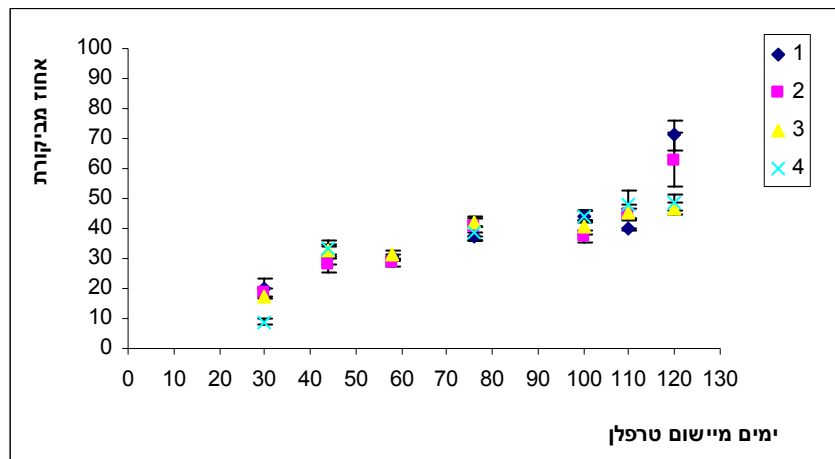
**פירוק טרפלן**: ההבדלים נראים בעיקר 30 יום לאחר יישום החומר ו- 120 יום לאחר יישום החומר, בשני המועדים הללו הטיפולים שלא עברו עיקור הצמיחו שורשים ארוכים יותר (ריכוז נמוך יותר של חומרי הדברה בקרקע) כנראה כתוצאה מנוכחות מיקרואורגניזמים מפרקי טרפלן בקרקע. לא נראו הבדלים גדולים בין טיפול שהושקה במים שפירים לבין טיפול שהושקה במי קולחים (השקיה של חודש). התוצאות מצביעות על כך שניתן כי לאיכות המים אין השפעה על האוכלוסיה המיקרוביאלית המתפתחת בקרקע ומפרקת את הטרפלן, או שהשקיה של חודש במי קולחים אינה מספיקה כדי להשרות השפעה על אוכלוסיית המיקרואורגניזמים בקרקע.

**פירוק כותורן**: קשה לראות מגמה מסוימת במשקלי צמחי המלון בקרקעות השונות ובמועדים השונים (ראה תמונה מס' 7). בסה"כ אפשר לומר שמשקלי הצמחים שגדלו בקרקעות שלא עברו עיקור היו גדולים יותר ממשקלי הצמחים שגדלו על קרקעות שעברו עיקור, כלומר ברוב המועדים ריכוז הכותורן היה גבוה יותר בקרקעות המעוקרות (ראה איור מס' 5). לא היה הבדל מובהק בין משקלי הצמחים שגדלו על קרקע שהושקה במי קולחים או במים שפירים, כנראה מאותן סיבות שפירטתי לעיל. מבחן ביולוגי על עציצים פחות רגיש מהמבחן על צלחות פטרי, דבר שמקשה על מציאת מגמה כלשהי.

120	110	100	86	58	44	30	ימים מיישום:
6.8	15.8	24.8	17.9	5.10	19.10	2.11	ביקורת



תמונה מס' 6: התארכות שורשי סורגום שנבטו בקרקע שעברה (או לא עברה) עיקור בקרני גמא והושקתה במי קולחים או במים שפירים. אורך השורש משמש כמדד להערכת ריכוז הטרפלן בקרקע.  
 1 - קולחים לא מעוקרת, 2- שפירים לא מעוקרת, 3 - קולחים מעוקרת, 4 - שפירים מעוקרת.

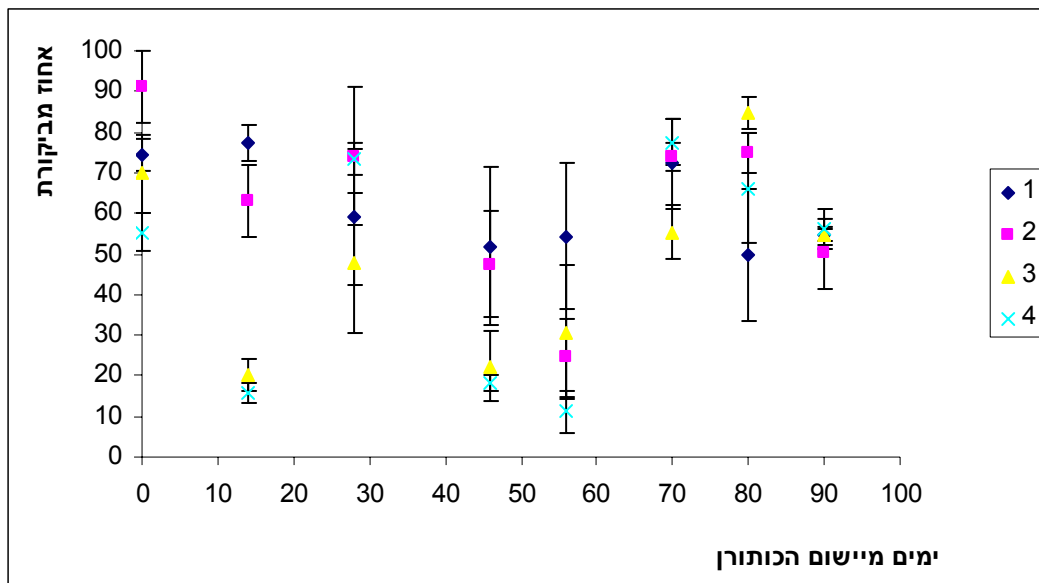


איור מס' 4: אורכי שורשי סורגום (אחוז מביקורת) בקרקעות מרוססות בטרפלן, כתלות בזמן ההדגרה. 1 - קולחים לא מעוקרת; 2- שפירים לא מעוקרת; 3 - קולחים מעוקרת; 4 - שפירים מעוקרת.



תמונה מס' 7: צמחי מלון שגדלו בקרקע שעברה (או לא עברה) עיקור בקרני גמא והושקתה במי קולחים או במים שפירים. בכל התמונות: ימין למעלה- קולחים מעוקרת, שמאל למעלה- קולחים לא מעוקרת; ימין למטה- שפירים מעוקרת שמאל למטה- שפירים לא מעוקרת.



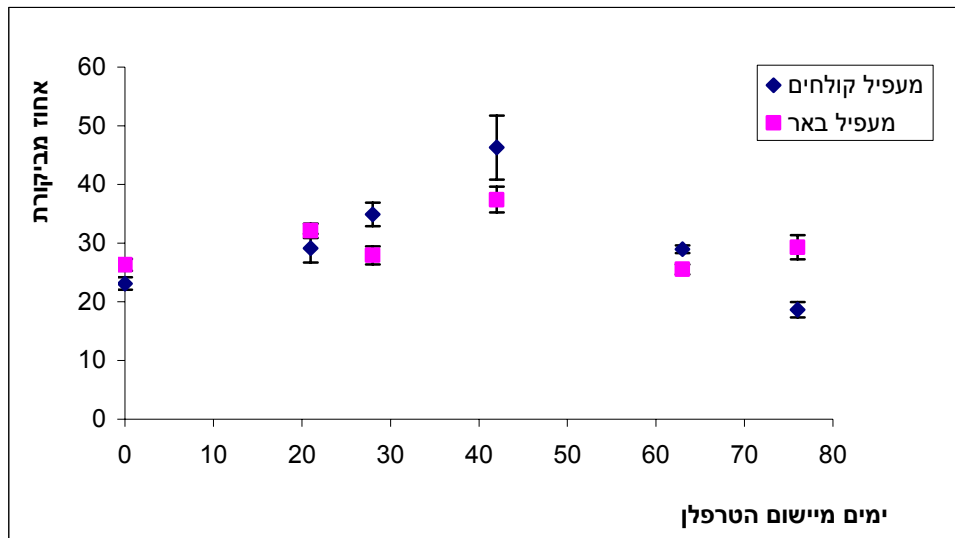


איור מס' 5: משקלי צמחי מלון (אחוז מביקורת) שגדלו בקרקעות שטופלו בכותרון, כתלות בזמן ההדגרה. 1- קולחים לא מעוקרת; 2- שפירים לא מעוקרת; 3 - קולחים מעוקרת; 4 - שפירים מעוקרת.

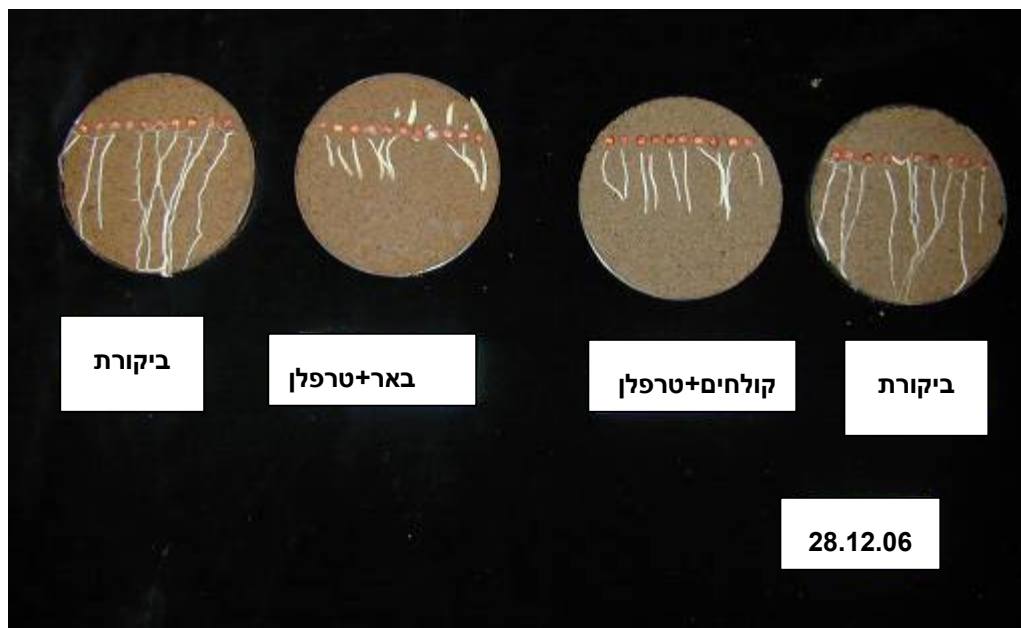
#### **ב. ללא עיקור הקרקע בקרני גמא:**

**פירוק טרפולן**: ניתן לראות שיש הבדלים מובהקים בין אורכי שורשי הסורגום בשתי הקרקעות (ראה איור מס' 7). לאחר הדגרה של 20 יום, עדיין דומים יחסית אורכי השורשים, אך החל מהמועד השלישי רואים הבדלים גדולים כאשר בתחילה שורשי הסורגום בטיפולי הקולחים ארוכים יותר, ולאחר 56 ימים, נראית עצירה ואף רגרסיה בפעילות המיקרואורגניזמים, או אולי הצטברות של מטבוליטים בקרקע, שעשויים להוות רעל לצמחים גם הם. לאחר כ- 70 יום, רואים היפוך במגמה – טיפול הקולחים נעשה גרוע יותר מטיפול השפירים, מה שיכול להעיד על פעילות מואצת של חיידקים והצטברות גדולה יותר של מטבוליטים בקרקע זו. הניסוי טרם הסתיים ועל כן קשה לקבוע כיוון ברור לתוצאות.

**פירוק כותרון**: תוצאות הניסוי עדיין לא מוכנות, חלק מהצמחים עוד לא נקצרו ונשקלו. קשה לראות את השפעת הכותרון בכל הטיפולים כתוצאה מכך שהצמחים גדלים בחממה עם בעיות תאורה, היות ומנגנון הפעולה של כותרון הוא עיכוב תהליך הפוטוסינתזה, ייתכן ומחסור באור מאט את השפעת החומר (היות והצמח נמצא בעקת אור גם ככה).



איור מס' 6: אורך שורשי סורגום (מבוטא כאחוז מביקורת) בקרקע שרוססה בטרפולן ובעלת היסטוריה ארוכה של השקיה במי קולחים (מעפיל קולחים) או מים שפירים (מעפיל באר).



תמונה מס' 8: אורכי שורשי סורגום שגדלו בקרקע עם או בלי היסטוריה של השקיה במי קולחים וטופלה בטרפולן 42 יום לפני שצולמה התמונה. באר – קרקע עם היסטוריה של השקיה במים שפירים; קולחים – קרקע עם היסטוריה של השקיה במי קולחים.

## מסקנות:

רמת השיבוש בעשבים "מתחמקים" הולכת ועולה והמראה שנגלה לעינינו בחלק מהחלקות המשובשות היה מבהיל וחיזק את החשש שלנגד עינינו מתרחש תהליך של שינוי בפעילות של קוטלי העשבים המיושמים. גילוי מוקדם של התופעה ופיתוח אמצעי הדברה יעילים נגדם יכול להביא להפחתת עלויות ההדברה ולהקטין את הצורך בעישוב ידני יקר. בדומה, שילוב תכשירים לא שאריתיים באמצעות ריסוס מכוון או מוגן בין השורות המורטבות יכול לסייע בידינו לבלום את התפתחות העשבים המתחמקים, לשפר ממשק הדברת העשבים, לחסוך בתשומות ולהפחית העומס על הסביבה. העדר הפעילות ההרביצידית בשטח המורטב יכול להיות מוסבר על רקע ההיפותזות שהוזכרו לעיל: קוטל העשבים הודח אל השוליים (או אל העומק) על ידי מי ההשקיה (קולחים) או שהוא התפרק במהירות בקרקע בפירוק מיקרוביאלי.

התוצאות הניסויים שנערכו ב-2005-2006 אינן מצביעות על הבדל מובהק בהתנהגות התכשירים. ניתן להסביר זאת ע"י העובדה שהקרקע בבני דרום שהושקתה במשך שנים רבות במי קולחין טרם "הסתגלה" למים השפירים, כלומר עדיין מתנהגת כקרקע מושקת במים קולחים. חיזוק לכך ניתן לראות בניסויי פרוק מואץ שבוצעו בקרקע מהמעפיל, שם ראינו הבדלים מובהקים בפעילות מיקרוביאלית בשתי הקרקעות, עם הסטוריית השקיה שונה.

חלק מהניסויים עדיין לא הסתיימו וכאמור במידה ויוכח שאכן מתקיים פרוק מואץ, ייבדקו אמצעי "ריפוי" שונים (תכשירים אנטי-מיקרוביאליים ושיטות חיטוי קרקע שונות) כחלק מפיתוח ממשק יעיל יותר בגידולים מושקים בקולחים.

## מטרות להמשך המחקר:

- אפיון כמותי ואיכותי של הרכב ותכולת החומר האורגני המסיס והבלתי מסיס בקרקעות.
- בניית איזטרמות ספיחה ושיחרור לאיפיון האינטראקציה בין קוטלי העשבים לחומר האורגני המסיס והבלתי מסיס במערכת. המידע שיתקבל יאפשר הבנת השפעת ההשקיה על אופי החומרים האורגנים במערכת ועל האינטראקציות האפשריות שלהם עם קוטלי העשבים.
- התעמקות בנושא הפירוק המיקרוביאלי המואץ.
- בחינת ההיפותזה הקשורה בהתפתחות עמידות של לפחות חלק מהעשבים המשבשים שדות אלה.

## הבעת תודה:

המחברים מלאי תודה לעוז ומנחם בבני דרום ולגידי מנען על הפתיחות, תשומת הלב והסיוע בכל שלבי העבודה. לגל דבורקין ומור מנור על עזרתם בכל שלבי העבודה. למועצת הכותנה על השתתפותה במימון המחקר. לכולם תודה!!!