

מנהל המחקר החקלאי  
המחלקה לחקר עשבים  
מרכז מחקר נוה יער

## הדברה מדויקת של עשבים בכותנה

דו"ח מניסויי שדה בשנת 2006

דו"ח לתוכנית מחקר 132-1307-06

ממומן ע"י מועצת הכותנה

מאת: ח. איזנברג, ויקטור אלחנתי, יפית כהן

בהשתתפות:

צוות גד"ש קיבוץ לביא

שי מי-טל חברת 'אגם'

דו"ח זה מכיל תוצאות ניסויים בלבד ואינו מהווה המלצה לשימוש חקלאי

פברואר 2007

## מבוא

גידול כותנה מהווה את אחד הענפים החשובים מבחינה כלכלית בחקלאות ישראל. היות והכותנה מושקה במי קולחין, קיימת חשיבות רבה לגידולה במחזור. הטיפול המקובל נגד עשבים הוא טיפול קדם זריעה או קדם הצצה עם התכשירים כותגן (Fluometuron), דיורקס (Diuron), טרפלן (Trifluralin) ופרומטריין (Prometryne). הצלחת ההדברה בשלבי הגידול המוקדמים של הגידול תאפשר לכותנה להתפתח ללא תחרות מול העשבים, ותגרום להצללה של השטח. הדברה יעילה, בשלב מוקדם תדחה הצצה של עשבים שאין ביכולתם להתחרות בכותנה לאחר סגירת הנוף, כמו גומא הפקעים. סולנום שחור (ענבי שועל) הינו עשב נוסף שהדברתו בשלב זה קריטית. די בעשב אחד שלא יודבר ויגיע לייצור פירות (שחורים ומכתימים) בכדי ללכלך את הכותנה ולפגוע בטיב הסיבים.

בארץ הורשו לשימוש בכותנה קוטלי העשבים סטייפל (Pyrethiobac) ואנוק (Trifloxysulfuron). קוטלי עשבים אלו נשארים בקרקע זמן רב, ושימוש לא נכון עלול לסכן את הגידולים העוקבים במחזור. התכשיר סטייפל נמצא יעיל בהדברת טווח רחב של עשבים, בכללם ענבי שועל, אך מתקשה בהדברת גומא הפקעים. לעומת זאת, התכשיר אנוק יעיל בהדברת גמא הפקעים אך אינו מדביר ענבי שועל. בשנת הניסויים 2004 מצאנו כי שילוב התכשירים מגביר את יעילות ההדברה וכן מגדיל את טווח קטילת העשבים. בשנת הניסויים 2005 מצאנו כי השלב הפנולוגי בו ענבי שועל וחלבלוב רגישים ביותר לקוטלי העשבים הוא 2-6 עלים. ריסוס בשלב זה קוטל את העשבים באופן מוחלט. בנוסף, מצאנו כי ניתן להדביר עשבים בין שורות הכותנה באמצעות שלושה קילטורים באותה רמת יעילות של תכשירי ההדברה השונים.

**מטרת העבודה שביצענו העונה היתה לבחון את התכונות הביצוע של גישה אינטגרטיבית המשלבת קילטור בין שורות הכותנה וריסוס מדויק על שורות הכותנה רק במקום בו נמצאים העשבים. בעונה זו התמקדנו בפיתוח טכנולוגיה לבצוע חישה אוטומטית של עשבים.**

פיתוח הליך לזיהוי "כתמי" עשבים תוך כדי נסיעה בשדה ובקרה על המרסס, עשוי ליעל את השימוש בשילוב התכשירים אנוק וסטייפל. גישת הדברה כזו הינה חלק מהתפיסה הכוללת של החקלאות המדייקת, אשר עוסקת בהתאמת כלל התשומות לצרכים בהתאם לשונות המרחבית והעתית בשדה. עיקרון זה מציע דרך טובה יותר למגדלים ולסביבה מכיוון שיישום ממוקד של תכשירי הריסוס, רק במקומות בהם מזהים העשבים, יוביל לירידה משמעותית בכמות המיושמת, בעלויות ולירידה בהשפעות השליליות שלהם על הסביבה.

זיהוי אוטומטי של סוגי עשבים באמצעים אופטיים (חיישן בודד או צילום מולטי או היפרספקטראלי) הינו מושא למחקר כבר שנים רבות. עם זאת, הדמיון הרב בהחזר הספקטראלי של סוגי העשבים והשונות הגדולה בצורות העשבים מגבילות את דיוק הזיהוי ואינן מאפשרות פיתוח של מערכות מסחריות.

המדד הנפוץ ביותר כיום לשימוש בחישה לצורך זיהוי ספקטראלי, מדד המבטא בצורה אמיינה צימוח ווגטטיבי בצומח בכלל ובכותנה בפרט, הוא Normalized Difference Vegetation index (NDVI). מדד זה מושג ע"י חישוב מתמטי של היחס בין ערכי החזרת הקרינה באורך גל אדום (660nm- red), ובאורך גל אינפרא אדום קרוב (770nm- NIR). מדד צמחי נוסף שעשוי להפריד בין הצבע הירוק לבין הצבע החום של הקרקע, מתקבל כאשר מחליפים את NIR באורך

גל של צבע ירוק. מדד זה ניתן לחישוב ע"י נתונים המתקבלים ממצלמה דיגיטלית פשוטה המורכבת על טרקטור ומצלמת בפרקי זמן קבועים בשלושה ערוצים (אדום, ירוק וכחול).

### היפותזת המחקר

על ידי מיפוי ערכי NDVI ניתן לאתר את מוקדי העשבים בתוך שורת הכותנה. איתור מוקדי העשבים יאפשר להכין מפת ביצוע ובכך ליישם את תכשירי ההדברה בצורה ממוקדת ודיפרנציאלית.

אנו מניחים כי קבלת ערכי NDVI גבוהים מממוצע שורת הכותנה, בשלב גידול מוקדם בו תתבצע החישה, תנבע מנוכחות עשבים בשורה. הנחה זו מתבססת על כך שבשלבים מוקדמים אלו הקרקע בין צמחי הכותנה חשופה וצבעה חום. כתוצאה מכך, נוכחות עשבים בין צמחי הכותנה תגרום לעלייה מקומית בערכי NDVI.

היפותזה נוספת שתיבחן במחקר זה היא האם ערכי NDVI גבוהים בצידי שורת הכותנה בהכרח מצביעים על הימצאות עשבים בתוך שורת הכותנה.

### נתוני ביצוע

הניסוי בוצע בשדה מסחרי השייך לקיבוץ לביא. שטח הניסוי עובד וטופל כמקובל במשק. כותנה מזן 'פימה' נזרעה ברטוב באמצע חודש מרץ. צילום שטח הכותנה בוצע ב- 30.4.06 כאשר הכותנה היתה בשלב של 4-6 עלים. העשבים שהיו בחלקה בזמן הצילום הם: ירבוז מופשל בגובה של 5-7 ס"מ, ירוקת החמור בקוטר נוף של 8-10 ס"מ, בר גביע חלק בגובה של 6-8 ס"מ, גומא הפקעים בגובה של 10-15 ס"מ ולכיד הנחלים מפסיגים עד צמחים מפותחים בגובה של 15 ס"מ. החלקות שנבחרו לצילום היו בעלות שונות רבה מבחינת השלב הפנולוגי, כיסוי השטח, ומגוון מיני העשבים (תמונות 1 ו-4). גודל כל חלקת ניסוי היה 10 מ"ר.

צילום השטח בוצע במצלמות דיגיטליות פשוטות, ברזולוציה של 3 מגה פיקסלים. המצלמות הותקנו על גבי בוס ריסוס (תמונות 2-3) ותוכנתו לצלם תמונה כל 30 שניות. מאחר ומהירות הטרקטור היתה איטית מאד (1 קמ"ש), ניתן היה לבצע צילום רציף של מרבית השטח. כל הנתונים הוזרמו לבקר ממוחשב שהיה מחובר ל-D-GPS (דיוק מיקום של עשרות ס"מ).



תמונה 1. כיסוי שטח ומגוון מיני עשבים שהיו ביום הצילום



תמונה 2. זיווד המצלמות הדיגיטליות על הבוס. החיצים מתארים את מיקום המצלמות



תמונה 3. גזרות צילום המצלמות



**תמונה 4. מראה שטח הניסוי ורמת השיבוש בעשבים בזמן הצילום**

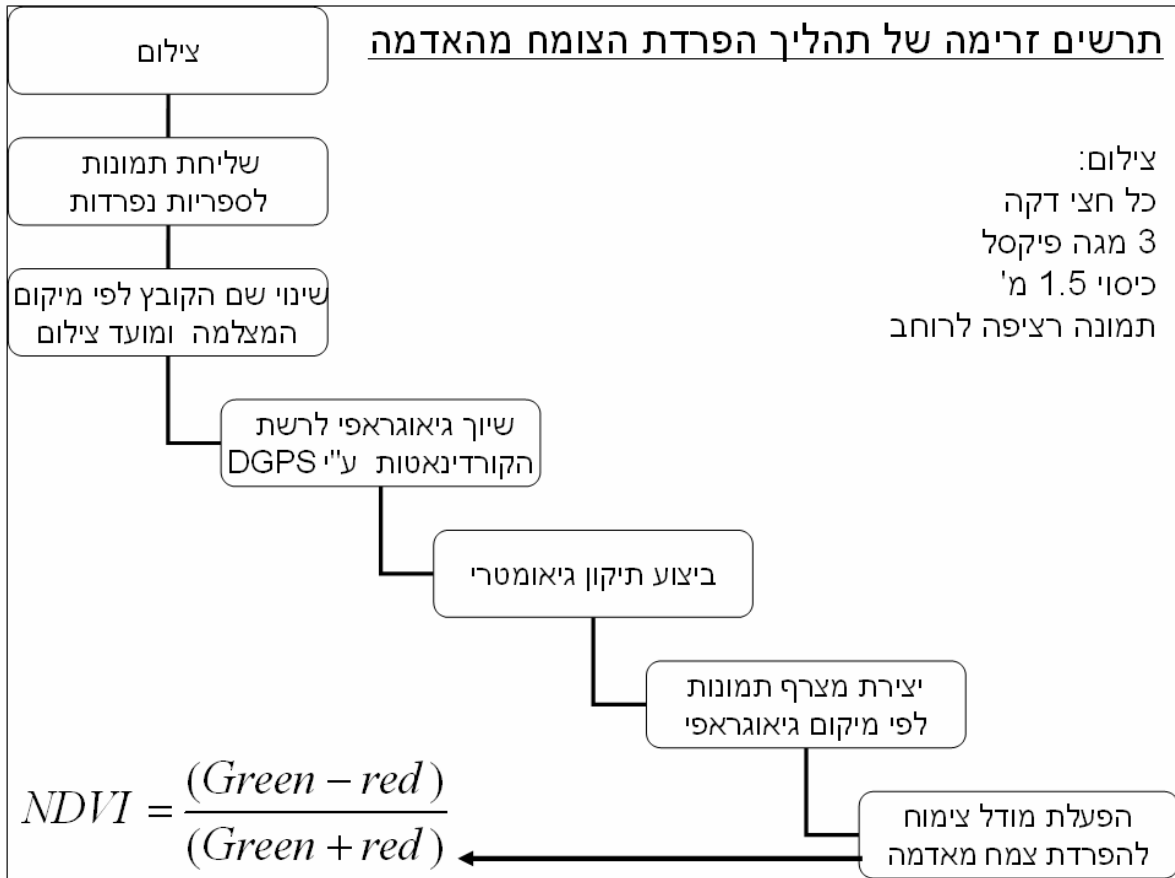
#### **תוצאות**

##### **פיתוח תרשים זרימה להפרדת הצומח מהאדמה (איור 1)**

תרשים הזרימה מתאר את סדר הפעולות הדרושות להפרדה של הצומח הירוק מהקרקע החומה. להלן תאור השלבים בתרשים הזרימה שפותח ייעודית לצורך מחקר זה:

1. יצירת קלט נתונים המתקבל מהצילום בארבעת המצלמות הדיגיטליות שהותקנו.
2. שליחת תמונות לספריות נפרדות בכדי ליצור סדרות נתונים עבור כל מצלמה בנפרד.
3. שינוי שם הקובץ לפי מיקום המצלמה ומועד הצילום. שלב זה הכרחי לעבודה בסביבת מערכות מידע גאוגרפיות (GIS).
4. שיוך גיאוגרפי לרשת הקואורדינאטות הארצית.
5. ביצוע תיקון גיאומטרי. תפקיד פעולה זו הוא לשייך כל פיקסל בתמונה למיקום גיאוגרפי.
6. יצירת מצרף תמונות לפי מיקום גיאוגרפי (תמונה 6 מימין). פעולה זו נועדה ליצור הדמיית רצף של השטח. רצף זה יהווה בשלב הבא את הקלט עליו יופעל המודל הצמחי להפרדת הצומח מהקרקע.
7. הפעלת מודל צימוח להפרדת הצמח מהאדמה (תמונה 5 ותמונה 6 משמאל). מודל זה ידוע בספרות ומיועד לצילום באור הנראה, כפי שבוצע בשטח הניסוי. ערך האינדקס הצמחי (NDVI) חושב בהתאם לנוסחה המופיעה בסוף תרשים הזרימה (בתחתית איור 1).

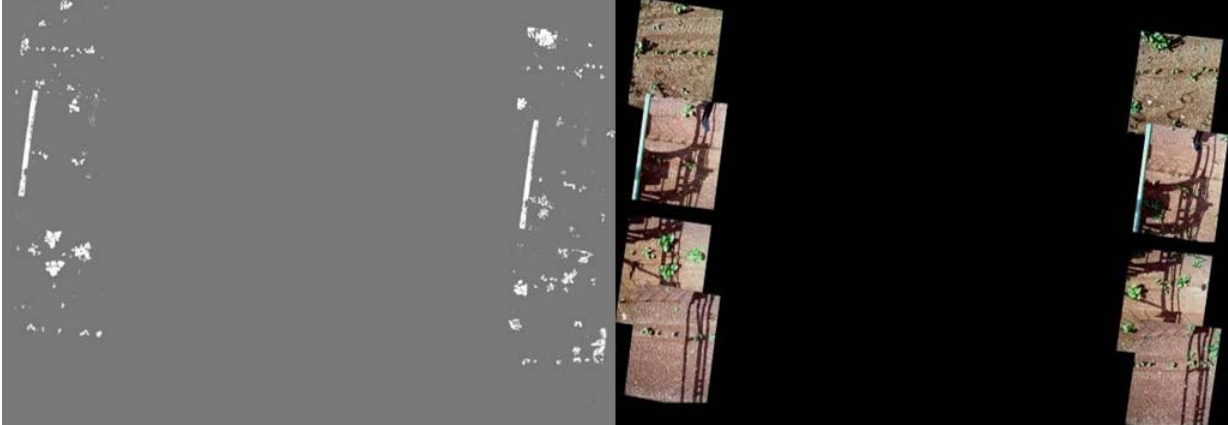




איור 1. תרשים זרימה של תהליך הפרדת הצומח מהאדמה



תמונה 5. מקבץ צמחי לכיד שצולמו באור הנראה (ימין) ושיקוף בינארי של התמונה (שמאל) שחושב מתוך אינדקס הצומח (NDVI)



תמונה 6. מצרף תמונות באור הנראה ושיוך גיאוגרפי לאחר תיקון גיאומטרי (ימין). דימות מצרף התמונות על פי מדד NDVI (שמאל)

### סיכום

התוצאות הראשוניות שהושגו בניסוי מראות:

1. צילומים בתחום הנראה שבוצעו בעזרת מספר מצלמות פשוטות וזולות, תוך כדי נסיעה רציפה בשטח, מאפשרים חישוב מדד NDVI.
  2. באמצעות מדד NDVI בוצעה הפרדה בין הצומח (צבע ירוק) לבין הקרקע (צבע חום).
  3. באמצעות הדמאה בינארית חושב אחוז כיסוי הקרקע בירוק.
  4. באמצעות פעולה אוטומטית ניתן ליצור מצרף תמונות עם הדמאת NDVI שיהווה קלט למערכת קבלת החלטות לריסוס על פי אזורי ממשק.
- תוצאות ראשוניות אלה מראות על פוטנציאל גבוה לפיתוח מערכת אוטומטית המסוגלת לבצע ריסוס מדויק באמצעות חישה מקרוב.
- בשל העובדה שבגידול הכותנה קיימים תכשירי הדברה שאינם פוגעים בגידול, דרישת המערכת לדיוק אינה גבוהה (סף רגישות נמוך). לכן גם בהיוצר ספק או שגיאה בניתוח הנתונים באזור מסוים – תתקבל הנחיה לרסס. מסיבה זו נראה שניתן להפוך מערכת כזו לשימה בטווח הקרוב.
- בהמשך העבודה יש להפוך מערכת זו למערכת אוטומטית ולשפר את יכולתה להפריד בין הגידול לבין העשבים ובין עשבים שונים. זאת בכדי למנוע ריסוס מיותר באזורים בהם צפיפות צמחי הכותנה גבוהה.
- אלגוריתם שתפקידו לבצע את פעולת ההפרדה הדרושה נמצא בפיתוח.