

אגרו אקולוגיה וחקלאות תומכת סביבה

פתרונות מבוססי טבע לשימור קרקע כמענה אסטרטגי להגנת הנחלים והחקלאות

עידו פואה¹, עידו דרורי²

tevabiz@spni.org.il

1. החברה להגנת הטבע
2. חוקר עצמאי

קרקע חקלאית פורייה היא משאב חיוני ומתכלה, וסחיפת קרקע מהווה איום משמעותי על קיימות החקלאות בישראל. מעבר לאובדן הקרקע וחומרים חיוניים לגידולים, סחף הקרקע גורם לזיהום משמעותי במקורות מים במורד, סתימת ערוצים והצפות המאלצות פעולות הנדסיות שאינן מיטביות לנחל. מיזם טבעBIZ (מיזם משותף לחברה להגנת הטבע והג"ס) פועל להטמעת פרקטיקות לשמירה על המגוון הביולוגי בעסקים. שיתוף פעולה כזה מבוצע כיום עם אגודה חקלאית מרכז חקלאי העמק, הפועלת בעמק יזרעל. הפרויקט עסק בפיתוח מודל לאיתור ותעדוף מוקדי סחף, המבוסס על מידול הידרודינמי דו-ממדי (HEC-2D RAS). בעוד שמודלים מקובלים כדוגמת RUSLE נשענים על פרמטרים טופוגרפיים כלליים, שיטה זו רותמת את הדיוח הגבוה של נתוני LiDAR לדימוי פיזיקלי של ריכוז נגר וזיהוי אזורים בעלי מאמצי גזירה גבוהים. יכולת זו מאפשרת לגופי ניהול אגניים ורשויות ניקוז להתקדם מניהול תגובתי המטפל בנזקים בדיעבד, לתכנון פרו-אקטיבי המבוסס על תעדוף תקציבי וביצועי בראייה אגנית כוללת. עבור החקלאים, המודל משמש ככלי תכנוני ליישום פתרונות מבוססי טבע המותאמים במדויק לתנאי הזרימה הייחודיים בשטח. במסגרת המיזם בוצע מיפוי חסמים ליישום רחב של הפתרונות מבוססי טבע במרחב החקלאי ובבנו פרוטוקולים יישומיים לפתרונות בתוך השטח המעובד ובנקודות המפגש בין השדה לנחל. חמישה פיילוטים יושמו בעמק יזרעאל ולווו בניטור להערכת יעילותם. התוצאות מצביעות על יעילות גבוהה בצמצום סחף הקרקע, לצד שביעות רצון רבה של החקלאים מהטמעת הפתרונות. הצלחת הפרויקט ממחישה כי שיתוף פעולה בין ארגונים ירוקים למגזר החקלאי-עסקי מאפשר שימוש בפתרונות מבוססי הטבע ככלי אסטרטגי להגנת נחלים ושימור הקרקע. מודל שנוצר מוכיח כי קידום שמירת המגוון הביולוגי אינו עומד בסתירה לצורכי המשק, אלא מהווה מרכיב חיוני בחיזוק היציבות התפעולית והכלכלית של החקלאות הישראלית.

המודל מציע דרך חדשה לניהול פתרונות מבוססי טבע למניעת סחף קרקע כמענה להגנת נחלים. חשיבותו טמונה ביצירת מודל Win-Win בין החקלאים לסביבה. המודל ניתן ליישום באופן מיידי במדיניות הסביבתית, ככלי תומך החלטות עבור רשויות ניקוז ומשרד החקלאות. הטמעתו תאפשר מעבר לניהול אגני פרו-אקטיבי, המצמצם נזקי שיטפונות ושומר על משאב הקרקע הלאומי לטובת הציבור והדורות הבאים כמו גם שמירה על נחלים בראים.

אגרו אקולוגיה וחקלאות תומכת סביבה

המתנה שממשיכה לתת: השפעות של דישון בסיליקון על חגבים

אופיר כץ¹, טובל"ה סלומון¹, Susanne Kurze², Joerg Schaller²

katz.phyt@gmail.com

1. מו"פ מדבר וים המלח
2. Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF)

לדילול נוטריינטים בצמח השפעות שליליות על אוכלי-צמחים, אך הוא גם עלול לעודד התפרצויות ארבה. עם זאת, מחקרים על דילול נוטריינטים נוטים להתמקד ביחס שבין תרכובות אורגניות ונוטריינטים בצמח, לצד התעלמות ממינרלים סטרוקטורליים שיכולים להוות חלק מהותי מהביומסה של הצמח. סיליקון הוא אחד המינרלים הסטרוקטורליים הנפוצים בצמחי אשר תועלתו לצמחים רבות וידועות, וכללות הגנה מפני בעלי-חיים על-ידי פגיעה בעיכול. אנו ביצענו ניסוי מזקוסם שכלל מין דגני עתיר-סיליקון (מלעניאל מצוי), מין קטנית דל-סיליקון (אספסת מפוצלת) ומין של חגב (חגב נודד), כדי לבחון כיצד דישון בסיליקון משפיעה על תזונת החגב, על יחסי צמח-חגב ועל תפקוד החגב.

החגב הראה העדפה ברורה לדגני והימנעות מאכילת הקטנית, גם כאשר הדגני טופל בסיליקון, ואף הגביר את כמויות הביומסה הדגנית שאכל כדי לפצות על הערך התזונתי הנמוך יותר של הדגני שטופל בסיליקון. נקבות שניזונו מהדגני שטופל בסיליקון היו קצרות יותר למרות שמשקל גופן היה דומה לאלה שניזונו מדגני שלא טופל בסיליקון. היעדר תוצאה דומה בזכרים מצביע על השפעה פיסיולוגית של הסיליקון מעבר להשפעה הכמותית (דילול תזונתי). האכילה המפצה מגבירה עוד יותר את צריכת הסיליקון על-ידי החגבים, ולכן כנראה גם את ההשפעות הפיסיולוגיות השליליות שלו עליהם.

תוצאות אלה מראות שסיליקון ומינרלים סטרוקטורליים אחרים מהווים רכיב חשוב בקביעת הערך התזונתי של הצמח והשפעתו על תפקוד אוכלי-צמחים, וככל הנראה גם על האפשרות להתפתחות התפרצויות ארבה. להתחשבות במינרלים סטרוקטורליים חשיבות בשיפור יכולת החיזוי של האופן שבו מערכות אקולוגיות מגיבות לשינויים סביבתיים ולניהול בר-קיימא שלהן.

מחקר זה מצביע על חשיבותם של מינרלים סטרוקטורליים בהבנת יחסי צמח-בע"ח, ועל האפשרות להשתמש בדישון בסיליקון כדי להפחית סיכון להתפרצויות ארבה ולניהול בר-קיימא של מערכות אקולוגיות.

אגרו אקולוגיה וחקלאות תומכת סביבה

רצועות חיץ כמרכיב מפתח בניהול חקלאי מקיים: ממצאים ממערכת יס-תיכונית

מרסלו שטרנברג¹, שיר גרינברג¹, אורה משה², רועי אגוזי², עופר כהן¹

marcelos@tauex.tau.ac.il

1. אוניברסיטת תל אביב
2. משרד החקלאות

רקע

חקלאות אינטנסיבית במערכות יס-תיכוניות גורמת להידרדרות מתמשכת באיכות הקרקע והמים, לאובדן פחמן קרקעי ולפגיעה בתפקוד האקולוגי של נופי חקלאות. רצועות חיץ צמחיות רב-שנתיות מוצעות ככלי ניהולי מבטיח לצמצום נגר עילי, שימור נוטריינטים והגברת שירותי מערכת אקולוגית, אך תרומתן ארוכת-הטווח, במיוחד באקלים יס-תיכוני יבש למחצה, עדיין אינה מובנת במלואה.

מטרות

מטרת המחקר הייתה להעריך את התרומה הרב-תכליתית של רצועות חיץ צמחיות רב-שנתיות במערכות חקלאיות יס-תיכוניות, בדגש על אגירת פחמן, ביומסה, שמירת נוטריינטים והשפעה על תפקוד הקרקע, ולהשוות בין אזורי חיץ לשטחים חקלאיים מעובדים סמוכים.

שיטות

המחקר נערך בשדות חקלאיים במשק המודל בתחנת המחקר בנווה יער, תוך השוואה בין רצועות חיץ צמחיות רב-שנתיות לבין שטחים חקלאיים סמוכים. נמדדו מאגרי פחמן בקרקע ובביומסה, תכולת חומר אורגני, נוטריינטים בקרקע ובצמחייה, ומאפייני קרקע פיזיקליים. הדגימה בוצעה לאורך עומקי קרקע שונים ובמספר אתרים.

תוצאות

רצועות החיץ הציגו מאגרי פחמן גבוהים משמעותית בקרקע ובביומסה בהשוואה לשטחים החקלאיים. נצפתה עלייה בחומר האורגני, שיפור במבנה הקרקע והפחתה בזמינות נוטריינטים ניידים. תרומות אלו בלטו במיוחד בשכבות הקרקע העליונות והיו עקביות בין אתרים.

דיון

הממצאים מדגישים את תפקידן של רצועות חיץ לא רק כמנגנון להפחתת זיהום נקודתי, אלא כאלמנט נופי פעיל המחזק תפקוד אקולוגי, אגירת פחמן ועמידות מערכתית. יתרון בולט במיוחד במערכות יס-תיכוניות החשופות לעקת יובש ולשינויים אקלימיים.

מסקנות

רצועות חיץ צמחיות רב־שנתיות מהוות פתרון ניהולי יעיל, רב־תכליתי ויישומי לשילוב בין חקלאות יצרנית לשימור קרקע, מים ופחמן. שילובן בנופי חקלאות ים־תיכוניים עשוי לתרום באופן משמעותי לקיימות ארוכת־טווח ולהתמודדות עם אתגרי שינוי האקלים.

המחקר מדגים כי רצועות חיץ צמחיות רב־שנתיות הן כלי יישומי, מבוסס־ראיות, לשילוב בין חקלאות יצרנית לשמירת קרקע, מים ואגירת פחמן. ממצאיו רלוונטיים ישירות למדיניות הסביבתית בישראל, ויכולים להשתלב בתכניות ממשלתיות להתמודדות עם שינוי אקלים, הגנה על מקורות מים וחקלאות מקיימת. לציבור הרחב, המחקר מדגיש פתרון נופי פשוט המניב תועלות סביבתיות ארוכות טווח.

אגרו אקולוגיה וחקלאות תומכת סביבה

ההשפעה של המגוון הפונקציונלי וזהות המינים בחברת הטורפים על יעילות הטריפה של כנימות בחיטה

שחר עוז¹, איתמר גלעד¹, הילה סגרה²

shahar.oz@mail.huji.ac.il

1. אוניברסיטת בן גוריון
2. מכון וולקני

מטרתה של הדברה ביולוגית משמרת היא לתמוך בקיום והישרדותם של מגוון אויבים טבעיים בשדות החקלאיים, מתוך ההנחה שחברת אויבים טבעיים מגוונת מספקת שירותי הדברה ביולוגית טובים יותר. עם זאת, מחקרים אמפיריים שונים הניבו תוצאות סותרות לגבי הקשר בין מגוון ביולוגי ליעילות שירותי הדברה ביולוגית. מגוון אויבים טבעיים יכול לשפר את יכולתם לדכא את אוכלוסיית המזיק דרך יחסי הדדיות (complementary interactions). בנוסף, אוכלוסיות מגוונות מעלות את הסיכוי לכלול טורפים דומיננטי ויעילים במיוחד ("identity effect"), אשר פעילותם בלבד עלולה לשפר את יכולת החברה כולה להתמודד עם המזיק. מנגד, יחסים של הפרעה בין טורפים (interference) כמו תחרות בין מינים וטריפה בתוך הגילדה, יכולים להוריד את היעילות של חברת הטורפים. מידת ההדדיות וההפרעה בין הטורפים בחברה, יכולה להיות מוסברת ע"י מגוון התכונות הפונקציונליות בין הטורפים בחברה. כדי להעריך את החשיבות של המנגנונים הללו ליעילות ההדברה הביולוגית של חברת הטורפים, קיימנו ניסוי כלובים מבוקר בבית רשת. הניסוי כלל 80 כלובים עם צמחי חיטה מאולחים בכנימת הדגן האירופאית (*Rhopalosiphum padi*) שהוקצו רנדומלית לטיפולים השונים: כלובים עם 15 הרכבים שונים של שלושה טורפים המייצגים רמות שונות של מגוון פונקציונלי, כלובים עם מין טורף אחד וכלובי ביקורת של אוכלוסיית כנימות ללא טורפים. לאחר 6 ימים, מספר הכנימות שנותרו בכל כלוב נספרו, ולכל הרכב הערכנו באופן כמותי את יעילות ההדברה הביולוגית וגודל האפקט של סך האינטראקציות בין הטורפים. התוצאות הראו שמגוון הפונקציונלי לא משפיע באופן מובהק על יעילות הדברה הביולוגית ($p = 0.102$), אבל כן בעל השפעה חיובית מובהקת על האפקט של יחסי הדדיות בין טורפים ($p < 0.001$). כמו כן, מצאנו עדות חזקה ל "identity effect" של מושית השבע (*Coccinella septempunctata*). נוכחותה של המושית הגבירה את יעילות ההרכב כולו, באופן שמיסך את ההשפעה החיובית של המגוון הפונקציונלי. מניסוי זה עולה שיעילות הדברה ביולוגית מונעת בעיקר מנוכחות של מיני טורפים דומיננטיים, אך שמירה על מגוון פונקציונלי בעל חשיבות ליחסי הדדיות, שעשויים להוביל לאותם רמות יעילות של שירותי הדברה ביולוגית. המחקר מסייע להבנת הפוטנציאל והחשיבות של שיקום צמחי בר בתוך מתקנים סולאריים קרקעיים. מתוך מקרי בוחן וניטור מתמשך, המחקר מדגים מספר צעדים לפעולה שתורמים ישירות להגדלת המגוון הביולוגי, השבת צמחי בר, ושמירה על ערכי הטבע הייחודיים של ישראל במתקנים קרקעיים. בנוסף, המחקר סוקר את החסמים הטכניים והרגולטורים הקיימים כיום לשילוב שיקום צמחי בתוך אתרים אלו, ומציף את הצורך בקידום מדיניות תומכת ורתימת היזמים.

תובנות מחקר זה יכולות לעודד פרקטיקות לשימור מגוון ביולוגי כחלק ממערך הדברה ביולוגית משמרת במערכות חקלאיות. במחקר זה ראינו איך שני מנגנונים המקשרים בין מגוון ליעילות הדברה ביולוגית יכולים לפעול באופן מקביל. לכן, שימור של חברת אויבים טבעיים מגוונת תורם לשירותי הדברה ביולוגית לא רק באופן ישיר ע"י הגברת אינטראקציות חיוביות, אלא גם באופן עקיף ע"י עידוד קיומם ופעילותם של טורפים יעילים במיוחד בהתמודדות עם המזיק.

אגרו אקולוגיה וחקלאות תומכת סביבה

בציר מכני בכרמים כמלכודת אקולוגית לזיקיות וזוחלים נוספים

לירן שגיא¹, עקיבא טופר², עודד קינן³, עמוס בוסקילה¹, אורן קולודני²

marcelos@tauex.tau.ac.il

1. אוניברסיטת בן גוריון
2. האוניברסיטה העברית
3. מו"פ מדבר וים המלח

החקלאות המודרנית מכסה שטחים נרחבים הגדלים מידי שנה, ומשפיעה באופן משמעותי על המגוון הביולוגי. בעוד שהימצאות מגוון מינים רחב במרחב החקלאי נתפסת כדבר חיובי, עולה החשש כי גידולים רב־שנתיים הנקטפים מכנית עלולים לשמש כמלכודות אקולוגיות - בתי גידול המושכים בעלי חיים, אך פוגעים בשרידותם או ברבייה שלהם. בעוד שהשפעות החקלאות על יונקים ועופות נחקרו בהרחבה, זוחלים זכו עד כה לתשומת לב מועטה. כמו כן, חסרה התייחסות מחקרית להשפעות הקטיפה בסוף העונה על חולייתנים בכרם. במחקר זה בחנו את השפעת הבציר המכני על זוחלים בכרמים, והערכנו האם כרמים שנבצרים מכנית מהווים מלכודת אקולוגית.

לבחינת השפעות הבציר המכני על בעלי החיים בכרם, סרקנו את הפסולת של יקב מסחרי ישראלי בגודל בינוני, המעבד ענבים מאזורים שונים בארץ. אספנו את החולייתנים שמצאנו בפסולת (רובם נמצאו מתים). מצאנו 105 זוחלים, מתוכם 69% זיקיות. בחנו את תכולת מערכת העיכול של הזיקיות לצורך הערכת משיכתן למשאבי הכרם. מצאנו שרידי ענבים במערכות העיכול של כמחצית מהזיקיות, אף שמדובר במין שנחשב לטורף. ממצא זה מרמז שקיימת משיכה למשאבים זמינים בכרם, כגון פירות עשירים בסוכר, בנוסף ללחות ולמסתור, אשר עשויים למשוך גם מינים נוספים.

הבציר בישראל מתבצע בסמיכות לעונת הטלת הביצים של הזיקיות, כפי שהתבטא במצב הרבייתי של הפרטים שאספנו: בכל הנקבות, למעט אחת (42% מהזיקיות), נמצאו ביצים שלא הוטלו, ממצא מדאיג במיוחד לאור העובדה כי זיקיות מתרבות פעמים ספורות בלבד במהלך חייהן. ממצאים אלה מצביעים על כך שכרמים עלולים למשוך זיקיות אך לפגוע קשות בכושר ההישרדות והרבייה שלהן, ובכך לשמש כמלכודת אקולוגית. ההשפעה על הזיקיות עלולה להיות חמורה במיוחד, שכן הבציר מתקיים מיד לפני עונת ההטלה. המחקר מדגיש כי בבחינת השפעת החקלאות על מין מסוים יש להתחשב בתכונותיו הביולוגיות, כגון תזמון הרבייה, ובהקשר של מחזור הגידול החקלאי כולו. בהתאם לכך, דגימת בעלי חיים במערכות חקלאיות צריכה להתפרס על פני העונה המלאה, כולל התקופה שלאחר סיומה. אנו משערים שבגידולים נוספים שנקטפים מכנית מתרחשות תופעות דומות, שטרם זכו להתייחסות במחקר.

המחקר מדגים כיצד בציר מכני בכרמים עלול ליצור מלכודת אקולוגית לזוחלים. ממצאי המחקר מדאיגים, שכן גידולים רבים נקטפים מכנית באופן דומה. ממצאי המחקר מדגישים את הצורך בבחינת השפעות השיטות החקלאיות השונות לאורך כל מחזור הגידול החקלאי תוך היכרות עם הביולוגיה של בעלי החיים. מסקנות מחקר זה יכולות להוות סיבה ובסיס לפיתוח מדיניות בציר מותאמת, טכנולוגיות חקלאיות ידידותיות לחיות בר, ותכנון חקלאי בר־קיימא אשר יאפשרו הגנה על בעלי חיים רבים.

אגרו אקולוגיה וחקלאות תומכת סביבה

יישום צומח במתקנים פוטו-וולטאיים קרקעיים – פוטנציאל בלתי ממומש?

רעות עין גיל¹

reut@geoteva.co.il

1. חברת גיאוטבע

רקע: מדינת ישראל מקדמת הקמת מתקני אנרגיה סולארית בקצב מואץ, בכדי לעמוד ביעדי האנרגיה המתחדשת שקבעה לשנת 2030. כיום, שדות סולאריים מהווים כ-0.6% משטח המדינה. במדינה צפופה, בה משאב הקרקע מוגבל, עולה החשיבות למיקסום ניצול שטח המתקנים הקרקעיים לצרכים נוספים.

מטרת המחקר: מתקנים קרקעיים מהווים הזדמנות לשילוב שתי מטרות למיתון שינויי האקלים: הפחתת פליטות פחמן, ושיקום המערכות הטבעיות. שיקום הצומח הטבעי במתקנים סולאריים עשוי לתרום למגוון מטרות, כגון: שימור מגוון מינים ומינים בסכנת הכחדה, הדיפת מינים פולשים, תמיכה במאביקים וצמצום סחף קרקע. שיקום הצומח הטבעי יכול להיעשות באופן סביל, דרך עידוד התחדשות ספונטנית של צומח מקומי, או באופן פעיל בזריעה ושתילת צומח מקומי. שיטות אלו מתיישבות עם יעדי תחזוקת המתקן ואף מסייעות לתפקודו, תוך יצירת אלטרנטיבה סביבתית לריסוס והדברה. מטרתנו הינה הרחבת ההבנה של ישימות שילוב צומח מקומי במתקנים סולאריים קרקעיים והפקת לקחים מעשיים.

שיטות: בשנתיים האחרונות ערכנו בדיקות במספר מתקנים קיימים בעמק החולה, תענך ואשלים, במטרה לבחון את הסוגיות הנוגעות ליישום צמחיית בר. הבדיקות כללו זריעה ושתילה של צמחים מקומיים, בשני טיפולים שונים להכנת הקרקע – כיסוח וקילטור. מיני הצמחים נבחרו לפי הקריטריונים: מינים בעלי התאמה לאזור הגיאוגרפי ולקרקע, כושר כיסוי שטח גבוה, מהירות צימוח, נמוכים, רב-שנתיים, ודלים בזרעים.

תוצאות ומסקנות: התוצאות הראשוניות של הניטור מעלות מספר אתגרים המהווים חסם להצלחת שילוב הצומח: ממשק תחזוקה, התאמת מיני הצומח, עלות וזמינות חומר רבייה ומוטיבציה נמוכה של היזם. למרות זאת זיהינו פוטנציאל עצום בשיקום הצומח הטבעי במתקנים קרקעיים, והממצאים מלמדים מספר תובנות חשובות:

א. זריעה היא כנראה הפתרון היעיל ביותר מכיוון שהיא מקטינה את הסיכון להשתלטות מינים סגטליים [1]. ופולשים ותורמת לניהול הצומח במתקן, תוך צמצום חומרי הדברה.

ב. מניעת ריסוס במתקנים מביאה להופעה ספונטנית של צמחי בר ואף מינים נדירים, ממצא המעיד על יכולת השתקמות השטח לאחר הפסקת העיבוד החקלאי והריסוס.

ג. בחבל המדברי, הסיכון להשתלטות מיני חלוץ ופולשים נמוך בהשוואה לחבל הים-תיכוני, ולכן ניתן להתבסס על שיקום צומח ספונטני.

המחקר מסייע להבנת הפוטנציאל והחשיבות של שיקום צמחי בר בתוך מתקנים סולאריים קרקעיים. מתוך מקרי בוחן וניטור מתמשך, המחקר מדגים מספר צעדים לפעולה שתורמים ישירות להגדלת המגוון הביולוגי, השבת צמחי בר, ושמירה על ערכי הטבע הייחודיים של ישראל במתקנים קרקעיים. בנוסף, המחקר סוקר את החסמים הטכניים והרגולטורים הקיימים כיום לשילוב שיקום צמחי בתוך אתרים אלו, ומציף את הצורך בקידום מדיניות תומכת ורתימת היזמים.