

ינאי פרחה

החוג לכלכלה וניהול, המכללה
האקדמית תל-חי

אפרת הדס

מנהלת ההשקעות בחקלאות,
המשרד החקלאות ופיתוח הכפר

אביגיל ניומן

בית הספר המתקדם ללימודי סביבה,
האוניברסיטה העברית בירושלים

אלי ארגמן

התחנה לחקר הסחף, האגף לשימור
קרקע וניקוז, משרד החקלאות
ופיתוח הכפר

מני בן-חור

המכון למדעי הקרקע, המים
והסביבה, המנהל החקלאי – מרכז
וולקני



שימוש בממשקים משמרי קרקע אינו פוגע ביבול, ואף יכול להגדיל אותו לעומת ממשק גידול קונבנציונלי | צילום: שחר בוקמן

כדאיות כלכלית של שימוש בממשקי שימור קרקע כנגד סחיפה והגרעה של קרקעות בשטחי חקלאות פתוחים

חזית המחקר

גיליון סתיו 2020 / כרך 11(3)

29 באוקטובר, 2020

ציטוט מומלץ

פרחה י, הדס א, ניומן א ואחרים.
2020. כדאיות כלכלית של שימוש
בממשקי שימור קרקע כנגד סחיפה
והגרעה של קרקעות בשטחי
חקלאות פתוחים. *אקולוגיה וסביבה*
11(3).

על קצה המזלג

- קרקע היא משאב מוגבל, הנדרש לצורך גידול חקלאי של מזון. עיבוד אינטנסיבי של הקרקע גורם לפגיעה בפוריותה, להגרעתה ולסחיפתה.
- אחד הפתרונות לבעיות אלה הוא ממשקים לעיבוד חקלאי המשמרים את תכונות הקרקע, אך מרבית החקלאים חוששים כי שימוש בממשקים אלה יפגע ביבול ובכדאיות הכלכלית של הגידול.
- במחקר נמצא כי אין הבדל ביבולים בין עיבוד משמר לבין עיבוד פליחה קונבנציונלי.
- במחקר נמצא כי מעבר לעיבוד משמר כדאי כלכלית לחקלאי בטווח ארוך של 10 שנים ויותר. יתרה מכך, כאשר משקללים גם את התועלת החיצונית המשקית והאקולוגית, עיבוד משמר נעשה כדאי כלכלית אפילו בטווח קצר של חמש שנים, ועל כן הוא אינטרס כללי.
- חוסר היציבות של ענף החקלאות מקשה על החקלאים להשקיע בתשתיות הנדרשות לממשקים משמרי קרקע מאחר שמדובר בהחזר בטווח ארוך, ולפיכך קיים אינטרס ציבורי לתמיכה בחקלאים כדי שיאמצו ממשקי שימור קרקע.

תקציר

כ-70% מכלל השטח החקלאי המעובד בישראל מצוי בסכנת הגרעה וסחיפה ביונית עד רבה. ממשקים משמרי קרקע, בהם אי-פליחה, ושימוש באמצעים הנדסיים שונים, הם בין הפתרונות המוצעים למיתון הבעיה. אחת הסיבות לאי-אימוץ של ממשקים אלה היא החשש מירידה ביכול בעקבות השימוש בהם, שיוביל לכך שהעלות הנדרשת לא תחזיר את ההשקעה. במחקר המוצג כאן נעשה ניתוח לנתונים מניסויים הנערכים בצפון ישראל. מן הניתוח עולה כי בממוצע שימוש בממשקים משמרי קרקע אינו פוגע ביבול, ואף יכול להגדיל אותו לעומת ממשק גידול קונבנציונלי. ניתוח עלות-תועלת שערכנו הראה כי בטווח הקצר של עד חמש שנים, שימוש בממשקים משמרי קרקע אינו משתלם לחקלאי, עקב ההשקעה הראשונית הנדרשת לשם כך. לעומת זאת, בטווחים ארוכים יותר, של 10 ו-25 שנה, הממשקים הללו כדאיים ומגדילים את הרווחיות. זאת ועוד, הניתוח גם מראה כי כאשר מאמצים נקודת מבט רחבה יותר מזו של החקלאי, המביאה בחשבון השפעות משקיות ואקולוגיות, ממשקים משמרי קרקע כדאיים גם בטווח זמן של חמש שנים.

מבוא

קרקע היא אחד המשאבים החשובים לייצור מזון. בצפיפות האוכלוסין הקיימת ולנוכח תחזיות הגידול באוכלוסייה בישראל [9], יש חשיבות רבה בהבטחת משאב הקרקע כגורם יצרני תוך שמירה על פעילות חקלאית בת-קיימא. כ-70% מכלל השטח המעובד בישראל מצויים בסכנת הגרעה (degradation) וסחיפה (erosion) ביונית עד חמורה [8]. הגרעת קרקע ופגיעה בפוריותה נובעות מפגיעה בשלוש מערכות – הביולוגית, הכימית והפיזיקלית – בקרקע, המעלה את כמות הנגר והסחיפה בעקבות עיבוד אינטנסיבי. תהליכים אלה מובילים לירידה ביכולת היצרנות של הקרקע ולפגיעה במערכת האקולוגית ובסביבה על-ידי זיהום מקורות מים ואוויר ופליטת גזי חממה לאטמוספירה. כדי להתמודד עם בעיית הגרעת הקרקע והפגיעה בפוריותה מקדם האגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות הטמעה של ממשקי עיבוד משמר (קרקע ומים) [1,10]. הממשקים כוללים שימוש בממשק אי-פליחה או במינימום עיבוד, תוספת זבל אורגני לקרקע, הקמת מתקנים הנדסיים בשדות ועוד. פירוט הממשקים והאמצעים מופיע ב**טבלה 1**. מדיניות משרד החקלאות כיום היא לעודד את החקלאים לנקוט אמצעים לשימור קרקע על-ידי הענקת תמיכה כספית חלקית לחקלאי, כגון עזרה ברכישת ציוד המתאים לממשק משמר קרקע. [4]. מכאן, שמרבית עלות שימור הקרקע מושקעת בהווה, וחלה ברובה על החקלאי, בעוד שרוב התועלת משימור הקרקע, כגון העלאת איכות וערך הקרקע, מתבטאת בטווח הארוך והנהנים ממנה הם הדורות הבאים. ממשקים משמרי קרקע ומים הם חלק מסל רחב יותר של אמצעים של ממשק ניהול חקלאי הנקראים "חקלאות משמרת", ובכללם גידולי חיפוי, העשרת מגוון מינים במהלך מחזורי הגידול וכד'.

טבלה 1. ממשקים ואמצעים למניעת הגרעת קרקע ולשיפור פוריות הקרקע שנבחנו במחקר

סוג הממשק או האמצעי	שם הממשק או האמצעי	תיאור
הנדסי	שיחים	סוללות רחבות ורדודות הבנויות בניצב לכיוון המדרון לצורך קיטוע אורך השדה ומניעת תהליכי סחיפה מואצים עם תעלה לאורכן. תעלת השיח קולטת את מי הנגר העילי הזורמים בינה לבין תעלת השיח שמעליה, ומנקזת את הנגר העודף במקביל לשיח בצורה מבוקרת. מתאים לאזורים ששיפוע הקרקע בהם אינו עולה על 10%.
	תעלות ניקוז	נחפרות באזורים מועדים לסחיפה משטחית ולסחיפה ערוצית, וכן לשם ייצוב גדות נחלים. שיטה זו משנה את חתך פני הקרקע, ומוסיפה נפח לאורך ערוצי הזרימה.
	מעבירי מים	הוספה ושיקום של מעבירי מים (כולל גשרים איריים) על-ידי חפירה והנחת צינורות, יציקה והתאמת השוחות לתעלות הניקוז. מעבירי מים הם חלק מתשתיות הניקוז ויכולים לשמש לפרקי זמן ארוכים.
	ייצוב הנדסי	ייצוב גדות וקטעים בעייתיים באמצעות אבנים ויציקת בטון.
אגרונומי	זבל אורגני	הצנעת פרש רפתות לאחר טיפולים שונים בקרקע. הזיבול מעלה את תכולת החומר האורגני בקרקע, ומייצב את המבנה שלה.
עיבוד משמר	אי-פליחה	ממשק גידול ללא פליחת הקרקע, הממתן את הנגר והסחיפה מהשדה, ומאפשר שימור המים בקרקע.
	אי-פליחה משולבת	ממשק אי-פליחה המשלב מהלך פליחה מחזורי של הקרקע כל 3–5 שנים עם הצנעת זבל בקרקע.
	עיבוד לפי קווי גובה	עיבוד השדה על פי קווי גובה המגדיל את חספוס פני השטח בניצב למדרון, וכך מקטין את שיעורי הנגר והסחיפה מהשדה המעובד.

טבלה 1

ממשקים ואמצעים למניעת הגרעת קרקע ולשיפור פוריות הקרקע שנבחנו במחקר

וכדאיות הכלכלית של ממשקים לשימור קרקע ומים אינה מבטיחה שהחקלאים יאמצו אותם [15]. סקר עמדות סביבתיות בקרב חקלאים [2] הראה שאף על פי שיותר מ-70% מהחקלאים שעוסקים בגידולי שדה מודעים לשיטות של חקלאות משמרת, רק מעט יותר ממחצית מהם משתמשים בהן, ועוד פחות, כ-20%, משתמשים בממשקי עיבוד משמרי קרקע. הסיבות לשימוש המועט בשיטות עיבוד משמר קרקע על-ידי החקלאים אינן ידועות דיין. סביר על כן, שהגדלת החשיפה וההבנה של שיטות משמרות קרקע אלה תרחיב את השימוש בהן על-ידי החקלאים.

בשנים האחרונות התמקד המחקר בישראל בנושא ההשלכות הכלכליות של שימוש בממשקי שימור קרקע שונים למניעת הגרעתה, בעיקר באזור גאוגרפי אחד, אגן ההיקוות של נחל שקמה [13], ולכן רצוי להרחיבו לאזורים נוספים בארץ. מטרת המחקר הנוכחי היא לבדוק אם שימוש בממשקי עיבוד משמרי קרקע כדאי מבחינה כלכלית לחקלאי ולמשק הלאומי, לנוכח העובדה שהם מאומצים רק במידה חלקית על-ידי החקלאים [2].

המחקר מסתמך על שלושה מקורות מידע: (א) ניסויי שדה, לבחינת האפקטיביות של אמצעים לשימור קרקע מבחינה אגרונומית ושימור קרקע באזור רמת מנשה ורמת כוכב. (ב) ראיונות עם חקלאים, כדי לזהות את השיקולים התורמים להחלטות שלהם באימוץ ממשקי עיבוד משמר קרקע. (ג) סקירה מקיפה של הספרות המקצועית והמחקרית בנושא הנלמד, כדי למצוא ערכים נוספים הדרושים לעריכת ניתוח עלות-תועלת. הניתוח שנעשה במחקר הנוכחי הביא בחשבון גם את ההשפעות חיצוניות, שהן עלויות ותועלת החלות על כלל הציבור, שאינן בהכרח חלק מקבלת ההחלטות של החקלאי הבודד. נוסף על כך, במחקר נכלל חישוב של תוספת ההכנסה לדונם בעקבות שימוש באמצעים לשימור קרקע, ושל התועלת החברתית, קרי הערך המוסף לציבור ולדורות הבאים, המתבטא לדוגמה, בביטחון תזונתי ובשמירה על ערכי נוף ומורשת, איכות האוויר והמים ומגוון המינים.

במחקרים קודמים [17, 18, 19] הסתמכו החוקרים בניתוח הכלכלי על נתוני יבול משוערים שהתקבלו מתצפיות בשדות חקלאיים

שהשתמשו בממשקי גידול שונים. במקרים הללו קשה לבודד את ההשפעה של כל אחד מהגורמים שהביאו לשינוי ביבול. הייחוד של המחקר הנוכחי הוא שהניתוח הכלכלי התבסס על נתונים שהתקבלו מניסויי שדה מבוקרים וארוכי-טווח בשילוב עם ראיונות שנערכו עם חקלאים מהאזור הגאוגרפי שהניסויים מתבצעים בו. הראיונות עם החקלאים מאפשרים להשוות את תוצאות המודל הכלכלי של ניתוח עלות-תועלת שערכנו, להחלטות שהחקלאים מבצעים בפועל.



מהראיונות עם חקלאים עלה כי האמצעים העיקריים לשימור הקרקע הם אמצעים הנדסיים, כגון מעבירי מים (מימין) ושיחים (משמאל) | באדיבות: התחנה לחקר הסחף

מערך המחקר

המחקר כלל שלושה חלקים עיקריים: ראיונות עם 19 חקלאים-מנהלים העוסקים בגידולי שדה בעמק יזרעאל, עמק המעינות ורמות מנשה; ניתוח של תוצאות שהתקבלו מניסויי שדה ארוכי-טווח שמתבצעים ברמות מנשה וברמת כוכב; ניתוח עלות-תועלת לטווח של 25 שנה. חישוב העלויות והתועלת נעשה באופן פרטני עבור החקלאי, וכלל גם תועלת ציבורית כוללת, המביאה בחשבון השפעות חיצוניות עבור החקלאים.

לצורך החישובים בניתוח עלות-תועלת השתמשנו בנתונים שהתקבלו בניסויים מדעיים, בתחשיבי שה"מ של גידול חיטה בבעל לעומת תחשיבי גידול חיטה באפס עיבוד^[12,11], בראיונות עם אנשי מפתח באגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות, וכן בדו"חות ובמאמרים אקדמיים. פירוט מערך המחקר מופיע בנספח 1.

תוצאות

ראיונות עם חקלאים

בראיונות נמצא שישנה שונות רבה בין החקלאים בהתייחסותם לתהליכים המתרחשים בקרקע, להשפעתם של תהליכים אלה ולאמצעים שניתן ורצוי לנקוט כדי לטפל בקרקע. להלן עיקרי הדברים שהובאו בראיונות:

1. שינוי ביבול והסיבות לשינוי: 37% מהמראיינים ציינו שהייתה עלייה ביבול בשנים האחרונות, 11% אמרו שקיימת ירידה ביבול, והשאר אמרו שאין שינוי ביבול. חקלאים רבים ציינו שהעלייה או הירידה ביבול מיוחסת בעיקרה לשינויים טכנולוגיים ולשינויים בהרכב הזנים.
2. בעיות הקרקע המרכזיות: סחיפה, ניקוז לקוי (הצפות), מליחות קרקע והתפתחות בלתי מבוקרת של עשבייה.
3. האמצעים העיקריים לשימור הקרקע: 32% משתמשים במזרעת אי-פליחה, 63% באמצעים הנדסיים, כגון שיחים ומעבירי מים, 47% בהוספת זבל לקרקע, ו-100% בממשק אפס או מינימום עיבוד עם מחזורי פליחה והצנעת זבל

- בקרקע כל שלוש עד חמש שנים.
4. קבלת תמיכות: החקלאים משתמשים בתמיכות ממשלתיות לאימוץ ממשק שימור קרקע, ורובם מעדיפים ממשק אי-פליחה בשילוב תוספת זבל לקרקע פעם בחמש שנים על פני ממשק אי-פליחה מלא.
 5. פוריות הקרקע: 26% מהמראיינים ציינו שפוריות הקרקע בשדה השתפרה בעקבות שימוש בממשקים או באמצעים לשימור קרקע, ו-37% ציינו שהפוריות הקרקע פחתה.
 6. הסיבות לשימוש בממשקים: 89% מהנשאלים ציינו שהסיבה המרכזית שהניעה אותם להשתמש בממשקי שימור קרקע הייתה שמירה על איכות הקרקע, ו-11% ציינו את הגדלת היבול והרווחיות.

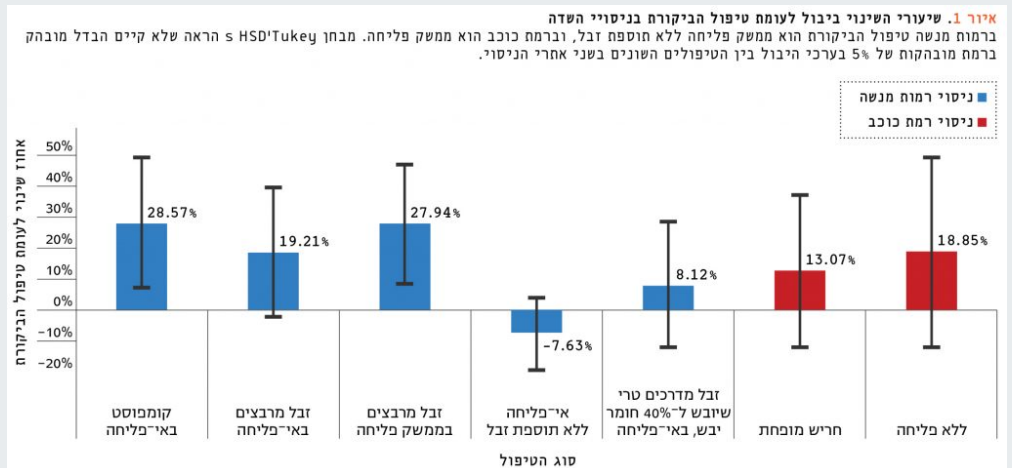
למעשה, כל החקלאים שרואיינו משתמשים בשיטות עיבוד משמרות או באמצעים אגרונמיים והנדסיים שפורטו ב**טבלה 1**, אך חלק מהם אינם מגדירים זאת כפעולות שימור קרקע. חקלאים רבים מציינים מניעים אידאולוגיים לשמירת הקרקע, קרי רצון לשמור על הקרקע בבעלותם גם לדורות הבאים. החקלאים זוכרים אירועי מזג אוויר קיצוניים שאירעו בעבר וגרמו לאיבוד קרקע בקנה מידה גדול, למשל בשנת 2006, ורואים באיבוד זה איום על המשך קיום הקרקע כמשאב יצרני בחקלאות. מהראיונות עולה שלמרות השימוש הרווח בממשקים משמרי קרקע, לא קיימת אחידות דעים בקרב החקלאים לגבי השפעתם על היבול. חקלאים לא בהכרח משתמשים בממשקים אלה מתוך דאגה לסביבה, אלא מתוך מחשבה על המשכיות המשק החקלאי הפרטי והלאומי.



כדי להתמודד עם בעיית הגרעת הקרקע והפגיעה בפוריותה מקדם האגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות הטמעה של ממשקי עיבוד משמר (קרקע ומים), הכוללים תוספת זבל אורגני לקרקע, שימוש בממשק אי-פליחה או במינימום עיבוד, הקמת מתקנים הנדסיים בשדות ועוד | באדיבות: התחנה לחקר הסחף

תוצאות ניסויי השדה

תוצאות שני ניסויי שדה שהחלו בשנת 2012 ברמת כוכב ובשנת 2014 ברמות מנשה, הראו שבממוצע רב-שנתי אין שינוי ביבול בין עיבוד משמר לבין טיפול הביקורת, שהוא עיבוד פליחה קונבנציונלי. הניסויים משווים את אחוז העלייה ביבול בכל טיפול נתון ביחס ליבול בטיפול ביקורת בכל אתר, שהוא ממשק פליחה ללא תוספת זבל. ההשוואה של יבולי הגידולים בין הטיפולים השונים בשני אתרי הניסוי מובאת ב**אזור 1**. בממוצע, רואים לאורך שנות הניסוי יבולים גבוהים יותר בממשקים משמרי קרקע. עם זאת, קיימת שונות בתוצאות – בחלק מהשנים היבולים היו גם מתחת לאלה בממשק עיבוד קונבנציונלי. לכן, בניתוח הכלכלי בהמשך נשתמש בהנחה השמרנית שממשק אי-פליחה אינו גורם בטווח הקצר לשינוי ביבול לעומת ממשק עיבוד קונבנציונלי הכולל פליחה.



איור 1

שיעורי השינוי ביבול לעומת טיפול הביקורת בניסויי השדה ברמות מנשה טיפול הביקורת הוא ממשק פליחה ללא תוספת זבל, וברמת כוכב הוא ממשק פליחה. מבחן Tukey's HSD הראה שלא קיים הבדל מובהק ברמת מובהקות של 5% בערכי היבול בין הטיפולים השונים בשני אחרי הניסוי. כחול – ניסוי רמת מנשה; אדום – ניסוי רמת כוכב.

ניתוח עלות-תועלת

לאורך חישוב כדאיות כלכלית בממשק אי-פליחה, ביצענו ניתוח עלות-תועלת על פני 25 שנה, עם ריבית של 3%. שיעור הריבית (ניכיון חברתי) נבחר לפי המלצת המשרד להגנת הסביבה [3], אך התוצאות אינן משתנות מבחינה איכותית כאשר נעשה שימוש בשיעורי ריבית עד 7%. ערך ריבית גבוה יותר מביא בחשבון גם סיכון למשקיע בודד.

טבלה 2 מפרטת את הערכים שנעשה בהם שימוש בעלות ובתועלת הפרטיות והחיצוניות בניתוח, ופירוט של המקורות שהערכים נלקחו מהם. חלק מהעלויות ב**טבלה 2** קיימות כל שנה, וחלק רק בכל כמה שנים, כגון עלויות של עבודות הנדסיות ועלויות תחזוקה. במקרה כזה חושבה ההוצאה השנתית עם מקדם החזר הון מתאים. הנחנו שההסתברות לאירועי מזג אוויר וסחיפה חריגים היא 10% (כלומר, פעם ב-10 שנים). לא מופיעים בטבלה ערכים של תועלת חיצונית שהתבררו כקטנים מאוד, כמו מניעת הגירה מהפריפריה, מניעת אבטלה וביטחון תזונתי.

טבלה 2. ערכים כספיים של עלות ותועלת (דונם לשנה) ומקורות המידע לכך
ערכים חיוביים מציינים תועלת וערכים שליליים מציינים עלות.

סוג עלות/תועלת	מיקור עלות ותועלת	ערך (ש' לדונם לשנה)	מקור
פרטי (מנקודת המבט של החקלאי)	חיסכון בעלויות עיבוד ממוכן בממשקי אי-פליחה	35	[12, 11]
	מניעת נזקים	8	אגף שימור קרקע במשרד החקלאות, מבוסס על נזקים שאירעו בעבר (בני יעקבי, מידע בע"פ, 2019)
	שיפור באיכות הקרקע	110	[8]
	חיסכון בניהול עבודה (כולל דלק ולסייעות)	25	[12, 11]
	צמצום הזמן בין קציר לזריעה, המאפשר גידול של יבולים על פני 12 חודשים	116	תוצאות הניסויים [12, 11]
	חיסכון בהוצאות דשן	3	[12, 11]
	תוספת הזמן הדרוש כדי ללמוד שיטות ייצור חדשות	-12	[12, 11]
	עלות ציוד ואמצעים הנדסיים: הסדרת דרכי מים ותעלות, עבודות עפר לבניית שיחים, ייצוב הנדסי, גשרים איריים מאבן ומבטון, מזרעת אי-פליחה, תחזוקה. חלק מהעלויות הן אחת למספר שנים, וחושבו כאן כהוצאות שתיות	-649	חישובי אגף שימור קרקע, משרד החקלאות; תוכנית שימור קרקע שהוגשה לאגף שימור קרקע במשרד החקלאות, 2018 (בני יעקבי, מידע בע"פ, 2019)
	עלות זבל אורגני. הצנעת זבל אורגני מתבצעת אחת לחמש שנים, אך חושבה כהוצאה שנתי	-43	תוכנית שימור קרקע שהוגשה לאגף שימור קרקע במשרד החקלאות, 2018 (בני יעקבי, מידע בע"פ, 2019)
	הוצאות הדברה	-7	[12, 11]
חיצוניות	הפחתת פליטות גזי חממה	15	[16, 8]
	ניהול מקורות מים	42	[15]
	ערך נוף ומורשת ושמירה על מגוון מינים	145	[15]
	מניעת אובדן פעילות כלכלית במורד הזרם	36	לפי 2.5% מהפדיון [12, 11]

טבלה 2

ערכים כספיים של עלות ותועלת (דונם לשנה) ומקורות המידע לכך

ערכים חיוביים מציינים תועלת וערכים שליליים מציינים עלות.

תועלת פרטית משמעותית (לחקלאי) נבעה מהיכולת לצמצם את הזמן בין קציר לזריעה ולגדל יכול נוסף לפני הקיץ (116 ש"ח לדונם), משיפור באיכות הקרקע (110 ש"ח לדונם) ומחיסכון בעלויות עיבוד (35 ש"ח לדונם בשנה). תועלת פרטית נוספת נובעת מחיסכון בדשן, מחיסכון בהוצאות ניהול וממניעת נזקי סחף. התועלת לחקלאי הסתכמה ב-297 ש"ח לדונם. מצד שני, קיימת עלות פרטית גדולה של הציוד והאמצעים הנדסיים והתחזוקה שלהם, בסך 649 ש"ח לדונם, אך היא אינה מתרחשת בכל שנה. העלויות לחקלאי הסתכמו ב-204 ש"ח לדונם בחישוב שנתי, כך שישנן שנים שהעלויות בהן גבוהות יותר, ואחרות שבהן הן נמוכות יותר. בין סוגי התועלת החיצונית המשמעותיים, שהחקלאי לא בהכרח מביא בחשבון, נמצאים שיפור ניהול מקורות המים (42 ש"ח לדונם בשנה), ערכי נוף ומורשת (145 ש"ח לדונם בשנה) ומניעת אובדן פעילות כלכלית במורד הזרימה (36 ש"ח לדונם לשנה). התועלת החיצונית הסתכמה ב-238 ש"ח לדונם. לא מצאנו השפעות חיצוניות שליליות של שימוש בממשקים משמרי קרקע וחקלאות משמרת.

הערך הנוכחי הנקי (NPV) הוא סכום הערכים הנוכחיים של התועלת הנקייה על פני התקופה שהניתוח נערך לגביה. בשער ריבית 3% בטווח של עד חמש שנים, נמצא ששימוש בממשק של חקלאות משמרת אינו כדאי מבחינת החקלאי, ומסב לו הפסד של 106 ש"ח לדונם (כאשר לא מביאים בחשבון השתתפות במימון של המדינה דרך גופים שונים), כפי שניתן לראות מטבלה 3. המראה את הערך הנוכחי הנקי לדונם. ההפסד נגרם עקב עלויות רכישת הציוד וההשקעה באמצעים הנדסיים בשנה הראשונה. עם זאת, כאשר מביאים בחשבון את התועלת החיצונית, מתקבלת תועלת נקייה חיובית (כפי שנמדדת על-ידי ה-NPV) עבור אופק של חמש שנים: ה-NPV לחברה (פרטי וחיצוני גם יחד) עבור שדה בגודל 1,000 דונם בממשק חקלאות משמרת הוא יותר מ-1.2 מיליון ש"ח.

טבלה 3. ערך נוכחי נקי (NPV) לדונם של ממשק משמר קרקע על פני 5, 10 ו-25 שנים, בשער ריבית 3%

אופק	NPV פרטי	NPV חיצוני	סך הכול NPV
5 שנים	-106 ₪	1,331 ₪	1,225 ₪
10 שנים	282 ₪	2,277 ₪	2,559 ₪
רב-שנתי (25 שנים)	901 ₪	4,238 ₪	5,139 ₪

טבלה 3

ערך נוכחי נקי לדונם של ממשק משמר קרקע על פני 5, 10 ו-25 שנים, בשער ריבית 3%

בטווחי זמן ארוכים יותר, שימוש בממשק חקלאות משמרת כדאי גם מבחינה פרטית (לחקלאי). עבור אופק של 10 שנים, ה-NPV הפרטי הוא כ-300,000 ש"ח לאותו שדה של 1,000 דונם, ועבור אופק של 25 שנה הוא כמיליון ש"ח. ה-NPV החברתי בטווח הארוך גדול יותר, כ-5 מיליון ש"ח לכל 1,000 דונם.

דיון ומסקנות

תוצאות המחקר אנו מסיקים את הדברים הבאים:

- קיימת כדאיות כלכלית לאימוץ ממשקים משמרי קרקע ושימוש באמצעים הנדסיים המונעים הגרעת קרקע. למרות זאת, אין אימוץ מלא של ממשקים ושימוש באמצעים אלה על-ידי חקלאים שקרקעותיהם נמצאות בסכנת סחיפה. הסיבה לכך היא שבטווח הקצר התועלת הנקייה הפרטית, שמתבטאת ברווח הנוסף הנוצר מממשקים משמרי קרקע ושימוש באמצעים הנדסיים, אינה בהכרח חיובית.
- בניסויי השדה נמצא שבממוצע אין ירידה ביכול בעקבות שימוש בממשקים משמרי קרקע בהשוואה לממשק עיבוד קונבנציונלי.
- כאשר הניתוח נעשה לטווח ארוך יותר – 10 ו-25 שנים – קיימת כדאיות כלכלית של שימור קרקע גם מנקודת המבט הפרטית. התועלת הנקייה החברתית, הכוללת השפעות שהחקלאי אינו מביא בחשבון, חיובית גם בטווח הקצר וגם בטווח הארוך. תוצאה זו ממחישה בעיות סביבתיות רבות, הנוצרות מהתנהגות של פרטים, שעומדת בניגוד לאינטרסים חברתיים.

4. עם זאת, מהראיונות שערכנו עם החקלאים עולה ששיקולי רווח לטווח הקצר הם לא בהכרח אלה שלמשפיעים על החלטות החקלאים. חקלאים יודעים שבעת אירועי מזג אוויר קיצוניים, גם אם הם נדירים, יכול להיגרם נזק גדול לקרקע. לכן, הם מאמצים ממשקי עיבוד המסייעים למעור הנזק מאירועים כאלה, למשל ממשק אי-פליחה.
5. מתוצאות המחקר עולה הצורך להמשיך במדיניות של תמיכה בחקלאים כדי שישתמשו בממשקים משמרי קרקע ובאמצעים המפחיתים את סכנת הסחיפה וההגרעה שלה. תמיכה כספית יכולה להביא לכך שהאינטרס הפרטי של החקלאים והאינטרס החברתי יהיו דומים.
6. בין מגבלות המחקר אפשר לציין את העובדה שהוא התמקד בעיקר בגידולי פלחה, כגון דגן (חיטה ושיבולת שועל), ולכן תוצאותיו נוגעות בעיקר לגידולים אלה ולדומים להם. מגבלה נוספת, שראויה למחקר המשך, היא ההסתמכות על השכיחות של אירועי מזג אוויר חריגים הגורמים לסחיפת קרקע. ייתכן שעקב שינוי האקלים המואץ, שכיחותם של אירועים כאלה תגבר^[7]. מגמה כזו תחזק את מסקנות המחקר הנוכחי.
7. הרחבה אפשרית של המחקר היא לניתוח הכולל תוואי שטח שונים, למשל מבחינת יכולת הניקוז והשיפוע של הקרקע, כך שיהיה ניתן לקבוע מהו הצירוף המיטבי של אמצעי שימור קרקע ואמצעים הנדסיים לכל שטח בעל מאפיינים מסוימים.



עיבוד השדה על פי קווי גובה מגדיל את חספוס פני השטח בניצב למדרון, וכך מקטין את שיעורי הגר והסחיפה מהשדה המעובד / באדיבות: התחנה לחקר הסחף

הלכה למעשה

אנו פועלים יותר משלושה עשורים לשימור הקרקע, ומכוונים את החקלאים לקיים משטר חקלאי בר-קיימא. בחלק מהמישורים אנו מקדימים את המחקר, ונאלצים לפעול בשיטת הניסוי והטעייה, ולכן טרם הצלחנו לגבש את הממשק המיטבי. טעות עלולה להשפיע על ההתנהלות למשך מספר שנים, ולכן שגיאה עלולה להיות אקוטית. כיוון שהתורה אינה סדורה והנושא הכלכלי מוטל בספק, חקלאים לא ממהרים להצטרף. חקלאי שחווה כישלון נוטש את העיבוד המשמר.

כידוע, הרווחיות בחקלאות נשחקת ומאלצת את החקלאי להמשיך ולהתייעל כל הזמן, ולכן רוב החקלאים נאלצים

לקבל החלטות שיביאו לחיסכון בטווח הקצר בהוצאות השוטפות. זאת ועוד, הקרקע העומדת לרשות כל חקלאי כאמצעי ייצור בסיסי אינה מאפשרת את קיומו, בייחוד במשק המשפחתי, ולכן אפשר לראות לא מעט התאגדויות של מספר חקלאים למטרות עיבוד משותף. בשותפויות אלה החקלאים אינם בטוחים ביכולתם לשמר את העיבוד לאורך שנים, ולכן נמנעים מהשקעות כבדות בתשתיות (כגון שימור קרקע, ניקוז קרקע ותשתיות מים) שהחזר ההון עבורן ארוך מאוד. למרות האמור, חקלאים רבים (מעל ל-50% לפי ממצאי המחקר) רואים בעיבוד הקרקע משימה לאומית, ושוקדים על שימורה לדורות הבאים על-ידי עבודות ניקוז, שימור קרקע וטיוב קרקע.

תוצאות המחקר, המציג כדאיות כלכלית (לחקלאי) בטווח הבינוני והארוך, משמחות מפני שרבים מהחקלאים וממקבלי ההחלטות בתחום החקלאות מטילים ספק בכדאיות ממשקי שימור קרקע.

בהמשך למחקר אני ממליץ לפעול בשני מישורים:

1. לקדם מול המדען הראשי במשרד החקלאות מיזם לתיקוף כדאיות הממשק המשמר. אנו חווים ירידת יבולים לאחר מספר שנים המובילה להפסדים שהחקלאים לא יכולים לשאת. רצוי שמזים שכזה ינוהל על-ידי משק המודל בנווה יער, היושב בלב השטח החקלאי ומנהל דיאלוג שוטף עם החקלאים. ידע שייווצר בו יחלחל במהרה לחקלאי הבודד.
2. לגייס את המשאבים הנדרשים לתמיכה לאומית רב-שנתית במדיניות השימור. ההוצאה אינה גדולה, ויש בצידה תשואה לחברה.

משה בן שחר, מנכ"ל מרכז חקלאי העמק

מקורות

1. אשל ג ואגוזי ר. 2013. הקרקע בשטחים מעובדים נשמטת מתחת לרגליים. *אקולוגיה וסביבה* 4(2): 136–134.
2. בנדס-יעקב א, דוניץ ד, ברמניס ע וגלמן א. 2015. עמדות חקלאים על עשייה סביבתית. מכון הנרייטה סאלד.
3. ברק ב. 2016. מחיר ההון הפרטי והחברתי: המלצה לחישוב שיעור ניכיון חברתי. המשרד להגנת הסביבה.
4. גוטמן ג, יעקבי ב, לסקה ד ואחרים. 2016. אבדן קרקע חקלאית – עידוד לשימור המשאב הציבורי באמצעות תמריצים. *אקולוגיה וסביבה* 7(2): 136–127.
5. הדס א, איזנקוט א, מינגלגרין א ופיין פ. 2018. עלות-תועלת כלכלית של השימוש החקלאי בבוצה מטופלת בסיד ובאפר פחם מרחף. *אקולוגיה וסביבה* 9(1): 49–40.
6. המשרד להגנת הסביבה. 2019. עדכון ערכי העלויות החיצוניות של מזהמי האוויר וגזי חממה ל-1.1.2019.
7. זיו ב. 2019. תופעות קיצוניות הקשורות להתחממות העולמית וזיקתן לאסונות טבע. *אקולוגיה וסביבה* 10(4): 18–12.
8. זיידנברג ר, יואל ד וזהבי מ. 2006. מפת פוטנציאל סיכוני סחיפה. היחידה לסקר ומיפוי, האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
9. טל א. 2017. והארץ מלאה: התמודדות עם פיצוץ אוכלוסין בישראל. הוצאת הקיבוץ המאוחד.
10. סבוראי ט וזיידנברג ר. 2011. אבדן קרקע באגנים חקלאיים – הצעה לפתרון. *אקולוגיה וסביבה*

2(2): 152–154.

11. סלמון א וגורן ע. 2017. תחשיב חיטה גרעינים: נגב צפון מערבי, לכיש ועמק יזרעאל מזרחי באפס עיבוד – 2017, שירות ההדרכה והמקצוע. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
12. סלמון א וגורן ע. 2017. תחשיב חיטה גרעינים: נגב צפון מערבי, לכיש ועמק יזרעאל מזרחי, בעל – 2017, שירות ההדרכה והמקצוע. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
13. צבן ח, פלר נ, אמדור ל ואחרים. 2004. חקלאות בת-קיימא – כיצד להביא למימוש ערכים חיצוניים של החקלאות כחלק מהכנסות החקלאי באזורי הארץ השונים. מוסד שמואל נאמן.
14. שגיא ה, רמון א, שגיא י ואחרים. 2015. השפעת ממשקים חקלאיים שונים בשדות הבעל על שירותי המערכת האקולוגית במרחב שקמה. מחקר חלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
15. שגיא ה, גוטמן ג, רמון א ואחרים. 2016. חסמים העומדים בפני חקלאים באימוץ ממשקי עיבוד משמר קרקע ומים בגד"ש בישראל ודרכי פתרונם. נקודת ח"ן.
16. Guardia G, Tellez-Rio A, García-Marco S, et al. 2016. Effect of tillage and crop (cereal versus legume) on greenhouse gas emissions and global warming potential in a non-irrigated Mediterranean field. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **221**: 187-197.
17. Laukkanen M and Nauges C. 2011. Environmental and production cost impacts of no-till in Finland: Estimates from observed behavior. *Land Economics* **87**(3): 508-527.
18. Nasser A. 2019. Energy use and economic analysis for wheat production by conservation tillage along with sprinkler irrigation. *Science of the Total Environment* **648**: 450-459.
19. Schoengold K, Ding Y, and Headlee R. 2014. The impact of AD HOC disaster and crop insurance programs on the use of risk-reducing conservation tillage practices. *American Journal of Agricultural Economics* **97**(3): 897-919.

קריאה נוספת

מה הערך הנוצר מחקלאות מעבר להכנסה כספית ורווח לחקלאים? המחקר מסביר בהרחבה את הגישה הכלכלית למדידת ערכים חיצוניים הנוצרים על-ידי פעילות חקלאית.

צבן ח, פלר נ, אמדור ל ואחרים. 2004. [חקלאות בת-קיימא – כיצד להביא למימוש ערכים חיצוניים של החקלאות כחלק מהכנסות החקלאי באזורי הארץ השונים](#). מוסד שמואל נאמן.

מחקר מקיף על אזור בעל חשיבות אקולוגית וחקלאית גדולה בדרום הארץ. המחקר מראה כיצד שימוש בממשק אי-פליחה יכול להועיל לחקלאים ולציבור מבחינת שירותי המערכת האקולוגית.

שגיא ה, רמון א, שגיא י ואחרים. 2015. [השפעת ממשקים חקלאיים שונים בשדות הבעל על שירותי המערכת האקולוגית במרחב שקמה](#). מחקר חלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.

מחקר הבודק ומסכם את עמדות חקלאים בישראל בנושא ממשקים משמרי קרקע ומים. המחקר ממליץ על הסרת חסמים המונעים אימוץ רחב יותר של הממשקים בידי חקלאים.

שגיא ה, גוטמן ג, רמון א ואחרים. 2016. [חסמים העומדים בפני חקלאים באימוץ ממשקי עיבוד משמר קרקע ומים בגד"ש בישראל ודרכי פתרונם](#). נקודת ח"ן.

נספחים (זמינים באתר)

נספח 1. פירוט מערך
המחקר

[להורדה](#)