



מדינת ישראל  
משרד החקלאות ופיתוח הכפר  
האגף לשימור קרקע וניקוז

מדיניות שימור משאבי קרקע ומים

1. תקציר

להשלים

2. רקע

קרקע היא משאב טבעי המהווה חלק חיוני מהמערכות האקולוגיות של כדור הארץ, ולו תרומה לשירותי מערכת רבים. הקרקע הכרחית לייצור מזון, סיבים ומוצרי צריכה נוספים. תהליך היווצרות הקרקעות הוא איטי וכושר התחדשותן הוא מוגבל, על כן הקרקע היא משאב מתכלה שיש לנהל באופן מושכל על מנת לשמרו, כמו גם את כושר ייצורו, לאורך זמן, וככל הניתן באופן שיפחית את הצורך בתשומות חיצוניות, כגון דשן, תכשירי הדברה ומים, יקטין את הנטל הסביבתי ויעצים את התועלות החיצוניות<sup>1</sup>

2.1 אתגרים, תופעות לא רצויות ונתונים

הפעילות החקלאית הקונבנציונלית בכלל וזו האינטנסיבית בפרט, הכוללת פליחה והשאת קרקע חשופה, גורמת להגרעת הקרקע באופן מתמשך, וכך פוגעת בפוריות הקרקע. תהליכי ההגרעה מתבטאים בסחיפה מועצת על ידי מים ורוח; פחיתה בתכולת החומר האורגני (ובפחמן האורגני); לדול ביסודות ההזנה; המלחה; החמצה (באזורים לחים); הידוק ופגיעה בכושר החדור ותאחיזת המים; פגיעה במגוון הביולוגי ובכלל זה עליה במחלות ובמזיקי הקרקע, והשתלטות של מיני עשבים קשי הדברה<sup>2-5</sup>. במקרים רבים, על מנת לשקם את פוריות הקרקעות נעשה שימוש רב בדשנים, אשר בתורם גורמים לזיהום אוויר ופליטה מוגברת של גזי חממה, זיהום מי שתיה ומהווים סיכון בריאותי לציבור<sup>6</sup>. כתוצאה מתהליכים אלו עשויה להיגרם פגיעה ביבול, וכפועל יוצא פגיעה בביטחון התזונתי. בנוסף, זליגה וחילחול של חומרי דישון ותכשירי הדברה גורמים לזיהום מקורות המים, מי תהום, מאגרי המים וערוצי הנחלים (רפרנסים).

על סמך הערכות שונות, ישראל נמצאת באזור גאוגרפי שעלול להיפגע באופן חמור משינויי האקלים<sup>7-11</sup>. לאור זאת, ובהינתן שכחמישית משטחה היא קרקע חקלאית<sup>12</sup>, ליישום החקלאות המשמרת בישראל תועלות רבות לשירותי המערכת וביניהן הקטנת סחיפת הקרקע; הגדלת תכולת החומר האורגני בקרקע; שיפור בקיבול המים בקרקע והגדלת פוטנציאל המים הירוקים (מים המשמשים לטרנספירציה); ויסות שיטפונות; שיפור איכות המים הכחולים (מים מתוקים עיליים ותת קרקעיים)<sup>13,14</sup>; הקטנת משרעת הטמפרטורות היומיות בקרקע; הגדלת מגוון המינים בקרקע ומעליה; פיתוח חוסן מפני שינויי אקלים; ושמירה על ביטחון תזונתי<sup>15-24</sup>. לפיכך, נשאלת השאלה, האם יישום חקלאות משמרת בישראל עשוי לתרום לקיזוז פליטות גזי החממה של מגזר החקלאות עצמו ולסייע בעמידה בהסכמים בינלאומיים<sup>25-32</sup>?

עיבודי הקרקע שהם חלק מהממשק החקלאי המודרני, גורמים להרס מבנה הקרקע ולחמצון מהיר של החומר האורגני בקרקע. פעולת החריש מפרקת את תלכדי הקרקע, חושפת את מאגרי החומר האורגני לאוויר ולמיקרואורגניזמים ובכך מגבירה את פירוקו ופליטתו כפד"ח

לאטמוספירה<sup>33</sup>. כאשר הקרקע נשאת חשופה לפגיעה ישירה של טיפות הגשם בעקבות העיבודים או/ו והתמודדות עם העשבים, מתרחשת סידרה של תהליכים הכוללת ניתוק והתזה של חלקיקי הקרקע. בעקבות זאת מתפתחת שכבה דחוסה ואטימה לחידור מים, ולירידה משמעותית בקצב חידור מי גשמים לקרקע (בסדר גודל ואף יותר). בשלב זה המים העודפים, שלא חדרו לקרקע, מתחילים לזרום על פניה כנגר עילי אשר מסייע את חלקיקי הקרקע המנותקים, ואף גורם להתחתרות ועירוף פני השטח. כתוצאה מכך מתרחשת סחיפת קרקע מואצת יחד עם החומר האורגני ויסודות ההזנה<sup>34</sup>. הנגר המואץ על הסחף שבו גורמים להצפות, לסתימת מערכות ניקוז, ולזיהום נחלים ומקווי מים בדשן ובחומרי הדברה שעלולים להוות סכנה לבריאות הציבור<sup>35,6</sup>. בנוסף, קרקע גסה וקלת גרגר (כמו קרקעות הלס, הקרקעות החוליות בדרום וקרקעות הכבול באזור עמק החולה) שנשאת חשופה בעקבות עיבודים, היא רגישה יותר לסחיפה על ידי הרוח וכך גורמת לפגיעה באיכות האוויר.

הסכנות שבסחיפת קרקע בישראל היו ידועות כבר בתחילת המאה הקודמת. כדי להתמודד עם המצב נחקקה בשנת 1941 פקודת סחף הקרקע (מניעה), ומכוחה הותקנו תקנות למניעת סחף קרקע ולתיקון נזקים שכבר נגרמו. לפי אומדנים שבוצעו במשרד החקלאות, כ- 60% מהקרקע החקלאית בישראל נמצאים בסכנת סחיפה, כאשר כמחציתה נמצאת בסכנת סחיפה בינונית וכמציתה בסכנת סחיפה חמורה<sup>36</sup>. בסקרי קרקעות ובמחקרים שנעשו בהפרש של 50 שנה נמצא כי במקומות מסוימים ממוצע הסחף השנתי בקרקעות חקלאיות בישראל עומד על כ-4 מ"מ בשנה (מ"מ בשנה – מטר רבוע של קרקע לדונם בשנה) ובמקומות אחרים על 4-7 מ"מ בשנה – קצב סחיפה כפול עד מרובע מהממוצע בשטחים החקלאיים באירופה<sup>37,38</sup>, וגבוהים בסדר גודל מאלה שמשרד החקלאות האמריקאי הגדיר כסף עליון ובשני סדרי גודל מקצב היווצרות הקרקעות שעומד על 0.02-0.04 מ"מ בשנה<sup>36</sup>. יש הבדל בסכנת הסחיפה בין שטחי גדי"ש (גידולי שדה) למטעים: 42% משטחי הגדי"ש נמצאים בסכנת סחיפה חמורה ו- 20% בסכנה בינונית; 9% משטחי המטעים נמצאים בסכנת סחיפה חמורה ו- 76% בסכנה בינונית

למרות שמאפייני תהליך ההגרעה מוכרים והסחיפה ניכרת, עובר זמן רב עד להופעת סימני הנזק שנגרם, בנוסף לאלה שהוזכרו לעיל, כגון פגיעה ביבול וברווחתו הכלכלית של החקלאי<sup>39</sup>. לכן, המשך איבוד שכבת הקרקע הפורייה תפגע בייצור החקלאי, ברווחי החקלאים וכתוצאה מכך יפגע הביטחון התזונתי של מדינת ישראל בטווח הארוך. על מנת למנוע זאת יהיה צורך בהשקעת משאבים ניכרת. על כל פנים, ניתן להתגבר על קשיים אלה באמצעות הטמעת שלושת העקרונות שהוזכרו לעיל והתאמת היישום בממשקים המשמרים למאפיינים המקומיים ובשימוש בכלים מוטעמים כגון: חריש פעם בשלוש עד חמש שנים מסייע בבקרה על מזיקים ועשבים שוטים; פיזור הפרש או הקומפוסט יחד עם חריש מזדמן מאפשר הטמעתם המיטבית בקרקע ומקטין את סכנת פיזורם בסביבה; שימוש בכלים המיועדים לפליחה מינימלית מקטינים את צפיפות העשבים השוטים<sup>40</sup>. להרחבה בנושא החסמים להטמעת יישום החקלאות המשמרת מומלץ להתעמק ברשימת המקורות<sup>41-52</sup>.

## 2.2 דרכי התמודדות מרכזיות

במישור המקצועי מקובלות שתי גישות שנועדו להתמודד עם האתגרים שיוצרים ממשקי החקלאות הקונבנציונלית: גישה הנדסית וגישה אגרוטכנית. רצוי למצות את כלל הפעולות האגרוטכניות לפני הפניה לגישה ההנדסית ולשלב ביניהן במידת הצורך.

**גישה הנדסית** - העיקרון המנחה את השיטות ההנדסיות משמרות הקרקע הנו ביצוע פעולות הקוטעות את רצף המדרון, ובכך מרסנות ומקטינות את הנגר הזורם בחלקה ופעולות המסייעות לניהול זרימות המים המגיעות והיוצאות לחלקה. נקיטת אמצעי שימור הנדסיים מאפשרת עיבוד

הקרקע (גידול, שיטות, כיוון וכיו"ב) באותה שיטה שהייתה נהוגה טרם נקיטת אמצעי השימור: העיבוד האינטנסיבי אינו משתנה. אמצעים הנדסיים שומרים על פוריות ואיכות הקרקע בצורה חלקית, בעיקר על ידי צמצום הנזק. אמצעים הנדסיים מונעים את סחיפת הקרקע לערוצי נחלים, לחלקות שכנות, מונעים סתימת גופי תשתית וכו' באמצעות קיטוע המדרון ובלימת הזרימה, השהיית הנגר בחלקה (טרסות, קירות תמך), ניתוב הזרימה לתעלות ניקוז עיליות (דרכי מים מיוצבות, שיחים) או באמצעות ניקוז תת קרקעי. חסרון של פעולות הנדסיות הוא בעלותן הגבוהה.

נועדה לצמצום סחיפת קרקע ואיבוד מים וליישומה ננקטות פעולות הנדסיות, המכונים מפעלי שימור קרקע כגון: תעלה, סוללה, מדרג, מבנה, מפל, מעביר מים, צינור, גדר, רצועת עשב, פס בידוד, שדרת עצים, בריכה, סכר, בור, קיטוע מדרונות, מתקנים להשהיית נגר, בניית שיחים, תפיסת ראשי ערוצים, טרסות אבן, סכרונים קש, וכל מתקן או סידור אחר שתכליתם למנוע נזק הנגרם לקרקע ולגידול החקלאי על ידי סחיפה (או משטר מים לקוי?) או/ולתקן נזק שנגרם בעבר<sup>53</sup>.

**גישה אגרוטכנית** - ניסיונות לצמצום בהפרת הקרקע ע"י הפחתת עיבודים בקרקעות החקלאיות החלו במישורים הרחבים בארה"ב בשנות השלושים של המאה הקודמת בתגובה להרס הקרקעות הרב שנגרם לאחר שנות בצורת ממושכות, תקופה זו מכונה "קערת האבק". באותה תקופה החלו מחקרים ראשוניים בשימור קרקע או הפחתת עיבודים, הכוללים שינוי בכלי החריש המאפשר לשאריות החומר האורגני להישאר על פני הקרקע ולצמצם את הסחף הנגרם מרוח ומים. גרסאות ראשונות של זריעה לשלפים ולתוך חיפוי צמחי היוו בשורה לממשק אפס העיבוד (אי פליחה). אוסף פעולות אלו הוביל למה שהיה מכונה אז עיבוד משמר, ומכונה היום "אפס עיבוד"<sup>54</sup>.

בשנים האחרונות התפתחה בעולם ובארץ גישה מתכללת להתמודדות עם הפגיעה במשאבי הקרקע והמים והיא גישת החקלאות המשמרת (Conservation Agriculture). לגישה זו 3 עקרונות הכרחיים: מינימום עיבוד של הקרקע; חיפוי צמחי קבוע של הקרקע; מחזור של גידולים שונים לאורך השנה. חשוב לציין כי אופן היישום של גישה זו משתנה מאוד ממקום למקום בעולם וכתלות בפרמטרים שונים. **(להרחיב ולהוסיף רפרנס).**

ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO) קובע שלושה עקרונות הכרחיים לחקלאות משמרת שיש ליישם לאורך זמן (רפרנס 9, 10):

1. עיבוד מינימלי או העדר עיבוד מכאני מתמשך של קרקעות - מיושם בזריעה, בפיזור או בשתילה ישירים ללא פליחה; והפרעה מזערית לקרקע במהלך קציר או עבודות תחזוקה.
2. חיפוי קבוע של קרקע – מיושם על ידי השארת שלף, שורשים וגבעולים לאחר קציר ושתילת גידולי כיסוי בין עונות הגידול ובין הגידולים.
3. מגוון גידולים – מיושם על ידי מחזורי סבבים של גידולים שונים, שילוב של רב שנתיים וחד שנתיים, והקפדה על גידולי קטניות בסבבים.

#### **הגדרות כפי שהוגדרו על ידי האגף לשימור קרקע וניקוז:**

**עיבוד משמר:** הגדרת העיבוד המשמר היא האופן בו הגדיר האגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות משנת 2000 ועד היום אוסף של ממשקים חקלאיים שהמשותף בהם הוא רמות שונות של צמצום עיבודים וכיסוי צמחי של הקרקע בהיקפים שונים. הגדרה זו באה להבדיל מממשק קונבנציונלי מלא ולא הוגדרו בה דרגות איכות הביצוע.

**אי פליחה:** אי פליחה מוגדר כפעולה (אי פעולה) שנתית שבה הזריעה נעשית על גבי שלפים מהשנה הקודמת. הגדרה זו לא משמשת להגדרת הממשק הרב שנתי.

**עיבוד משמר במטעים:** ממשק שבו התבקש החקלאי לא לפלוח את הקרקע בין שורות העצים ולהשאיר צמחי כיסוי על מירב המטע. בממשק זה מקור צמחי הכיסוי יכול להיות טבעי או זריעה מכוונת.

**עיבוד משמר בגידולי שדה:** ממשק בו התבקש החקלאי לצמצם עד למינימום את עיבודי הקרקע בין העונות החקלאיות. ממשק זה קיבל שיטות יישום מגוונות בהתאם לתנאי הקרקע, האזור ומגוון כלי העיבוד הקיימים אצל החקלאי.

**מיכון תומך ממשק עיבוד משמר:** מיכון המאפשר לבצע 2 פעולות עיקריות. האחת, זריעה לתוך קרקע לא מפולחת והשנייה טיפול בצמחייה ללא ריסוס וללא פליחה.

**חריש:** שיטת עיבוד ההופכת את הקרקע. האגף לשימור קרקע מעודד באופן עקבי פעולה זו פעם או פעמיים במחזור הגידולים לצורך 2 מטרות: הצנעת זבל אורגני וטיפול בעשבים רעים רב שנתיים. הוספת זבל אורגני: זבל אורגני- קומפוסט, זבל מדרכים וכד'. מטרתו לשפר את מבנה הקרקע ע"י הגדלת החומר האורגני המומס בה.

החקלאות המשמרת תורמת שירותי מערכת רבים לאדם ולסביבה, בנוסף ליצור מזון, והם: הפחתה בדשנים ובתכשירי הדברה וביזיהום שהם יוצרים בקרקע, במים ובאוויר; הפחתה בשימוש במים הודות לשיפור כושר נשיאת המים על ידי הקרקע; הפחתת פליטות גזי החממה ותרומה להקטנת הפליטות של ישראל על ידי אצירת פחמן אורגני שמקורו בפחמן הדו חמצני שבאטמוספירה; הפחתת נגר ומניעת שיטפונות והצפות ובכך גם הקטנת פיזור זיהומים והגעתם לנחלים ולמאגרי מים; מניעת נזקי שיטפונות בנפש וברכוש וביניהם מניעת סתימות של מערכות ניקוז על ידי הסחף; שיפור איכות מי התהום בעקבות שיפור חלחולם וסינונם של המים בקרקע בדרכם אל המאגרים; שיפור בערך תזונתי של התוצר החקלאי, הגדלה ביבול, או ללא שינוי לעומת עיבוד קונבנציונלי, ליחידת שטח והבטחת ביטחון תזונתי; הגדלת מגוון המינים בתוך הקרקע ועל פניה; סיפוק מזון למאביקים, שיפור חוסן הקרקע מפני עלייה בטמפרטורה והיערכות למשבר האקלים; ושמירה על ערכי נוף (Kassam 2012, 2019). בנוסף לשירותי המערכת הרבים ישנם יתרונות כלכליים פוטנציאליים לישראל, ישירים ועקיפים ביישום חקלאות משמרת הן לציבור החקלאים, בהתאם לידוע בעולם, הן לציבור הרחב והן למשק: בעלויות התשומות: זרעים, דשן ומים, וחומרי הדברה (נתון להוכחה בישראל), חיסכון בעלויות תפעול חוסך בזמן, בעלויות הדלק ובמיכון ותחזוקתו, חיסכון בהוצאות תיקון נזקי שיטפונות והצפות<sup>55,56</sup>.

### 2.3 חסמים

למרות חשיבות משאב הקרקע, החקלאים, מנהלי השטח ומקבלי החלטות לא תפסו בעבר, ולעתים קרובות גם כיום, את בעיית הגרעת הקרקע כאיום ממשי. לפי כך, הנושא זכה להתייחסות לא מספקת במשך עשורים רבים, אך המגמה השתנתה בעשור האחרון (לדייק מבחינת שנים – מצגת של אלון). האגף לשימור קרקע במשרד החקלאות ופיתוח הכפר מקדם את הרחבת מעגל החקלאים המוכנים ליישם ממשקי שימור ומעלה את המודעות לחשיבות הנושא באמצעות מתן תמיכות ישירות לחקלאים המבצעים פעולות לשימור קרקע הן באמצעים הנדסיים, שנועדו לצמצם סחיפת קרקע ואיבוד מים, והן לאלה המיישמים והמטמיעים ממשקי עיבוד משמר; עידוד מחקר ופיתוח; וקיום כנסים. החקלאי הוא מקבל החלטות העיקרי בתחום שבניהולו ולכן הוא המפתח ליישום והטמעה של חקלאות משמרת בשטחו<sup>43</sup>.

במחקר בנושא "עמדות חקלאים על עשייה סביבתית" שפורסם בשנת 2015<sup>44</sup>. החוקרים ערכו סקר לגבי רמת ההיכרות של החקלאים בישראל עם שיטות חקלאיות משמרות סביבה, מידת היישום

של השיטות על ידם, והמניעים ליישומן (חיוביים ושלייליים). במחקר זה השתתפו 308 חקלאים כאשר 20% מהם היו חקלאי גדי"ש. כשני שלישי מכלל חקלאי המגזר הצמחי מכירים שיטות חקלאיות משמרות, כאשר כ- 73% ממגדלי גדי"ש מכירים את השיטות במידה רבה עד רבה מאוד, וכ- 58% ממגדלי המטעים. מבחינת עיבוד הקרקע – כ- 19% מהחקלאים ענו כי הם מסתפקים בפליחה מינימלית (קלטור) או אי פליחה, וכ- 3% בלבד מבצעים פעולות הנדסיות למניעת סחיפה. מתוך חקלאי גדי"ש 53% ענו שהם מיישמים שיטות משמרות סביבה מתוך רשימה שניתנה להם<sup>44</sup>. החסמים שעלו כאן מבחינת אימוץ שיטות משמרות סביבה היו: היבט כלכלי, יעילות השיטות, פגעי מזיקים, מחלות צמחים ועשביה עמידה, התוצאות נצפות בטווח הרחוק בלבד, חוסר ידע, הפחתה ביבול, אין שיתוף פעולה עם שחקנים חיצוניים ועם חקלאים אחרים, קושי בהתמודדות עצמאית מול הביורוקרטיה. יחד עם זאת, רובם הביעו נכונות לנסות את השיטות המוצעות במידה וייראו הצלחות של אחרים ובהמלצתם.

במחקר אחר שפורסם בשנת 2015<sup>43</sup> נמצא כי החסמים העיקריים לאימוץ ממשק אי פליחה

בגדי"ש הם:

- **חוסר במחקר ופיתוח (מו"פ)** – החקלאים מטילים ספק ברלוונטיות המידע המצומצם שקיים בארץ (עקב מו"פ מועט בתחום) עבור השטח שלהם. רוב העיבוד המשמר מותאם לחקלאות בעל בגדי"ש ואין מספיק ידע כיצד ליישם חקלאות משמרת בשלחין.
- **צמצום במספר המדריכים** של שירות ההדרכה והמקצוע (שה"מ) מטעם משרד החקלאות וההפרטה החלקית של ההדרכה. בדרום הארץ הרצון לאמץ שיטות שימור קרקע נובע כנראה מהעובדה שבצפון היה ריכוז גדול יותר של מומחים שפעלו אינטנסיבית יותר לקידום הנושא.
- **התנאים הפיזיים בשטח** - ככל ששכנת הסחיפה נמוכה יותר בזכות מאפייני השטח הפיזיים והאקלימיים, כך פוחת התמריץ לאי פליחה. כמו כן,
- **יוקר ואופי המיכון** - מזרעת אי פליחה היא יקרה ויש קושי להיכנס לשטח כאשר הוא רטוב, מה שעלול לפגוע בגמישות של החקלאי לפעול בשדה כאשר יש זמן קצר (חלון) לביצוע פעילות בשטחים נרחבים. בנוסף, המיכון אינו "מוצר מדף" ולכן קשה להשיגו.
- **היקף התמיכות לעיבוד משמר** אינו מספיק.
- **עליה בהיצע המים** - התרחבות שטחי שלחין (השקיה מלאכותית) עם העלייה בהיצע וירידה במחיר המים גורמים להפחתה בעיבוד משמר המתאים בעיקר לשטחי בעל (השקיה באמצעות גשם); שמרנות של החקלאים וחוסר רצון לנסות משהו חדש ולא מוכר;
- **ביקוש גבוה לקש** – מכירת הקש לרפתות בשר וחלב ואי השארתו בשדה לצורך חיפוי הקרקע עקב ביקוש רב ומחירו הגבוה.

מן המחקר שפורסם בשנת 2015 (שגיאה 2016) עולה כי החקלאים שרואיינו, רובם ככולם מודעים לסחיפת הקרקע בשטחיהם שמתבטאת בתופעות כגון התפתחות ערוצים, אבנוניות גוברת, חשיפת משטחי סלע ועוד, בהיקף ובעוצמה הנעים מבינוני לחמור. כלומר, אי מודעות לסחיפת הקרקע אינה מהווה חסם. החקלאים מודעים לחשיבות משאב הקרקע המהווה אמצעי לייצור החקלאי והצורך בשימורה. מרביתם חשים חובה אישית לשמור על משאב הקרקע. מהנתונים עולה כי בגדי"ש בעל ממשקים משמרים, ובהם מינימום עיבוד, מחזור גידולים והוספת קומפוסט, הפכו למקובלים - מרבית החקלאים (מעל 80%) מיישמים סוגים שונים של ממשק משמר בהיקפים משתנים ומרביתם מכירים חקלאים שמיישמים פרקטיקות משמרות. לעומת זאת, 52% מהם מיישמים ממשק אי פליחה

– העיקרי שטומן בחובו שינוי מהותי בהקשר של חקלאות משמרת. נתון זה מפתיע על רקע המודעות לבעיות סחיפת הקרקע, כאשר מרביתם גם סבורים כי לא יפגעו כלכלית ביישום ממשק זה. אך יתכן כי למרות שהממשק אינו פוגע כלכלית בכל זאת נתפס כלא כדאי ליישום משום שדורש התנהלות קפדנית בכל הנוגע לנברנים, מחלות ועשבים שוטים בהתחשב בכך שהתמיכות אינן מעודדות מספיק, לדברי עורכי המחקר.

שמרנות, מסורת, דעות קדומות, ושנאת סיכונים הם בין הגורמים העיקריים שמשפיעים על אי אימוץ ממשק העיבוד המשמר. בקרב חקלאים אלה ניתן לשמוע טיעונים כגון "מוכן לאמץ טכנולוגיות חדשות רק אם אין בהן סיכון"; "חקלאות היא עסק בו רק כוחות השוק צריכים להשפיע עליו"; ו"המדינה לא צריכה לחייב פעולות שימור קרקע". להלן פירוט החסמים:

- **תפיסת הפעילות החקלאית כעסקית בלבד** שבה רק כוחות השוק צריכים להשפיע. חוסר הרלוונטיות בעיני החקלאי של הנושא הסביבתי בהשוואה לחשיבות הייצור החקלאי והרווחיות; במקרה כזה רק ודאות כלכלית תניע את החקלאי לאמץ ממשק משמר. בנוסף, כאשר לחקלאי אין רווח כלכלי משמעותי בגידולים הקיימים, כמו לדוגמה בשטחים המעובדים בחקלאות בעל בנגב דרומית לקו הבצורת, הוא לא ישקיע במעבר לממשק חדש.
- **חוסר אמונה בשיטות שימור הקרקע** והאמונה כי אין ביכולתן לשפר את מצב הקרקע והסביבה. חקלאים אלה מודאגים פחות מנזקי שיטות החקלאות הקונבנציונלית, ופחות מודעים לקשר בין סחיפת הקרקע לשיטות העיבוד. כמו כן רווחת הדעה כי אחריות של שמירה על הסביבה צריכה להיות מוטלת על המדינה בלבד.
- **חוסר ידע עיוני וליווי מקצועי** – חקלאי שחסרה לו הדרכה אישית וליווי מקצועי צמוד ישנה פחות את ממשקי העיבוד. חקלאים שלא נכחו כלל בימי עיון בנושא עיבוד משמר אינם מאמצים ממשק אי פליחה. חקלאים שאינם מכירים ועובדים עם תאי שימור הקרקע במחוזות לרוב לא יאמצו עיבוד משמר.
- **חוסר בסביבה תומכת** – חקלאים שבסביבתם אין אחרים שמאמצים ממשקים משמרים או שמכירים פחות חקלאים שמיישמים ממשק משמר, ייטו פחות לעבור לממשקים אלה. כמו כן, ממשקים משמרים זוכים לתפיסה שלילית בעיניהם ופחות יעילים.

#### 2.4 מגמות עיקריות בארץ ובעולם

הרעיון לעיבוד הקרקע ללא שימוש במחרשה החל להתפתח במחצית הראשונה של המאה ה-20. הסיבות שדחפו לכך היו בין השאר, שורה של סופות חול ואבק בארה"ב וקנדה ("קערת האבק") שגרמו לסחף קרקע חמור, ולאחר מלחמת העולם הראשונה חיפוש אחר דרכים להוזיל את עלויות הגידול ולהפחית את העבודה. בשנות השישים החלו ניסויים בארה"ב ובאירופה באי פליחה ומינימום עיבוד. באותו זמן הומצא קוטל העשבים פרקואט, אשר אפשר טיפול בעשבים ללא שימוש במחרשה, ונוצרו כלים שאפשרו זריעה באדמה ללא חריש. הידע החל להיות מופץ בעזרת חקלאים, מדריכי חקלאות, עובדי משרד החקלאות, מדענים, חברות קוטלי העשבים והמיכון המיוחד. כל אלו תרמו לפיתוח, תרגום והפצת שיטת אי הפליחה.

כיום, החקלאות המשמרת מיושמת בכל היבשות במידת יישום שונה בין מדינה למדינה כתלות במאפייני המקום (אקלים, סוגי קרקע, סוגי מזיקים ועוד), בסוג הגידול (מטעים או גידולי שדה), אופן ההשקיה (בעל או שלחין). לפי הערכות תקפות לשנת 2016, 12.5% מהקרקעות החקלאיות על פני כדור הארץ היו מעובדות בשיטות משמרות ב-78 מדינות. בראש המדינות המיישמות נמצאות מדינות צפון

ודרום אמריקה, אוסטרליה וניו-זילנד, שם כ- 45-65% משטחי החקלאות מעובדים בשיטות משמרות. ברוב המדינות ניתנות תמיכות והדרכות לחקלאים על מנת להטמיע חקלאות משמרת.

התהליך של הפצת אי פליחה בישראל החל בשנות ה-90 של המאה העשרים. ד"ר דוד בונפיל החל לבצע ניסויים באי פליחה בפלחה בתחנת גילת. מטרת הניסויים הייתה פיתוח ממשק גידול שימנע סחף, יהווה תחליף לפעולות הנדסיות יקרות ויחסוך אנרגיה והוצאות גידול. הניסויים הראשונים שנעשו בעמק יזרעאל היו בעזרת מזרעת אי - פליחה שהובאה מהנגב. אחרי מספר שנים של ניסויים החל במחוז העמקים השימוש בממשק ובשנת 1999 נרכשה על ידי קיבוץ דליה מזרעת אי הפליחה הראשונה. שינוי חשוב ומשמעותי קרה בעקבות מתן תמיכות לחקלאים – בנושא ממשק עיבוד משמר קרקע והתמיכה ברכישת מזרעות אי פליחה החל מ-2007. שה"מ, האגף לשימור קרקע וניקוז וחוקרי מכון וולקני הקימו צוות עיבוד משמר העוסק במעקב אחרי התפתחות הממשק, שמטרתו ללמוד ולהפיץ את המידע לחקלאים.

האגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות ופיתוח הכפר פועל לסייע לחקלאים להתמודד עם אתגרי שימור משאבי הקרקע והמים, ובתוך כך פועל להטמיע שיטות של חקלאות משמרת באמצעות ליווי מקצועי, פיתוח שיטות עיבוד ומענקים ישירים לחקלאים. במיפוי מידת היישום של ממשקי עיבוד משמר קרקע ומים בקרקעות חקלאיות, שנערך לאחרונה על ידי האגף, נמצא כי ב-13% מהקרקעות החקלאיות מיושמת חקלאות משמרת ברמה גבוהה עד מיטבית; ב-12% ברמה בינונית; ובכ-70% ברמה נמוכה או לא מיושמת כלל. המטרה היא להרחיב ככל הניתן את יישום הממשק המשמר<sup>53</sup>

### 3. הגדרת הבעיה

למרות שמאפייני תהליך ההגרעה מוכרים והסחיפה ניכרת, עובר זמן רב עד להופעת סימני הנזק שנגרם, בנוסף לאלה שהוזכרו לעיל, כגון פגיעה ביבול וברווחתו הכלכלית של החקלאי<sup>39</sup>. לכן, המשך איבוד שכבת הקרקע הפורייה תפגע בייצור החקלאי, ברווחי החקלאים וכתוצאה מכך יפגע הביטחון התזונתי של מדינת ישראל בטווח הארוך. על מנת למנוע זאת יהיה צורך בהשקעת משאבים ניכרת, הדרכת החקלאים, ביטחון כלכלי ועוד (להוסיף).

#### 3.1 הזדמנויות

בצד האתגרים קיימות היום נסיבות שכדאי לנצלן כדי לחולל שינוי (הזדמנויות):

- עליה במודעות החקלאים, הציבור והמוסדות הממשלתיים והציבוריים בעולם ובארץ לסוגיות סביבתיות והצורך בניהול מקיים של המשאבים הטבעיים כיום ולמען הדורות הבאים;
- נכונות להפניית תקציבים לטובת סוגיות סביבתיות ושמירה על משאבים;
- איומי משבר האקלים והצורך בהיערכות ובפיתוח עמידות;
- הבנה גוברת ששמירה על קרקע חקלאית בריאה היא חיונית לייצור מזון בשגרה ובעתות משבר.
- הבנה גוברת (גופי תכנון, משרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה, גופים סביבתיים) שקרקע חקלאית מספקת שירותי מערכת בנוסף ליעודה הבסיסי: ייצור מזון;
- קיים בסיס להבנת החסמים (בעולם ובארץ) באימוץ שיטות משמרות קרקע;

#### 3.2 עקרונות ויסודות למדיניות

- דרך הפעולה העיקרית להשגת תמונת ההצלחה היא קידום החקלאות המשמרת;

- יש צורך בהתאמת העקרונות הכלליים של חקלאות משמרת למאפיינים של כל אזור וכל גידול;
- החקלאים הם גורם המפתח בהרחבת ההטמעה והיישום של עקרונות החקלאות המשמרת – הפעילות צריכה להתמקד בהם.
- יש לפעול לשמירה על משאב הקרקע והמים להבטחת ביטחון תזונתי ושמירה על רווחיות החקלאות בשיתוף פעולה עם כלל בעלי העניין;
- קידום הנושא יעשה ככלל באמצעות ליווי מקצועי, הדרכה, מו"פ וסיוע כספי; רגולציה כופה תיבחן במקרים מוגדרים בלבד.
- חקלאות משמרת מספקת שירותי מערכת לכלל הציבור מעבר ליצור מזון, ולכן יש הצדקה להשתתפות בעלויותיה על ידי כלל הציבור;
- יש לתעדף תחילה הטמעה בקרקעות שסובלות מסחף ברמה גבוהה ובינונית;
- פיתוח ממשקים הנותנים מענה גם לעמידות למשבר האקלים.

#### 4. כלי מדיניות וחלופות

לפני בואנו להציג ולבחון את כלי המדיניות והחלופות, חשוב להתייחס לכדאיות הכלכלית של ממשקים משמרים. הכדאיות הכלכלית לציבור הרחב (מוצרים ציבוריים הם כאלה שאין להם ערך שוקי) מעבר ממשקים משמרי קרקע נבחנה במספר מחקרים. לדוגמה, במחקר ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית במרחב שקמה שניתח עלות-תועלת של מעבר ממינימום עיבוד לאי פליחה הראה כי אימוץ ממשק אי פליחה יעניק לחברה תוספת ערך של כ- 57 ₪ לדונם בשנה, כאשר מתוך זה כ- 11.5 ₪ לחקלאי (בתוך התחשיב כלולים: הקטנת עלויות עיבוד ויתרונות אי הפליחה, תוספת עלות דשן, ותוספת יבול) וכ- 45.5 ₪ לציבור (בתוך התחשיב כלולים: שיפור חלחול מים לקרקע ומניעת אובדני מים, מניעת נזקי סחף, הקטנת פליטת גזי חממה ולכידת פחמן אטמוספירי). במקרה של ממשק אי פליחה המשולב עם עיבוד כל 4-5 שנים תוספת הערך הכללית היא כ- 44 ₪ לדונם לשנה. במרחב שקמה בלבד מדובר בערך חברתי של 4.5-6 מיליון ש"ח לשנה, וברמה הארצית הרווח הוא כ- 50 מיליון ש"ח לשנה<sup>57-59</sup>. עבודה נוספת שנעשתה ונמצאת בשלבי עריכה לוקחת בחשבון פרמטרים רבים יותר בבואה להעריך את הערך הכלכלי ביישום ממשקי שימור קרקע. בעבודה זו נמצא כי התועלת הכלכלית לחברה ב- 5 השנים הראשונות עומדת על כ- 1,300 ₪ לדונם לשנה, החקלאי מפסיד ב- 5 השנים האלה כ- 100 ₪ לדונם לשנה. אך כעבור זמן ובטווח של 5-10 שנים הרווח לחברה יעמוד על כ- 2,270 ₪ לדונם לשנה והרווח של החקלאי יהיה כ- 280 ₪ לדונם לשנה. הרווח המירבי מתחיל אחרי השנה העשירית ועד טווח של 25 שנה, בהן הרווח לחברה יעמוד על כ- 4,240 ₪ לשונם לשנה וזה של החקלאי יעמוד על כ- 900 ₪ לדונם לשנה<sup>60</sup>.

כפי שהוזכר לעיל, החקלאים בישראל עומדים בפני לחצים ותפיסות שונות ואף סותרות בכל הנוגע למדיניות ציבורית בעניין שימור הקרקע. הלחצים והתפיסות הללו מונעים את המעבר המערכתית לחקלאות משמרת. על החקלאי הישראלי לגשר על פני חוסר הבהירות, להתמודד עם מחסור במידע ולהסתגל לשינויי מדיניות תקופתיים. מצב זה מחייב הכרעה אישית בין שיקולים כלכליים לשיקולים סביבתיים באי ודאות משמעותית<sup>43,44</sup>.

מאחר ומספר המחקרים שנעשו בארץ בעניין הכדאיות הכלכלית שביישום החקלאות המשמרת הינו נמוך, ולמרות שנראה כי התועלת לציבור היא מובהקת, יחד עם התועלת לחקלאי, אם כי נמוכה בהרבה, במצב בו הציבור הוא הנהנה העיקרי מיישום ממשקי שימור קרקע, ישנה הצדקה להעביר תקציבים מהקופה הציבורית לחקלאי לטובת פיצוי/ ניהול סיכונים.



חשוב לזכור כי היתרונות של ממשקים משמרים ויכולת הטמעתם תלויים בגורמים אגרו-אקולוגיים וסוציו-אקונומיים ויש להתאימם בהתאם לכך לקבלת תוצאות מיטביות<sup>51</sup>.

מאחר ולחקלאות המשמרת תועלות סביבתיות מובהקות ותועלתו הכלכלית לציבור הרחב היא משמעותית, ניתן לנקוט בשלוש חלופות מרכזיות:

1. שינוי התנהגות באמצעות סיוע ותמריצים: פיתוח ידע, סיוע מקצועי טכני וסיוע כספי.
2. שינוי התנהגות באמצעות חקיקה כופה האוסרת על פעולות מסוימות.
3. שינוי התנהגות באמצעות שילוב שתי החלופות שלעיל.

#### 4.1 סיוע ותמריצים

מאחר והחסמים העיקריים מתרכזים סביב גובה והיקף התמיכות הממשלתיות בחקלאי, מחסור בידע והדרכה, וסביבה תומכת, יש להקצות משאבים כספיים לשיפור התחומים הבאים:

1. **העלאת מודעות, הדרכה וליווי של החקלאים.** יש להגדיל את מכסת המדריכים לשימור קרקע במשרד החקלאות ובמחוזות השונים. יש לפתח קורס מדריכי שימור קרקע על מנת לשמור על רמת ידע ועדכון בהתפתחויות של המדריכים לאורך זמן. יש לקיים קורסים/ ימי עיון לחקלאים ולפנות גם באופן מקוון.
2. **קידום מחקר ופיתוח.** יש לקדם מחקר ופיתוח מקומי של שימור קרקע, בהתמקדות באזורי האקלים השונים, סוגי הקרקע, המגוון הביולוגי, הנגעים והגנת הצומח, כדאיות כלכלית ועוד, על מנת לבסס את ההמלצות באופן מושכל ולנהל סיכונים באופן מיטבי. נכון להיום, ממשקים משמרי קרקע רובם ככולם מותאמים לחקלאות בעל, לכן מאמץ מיוחד נדרש על מנת לפתח ממשקים לחקלאות שלחין.
3. **ניהול סיכונים.** יש להקטין את הסיכון לחקלאי באמצעות ביטוח ותמיכות בהתאם לאזורים השונים. ביטוח הכנסה שתתן מענה לחשש בתקופת המעבר לחקלאות משמרת במקרה שהכנסת החקלאי תפחת. במקרה של ביטוח יש להגדיל את השתתפות המדינה בפרמיה והלקטין את השתתפות החקלאי. יש להגדיל את התמיכות שניתנות כיום על ידי המשרד; ולפשט את תהליך קבלתן. במקרה של מעבר לתמיכות ישירות יד להתנות את הסיוע הכספי בביצוע חקלאות משמרת.
4. **השקעה ייעודית באזור הדרום ובאזורי סיכון מוגבר.** סך גודל השטח החקלאי בדרום הוא פי כארבעה לעומת השטחים בצפון, והפוטנציאל לשימור משאב בקרקע הוא משמעותי. יחד עם זאת החסמים בדרום הם רבים ומורכבים יותר, לכן יש לתת דגש פרטני על אזור זה מבחינת העברת הידע, ההדרכה והנגשת דרכי הסיוע הכלכלי. תמיכה ייעודית לחקלאים באזורי סיכון מוגבר.
5. **סל מותאם למעבר לחקלאות משמרת.** בהכנת הסל יש להתחשב בחסמים ובדרישות השטח והחלקות הספציפיים, כמו גם בתפיסות החקלאי את החקלאות המשמרת ובערכיו, יחסו לסיכון, ואת צרכיו. הסל יכלול הדרכה ייעודית וניהול סיכונים באמצעות ביטוח ותמיכות מותאמים.
6. יש לזהות את החלוצים שמוכנים לנסות חידושים סביבתיים ולתמרץ אותם. קבוצה זו אינה זניחה, והיא תוכל להפיץ את הבשורה בקרב החקלאים.
7. תמיכה מתאימה, לשמש ראש חץ לקידום של רעיונות סביבתיים כך שיהפכו לנחלת הכלל.

**4.2 אסזרה**

איסור על עיבוד חלקות רגישות לסחף בהתאם לסף שייקבע **(להשלים בהתאם לצורך)**.

4.3 שילוב שתי החלופות **(להשלים בהתאם לצורך)**.

**5. חלופה נבחרת וסיכום**

מאחר וקיימות תועלות סביבתיות וכלכליות משמעותיות לציבור ביישום חקלאות משמרת יש צורך בהשקעת משאבים במחקר ופיתוח, הדרכת החקלאים, ותמיכות בחקלאים ביישום והטמעת השיטות המשמרות.  
יש לחזק את תדמית החקלאים כנציגי כלל האוכלוסייה בשמירה על משאבי הקרקע והמים, בעיני עצמם ובעיני כלל הציבור.  
**(להשלים)**

פרויקט

- Borrelli, P. *et al.* An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nat. Commun.* **8**, (2017). 1.
- Conacher, A. Land degradation: A global perspective. *N. Z. Geog.* **65**, 91–94 (2009). 2.
- Zalibekov, Z. G. The arid regions of the world and their dynamics in conditions of modern climatic warming. *Arid Ecosyst.* **1**, 1–7 (2011). 3.
- Stavi, I. & Lal, R. Agriculture and greenhouse gases, a common tragedy. A review. *Agron. Sustain. Dev.* **33**, 275–289 (2013). 4.
- Oldeman. Global Extent of Soil Degradation. (1994) doi: 10.1006/gcen.1994.1156. 5.
- Galloway, J. N. *et al.* Transformation of the Nitrogen Cycle : *Science (80-. )*. **320**, 889–892 (2008). 6.
- Pe'er, G. U. N. S. *Climate Change Israel National Report under The United Nations Framework Convention on Climate Change Impact, Vulnerability and Adaptation. Change* [http://www.bgu.ac.il/BIDR/rio/Global91-editedfinal.html#\\_Toc495168271](http://www.bgu.ac.il/BIDR/rio/Global91-editedfinal.html#_Toc495168271) (2000). 7.
- Ayalon, O. Adaptation to climate change in Israel. 687–705 (2015) doi: 10.1007/978-3-642-38670-1\_31. 8.
- Snir, R. Global Warming 's Impacts on Israel. (2004). 9.
- Axelrod, M. Y. Israel's Second National Communication on Climate Change. 186 (2010). 10.
- Green, M. S., Pri-or, N. G., Capeluto, G., Epstein, Y. & Paz, S. Climate change and health in Israel: Adaptation policies for extreme weather events. *Isr. J. Health Policy Res.* **2**, 1–11 (2013). 11.
- משרד החקלאות ופיתוח הכפר. משרד החקלאות - מיפוי השטחים החקלאיים בישראל (2015). 72. (2015) 12.
- Falkenmark, M. & Rockstrom, J. The New Blue and Green Water Paradigm: Breaking New Ground for Water Resources Planning and Management M. *J. Water Resour. Plan. Manag.* (2016) doi: 10.1061/(ASCE)0733-9496(2006)132. 13.
- Sposito, G. Green Water and Global Food Security. *Vadose Zo. J.* **12**, vzj2013.02.0041 (2013). 14.
- Brouder, S. M. & Gomez-Macpherson, H. The impact of conservation agriculture on smallholder agricultural yields: A scoping review of the evidence. *Agric. Ecosyst. Environ.* **187**, 11–32 (2014). 15.
- Chauhan, B. S., Singh, R. G. & Mahajan, G. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Prot.* **38**, 57–65 (2012). 16.
- Ranaivoson, L. *et al.* Agro-ecological functions of crop residues under conservation agriculture. A review. *Agron. Sustain. Dev.* **37**, (2017). 17.
- Kuhn, N. J. *et al.* Conservation tillage and sustainable intensification of agriculture: regional vs. global benefit analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* **216**, 155–165 (2016). 18.
- Mondal, S. *et al.* Conservation agriculture had a strong impact on the sub-surface soil strength and root growth in wheat after a 7-year transition period. *Soil Tillage Res.* **195**, 104385 (2019). 19.
- Sithole, N. J., Magwaza, L. S., Mafongoya, P. L. & Thibaud, G. R. Long-term impact of no-till conservation agriculture on abundance and order diversity of soil macrofauna in continuous maize monocropping system. *Acta Agric. Scand. Sect. B Soil Plant Sci.* **68**, 220–229 (2018). 20.
- Page, K. L., Dang, Y. P. & Dalal, R. C. The Ability of Conservation Agriculture to Conserve Soil Organic Carbon and the Subsequent Impact on Soil Physical, Chemical, and Biological Properties and Yield. *Front. Sustain. Food Syst.* **4**, 31 (2020). 21.
- Choudhary, M. *et al.* Soil bacterial diversity under conservation agriculture-based cereal systems in Indo-Gangetic Plains. *3 Biotech* **8**, 1–11 (2018). 22.
- Scopel, E. *et al.* Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agron. Sustain. Dev.* **33**, 113–130 (2013). 23.
- Neumann, M. & Smith, P. Carbon uptake by European agricultural land is variable, and in many regions could be increased: Evidence from remote sensing, yield statistics and models of potential productivity. *Sci. Total Environ.* **643**, 902–911 (2018). 24.
- AMED, ח. ושות' ו. D-פליטות גזי חממה בישראל - סקירת המצב הקיים ובחינת אמצעים להפחתת. עבור המשרד להגנת הסביבה. עבודה מס' 2653/09 (2009). 25.
- דו"ח ניטור ומעקב אחר יישום החלטות הממשלה לצמצום צריכת החשמל ולהפחתת פליטות גזי חממה 2014 המשרד להגנת הסביבה. (2014). 26.
- OECD *et al.* Examining the potential for reduction of greenhouse gas emissions and a national goal for Israel. *Spat. Plan. Policy Isr.* **2017**, 2016 (2016). 27.
- Ministry of Environmental Protection & Eco Traders Ltd. Israel'S First Biennial Update Report. (2015). 28.
- Proactor, G., Cohen-Ginat, R., Rozen, A., Weinstein, E. & Elul, N. Israeli national plan to realize the Paris climate agreement. 32 (2016). 29.
- Ministry of Environmental Protection & State of Israel. Israel's Third National Communication on Climate Change. (2018). 30.
- דוח מצב הסביבה בישראל. המשרד להגנת הסביבה. (2017). 31.
- Ayalon, O. Greenhouse Gas Emissions Reporting and Registration System in Israel: Summary of Reports for 2016. (2016). 32.
- Holland, J. M. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: Reviewing the evidence. *Agric. Ecosyst. Environ.* **103**, 1–25 (2004). 33.
- Grossman. AGRICULTURE AND THE POLLUTER PAYS PRINCIPLE: AN INTRODUCTION. (2006). 34.
- הקרקע בשטחים המעובדים נשמטת מתחת לרגליים. **2**, 136–134 (2013). 35.
- Gutman, J., Yaackoby, B., Laska, D., Zaidenberg, R. & Eshel, G. עידוד 36.

- לשימור המשאב הציבורי באמצעות תמריצים. 2 (2016), זיידנברג, ר. & שפירו, מ. נייר עבודה בנושא איבודי קרקע ברמת מנשה ורמת יששכר 1952–2002. (2002).
37. זיידנברג, ר. & אגוזי, ג. הקרקע בשטחים המועבדים נשמטת מתחת לרגלים. אקולוגיה וסביבה 2, 136–134 (2013).
38. Prager, K. & Curfs, M. Using mental models to understand soil management. *Soil Use Manag.* **32**, 36–44 (2016).
39. Stavi, I. & Argaman, E. No-till systems: Gains and drawbacks for carbon sequestration, ecosystem services and environmental health. *Carbon Manag.* **5**, 123–125 (2014).
40. Amundson, R. & Biardeau, L. Soil carbon sequestration is an elusive climate mitigation tool. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **115**, 11652–11656 (2018).
41. Sarkar, R. Global challenges and adaptations in management practices to preserve soil carbon pool with changing climate. *Environ. Earth Sci.* **77**, 1–10 (2018).
42. שגיא, ה. et al. חסמים העומדים בפני חקלאי גדש בישראל בהטמעת ממשקים משמרי קרקע ודרכי פתרונם - דוח סופי.pdf.
43. בנדס-יעקב, א., דוניץ, ד., ברמניס, ע. & גלמן, א. עמדות חקלאים על עשייה סביבתית. יום עיון נקודת ח"ן 1–63 (2015).
44. Dulal, H. B., Brodnig, G. & Shah, K. U. Capital assets and institutional constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang.* **16**, 1–23 (2011).
45. Lipper, L., Dutilly-Diane, C. & McCarthy, N. Supplying carbon sequestration from West African rangelands: Opportunities and barriers. *Rangel. Ecol. Manag.* **63**, 155–166 (2010).
46. Rodriguez, J. M., Molnar, J. J., Fazio, R. A., Sydnor, E. & Lowe, M. J. Barriers to adoption of sustainable agriculture practices: Change agent perspectives. *Renew. Agric. Food Syst.* **24**, 60–71 (2009).
47. Kragt, M., Blackmore, L., Capon, T. & Robinson, C. J. What are the barriers to adopting carbon farming practices? 14 p. (2014).
48. Lal, R. Challenges and opportunities in soil organic matter research. *Eur. J. Soil Sci.* **60**, 158–169 (2009).
49. Andersson, J. A. & D'Souza, S. From adoption claims to understanding farmers and contexts: A literature review of Conservation Agriculture (CA) adoption among smallholder farmers in southern Africa. *Agric. Ecosyst. Environ.* **187**, 116–132 (2014).
50. Lichtfouse, E. *Agroecology and Strategies for Climate Change. Sustainable Agriculture Reviews. Volume 8. Agroecology and Strategies for Climate Change* (2012). doi: 10.1007/978-94-007-1905-7\_7.
51. Teschner, N., Orenstein, D. E., Shapira, I. & Keasar, T. Socio-ecological research and the transition toward sustainable agriculture. *Int. J. Agric. Sustain.* **15**, 99–101 (2017).
52. אליענה עין מור, אלון מאור, ב. י. חקלאות משמרת בישראל, מאפיינים ותמונת מצב. (2020).
53. Kassam, A., Derpsch, R. & Friedrich, T. Global achievements in soil and water conservation: The case of Conservation Agriculture. *Int. Soil Water Conserv. Res.* **2**, 5–13 (2014).
54. Kassam, A. et al. Conservation agriculture in the dry Mediterranean climate. *F. Crop. Res.* **132**, 7–17 (2012).
55. Kassam, A., Friedrich, T. & Derpsch, R. Global spread of Conservation Agriculture. *Int. J. Environ. Stud.* **76**, 29–51 (2019).
56. שגיא ואורי רמון עריכה, ה., ארז צוות הפרויקט, ח., שגיא, י., חרמוני, ח. & רוזנטל וקוצי וייל, ג. מחקר חלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון וניהול שטחים פתוחים במרחב שקמה. (2016).
57. הדס, א. מניעת סחף קרקע - ניתוח עלות תועלת. 1–14 (2008).
58. ניתוח כלכלי של ממשקי עיבוד בגידולי הבעל במרחב שקמה.
59. פרח, י., הדס, א., ניומן, א., ארגמן, א. & בן-חור, מ. כדאיות כלכלית של שימוש בממשקי שימור קרקע כנגד סחיפה והידלדלות קרקעות בשטחי חקלאות פתוחים. 1–13.
- 60.