

המערכות האקולוגיות החקלאיות – הפרק המלא

מחברים מובילים: ליאורה שאלתיאל-הרפז, הילה שגיא, שאול צבן

עוזרות מחקר: הילה שגיא, רונית גולובוטי

מחברים תורמים: גדי איש-עם, גיל אשל, דלית גסול, זיוה גרינצוויג, דן וייל, יוני וייץ, אסף חן, יעל מנדליק, משה קול, שרון שפיר

תוכן עניינים

1. מבוא – מאפייני המערכות האקולוגיות החקלאיות	3
1.1 היקף, מיקום וגבולות גיאוגרפיים של המערכות האקולוגיות החקלאיות	4
1.2 המערכות האקולוגיות החקלאיות של ישראל	6
1.2.1 גד"ש (כולל ירקות)	6
1.2.2 מטעים (כולל הדרים)	6
1.2.3 גידולים מכוסים	7
1.2.4 חלוקת השטח לתת המערכות	7
1.3 תשתית הפיזית: אקלים, משקעים, קרקעות	8
1.3.1 התשתית הפיזית והתאמתה לגידולים החקלאיים	10
1.4 התשתית החברתית של החקלאות בישראל	12
1.5 תשומות חקלאיות	12
1.6 המגוון הביולוגי של המערכת האקולוגית החקלאית	13
1.7 גורמים מחוללי שינוי ישירים	14
1.7.1 שינוי בשימושי קרקע	14
1.7.2 ניצול יתר של משאבים	17
1.7.3 זיהום (כולל העשרה בחומרי הזנה)	17
1.7.4 שינויי אקלים	18
1.7.5 מינים פולשים	19
2. מצב ומגמות באספקת שירותי המערכות האקולוגיות החקלאיות	20
2.1 שירותי אספקה	20
2.1.1 אספקת גידולים חקלאיים	20
2.1.2 אספקת מרעית למקנה	26
2.1.3 אספקת מרעית לדבורי דבש	29
2.1.4 אספקת ביומסה צמחית	31
2.2 שירותי ויסות	34
2.2.1 ויסות סחיפת קרקע	34
2.2.2 ויסות מחלות ומזיקים בחקלאות (כולל עשבים רעים)	39
2.2.3 ויסות אקלים מקומי	45
2.2.4 ויסות אקלים עולמי	48
2.2.5 ויסות מחזור המים	52

56		2.2.6	ויסות האבקת גידולים חקלאיים
60		2.3	שרותי תרבות
60		2.3.1	תועלות פיזיות: נופש וספורט
66		2.3.2	תועלות אינטלקטואליות: מחקר וחינוך
70		2.3.3	תועלות מופשטות: צפייה והתבוננות
76		3	פערי ידע
77		4	סיכום והמלצות
79		5	מקורות

גילוי נאות: מסמך זה הוכן במסגרת פרויקט מערכות אקולוגיות ורווחת האדם – הערכה לאומית, בתמיכה והנחייה של צוות ניהול הפרויקט. עם זאת, האחריות לתוכן המסמך היא של המחברים המובילים בלבד. הנתונים וניתוחם בפרק זה עדכניים נכון לשנת 2018.

ציטוט מומלץ: שאליתאל-הרפז, ל', צבן, ש' ושגיא, ה' (עורכים). (2018). [המערכות האקולוגיות החקלאיות – הפרק המלא](#).

1. מבוא – מאפייני המערכות האקולוגיות החקלאיות

המערכת האקולוגית החקלאית הינה מערכת אקולוגית מלאכותית שעברה שינוי (או למעשה נוצרה) על-ידי האדם, בפרויקט זה אנו מתייחסים אליה תחת הקטגוריה: מערכות אקולוגיות "בניהול האדם" (הכוללת גם את המערכות האקולוגיות של ערים ויישובים). המערכת האקולוגית החקלאית היא למעשה מערכת כתמית המוטבעת בתוך שתי המערכות האקולוגיות היבשתיות הטבעיות בישראל (מדברית וים תיכונית). מערכות חקלאיות הן מערכות אקולוגיות שנוצרו על ידי האדם לצרכי הפקת שירותי אספקה של מוצרים ביולוגיים בעלי ערך לאדם כגון מוצרי מזון, סיבים, מוצרי נוי, חומרי גלם לקוסמטיקה ולתרופות, ביו-דיזל ועוד. הן אינן בעלות מנגנונים לויסות-עצמי ונסמכות על פעילות האדם לשם שימורן, לפיכך הן אינן מערכות המקיימות את עצמן כלל, ונתמכות על ידי מגוון ביולוגי מועט ומארג-מזון פשוט. המערכת האקולוגית החקלאית, מוגדרת בתור "מערכת משאבים ביולוגיים וטבעיים המנוהלת על ידי בני אדם עבור המטרה העיקרית של ייצור מזון ושל טובין אחרים שאינם מזון ושל שירותים סביבתיים נוספים בעלי ערך חברתי" (Wood et al., 2001). החקלאות, היא משלח יד, ענף ייצור ופרנסה. חקלאות משגשגת תלויה בקיום מערכות אקולוגיות בריאות ובעלות יכולת התאוששות מהירה. המערכות האגרו-אקולוגיות מושפעות מלחץ גובר על שירותי המערכת שהן מספקות ומהתחרות הגוברת בעולם על אדמה חקלאית. הלחצים הגוברים הם תוצאת הגידול המהיר באוכלוסיית העולם, המוביל לגידול בביקוש למזון, מספוא וסיבים (TEEBAF, 2014). שירותי המערכת האגרו-אקולוגית (Agroecosystem Services) הם שירותי המערכת האקולוגית שמספקות מערכות טבעיות, שהותמרו על ידי האדם למערכות חקלאיות, בתוספת תשומות הנובעות מהפעילות החקלאית, כגון, אנרגיה, דישון, חומרי הדברה, עבודה וידע (Burkhard et al., 2016).

שירותי המערכת האגרו-אקולוגית הם השירותים המסופקים על ידי הרכיבים הביולוגיים שנמצאים במערכת חקלאית אשר נשענת על תשתית הקרקע והסלע במקום. לממשקים חקלאיים שונים ולשימוש בתשומות הנובעות מהפעילות החקלאית, השפעה ניכרת על אספקת שירותי המערכת האגרו-אקולוגית כגון קיבוע פחמן, בקרת מזיקים, כמות ואיכות היבול ועוד. המערכות האקולוגיות החקלאיות בישראל מנוהלות כדי לייצר מזון, לעתים בשיטות שיוצרות גורמים מחוללי שינוי המשפיעים על מערכות אקולוגיות טבעיות ועל המערכת החקלאית עצמה, כגון גריעה של חומרי הזנה ופליטת גזי חממה ואמוניה לאטמוספירה, וכן שינויים במגוון הביולוגי. התוצאה היא שינוי בתהליכי המערכת האקולוגית הטבעית התומכים בשירותים אחרים של אותה מערכת. לדוגמה, מערכות אקולוגיות חקלאיות משתמשות בתשומות חומריות כגון דשנים, קוטלי-מזיקים ודלק, וזליגתם לתוך נחלים (מערכת מים פנים-ארציים) עלולה לשנות את איכות המים בצורה שתביא לערעור יכולתה של מערכת המים לספק את השירות של אספקת מים באיכות של מי שתייה. חקלאות אינטנסיבית עלולה להיות אחת הסיבות המרכזיות לאובדן מגוון ביולוגי וירידה באיכות והכמות של שירותי מערכת אקולוגית נוספים בארץ ובעולם. לעומת זאת, ישנם מערכות חקלאיות אשר מנוהלות באופן המספק שירותי נוף אסתטי, פנאי ותיירות חקלאית, תהליכי תמיכה, אספקת בתי גידול לחיות בר ואף באופן אשר יכול לשפר איכות מים, אוויר וקרקע.

המערכת האקולוגית החקלאית כוללת את התשתית הפיזית, הקרקע והמגוון הביולוגי שבה. הקרקע בישראל, בהיותה חלק מאזור הסהר הפורה - ערש החקלאות בעולם, נחשפה לעיבוד חקלאי מזה עשרת אלפים שנה והייתה מיושבת ומועבדת כמעט באופן רציף ברוב שיטחה במשך כל תקופה זו. במדינת ישראל, שהוקמה ב-1948 כחלק מהגשמת החזון הציוני, החקלאות הייתה, בנוסף לצורך קיומי, גם משאת נפש, תוכנית חברתית ולאומית ודרך חיים. שטח הקרקע הזמין בישראל לעיבוד חקלאי הוא מועט יחסית וחלקו באיכות ירודה, מקורות המים מוגבלים וכח עבודה מקומי נוטש את החקלאות לטובת מקורות פרנסה אחרים. בשל המחסור בגורמי ייצור ועל רקע הצורך לספק מזון באופן בלתי תלוי למדינה צעירה ומתפתחת, הפכה חקלאות ישראל למובילה בידע וטכנולוגיות חקלאיות אינטנסיביות.

בפרק זה נבחנים השירותים שמספקות מערכות אקולוגיות חקלאיות, והתמורות החלות במערכות הללו בתגובה למגוון גורמים מחוללי שינוי. כמו כן, אנו בוחנים כיצד שירותי המערכת החקלאית השתנו ומשתנים מאז הקמת המדינה בתגובה למחוללי השינוי. בסעיף האחרון, נתייחס לכיצד ניתן ליצור איזון בין שמ"א ליצירת מערכת חקלאית בת קיימא. בתוך המערכות האקולוגיות החקלאיות בפרויקט זה נכללת החקלאות הצמחית בלבד. הפרק אינו מתייחס למתחמי גידול סגורים של חיות-משק: עופות, בקר, צאן וחזירים, מכיוון שמתקיים בהם גידול אינטנסיבי, אין בהם ייצור ראשוני (ותהליכים אקולוגיים נוספים) ולכן הם אינם מתפקדים כמערכת אקולוגית. כמו כן, הפרק אינו כולל את שטחי המרעה אשר נכללים בפרקי המערכות האקולוגיות הים-תיכוניות והמדבריות, ואינו כולל את חקלאות הדגה ופירות הים אשר נכללת במערכות האקולוגיות של מקווי מים פנים-ארציים ובמערכות הימיות.

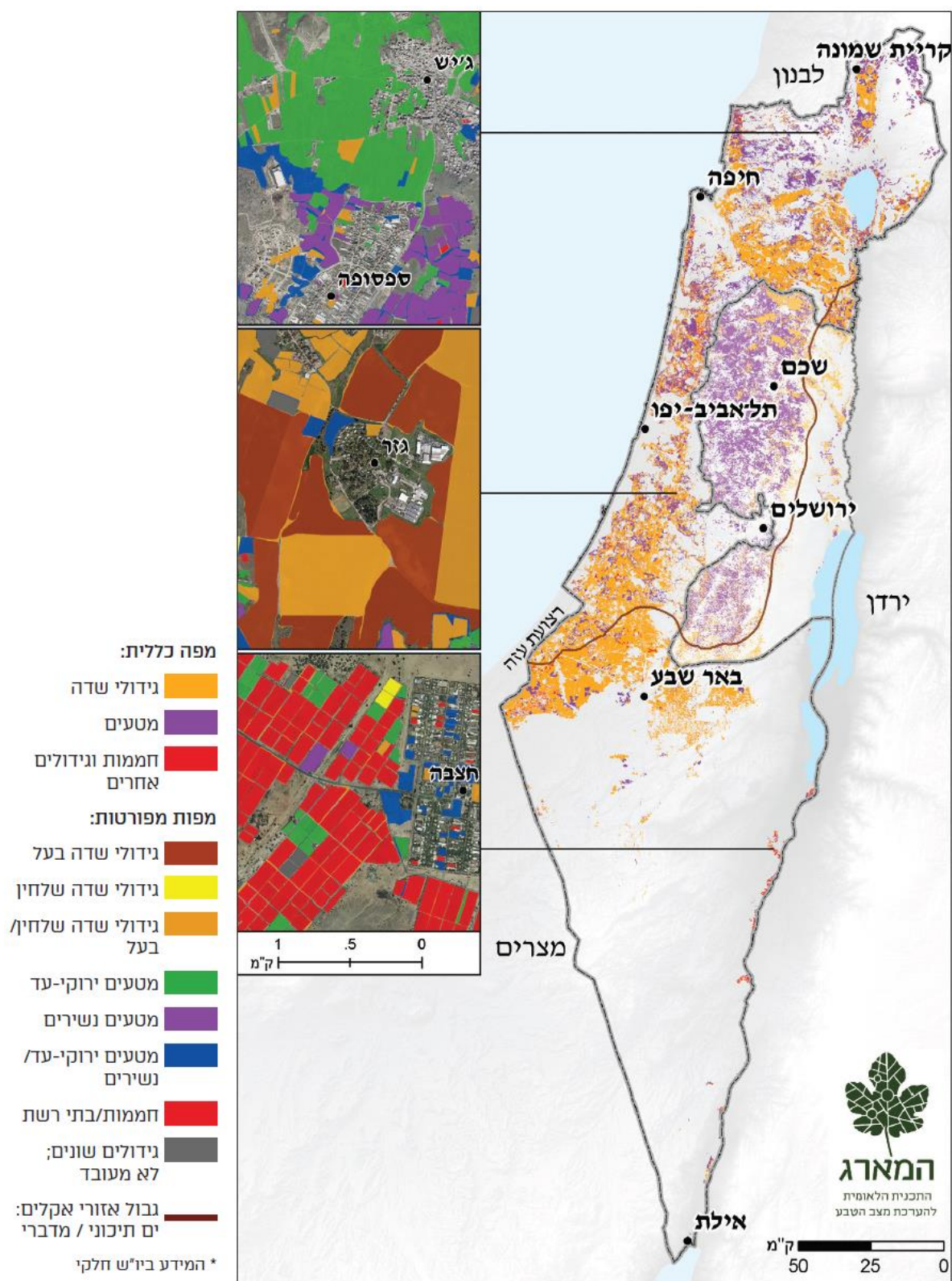
1.1. היקף, מיקום וגבולות גיאוגרפיים של המערכות האקולוגיות החקלאיות

שטחי החקלאות הצמחית בישראל כוללים שלוש תת-מערכות עיקריות והן: גידולי שדה, מטעים (כולל כרמים, הדורים) וחממות. סה"כ הם מהווים כחמישית - משטחה היבשתי של המדינה (מפה 1) בשונה ממדינות אירופה ומדינות מפותחות אחרות, כמו ארה"ב ואוסטרליה, ששטחי החקלאות בהן הם חלק גדול משטח המדינה (מעל 50%) (אחירון-פרומקין וטאובר, 2011). בשל שטחה המצומצם של ישראל נמצאים השטחים החקלאיים בצמידות לשטחים טבעיים רבים, דבר בעל חשיבות ניכרת על ההשפעה ההדדית של שטחי החקלאות והשטחים הפתוחים זה על זה, לחיוב ולשלילה (לחמן, 2013).

המקורות שבהם נעשה שימוש בעבודה זו לאיסוף מידע לגבי גודל השטח שתופסות המערכות האקולוגיות החקלאיות, הן על סמך מפי" בתמיכת משרד החקלאות ופיתוח הכפר עם עיבודים של יחידת הממ"ג של המארג.

שטח החקלאות הצמחית בישראל, על פי ההערכה שנעשתה עבור הפרויקט במארג, משתרעת על 4,353 קמ"ר (חלקות חקלאיות בלבד) או על 4,440 קמ"ר (כולל דרכים חקלאיות) (ראה מפה 1), בדומה לנתונים ע"פ עבודה עדכנית של משרד החקלאות – "מסמך מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל - 2015"¹ שלפיה שטח הקרקע בשימוש חקלאי בפועל במדינת ישראל הינו 4,350 קמ"ר (טבלה 1).

¹ "מסמך מדיניות החקלאות והכפר, מיפוי השטחים החקלאיים בישראל – אוגדן המיפוי, 2015". – האגף לתכנון ופיתוח הכפר.



מפה 1: המערכות החקלאיות (הצמחיות) של ישראל (מבוסס על נתוני משרד החקלאות 2015; ונתוני מפי"י 2014).

טבלה 1: שטחים בישראל לפי שימוש ויעוד חקלאי (על פי משרד החקלאות, התכנית הלאומית לפיתוח הכפר, 2015).

סה"כ שטחים בקמ"ר	
22,081	שטח מדינת ישראל
4,350	קרקע בשימוש חקלאי בפועל
7,945	קרקע חקלאית מוכרזת
9,618	קרקע ביעוד חקלאי בתכניות מחוזיות
806	שיפועי קרקע מעל 15%
5,650	קרקע זמינה לשימוש חקלאי

1.2. המערכות האקולוגיות החקלאיות של ישראל

1.2.1. גידולי שדה - גז"ש (כולל ירקות)

מערכת גידולי השדה (גז"ש) משתרעת על 3,013 קמ"ר וכוללת את הגידולים החד-שנתיים אשר גדלים בשדה פתוח בבעל (מושקים רק על ידי הגשם) או בשלחין (עם מערכת השקיה). כוללים בעיקר את הגידולים הבאים: דגנים, קטניות, ירקות, מספוא ופרחים מסחריים. מתוכם יש כ-1,650 קמ"ר שהם או גז"ש שלחין או בעל, כ-290 קמ"ר שהם גז"ש שלחין וכ-1,070 שהם גז"ש בעל (הערכת המארג מתוך נתוני משרד החקלאות, 2015). במקור משנת 2013 העריכו שיש כ-1,350 קמ"ר שטחי בעל וכ-1,400 קמ"ר שטחים מושקים (לחמן, 2013). הגורמים העיקריים המבדילים בין שטחי גז"ש בעל לשטחי גז"ש שלחין הם תוספת המים והשקיה במי קולחין, אשר יוצרים השפעה ניכרת על שירותי המערכת האקולוגית שהמערכות האלו (גז"ש בעל וגז"ש שלחין) מספקות.

1.2.2. מטעים (כולל הדריים)

מערכת המטעים משתרעת על 1,144 קמ"ר וכוללת את הגידולים הרבי-שנתיים: מטעים, פרדסים, וכרמים. היא מתחלקת למטעים ירוקי-עד ונשירים. עצים ירוקי עד הם עצים השומרים על כסות ירוקה במשך כל השנה, אשר אינם עומדים בשלכת כלל והחלפת העלים שלהם מתרחשת לאורך כל השנה. במערכת החקלאית הם כוללים בעיקר: הדריים, סוב טרופי (אבוקדו, מנגו), זיתים וסברסים. עצים נשירים הם עצים המשירים את עליהם בבואו של החורף בשונה מעצים ירוקי עד, אשר אינם משנים את פניהם בכל עונות השנה. במערכת החקלאית הנשירים כוללים בעיקר: גלעיניים (נקטרינות, שזיפים, משמשים, דובדבנים) וגרעיניים (אגס ותפוח), רימונים, גפנים ותאנים (מאות בודדות של דונמים של תאנים). הסיבה שהוחלט לחלק כך את המטעים (בשונה מהגז"ש) היא משתי סיבות: למטעים ירוקי עד לעומת נשירים יש לעיתים השפעות שונות על המערכת האקולוגית ושירותיה עקב ההבדלים בביומאסה הצמחית לאורך השנה. הסיבה שלא חילקנו את המטעים בדומה למערכת הגז"ש לבעל ושלחין היא משום שהרוב המוחלט של המטעים כיום הם מושקים. ישנם מספר מצומצם של מטעים שגדלים בבעל של גפנים, זיתים, שקדים, רימונים ותאנים בעיקר במגזר הערבי. תת מערכת המטעים כוללת בתוכה כ-680 קמ"ר של מטעים ירוקי

עד, כ-170 קמ"ר של מטעים נשירים ועוד כ-290 קמ"ר שאינם ידועים (ייתכן ומטעים שבדיוק נכרתו ועדיין לא נשתל בהם משהו אחר).

1.2.3. גידולים מכוסים

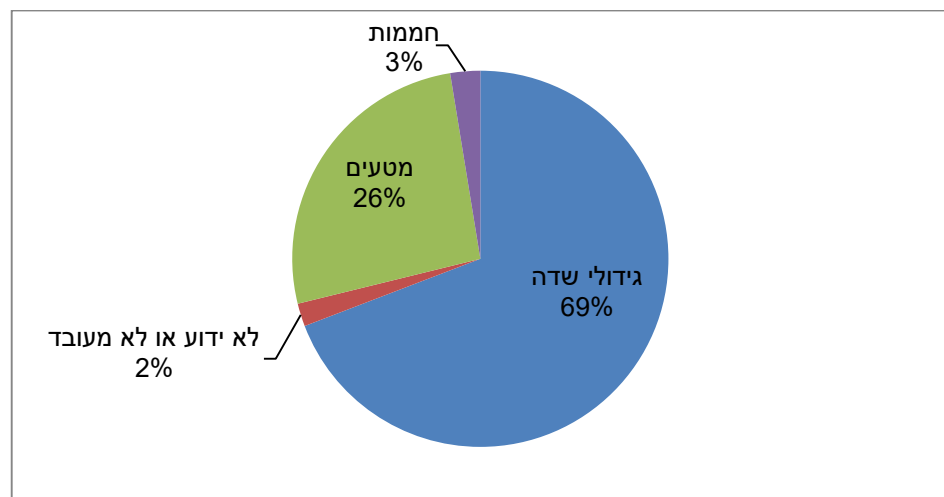
מערכת הגידולים המכוסים משתרעת על 112 קמ"ר וכוללת את בתי הרשת, והחממות בהם גדלים ירקות, פרחים וחלק קטן מהפירות אשר גדל עם השנים. המערכות החקלאיות המכוסות לרוב חוסכות בתשומות כגון הדברה ומים (מים במיוחד בבננות), מפחיתות נזקי קרה ומקדימות פריחה והנבה, ובעלות השפעה ניכרת על הנוף. בכך הם משפיעות על שירותי מערכת אקולוגיים רבים. למשל, שטחים חקלאיים נרחבים של מטעי בננות, אבוקדו, שסק וגפנים מכוסים ברשתות, המקטינות במידה רבה את ההתאדות אך בעלות השפעה ניכרת על הנוף.

במהלך הפרק, ובמיוחד בסעיף "הערכת שירותי המערכת האקולוגית" נתייחס לחלוקות אלו באותם המקומות אשר קיימים הבדלים משמעותיים בין המערכות השונות בהשפעתם על שמ"א.

1.2.4. חלוקת השטח לתת המערכות

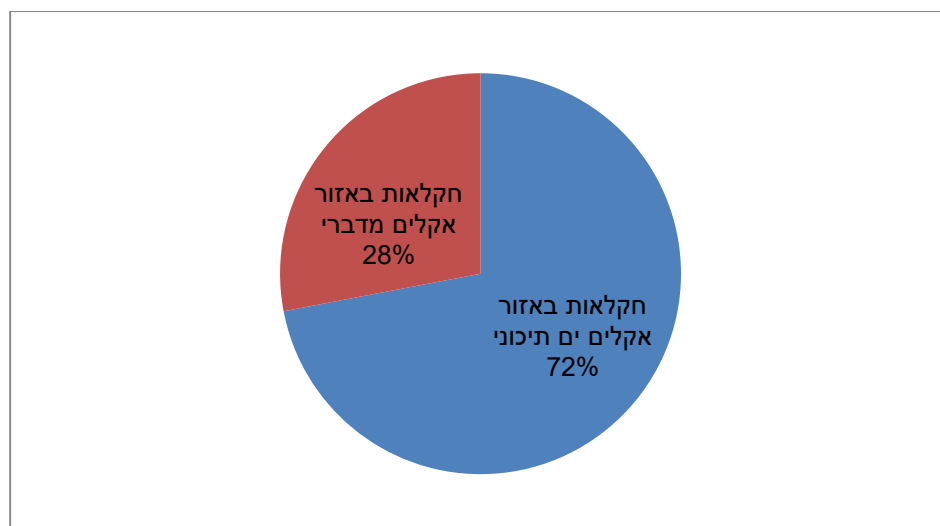
כאמור, שטח חקלאות הצומח בישראל עומד על כ-4,353 קמ"ר. בחלוקה הבאה: 3,013 קמ"ר שטחי גד"ש, 1,144 קמ"ר שטחי מטעים ו-112 קמ"ר שטחי חממות (ועוד 86 קמ"ר שהגידול בהם אינו ידוע או שאינם מעובדים) (איור 1). שטח סך החקלאות האורגאנית עומד על 41.8 קמ"ר, מתוכם גד"ש וחממות – 27.5 קמ"ר, ומטעים 14.3 קמ"ר ([למ"ס 2015](#)).

גידולי השדה תופסים את עיקר השטח של חקלאות הצומח בישראל – 69.2% מהשטח, בעוד המטעים מהווים 26.3% מהשטח והחממות מהוות חלק קטן של 2.6% מהשטח (איור 1).



איור 1: שטחן היחסי של תת-המערכות (באחוזים, מעוגל למספרים שלמים) מתוך סך המערכת החקלאית.

המערכת האקולוגית החקלאית והמערכות האקולוגיות היבשתיות בישראל: המערכת החקלאית הצמחית מושפעת ותלויה במערכות האקולוגיות עליהן היא יושבת: מערכת האקולוגית הים תיכונית, והמערכת האקולוגית המדברית. רוב המערכת האקולוגית החקלאית נמצאת באזור האקלים הים תיכוני – 3,108 קמ"ר, כ-72% מהמערכת החקלאית, והשאר באזור האקלים המדברי – 1,245 קמ"ר, כ-28% (ראה איור 2).



איור 2: אחוזי שטחי המערכת החקלאית הנמצאים בכל אזור אקלים בישראל.

*יש לציין שבחבל הים תיכוני נמצא אזור של חולות וכורכר שבתוכו יש כ-9 קמ"ר של שטחי חקלאות צמחית לצד המערכת הטבעית הים-תיכונית. כמו כן יש הרבה יותר שטחי גידול ומטעים בחבל הים תיכוני מאשר בחבל המדברי, אך מבחינת החממות ההבדל אינו גדול מאוד, ויש כמות די דומה של חממות בשני האזורים.

1.3. תשתית הפיזית: אקלים, משקעים, קרקעות

התשתית הפיזית היא זו העומדת בבסיס הפירמידה – מתחת למגוון הביולוגי, התהליכים האקולוגיים התומכים, שירותי המערכת האקולוגית והתועלות עבור רווחת האדם (איור 3). ללא התשתית הפיזית המערכת האקולוגית החקלאית לא הייתה קיימת. התשתית הפיזית, המגוון הביולוגי והתהליכים האקולוגיים התומכים (כגון ייצור ראשוני, מחזור חומרים/נוטריאנטים ותהליך ייצור הקרקע) מאפשרים אספקת מזון, מספוא ומוצרים נוספים עבור האדם.



איור 3: פירמידת מיקום התשתית הפיזית

התשתית הפיזית מורכבת מהאקלים והמשקעים אשר משפיעים על טיפוס הקרקע תומכים בהיווצרות הקרקעות, אקלים ומשקעים. התהליכים האקולוגיים התומכים תלויים בתשתית פיזית זו בהיווצרותם.

הקרקעות שמשמשות לחקלאות בישראל: החקלאות פרוסה על פני כל מדינת ישראל, ועל פני כל סוגי הקרקע הקיימים בה. מדינת ישראל מאופיינת במגוון ייחודי של טיפוס קרקע, אך רק כ-4.2 אלף קמ"ר שהם כ-20% משטחה, הוגדרו כראויים לעיבוד. העבודה של מריש משנת 1973 הגדירה 158 טיפוס קרקע בישראל. ביחס לכל טיפוס נסקרו האזורים הגיאוגרפיים בהם ניתן למצוא אותו, ותוארו המאפיינים הטופוגרפיים באזורים אלה. ביחס לכל טיפוס קרקע נדונו היכולות שלה לספק שירותי מערכת אקולוגית שונים הנדרשים עבור גידולים חקלאיים כגון: שמירת לחות בקרקע, פוריות הקרקע, מחזור חומרים אשר משפיעים על קיום יסודות מזינים בקרקע וויסות סחף קרקע. גורם מרכזי נוסף המעצב את פני התשתית של המערכת האקולוגית החקלאית בישראל הוא "הכשרת" הקרקע. "הכשרת" הקרקע (land reclamation) היא כל פעולה הנעשית למען טיוב ושימור הקרקע במטרה להגביר את שירותי האספקה – בעיקר את הגידולים החקלאיים. טיוב הקרקע ליצירת מערכת חקלאית פרודוקטיבית נעשה על שלושה סוגי שטחים: מערכות טבעיות שלא היו חקלאיות, מערכות חקלאיות שלא היו בשימוש שנים רבות, או מערכות חקלאיות שהיו תחת ממשק חקלאי לא אינטנסיבי שרצו לעלות אותם ברמת האינטנסיביות החקלאית. פעולות לטיוב הקרקע כוללות: ייבוש ביצות, בירוא – הסרת התכסית הצמחית הטבעית, סיקול ודירוג הקרקע בטרסות למנוע סחף, פעולות לשיפור הניקוז ושימור הקרקע כגון תעלות, גידור, תלוליות, תעלות וסכרים, יצירת שכבות קרקע ואיגום מים שישקו את הגידול החקלאי (וויץ, 1972). "הכשרת הקרקע" (או טיוב הקרקע) היא פעולה שחקלאים מבצעים שנים רבות בארץ ישראל. ישנם ממצאים של חקלאות הטרסות מזה מאות ואף אלפי שנים, גם במערכות האקולוגיות המדבריות למשל בהרי יהודה והר הנגב וגם במערכות הים תיכוניות למשל בגליל. אך אם בימים עברו בוצעו פעולות הכשרה אלה באמצעות מיכון חקלאי קל, החל מאמצע שנות החמישים של המאה ה-20, הן בוצעו באמצעות מיכון כבד שהשפעתו על המערכת האקולוגית משמעותית. ניתן לראות ש"הכשרת" הקרקע לחקלאות התמקדה בוואדיות בהן היו שטחי עיבוד עם אפשרויות לכניסתם של טרקטורים. שטחים שהנגישות אליהם הייתה בעייתית יותר, ותועלתם החקלאית מועטת יותר, נשארו שטחי בור ששימשו למרעה (רמון, 2009).

ייבוש ביצות כבסיס לקרקע חקלאית בישראל

ישנן מערכות חקלאיות רבות בישראל שהתשתית הפיזית שלהן הן קרקעות של מערכות ביצה שתחת מפעל ייבוש הביצות במאה ה-20 הוכשרו לקרקע חקלאית. בתחילת המאה ה-20 סווגו 180 אלף דונם בארץ ישראל כשטחי ביצות. עוד לפני שהחלו עסקו בייבושן, כאלפיים שנה לפני כן החלו לעשות זאת הרומאים. המתישבים היהודים והממסד הציוני בתחילת המאה העשרים ראו בייבוש הביצות ביטוי כפול לגאולת הקרקע: קניית הקרקעות מבעליהן הערביים, ועיבודה של קרקע הביצה שהוזנחה. בנוסף היתה מטרה מרכזית של היפטרות מהמלריה. חלק מן האזורים המוכרים לנו כיום כשטחי חקלאות פוריים היו לפני כמאה שנים אדמות ביצה כולל אדמות עמק יזרעאל, אדמות בית חנניה ומעגן מיכאל, עמק החולה ועוד. ייבוש הביצות נתפס בעיניים אקולוגיות בסוף המאה העשרים כמהלך קיצוני שחיסל את בתי הגידול הלחים בישראל, והשפיע השפעות סביבתיות נרחבות. מפעל ייבוש הביצות הידוע ביותר בארץ התרחש בביצת החולה, כשלב האחרון בהכשרת הקרקע שכוונה להתאמתה לצורכי חקלאות על שטח בן 62,000 דונם בקירוב. ייבוש החולה הביא למאבק הסביבתי הראשון בישראל על ידי קבוצת פעילים שייסדו בעקבות כישלונם את החברה להגנת הטבע. ברבות השנים התברר כי ייבוש הביצה גרם נזקים לשירותי מערכת כגון ויסות סחף שהתבטאו בסופות אבק של הכבול המתייבש, שירותי אספקה – שהתבטאו ביבולים דלים בחלק מן השדות ובויסות זיהומי מים – זרימת חנקות מהחולה אל הכינרת. בתחילת שנות התשעים החליטו על הצפת חלק מהשטח שיובש לצורכי שיקום המערכת האקולוגית והתיירות הסביבתית והוחזרה חלק מהעטרה ליושנה כשמתפתחת חקלאות רווחית בשטח, ותיירות חקלאית משתלבת במקום (עופר וחוב, 2010).

1.3.1. התשתית הפיזית והתאמתה לגידולים החקלאיים

ההתאמה של הקרקע לגידולים השונים אינה קבועה, ומותנית בשמירה על תכונות הקרקע ובהתפתחות האגרו-טכנולוגית. נמצא שבמקרים רבים אין התאמה בין הגדרת הקרקעות וייעודן לשימוש חקלאי לפי מפות סקר הקרקע הארצי שהוכנו ב-1952, לבין מצב הקרקעות ותכונותיהן באותן יחידות מיפוי כיום. הקרקע בישראל מגוונת מבחינת סוגיה והתאמתה לגידולים השונים; מאדמות חוליות בצפון-מערב הנגב עד אדמות כבדות בעמק יזרעאל. חלק נכבד מהחלטה היכן תתקיים חקלאות, אינו נובע משיקולים של קרקע ואקלים מתאים אלא נובע משיקולים חברתיים, פוליטיים ומדיניים שקבעו היכן יוקמו היישובים הכפריים שבסביבתם בדרך כלל נמצאת החקלאות. התאמת תא שטח לגידול חקלאי קשורה למגוון נושאים הקשורים בתשתית הפיזית: אופי הקרקע, רמת המשקעים, משטר הרוחות, קרינת השמש, משך החשיפה היומית לקרינה, לחות, יובש, וטמפרטורה. עם זאת, הקרקע על סוגיה, ביחד עם משאב המים, הם המסד לפיתוח החקלאות, במיוחד באזור מדברי למחצה כישראל. הפעם האחרונה בה מופתה הקרקע בישראל והותאמה לחקלאות היתה בראשית שנות ה-70 של המאה העשרים. ב-1973 יצאה החוברת שכינוס ש. מריש בהוצאת שירות ההדרכה והמקצוע במשרד החקלאות (שה"מ). כפי שצוין לעיל, ביחס לכל טיפוס קרקע נדונו היכולות שלה לספק שירותי מערכת אקולוגית שונים הנדרשים עבור גידולים חקלאיים. לפיכך, ביחס לכל טיפוס קרקע נקבע מה הגידולים המתאימים, מה צרכי הדישון, וכן מה ניתן לגדל בתנאי בעל. כמו כן ניתנו הנחיות לעיבוד שנועד לשמר הקרקע ולטייבה, והאם ניתן ליישרה לצורך עיבוד. מאז חלו שינויים רבים הן בזני הגידולים ועמידותם לתנאי קרקע שונים, והן בממשקי העיבוד של הקרקעות השונות המאפשרות סטייה מההמלצות שניתנו נכון לאותה עת. כיום, סקרי הקרקע המפורטים המתבצעים בשה"מ הינם ממוקדים לשטח מסוים ותחום הטעון בדיקה. מזמין הסקר, החקלאי, משתמש בסקרי הקרקע כבסיס להתייעצות עם מדריכי הגידול, וההחלטה הסופית נתונה בידיו. החלוקה ל-158 טיפוסים קרקע, כפי שנערכה בשנת 1973, איננה תואמת את חלוקות הקרקע והתאמתה לחקלאות היום. היום מקובלים שני סיווגים עיקריים:

סיווג ראשון בין קרקע "כבדה" לקרקע "קלה"; כבדה = גסת גרגר וחולית, וקלה = דקת גרגר. סיווג נוסף מחלק לשלוש קבוצות: טרה – רוסה (קרקע חרסיתית חומה, רדודה, מכסה סלעי גיר), רנדזינה (קרקע חרסיתית שנוצרת מסלעי גיר רכים, כקירטון וחואר) וליתוסולים (קרקע סיינית, רדודה – קיימת אדמת ליתוסול בזלתי, חום, מדברי רנדזני ומדברי גיר). את שלוש הקבוצות האלה מאפיינים בתוך חלוקה לטופוגרפיה אזורית: **הרים וגבעות**: טרה-רוסה, רנדזינה וליתוסולים. **מישורים ועמקים**: חמרה, פארארנדזינות, גרומוסולים, רגוסולים, סירוזמים. **גאיות, שקעים ומרגלות המדרונות**: חוליות, ולס (נפוצות בעיקר בצפון הנגב).

איסוף מידע ממספר ממספר מקורות (דן ויעלון, 1975; דן, 1984; טייבלום, 1993; מיקוד בגיאוגרפיה, 2016) מעלה חלוקה של התאמת גידולים חקלאיים לקרקעות שונות (טבלה 2). אך בדיקה של פריסת החקלאות בפועל, מראה שלחלוקה של סוגי קרקע והתאמתן, יש משקל חלקי בלבד בהחלטת החקלאים מה לגדל והיכן. כפי שציינו קיימים פרמטרים רבים לקביעת צורה וסוג גידול מועדף באזור מסוים – חלקם הם אקלימיים, אך ישנם גם פרמטרים כלכליים ו"אופנתיים" שתלויים בשיקולי החקלאי. לדוגמא, בעמק לוד, עמק חפר ועמק יזרעאל הקרקע היא גרומולוסית, אבל הגידולים בפועל בכל אחת מהמועצות האזוריות שונים בתכליתם (טבלה 2).

טבלה 2: סוגי הקרקעות בישראל לפי מערכות אקולוגיות וסוגי הגידולים שעליהם, המומלצים ואלו שקיימים בפועל.

מערכות אקולוגיות	מועצות אזוריות	סוגי קרקעות	גידולים פוטנציאליים לפי סוג קרקע	גידולים בפועל
ים תיכונית	אל-בטוף, אלונה אפעל, באר טוביה, בוסתן אל מרג', ברנר, גזר, גדרות, גולן, גלבוע, גליל עליון, גליל תחתון, גן רווה, דרום השרון, זבולון, חבל יבנה, חבל מודיעין, חוף אשקלון, חוף הכרמל, חוף השרון, יואב, לב השרון, מבואות החרמון, מגידו, מטה אשר, מטה יהודה, מנשה, מעלה יוסף, מרום הגליל, משגב, נחל שורק, עמק הירדן, עמק חפר, עמק יזרעאל, עמק לוד, שפיר	טרה רוסה, רנדיזות חומות ורנדיזות בהירות	טבק, גפנים, זיתים,	גידולי תפוח אדמה, מקשה, מטעים, פירות הדר, (גידולי שדה רק בחוף הכרמל ובמשגב)
		רנדיזות חומות ובהירות	טבק, זיתים וייעור	גידולי תפוח אדמה, מקשה, מטעים, פירות הדר
		קרקעות חמרה	פרדסים, בתי גידול	גד"ש, תפוז"א, מקשה, מטעים, פרות הדר
		קרקעות חומות כהות	מטעים סב-טרופיים, הדורים, גידולי בעל וירקות	גד"ש, תפוז"א, מקשה, מטעים, פרות הדר
		גרומסולים	גד"ש, תבואות ומטעים	גד"ש, תפוז"א, מקשה, מטעים, פרות הדר
		פרוטוגרומסולים בזלתיים, גרומסולים חומים בזלתיים	תמרים, טבק, בננות, זיתים	גד"ש, תפוז"א, מקשה, מטעים, פרות הדר
		חולות נודדים	בתי צמיחה בלבד	גד"ש, תפוז"א, מקשה, מטעים, פרות הדר
גם וגם	אשכול(בעיקר מדברי), שער הנגב (בעיקר ים תיכוני), לכיש, עזתה-שדות נגב, בקעת בית שאן	רגוסולים חוליים	מטעים ובתי גידול	
		וקרקעות חומות בהירות לסיות,		
		סירוזיום גירניים	גד"ש	גד"ש, תפוז"א, מקשה, מטעים, פרות הדר
		רנדיזות חומות ובהירות	טבק, זיתים וייעור	גד"ש, תפוז"א, מקשה, מטעים, פרות הדר
מדברית	בני שמעון, חבל אילות, מרחבים, ערבה תיכונית, רמת נגב, תמר	קרקעות חומות בהירות לסיות	גד"ש, מטעים, אגוזי אדמה וירקות קיציים המגדלים בחורף – עגבניות ופלפלים	גד"ש, תפוז"א, מקשה, מטעים, פרות הדר
		קרקעות הערבה התיכונית לא סווגו	לא סווגו	בעיקר מגדלים גידולי תפוחי אדמה ומקשה, גידולי מטעים
		חולות נודדים	בתי צמיחה בלבד	גד"ש, תפוז"א, מקשה, מטעים, פרות הדר

מערכות אקולוגיות	מועצות אזוריות	סוגי קרקעות	גידולים פוטנציאליים לפי סוג קרקע	גידולים בפועל
		מחשופי סלע וליתוסולים מדבריים	ירקות	גידולי תפוז"א, ומקשה, מטעים

1.4. התשתית החברתית של החקלאות בישראל

השטחים החקלאיים בישראל מנוהלים על ידי ההתיישבות הכפרית הפרוסה במרחבי מדינת ישראל. הניהול של המערכת החקלאית מושפע באופן רב מגווניה וצורותיה של ההתיישבות הכפרית: קיבוץ, מושב עובדים, מושב שיתופי, ישוב קהילתי או ישוב כפרי, כפר ערבי או אחר. כיום במדינת ישראל כ-953 ישובים כפריים, מתוכם 443 מושבים ו-266 קיבוצים שהם העיקר. הקצאת הקרקע התבצעה על פי מפתח של מספר משקי בית בכל ישוב, אשר הוכפל בגודל נחלה ובהקצאת מים סטנדרטיים. לעיתים העובדה שהחקלאות מנוהלת על ידי קיבוץ, מושב או התיישבות אחרת משפיעה על הבחירה בסוגי גידולים, וממשקי העיבוד והטכנולוגיות החקלאיות, כולל חקלאות משמרת, אשר משפיעים על שירותי המערכת החקלאית. בעשור הראשון שלאחר קום המדינה מספר העוסקים בחקלאות היה 15% מכלל המועסקים ובשנות ה-60 חלה ירידה בשל הכנסה של מיכון ואי גידול בשטחים החקלאיים.

כיום חלק גדול מהחקלאות בישראל נתמכת על ידי עובדים זרים. על פי נתוני רשות האוכלוסין וההגירה, נכון לסוף נובמבר 2013 מועסקים בישראל 22,241 עובדים זרים בחקלאות, מתוכם 21,846 באופן חוקי, ו-395 באופן לא חוקי. כחמשת אלפים מעסיקים ישראלים מספקים עבודה לעובדים הזרים הללו. רוב העובדים הזרים כיום הם תאילנדים ואישור העבודה שלהם תקף לחמש שנים. העסקת העובדים התאילנדים בחקלאות החלה בשנות התשעים המוקדמות בעקבות המצב הביטחוני שהקשה מאד על החקלאים להסתמך על העובדים הפלסטינים כבשנים קודמות (קמחי וחוב', 2009). העסקת עובדים זרים הוא גורם מחולל שינוי שסייע להאצת השינוי המבני בחקלאות. חקלאים יכלו להתמחות בגידולי יצוא הדורשים טיפול מדויק ומקצועי על מנת לעמוד בדרישות השווקים בחו"ל, ולהגדיל את היקף היצור בסוגים שונים של ירקות, תבלינים ופרחים (קמחי וחוב', 2009).

1.5. תשומות חקלאיות

"תשומות" זה נושא בסיסי להבנת החקלאות כמערכת אקולוגית. מערכות אקולוגיות חקלאיות מחייבות לעתים קרובות שימוש בתשומות אשר מטרתן להגביר את שירותי האספקה של הגידולים החקלאיים. בכדי לעשות זאת התשומות עוזרות להגביר את התהליכים האקולוגיים התומכים בשירותי האספקה (כגון פוריות הקרקע) ואת שירותי הויסות החשובים עבור שירותי האספקה (כגון ויסות מזיקים). התשומות כוללות תשומות חומריות ולא חומריות. התשומות החומריות כוללות: דשנים, חומרי הדברה של עשבים ומזיקים, מאביקים, מיכון חקלאי וחלפיו, דלק ואריזות ואף את בתי הרשת, החממות ומערכות ההשקיה. בנוסף ישנן גם תשומות לא חומריות של שעות עבודה, ידע וחדשנות (Burkhard et al., 2016).

טבלה 2: תשומות בחקלאות בישראל ערך במיליוני ₪ במחירים שוטפים – 2017 (למ"ס, לוח 19.13).

2017	הדברה	דשן	זרעים ושתילים	חלפים	אריזה	דלק
במיליוני ₪	788.3	726.4	1,658.6 (כולל אפרוחים)	429.9	674.8	1,968.7

דישון לדוגמא, מהווה הגברה של התהליכים האקולוגיים התומכים של מיחזור נוטריינטים, יצירת קרקע ופוריות הקרקע וייצור ראשוני. החממות ובתי הרשת הם גורמים מחוללי שינוי בתנאים האביוטיים של המערכת, המשפיעים על שירותי הויסות כגון אקלים מקומי וקרינה, שמירת הלחות בקרקע. ההשקיה נעשית על ידי הובלה של מוצר אספקה של מערכות המים הפנים ארציות, מה שמגביר גם הוא את התהליכים התומכים של ייצור ראשוני ומיחזור חומרים במערכת. ההדברה גם היא גורם מחולל שינוי שמגביר את שירותי וויסות מזיקים וויסות מינים פולשים (עשבים רעים). החקלאות הצמחית שנמצאת באזור האקלים המדברי (מחוז דרום, שרובו באזור האקלים המדברי וקצתו באזור האקלים הים תיכוני) מובילה בצריכת התשומות. אזור זה אחראי לכ-45% מרכש התשומות כאשר רק כ-28% מהחקלאות ממוקמת שם (נתוני למ"ס). ייתכן וזאת עקב התנאים היובשניים וחצי יובשניים שדורשים יותר תשומות בכדי לספק גידולים חקלאיים. מתוך התשומות, הדברה, דשן, השקיה, והנחת בתי רשת, והשימוש בדלק הן בעלי ההשפעה העיקריים על המערכת האקולוגית החקלאית ועל המערכות סביבה. המגזר החקלאי צורך תשומות של אנרגיה לשימושים ישירים ובלתי ישירים. הצרכים הישירים בדרך כלל נצרכים בתוך השטח החקלאי – דלקים, גז טבעי, חשמל, שמנים וחומרי סיכה. שימושים בלתי ישירים הם לרוב מחוץ לשטח החקלאי: תשומות אנרגיה לייצור דשנים, חומרי הדברה, טיפול והובלת מים לשדה, ייצור מיכון חקלאי, עיבוד התוצרת החקלאית, אריזה והובלתה. לא נעשה בישראל סקר מקיף בנושא, אך ישנם הערכות למגמות: תשומות האנרגיה כחלק מן ההוצאה הכוללת על תשומות בחקלאות הכפילה את עצמה בתוך עשור אחד בלבד מ-5% בשנת 1999 ל-10% בשנת 2008, שנה שבה הגיעו מחירי הדלק בעולם, לשיא. מחירי אנרגיה גבוהים יכולים להפוך ענפי חקלאות שונים ללא-רווחיים. יש למצוא דרכים לשיטות חקלאות שצורכות פחות אנרגיה ושימוש בגז טבעי ובאנרגיות מתחדשות (מור וחוב, 2010).

טבלה 3: היקף רכישות של תשומות בענף חקלאות הצומח בישראל (במיליוני ₪) לפי אזורי אקלים. נתוני 2011 (עיבוד נתוני למ"ס).

	הדברה	דשן	זרעים ושתילים	חלפים	אריזה
אזור אקלים ים תיכוני	375	270	260	219	292
אזור אקלים מדברי	330	240	230	200	260

1.6. המגוון הביולוגי של המערכת האקולוגית החקלאית

המגוון הביולוגי תומך בתהליך האקולוגי העומד בבסיס כלל שירותי המערכת האגרו-אקולוגית. המגוון הביולוגי משמש כאינדיקטור חשוב לבריאותה, תפקודה ויציבותה לאורך זמן של המערכת האקולוגית ולתועלות שהאדם מפק ממנה. המגוון האגרו-ביולוגי מורכב ממגוון הגידולים החקלאיים, מהמגוון הביולוגי הקרקעי והעל-קרקעי. המקור של המגוון הביולוגי במערכת החקלאית הוא מינים מקומיים שהיו במקום ושרדו את ההתמרה של האזור הטבעי לשטח חקלאי, הצמחים שיובאו על ידי האדם (הגידולים החקלאיים) וכל האורגניזמים שהגיעו למערכת בעקבות התנאים החדשים שנוצרו באמצעות התשומות החקלאיות

(כגון: מים, תוספת נוטריאנטים וחומרי הדברה). על כן, המגוון הביולוגי במערכת האקולוגית החקלאית שונה מהמגוון הביולוגי הטבעי באותו אזור. במערכות החקלאיות שווי המשקל מוטח לכך שיש יותר מינים אוכלי צמחים (המזיקים לגידולים החקלאיים) ופחות מינים טורפים, אוכלי-כל ומאביקים (המועילים לגידולים החקלאיים). ממשקים חקלאיים שונים ידועים בהשפעתם על המגוון הביולוגי במערכת האגרו-אקולוגית.

1.7 גורמים מחוללי שינוי ישירים

1.7.1 שינוי בשימושי קרקע

השינויים בשימושי הקרקע במערכת האקולוגית החקלאית מקבלים ביטוי בכמה מובנים עיקריים: 1. התמרת שטח טבעי לחקלאי; 2. אינטנסיפיקציה של החקלאות. שכוללת מעבר מגד"ש למטעים, ומגד"ש בעל לגד"ש שלחין וחממות; 3. הרחבה של השטחים החקלאיים בנגב וצמצום במרכז; 4. התמרה הולכת וגדלה של שטחים חקלאיים לטובת בינוי ולטובת פרויקטים של תשתיות כדוגמת אנרגיה סולרית ועוד (יש לציין שלפי השעה מדובר בשטח קטן ביותר).

הרחבת השטחים החקלאיים בנגב נובעת בעיקר ממספר סיבות: תהליך עיור מוגבר במרכז הארץ (תופעת הפרבור בכל הארץ ובמישור החוף בפרט), עליית מחירי הקרקע במרכז הארץ הגורמת לתחרות רבה על שימושי הקרקע בין החקלאות לבין הנדל"ן, ירידת ערך העיסוק בחקלאות מבחינה כלכלית ואידיאולוגית, היצע תעסוקה מגוון בקרבה לאזורים העירוניים הגדולים, והיצע מצומצם יותר באזור הנגב שמבטיח עובדים בענף. חוץ מזה, תוספת של מים מושבים מהשפד"ן לדרום, ושיקולים פוליטיים כגון פינוי חבל ימית בסיני ליישוב חלקם במערב הנגב (שנות ה-80), ופינוי גוש קטיף ב-2005 ליישובי חלוציות. על מגמת האינטנסיפיקציה של החקלאות ניתן ללמוד מההתפתחויות בין שנת 2005 לשנת 2011 שמראות על ירידה מתמשכת בשטחי הגד"ש מ-1.5 מיליון דונם ל-1.3 מיליון דונם. מנגד יש עליה בשטחי החקלאות האינטנסיבית: ירקות, חממות, מטעים והדרים. סה"כ נוספו כ-190,000 דונם של חקלאות אינטנסיבית מאז שנת 2005. בשנים אלו חל שינוי בתמהיל החקלאות בישראל. ההתפתחות הבולטת היא ירידת שטחי הגד"ש מ-55% מהשטח ל-48% ממנו. מנגד, השטחים שגדלו מאופיינים בצריכה גבוהה של תשומות בממוצע לדונם (משרד החקלאות, התכנית הלאומית לפיתוח הכפר, 2015).

מטה מפורט כיצד גורמי השינוי בשימושי הקרקע שתוארו לעיל, משפיעים על שירותי המערכת האקולוגית: התמרה של שטח טבעי לחקלאי הוא גורם השינוי המשפיע ביותר על **ויסות אקלים מקומי**, במיוחד במערכת האקולוגית המדברית. המגמה של התמרת שטחי גד"ש פתוחים, למטעים וחממות, מגבירים את ויסות האקלים המקומי, החום בשטח החקלאי גדל, במיוחד בחממות אשר יוצרת אקלים חם במכוון. בתהליך זה של אינטנסיפיקציה של החקלאות ומעבר מגד"ש בעל לשלחין, נוקטים בפליחה יותר אינטנסיבית בקרקע, ופוגעים בשירות **ויסות מזיקים** בכך שהורגים ייצורים מועילים ואויבים טבעיים גם יחד. בנוסף, גורמי השינוי שתוארו לעיל פוגעים בשירותי ויסות מחזור המים וויסות סחף קרקע. זאת משום שבעקבות עיבוד וחריש אינטנסיבי שבו מסירים את תכסית הצומח מהקרקע, פני הקרקע החשופים (bare soil), מה שגורם לנגר ולסחף. מאז קום המדינה ועם המגמה של התמרת השטחים הטבעיים לחקלאיים, התרחשו באופן מואץ תהליכי אבדן פיזי של אופקי הקרקע העליונים הפוריים וחשיפת אופקי הקרקע התחתונים עד כדי חשיפת אבן וסלע התשתית. כפי שנבדק בסקר הקרקע הארצי במערכות החקלאיות במהלך השנים 1951-1952, ובהשוואה בין עובי הקרקע למדידות באותן יחידות מיפוי חמישים שנה

מאוחר יותר, נמצאה שיש מגמה קבועה של פחיתה בעומק הקרקע בסדר גודל של 20 ס"מ בממוצע ובמקומות שעובי הקרקע המעובדת בהם היה רדוד, נחשפו סלעי התשתית, ושטחים יצאו ממעגל העיבוד (זיידנברג 2013).

המגמה של התרחבות המטעים על חשבון גידולי השדה מגבירה את **השירות ויסות סחף קרקע**: כיוון שבמטעים פוטנציאל הסחיפה הוא לרוב קטן יותר מאשר בגידולי שדה, שינוי זה עשוי לשפר את השירות. אך, גם זה בתלות בממשק המטעים (גדודיות, חיפוי) ובטופוגרפיה וסוג הקרקע (נושא זה לא נחקר בראייה כלל ארצית). **מגמה** נוספת אשר משפיעה על השירות היא התרחבות חקלאות השלחין לעומת הבעל עקב שיפור בזמינות המים שמגיעים ממפעלי ההתפלה וממתקני הטיפול בשפכים: סוגי העיבודים ותכיפות העיבודים הנהוגים בגידולי שלחין תורמים לפירוק רגבים ולהרס מבנה הקרקע, דבר אשר בדרך כלל מפחית את השירות ומגביר את סחיפתה. עם זאת באזורים על סף המדבר בשנות בצורת יש פוטנציאל גדול לסחף רוח משדות הבעל, יותר מאשר בחקלאות שלחין (כשם שקרה בשנות ה-30 ב"קערת האבק בארה"ב").

ישנו מקרה שבו גורם השינוי של התמרת שטח טבעי לחקלאי באזור הנגב עזר להגביר את השירות ויסות סחף (במקרה זה סחף מרוח ולא ממים) באזור חולות חלוצה שבצפון-מערב הנגב – אזור המשופע במשטחי חול נרחבים וסופות מקומיות שמקורן בעיקר במדבר הנגב עצמו ובסביבה הקרובה. בשנים האחרונות מצטמצם היקף סחף הרוח בעקבות מספר פעולות ביניהם עיבוד שטחים חקלאיים נרחבים אשר מביאים להידוק הקרקע ולייצובה (אופירה 2000).

גורם השינוי של התמרת שטחים טבעיים פוגע **בשירות ויסות אקלים עולמי** ומפחית את יכולת המערכת ללכוד פחמן, משום שחקלאות מרובת עיבודים, אשר משאירה את השטח חשוף פוגעת בלכידת הפחמן (שגבוהה יותר כאשר צפיפות הצומח גבוהה יותר), אך מנגד, המגמה של הרחבת המטעים על חשבון גידולי השדה, מגבירה את השירות משום שעצים למיניהם יוצרים מאגרי פחמן על- ותת קרקעיים רבים יותר מאשר גידולי השדה שכן עיקר החומר שנשאר במערכת הוא מהעץ והשורשים. במחקר של Eshel et al. (2014) נמצא שבאימוץ ממשקי עיבוד של אי פליחה עם השארת חיפוי ניתן יהיה להגביר שירות זה, הפחמן האורגני בקרקע יקובע ושחרור הפחמן הדו-חמצני יפחת.

התמרת שטחים טבעיים לחקלאים והאינטנסיפיקציה של החקלאות גם מאוד משפיעה על **שירות ההאבקה** משום שבעקבות האינטנסיפיקציה החל שימוש גובר בכוורות מבויתות של דבורי דבש מתת-מין שאינו מקומי אשר השפיע על שכיחותם ותפוצתם של הטקסונים המקומיים של הדבורים בישראל. המעבר לחקלאות מודרנית עם שטחים גדולים ואחידים (מונו-קולטורה), הפחיתו את יכולת המאביקים הטבעיים להאביק בהצלחה. בנוסף, קיימת השפעה מצטברת של אובדן בתי גידול ועימם מקורות שיחור וקינן.

הגדלת האינטנסיביות של העיבודים והתמרת שטחי גד"ש בעל לשלחין מהווים **גורם מחולל שינוי עיקרי** המשפיע על הפחיתה ברעיית השלפים של צאן ובקר. זאת משום שעם המעבר לשלחין הגידולים שפחות רלוונטיים לרעיית שלפים כגון: אבטיחים לזרעים, חמניות, תפוחי אדמה שנפוצים בשנים האחרונות. בנוסף, בעבר היה נהוג להשאיר שלפים באורך של כ-40 ס"מ, כך שנותר מספיק מזון בשדות. מחקרים הראו שכמות השלפים היא כ-1/3 מכמות הביומסה הכללית של יבול החיטה, המהווים כ-160 ק"ג ח"י לדונם בחוות מיגדה (לנדאו וחוב' 2000). אך כיום, חקלאים רבים משתמשים במכשור להסרת השלף ומכירתו כקש. הכלים מגוונים וגורמים להסרת השלף בעוצמות שונות.

המעבר לחקלאות אינטנסיבית הוא גם אחד הגורמים שמגבירים את כמות **הביומסה הצמחית** ועקב כך את **תוצרי הלוואי של המערכת החקלאית** ואת הצורך לטפל בזה. הגברת השירות בשני העשורים האחרונים גרם לעלייה במודעות הסביבתית למפגעים של הפסולת החקלאית והצורך בטיפול בהם בצורה שתהיה רווחית ויעילה עבור הסביבה. **בתגובה לכך**, נעשה שיתוף פעולה בין משרד החקלאות ופיתוח הכפר והמשרד להגנת הסביבה וגופים נוספים במטרה לקדם מדיניות לניהול וטיפול בתוצרי הלוואי

להגדלת הניצול של פסולת חקלאית ולהפקת אנרגיה מתחדשת. כל זאת תוך שמירה על רווחיות ענפי הייצור החקלאיים השונים והכרה בתועלתם הציבורית (גרינהוט וחוב' 2016).

שינויים בגודל שטחי ההדרים השפיעו מאוד על **המגמות ברעיית דבורים**. ניתן לראות שבעשור הראשון מאז קום המדינה עם הצמיחה בשטחי ההדרים אספקת השירות גדלה משום שזהו היה מקור עיקרי לדבש מובחר, לא רק לצרכי השוק הפנימי אלא גם ליצוא. מקור נוסף מראה שתרומת חקלאות ישראל לפוטנציאל יצור דבש ירדה ב-60% משנת 1970 לשנת 2009 (קוניאק וצבן 2011), בעיקר עקב צמצום שטחי ההדרים. חקלאות דבורי הדבש נמצאת כיום במצוקה בשל מחסור בשטחי מרעה לדבורים (אתר מועצת הדבש). בפועל, במדינת ישראל קיים יבוא דבש של מאות עד אלף טון בשנה, בהתבסס על הסכמי סחר, בשל מחסור בדבש ואי עמידה בביקושי הצרכנים.

מגמה שהחלה מאז שנות ה-90, בעקבות עלייה במודעות סביבתית ומודעות לחקלאות משמרת ובת קיימא, הובילה לעידוד ממשקים חקלאיים משמרי קרקע ומים, וישנן תמיכות ייעודיות לכך ממשד החקלאות. ולפי כך ישנה מגמה של הרחבת השטחים שנמצאים תחת ממשקים חקלאיים משמרים כגון - מינימום עיבוד, אי פליחה, שיחים, חיפוי, טיוב הקרקע עם חומר אורגני וצמחי כיסוי, אשר תורמים לשיפור של שירות ויסות סחף קרקע ויסות מחזור המים, ושירותים נוספים. למשל, נמצא שיש שיפור ניכר במניעת הסחף עם ממשק חיפוי מלא של הקרקע – פחיתה של שני סדרי גודל בכמות הסחף לעומת בלי חיפוי. מספרים אלו נמצאים בהתאמה גם לנעשה בעולם (Eshel et al. 2015).

בעקבות התמרת שטחים פתוחים וטבעיים באזור מרכז הארץ לשטחים מבונים, עלתה החשיבות של יצירת תנאים **להגברת שירותי התרבות כגון פנאי, נופש, ספורט** בשטחים החקלאיים כגון: שבילי הליכה, אופניים וכו'. בישראל בולטים במיוחד המחסור והשחיקה בשטחים הפתוחים, והפגיעה בשירותים האקולוגיים כתוצאה מכך. הירידה ברווחיות של החקלאות מביאה במקומות רבים לפנייה לכיוון של תיירות חקלאית, שכדי לקיימה יש צורך בנוף חקלאי. כלומר, חקלאות ותיירות חקלאית צריכות להתקיים במקביל (אמדור וחוב', 2005). מגמות של הסבת קרקע חקלאית לפיתוח, המנוגדות להתוויות התכנון הארצי, רווחות כיום ומכרסמות בעתודות הקרקע של המדינה ובכך מחזקות את הצורך בשירותי **האסתטיקה** והנוף שמספקים השטחים החקלאיים (קפלן וחוב' 2011).

עבור המגזר הערבי: גורמים חיצוניים, כגון מדיניות של הפקעת קרקעות מצד ממשלות ישראל, בעיקר בשנות החמישים והשישים של המאה העשרים, הביאו לכך ששטחי הקרקע לעיבוד חקלאי שבידי המועסקים הערבים הלכו והצטמצמו במהלך השנים ויחד עם זאת העלייה ברמת ההשכלה ותהליכי המודרניזציה והעירור, שבגינם הפכה החברה הערבית מחברה אגררית-כפרית, בעלת ערך אידיאולוגי רב לחקלאות, לחברה מודרנית (רכס ורודניצקי, 2009).

העלייה בשנים האחרונות בהכרה בערכם האסתטי של הנופים החקלאיים בקרב מטיילים, מתכננים וחוקרים הובילה למיפוי שטחים חקלאיים לשימור ואסטרטגיה ארצית לשמירה ולטיפוח הנוף החקלאי (קפלן וחוב' 2011).

בניגוד לגידול המתמיד בשטחי החקלאות במקומות רבים בעולם לאורך השנים, שטחי החקלאות בישראל גדלו והצטמצמו ושוב גדלו עם השנים. יש לציין שהצמצום נבע ברוב המקרים מנטישת שטחים חקלאיים לא-רווחיים ומפיתוח עירוני או תעשייתי, ולא ממדיניות של שמירת טבע (לחמן 2013). ישנם גם שטחים שהוצאו ממעגל העיבוד עקב תהליכים כמו סחיפה, המלחה ועלייה בכמות הנתרן בקרקע.

1.7.2. ניצול יתר של משאבים

ניצול יתר של משאב המים גרם למחסור במים ועלייה במחירי המים ושינויים בגידולים החקלאיים: משבר המים של שנות ה-90 גרם לצמצום שטחי הגידול, החלפת סוגי הגידולים לכאלה הצורכים פחות מים, פיתוח שיטות השקיה מתקדמות (טפטפות), קולחים (שפכים מטהרים) ותמיכות בחקלאים להוזלת מחיר המים. ענף הכותנה שלפני שנות דור היווה את רוב החקלאות הצמחית בישראל, הצטמק לכדי כעשירית מגודלו בשיא. זאת בעיקר משום שהכותנה זקוקה למים רבים. המחסור במים הפך את גידולה ללא כדאי ([אתר המועצה לייצור ושיווק כותנה](#)). המחסור במים בשנות ה-90, גרם לצמצום בגידול החיטה והתירס, שכן אלו גידולים שצרכו הרבה מים ביחס למחיר שניתן היה לפדות עבור היבול. בשנות השמונים המחיר שקיבלו החקלאים ירד פלאים, ללא פרופורציה למצב במחירי התשומות שנאלצו לקנות. זה קיבל ביטוי בצניחה ביצור החקלאי בשנות ה-80, וצמצום השטח המעובד. רק החל במאה ה-21 חזרו המגדלים להרוויח מהחקלאות, וחל גידול של היצור בהתאם (צבן וכסליו, 2013). משנת 2001 חלה עלייה מתמדת בשימוש במים שוליים (קולחים ומליחים), כאשר כיום פחות מ-40% מהמים המשמשים לחקלאות הם שפירים (רשות המים, 2016).

ניצול יתר של משאב המים גרם לפגיעה באיכות הקרקע עקב המלחת קרקעות – התגובה היא התמודדות באמצעות הכנסת גידולים מתאימים למליחות, שטיפת קרקעות והפחתה בגידולים מסוימים (Shani et al. 2015).

ניצול יתר של משאב הקרקע, גרם לסחף קרקע חמור (כפי שהוזכר לעיל), אשר גרם לחשיפת סלע, והוצאת שטחים ממעגל העיבוד. כמו כן ייתכן והעדר קרקע חקלאית פורייה תגרום לכך שבעתיד יעשה שימוש במצע מנותק כגון טוף, פרלייט או סיבי קוקוס (גטניו ודגן, 2015).

המגבלות בישראל בקרקע ומים אשר הקשו לאורך שנים על גידול תוצרת חקלאית היוו חלק מהגורמים שחוללו את העלייה המהירה בתחום **המחקר והחינוך החקלאי** בשילוב עם האידיאולוגיה הציונית של יישוב הארץ, וחייבו פיתוח ידע פורץ דרך בפיתוח חקלאות חסכנית בקרקע, מים, וידיים עובדות. עם זאת, מדיניות הממשלה בישראל אשר בשנים האחרונות התמיכה שלה בחקלאים ובמחקר **והחינוך חקלאי** במגמת ירידה. מדיניות זו גרמה לכך שהחקלאים שבעבר היוו את חוד החנית של החברה הישראלית, היום לא מקבלים יחס ומימון והענף החקלאי נחלש. ניצול יתר של משאבים כגון מים וקרקע גרם לעלייה במחירי התשומות ובכך גרם, במשקים מסוימים, לאי-כדאיות להמשך הגידול החקלאי ולכן משרד החקלאות מעודד הוספה או התמרה של השטח לתירות חקלאית, ובכך מגבירים את השירות של שימוש בשטחים חקלאיים לתירות.

1.7.3. זיהום (כולל העשרה בחומרי הזנה)

במערכות האקולוגיות החקלאיות של ישראל קיימים מקרים של שימוש עודף בחומרי הדברה אשר מזהמים את האוויר ואת מקווי המים ופוגעים בבריאות האדם ובמגוון הביולוגי. שימוש עודף בחומרי דשן גורם לזיהום של אקוויפרים ואטרופיקציה של נחלים ומקווי מים עיליים. שאריות של ציוד פלסטי להשקיה, לבניית חממות ובתי רשת גורמים לזיהום של המערכת החקלאית עצמה ושל המערכות האקולוגיות השכנות. כל סוגי זיהום אלו פוגעים גם באספקה של כלל שירותי המערכת החקלאית ושל המערכות הסמוכות.

העשרה בדשן חנקני משפיעה על שירות מאזן גזי חממה. זאת משום שסוג פליטות נוסף שקיים במערכת החקלאית הוא חמצן דו-חנקני. ההערכה הקיימת הינה שכ-1% מכמות החנקן (אורגני ומינרלי) הנכנסת לשדה משתחררת בצורת חמצן דו-חנקני אשר השפעתו כגז חממה הנה גבוהה פי 298 מזו של פחמן דו-חמצני (De-Klein et al. 2006). עיקר הפליטה נובע משימוש מופרז בדשן. למשל בשטחים חקלאיים במרחב שקמה נמצא שכמות החנקן הנפלט כחמצן דו-חנקני, מדישון ושימוש בזבל

עופות הינה בין כ-0.046 ל-0.092 ק"ג לדונם, השווה ערך ל-13.7 עד 27.6 ק"ג פחמן דו-חמצני (ההבדלים בתלות בממשק החקלאי) (וייץ וגרינצוויג, 2015).

הכניסה של חומרי הדברה כימיים השפיעו מאוד על הפחיתה בשירות בקרת מזיקים טבעית במערכות החקלאיות משום שהחומרים הללו הורגים את המזיקים ואת האויבים הטבעיים גם יחד (שאלתיאל-הרפז וחוב', 2012). בשנים האחרונות ההתפרצויות של מזיקים מתרבות, והפתרונות הרווחים של ויסותם באמצעים כימיים יקרים ויוצרים נזק סביבתי ובריאותי, ובעיית עמידות שקשה לפתור. חומרי הדברה חקלאיים, במיוחד של חומרים ממשפחת הניאוניקוטינואידים, נמצאו כמזיקים במיוחד לדבורים - **שירותי האבקה טבעיים ועל הצורך בשימוש בשירותי האבקה מסחריים** (סלבצקי וחוב', 2003). כמו כן חומרי ההדברה עלולים לגרום לתמותה מוגברת של מושבות דבורים באזורים שונים בעולם, כולל בישראל (אפרת וחוב', 2007; Potts et al. 2010a).

מתוך התשומות, הדברה, דישון עודף, השקיה בקולחין, הנחת בתי רשת, והשימוש בדלקים הם המזהמים העיקריים במערכת האקולוגית החקלאית ובמערכות שסביבה, ובעלי השפעה ניכרת על שירותי המערכת האקולוגית.

1.7.4. שינויי אקלים

סדרת מחקרים שנעשו על-ידי השירות המטאורולוגי הישראלי מראים כי הטמפרטורות הממוצעות מאז שנת 2000 גבוהות בהרבה מהטמפרטורות הממוצעות שנמדדו בשנות החמישים, השישים והשבעים של המאה העשרים. התחזיות האקלימיות לאזור הים התיכון, לסוף המאה ה-21, מצביעות על עלייה בטמפרטורה ממוצעת של בין 3.5 ל-5.5 מעלות צלזיוס. התחזיות לדפוסי המשקעים אינן וודאיות: מספר מודלים מראים על ירידה בכמות המשקעים באזור הים התיכון, אולם אחרים מראים על עלייה (בין 3%- [מינוס] ו-8%). המערכת האקולוגית החקלאית והסקטור החקלאי צפויים להיות אחד המושפעים ביותר משינויי האקלים החזויים. שינוי האקלים ישפיע באופן משמעותי על ערכה הכלכלי של הקרקע החקלאית ועל שימושיה השונים וכתוצאה מכך על הקצאת הקרקע בין השימושים השונים. הכדאיות הכלכלית של גידולים, במיוחד גידולי בעל, עשויה לעמוד בספק, וגידולי השלחין יושפעו מכך שמחיר המים עלול לעלות עקב פחיתת ההעשרה הטבעית של מקורות המים השפירים. כתוצאה מכך עלולים להתרחש שינויים בשימושי הקרקע כגון הברת קרקעות ומעבר לגידולים אחרים בעלי ערך תפוקה שולית גבוהה יותר (שכטר & קן וחוב' 2007).

ישנם חקלאים שמעידים שכבר עתה ניתן לחוש בהשפעות של שינוי אקלים על שירותי המערכת האקולוגית. חקלאים בצפון הנגב ובעמק יזרעאל ומומחים במשרד החקלאות מדווחים שבשנים האחרונות הגשם מגיע בצורה קיצונית יותר, יש פחות אירועי גשמים אבל האירועים חזקים יותר, וזה מעלה את סחף הקרקע ופוגע בווסות מחזור המים וגורם לנזק בלתי הפיך לקרקע אשר משפיע על שירות אספקת גידולים חקלאיים. בנוסף, הם מציינים שגלי החום והקור גורמים נזק נוראי ליכולת. יחד עם זאת, לא נמצאו נתונים מספריים בנוגע לאבדן וחסרים, והנושא לא ממש נחקר בארץ. **תגובות** לפי החקלאים: התמקדות בטכניקות למזעור הנזקים, כמו זריעה של כל זן בזמן המדויק שלו ולפי התחזית האקלימית, עיבוד משמר קרקע והגברת השימוש בהשקיה מלאכותית (מתוך: ראיונות עם חקלאים מתוך: שגיא וחוב' 2016).

שינוי האקלים, משפיע גם על **שירותי האבקה**. הוא היווה את אחד הסיבות לכך שהחל משנת 1992 מכניסים את דבורי הבומבוס, בנוסף לדבורי הדבש שבהן בעיקר משתמשים בארץ. זאת משום שדבורי הבומבוס פחות רגישות לשינויים במזג האוויר ופחות חברתיות. בנוסף, התבססות שוק ההאבקה לחקלאות על מאביק מרכזי יחיד בעייתית לאור תמותה מוגברת של מושבות דבורים באזורים שונים בעולם, כולל בישראל (אפרת וסלבצקי 2007; Potts et al. 2010a).

שינוי האקלים נמצא כגורם שינוי ישיר המשפיע על **אספקת מרעית לדבורים** אשר יצר מחסור ביבול הדבש. מחסור זה נבע ממחסור בפריחה בעונת אביב, בשל אירועי מזג אוויר קיצוניים שפגעו בהיקף התוצרת ולאור תמותה מוגברת של מושבות דבורים באזורים שונים בעולם, כולל בישראל (אפרת וחוב' 2007).

משטר האקלים והגשמים, כמות, עוצמת ופיזור הגשם בעונת החורף, עומסי החום, במיוחד בהקצנתם תחת שינוי אקלים, משפיעים על **כמות השלפים ואספקת מרעה** שנותרת בשדה ובעקבות זאת על ימי הרעייה בשדה, וגם מתווים את עוצמת הסרת השלף ע"י החקלאי, וכמה מרעה נשאר לצאן ולבקר (שינבאום, 2015).

במדינות רבות השוכנות באזורים יובשניים, ובהן ישראל, התפתחו מגמות חקלאיות של גידול יבולים עתירי הכנסה. משום כך, נאלצות מדינות אלו לייבא את מרבית אספקת המזון השנתית מהשוק העולמי. מדובר באסטרטגיה בעייתית, שכן התחממות כדור הארץ, הצחיחות הגוברת ובצורות עתידיות חמורות באזורים העיקריים בהם מיוצר המזון הבסיסי - ארצות הברית, קנדה, סין, הודו - עלולות להביא לידי מחסור חמור במזון בשוק העולמי (קאפלה וברוינס 2010).

1.7.5. מינים פולשים

לישראל פלשו כ-18 מיני עופות, למעלה מ-40 מיני חלזונות, ויותר מ-200 מינים של חרקים פולשים, חלקם ידועים כמזיקי חקלאות בעייתיים (רוטשילד ופדרמן, 2012).

מינים פולשים, בעיקר של צמחים ופרוקי רגליים, אשר מתבססים במערכות החקלאיות פוגעים בשירות האספקה של גידולים חקלאיים, בכמות ובאיכות היבול, וגורמים לשימוש מוגבר בחומרי הדברה שמעודדים את הזיהום (רוטשילד ופדרמן, 2012). רובם המוחלט של הצמחים המגודלים במערכות האקולוגיות החקלאיות אינם מינים מקומיים אלא כאלו שהובאו לישראל ע"י האדם מכל רחבי העולם. בחלק מהמקרים הבאת צמחים אלו לוותה בהגעתם של מינים פרוקי רגליים וזרעי צמחים שהיו עליהם והפכו למינים פולשים הפוגעים גם בגידולים החקלאיים וגם בצמחים שבמערכות אקולוגיות אחרות. חלק מהמינים הפולשים הגיעו לשדות דרך פיזור זבל לא מעובד מרפתות ודירים בהם בעלי החיים הובאו במזונות מיובאים שהגיעו מאולחים בזרעים של צמחי בר מארצות אחרות. מבין מיני החלזונות, פרוקי הרגליים העופות והיונקים שפלשו לארץ חלקם ידועים כמזיקי חקלאות בעייתיים, כמו אש נובר העגבניה (*Tuta absoluta*) שמזיקה בעיקר לעגבניות ודררות (*Psittacula krameri*) שמזיקות למשל לחמניות ולפקאנים. ומבין מיני הצמחים הפולשים, כמו אמברוסיה מכונסת (*Ambrosia confertiflora*) (אתר המשרד להגנת הסביבה, 2018), ופרתניון אפיל (*Parthenium hysterophorus*) (האגף לאבחון נגעי צמחים—דף מידע) אשר גורמים לפגיעה משמעותית במערכות החקלאיות.

מחלות ופריטים אשר הגיעו לשטחים החקלאיים פוגעים בדבורים הטבעיות ובכך בשירותי האבקה (Winfrey et al. 2009; Potts et al. 2010b). תת-המין הארצישראלי (*Var. syriaca*) של דבורת הדבש הוכחד לחלוטין מישראל ב-1984 בעקבות הגעתו לארץ של הטפיל אקרית הוורואה (*Varroa destructor*). דבר זה היווה גורם שינוי משמעותי בצורך בהאבקה מסחרית (סלבצקי וחוב' 2003). ישנה מגמה שבשנים האחרונות בכדי להתמודד עם ההלקטית הורודה (זחל) של הכותנה החורפת בהלקטים מעודדים רעיית בקר בשלפי כותנה כדי לסייע בויסות מזיקים (שטיינברג וחוב', 2007).

2. מצב ומגמות באספקת שירותי המערכות האקולוגיות החקלאיות

2.1. שירותי אספקה

2.1.1. אספקת גידולים חקלאיים

2.1.1.1. כללי

2.1.1.1.1. מהות השרות

שירות האספקה של המערכות החקלאיות מספק מוצרי מזון, סיבים ועצה ומוצרי קישוט (פרחים למשל) מגידולים של צמחי תרבות. המערכות החקלאיות, נוצרו בידי האדם בגין שירותי האספקה שלהן, שהם מוצרים ביולוגיים בעלי ערך כלכלי ובריאותי, על מנת למלא את הדרישות של האנושות למזון וטובין אחרים והן מנוהלות על ידו. שירות אספקת מוצרים חקלאיים הוא מטרת העל לשמה נוצרה המערכת החקלאית. שירות זה כולל אספקת גידולים חקלאיים מפלחה², גידולי שדה וגן, מטעים וחממות.

2.1.1.1.2. מנגנון הפקת השרות

המנגנון להפקת שירות אספקת מוצרים חקלאיים מסופק על ידי התהליכים האקולוגיים התומכים המתרחשים בקרקעות המערכות החקלאיות - ייצור ראשוני פוטוסינתטי, מיחזור חומרי הזנה של הצמחים, וחלק מרכיבי מחזור המים וגם על ידי הפרקטיקות האגרונומיות המופעלות לצורך שמירת פוריות ואיכות הקרקע.

למגוון הביולוגי המעורב באספקת השירות שני רכיבים. הראשון הוא הרכיב של המגוון הביולוגי של הקרקע, חסרי חוליות קטנים וחיידיקים המעורבים באספקת כל התהליכים התומכים (ראה פרק התשתית האקולוגית). הרכיב השני הוא זה המייחד את המערכות החקלאיות מכל המערכות האקולוגיות האחרות, רכיב המגוון האגרוביולוגי. מיני רכיב זה, הגידולים החקלאיים, הם תוצרי הברירה המלאכותית של מוטציות הגורמות לצמח לאבד את תכונות ההגנה מפני אכילתו על ידי בעלי חיים (כולל האדם!) שנרכשו בתהליכי הברירה הטבעית, ואובדנם עושה את מוצרי הגידולים הללו ראויים למאכל אדם. באותו זמן טיפח האדם את המוטציות המגבירות את ממדי חלקים הצמח האכילים ואת תכונותיהם התזונתיות. הגברת התכונות המעשירות את מימדי האספקה ואת איכותה לאדם, גוררת במקרים רבים אובדן עמידות צמחי הגידולים למזיקים ולתנאי סביבה משתנים, ולכן אמורות הפעולות השונות של הממשק החקלאי, בין השאר, לפצות על אובדנים אלה. לשם כך, שירות אספקת מוצרים חקלאיים תלוי בתשומות חומריות כגון דשנים, קוטלי-מזיקים ועשבים, ותשומות לא-חומריות: עבודה (עיבודים וממשקים חקלאיים) וידע. תשומות אלו באות להגביר את שירותי המערכת החקלאית עצמה, וגם את שירותי הוויסות של המערכות הטבעיות שמסביב, כמו שירות הוויסות של מזיקי החקלאות. כל אלה מגבירים את ה את היוצרנות של המערכת החקלאית באמצעות הצימוד והאספקה של חלקי הצמח בעלי הערך הכלכלי, אל מעבר לפוטנציאל היוצרנות של המערכות הטבעיות, אותן היתמירו המערכות החקלאיות (Burkhard et al., 2016).

² פלחה: חקלאות בעל נרחבת של גידולי שדה, בעקר לגרעינים.

2.1.1.2. מצב נוכחי

2.1.1.2.1. ממדי הפקת השרות

ממדי ההפקה של שירות זה מקבלים ביטוי ביבול הגידולים. בשנת 2014, סך היבול החקלאי הצמחי בישראל עמד על 5,529 אלף טון³. היבול ממערכת הגד"ש + חממות ובתי רשת נאמד בכ-4,177 אלף טון⁴ (פלאח, 2015) והיבול של המטעים נאמד בכ-1,352 אלף טון (ובכ-1,220 אלף טון ב-2015)⁵. היבול ממטעים נשירים מהווה 19% מסך היבול ממטעים, והיבול ממטעים ירוקי-עד מהווה 81% (למ"ס, 2016).

גידולים מרכזיים מבחינת כמות היבול על פי נתוני 2014: תפוז"א – 628 אלף טון (בעשר השנים האחרונות כל שנה מפיקים סביב 600 אלף טון), פירות הדר – 528 אלף טון, עגבניות – 427 אלף טון, גזר 290 אלף טון ופלפלים 229 אלף טון. גידולי מספוא שחת וקש הם יחד 1,363 אלף טון. מתוך המטעים, לאחר פירות ההדר, הגידולים המרכזיים מבחינת כמות הם: בננות 127 אלף טון, אבוקדו – 91 אלף טון, זיתים – 90 אלף טון ותפוחי עץ 78 אלף טון (למ"ס, 2016).

נמצאו הבדלים בתפוקה של מערכות חקלאיות המוטבעות במערכות האקולוגיות של החבל הים-תיכוני לעומת אלו המוטבעות במערכות האקולוגיות המדבריות. נמצא שבערבה הדרומית והתיכונה, בהם הגידולים מושקים במי אקוויפר מליחים, התפוקה פחותה מזו במרכז הארץ בעיקר עקב מליחות המים – נמצא שכל שהמליחות עולה-היבול פוחת (Shani et al., 2005). למשל, מתאר אמנון גרינגר, מנהל מו"פ ערבה הדרומית, "בגידול של מנגו ביטבתה, שגודל שנים רבות, היבול מעולם לא עלה על 2 טון לדונם כאשר באזורים צפוניים יותר עם מים איכותיים היבול עולה על 3 טון לדונם ואף יותר (נתוני מו"פ ערבה הדרומית, מתוך תקשורת אישית עם אמנון גרינגר, 2016). במחקר נוסף על מנגו, נמצא שכמות השתילים שהושקו במים מליחים הייתה פחותה (Kadman et al., 1967). גם במחקר על שום השדה, היבול במליחות הגבוהה היה נמוך יותר והבצלים קטנים יותר (בורוכוב, 2017). מנהל אגודת המים והועדה החקלאית בחבל אילות, סיכם בדו"ח על מצוקת המים המליחים, ש"השימוש במים שפירים (לעומת המליחים) יגדיל את התפוקות החקלאיות בערבה הדרומית" (רמות, 2015). עם זאת, ישנם מספר דוגמאות של גידולים שהיבול שלהם משתפר עם המים המליחים או עקב תנאי האקלים. לדוגמא, בניסוי שנערך בחלקה בשטח של 138 דונם במועצה האזורית רמת-נגב בקרקעות לס מדבריות, עם השקיה במים מליחים, יבול הכותנה מהזן "גדרה 236", שבר שיא עולמי של יבול כותנה – 276 ק"ג לדונם, (לעומת 170-190 ק"ג לדונם בממוצע). עם זאת ישנו חיסרון בהשקיה במים מליחים, עקב הפוטנציאל שלהם להמלחת הקרקע בהדרגה ולכן נדרשת שטיפת קרקע מדי מספר עונות גידול (הפורטל הישראלי לחקלאות, טבע וסביבה, 2011).

בישראל כיום, ישנן מערכות חקלאיות המייצרות "cash crops", כלומר מוצרים שהתועלת שלהם עבור רווחת האדם בישראל היא נטו כלכלית, ולא בריאותית, או תזונתית. אלו מוצרים שנסחרים בשוק ולא דווקא מהווים שירות של מזון עבור החברה הישראלית, אך תורמות רווח כלכלי לישראל ושירותי מזון לחו"ל. היקף הייצוא הטרי והמעובד מגיע לכדי בין רבע לשליש מערך הייצור החקלאי בישראל (בשנת 2014 – 28%), כשעיקר הייצוא החקלאי מופנה למערב אירופה ובשנים האחרונות הייתה עליה ביצוא של ירקות למדינות ברה"מ לשעבר. בשנת 2014, יוצאו מישראל 633 אלף טון ירקות טריים ממערכת הגד"ש והחממות, ו-284 אלף טון פירות טריים ממערכת המטעים. משקל הייצוא החקלאי הטרי בשנת 2014 היווה 2% מסה"כ הייצוא במשק ומשקל הייצוא החקלאי הכולל המעובד היווה 3.5% מסה"כ הייצוא במשק. מבחינת ערך הייצוא, הפלפל הוא הירק

³ לנתונים עדכניים בנושא גידול מזון וביטחון מזון בישראל ראו מחקר של טופורוב וחוב' 2018.

⁴ לא ניתן להפריד בין מערכת החממות לגד"ש עבור נתון זה משום שהנתונים הם לפי גידולים וישנם גידולים שגדלים גם בחממות וגם בשטח פתוח כמו עגבניות, מלונים ועוד. בנוסף לא ניתן להפריד בין גד"ש שלחין לגד"ש בעל מאותה סיבה שישנם גידולים שגדלים גם בשלחין וגם בבעל.

⁵ נתונים שהוכנו לכבוד ט"ו בשבט התשע"ו – הלמ"ס 2016. בעת כתיבת הדברים לא פורסמו נתונים מ-2015 על שאר הגידולים.

החשוב ביותר ביצוא הירקות מישראל (פלאח, 2015) ויחד עם התפוא והגזר הם מהווים כ-90% מהיצוא. תפוא טריים מיוצאים בחודשי האביב. כל שנה מייצאים כ-250 אלף טון של תפוא מתוך 600 אלף טון שגדלים בשנה, נתון יציב בעשור האחרון (קחל, 2015). מבחינת חלוקת הייצוא לתת-מערכות אקולוגיות - רוב הייצוא הוא ממערכות של גד"ש שלחין בשטחים פתוחים הכוללות בעיקר ייצוא של תפוא וגזר אך גם כותנה, אגוזי אדמה, חמניות, צנוניות, פרחים וזרעים. ומחממות ובתי רשת בעיקר: פלפלים, מלונים, פרחי חממות וגם עגבניות ותבלינים. ממערכת המטעים בעיקר: הדסים, תמרים, אבוקדו, מנגו ואפרסמון.

תוצרת אורגנית: נמכרים היום בישראל כ-4,000 סוגים שונים של מוצרים אורגניים. ההערכה היא שערך הייצור של השוק האורגני בישראל הוא כ-100 מיליון ש"ח. המזון האורגני לסוגיו מהווה כשליש האחוז מסך צריכת המזון של המדינה. מסך התוצרת של החקלאות האורגנית שגדלה בישראל, כ-90% מיוצאת לאירופה (לביא, 2011). סה"כ היבול האורגני שמוצא לאירופה הוא 58.8 אלף טון מתוכו, 55 אלף טון גד"ש וירקות מחממות, ו-3.7 אלף טון פירות (רובם פירות הדר). סה"כ השטח של החקלאות האורגנית משטח הענף החקלאי 1.4% (למ"ס, 2015).

2.1.1.2.2 תועלות

גידולים חקלאיים מספקים עבור האדם את התועלות הבאות: מזון, סיבים, מספוא למקנה, קש לרפד לרפתות, דברי קישוט כגון פרחים מסחריים, צמחי נוי, זרעים, תרופות, קוסמטיקה, ביודיזל, עץ ומשאבים גנטיים. בישראל עיקר השטח החקלאי מוקצה לגידול מזון ולאחריו למספוא למקנה (טבלה 4).

טבלה 4: שירות אספקת מוצרים של גידולים חקלאיים בחלוקה לפי התועלות השונות על פי גודל השטח בקמ"ר והתפוקה באלפי טונות. נתוני השטח בקמ"ר עיבוד של המארג לנתונים ממשרד החקלאות, ונתוני התפוקה מתוך הדו"ח של פלאח (2015) (שימו לב שחלק מהמידע חסר בשל העדר נתונים).

תועלות של שירות אספקת גידולים חקלאיים	שטח בקמ"ר	תפוקה – כמות באלפי טונות (פלאח 2015)
מזון לאדם	2312	4,040 מזון
מזון או* מספוא למקנה	1638	1,363 מספוא
מספוא, שחת, קש, קש לרפד לרפתות	179	
סיבים לביגוד	33	34 כותנה
פרחים	20	53 פרחים - כולל גידולי זרעים ועץ
תרופות קוסמטיקה	6	39 תרופות קוסמטיקה, כולל תבלינים
עץ	1	
גידולים למזון או* תרופות קוסמטיקה	24*	
גידול לביודיזל או* לתרופות-קוסמטיקה או* לעץ	3.5	
גידולי תעשייה ושמן	אין הפרדה	101
תועלת לא מוגדרת	92	
סה"כ שטח	4,297	

* "או" הכוונה היא שבשטח מסוים הגידולים משמשים ליותר מסוג תועלת אחת, או שיש מספר גידולים במחזור.

בנוסף לתועלות לעיל ישנה גם התועלת של משאבים גנטיים – יש היום חלקות טיפוח זרעים, בנק הגנים, וכן ישנם מקומות שונים בהם יש שימוש בזרעי חיטה למטרת טיפוח ושימור זנים מקומיים. כמו כן המגוון הרחב של הזנים שגדלים בארץ הינו משאב גנטי (מידע בע"פ, אגף אגרוקולוגיה, 2018)

לתועלות הללו מהגידולים החקלאיים **תרומה כלכלית ותזונתית-בריאותית לרווחת האדם**. בהתייחס לתרומה הכלכלית ערך התפוקה של המערכות החקלאיות מגידולים צמחיים בשנת 2014 היה 18.2 מיליארד ₪, מתוכם כ-11 מיליארד ₪ נזקפים למערכות הגד"ש והחממות, וכ-7 מיליארד ₪ למערכת המטעים. סך ערך התפוקה החקלאית הנצרכת מחוץ לישראל הוא 5 מיליארד ₪, מתוכם למערכת הגד"ש וחממות כ-3.3 מיליארד ₪ ולמטעים כ-1.7 מיליארד ₪⁶ (למ"ס, 2015). חשוב לציין שהפחת בפירות ופירות ופירות טריים בישראל, מהקטיף עד השיווק הקמעוני ברשתות השיווק, מסתכם ב- 22%-34% (פורת וחוב', 2016). לקט ישראל מוסיפים לכך את הפחת הביתי ואומרים שסך הכל כ-40% מהמזון בישראל נזרק (ארגון לקט ישראל").

מתוך סך ההכנסה מהמערכות החקלאיות בישראל בשנת 2014, כשליש נובע מחקלאות וכישית – תמורה למשרות שכיר. 54% מערך התפוקה נמכרו לשוק המקומי, 28% - ליצוא, 12% - לתוצרת ביניים⁶ ו-6% סופקו לתעשייה (למ"ס, 2015). ערך התפוקה מענף הפרחים: שוק ייצוא הפרחים נאמד בכ-550 מיליון ₪ ענף לעונה בהיקף של כ-100 מיליון יורו. השוק המקומי נאמד בכ-400 מיליון ₪ ענף לעונה בהיקף של כ-200 מיליון ₪ (הפורטל לחקלאות טבע וסביבה, 2015).

מבחינה תזונתית: כמות היבול ביחס לצריכה של התושבים: היבול הצמחי של כלל המערכות החקלאיות מספק את רוב הדרישה של האוכלוסייה בישראל לירקות, פירות, פרחים ושומנים (למעלה מ-70% מהצריכה של הירקות והפירות מיוצרת בארץ). זאת לעומת המצב בדגנים ומוצריהם שיישראל מייצרת רק 4% מהצריכה של התושבים (למ"ס, 2013) וקטניות 45%. בבחינת צריכת הקלוריות לנפש ליום בישראל נמצא שתוצרי המערכת החקלאית הצמחית מהווים את רוב הצריכה כאשר: דגנים ומוצריהם מהווים 34%, שמנים ושומנים 19%, פירות 6%, קטניות 6%, ירקות ומקשה 4%, ותפוחי אדמה ועמילנים 3%, והמוצרים מן החי, משקאות וממתקים מהווים יחד 26% (דוידוביץ'-מורטון ואייזון, 2014). בנושא התועלות הבריאותיות, מזון הוא גורם חשוב לבריאות והזנת האדם. עם זאת, מכיוון שבממשק הגידול המקובל, הגידולים החקלאיים כוללים גם כימיקלים מהדישון ומקוטלי מזיקים ומחלות הם עלולים לפגוע בבריאות האדם. ישנם ממשקי גידול המפחיתים סיכונים אלו כגון חקלאות אורגנית וחקלאות ידידותית לסביבה המעודדת שימוש בשיטות הדברה נוספות כגון הדברה ביולוגית.

2.1.1.2.3 המשתמשים

המשתמשים הישירים בשירות אספקת המזון הם כל אזרחי המדינה וכל המגזרים, שעבורם התרומה לרווחתם הינה בעיקר תזונתית-בריאותית והנאה אסתטית מהפרחים, בנוסף ישנם המועסקים בחקלאות שעבורם יש תרומה כלכלית. שיעור המועסקים הישראלים בחקלאות בישראל בשנת 2014 היה כ-40,000, מתוכם כשלושה רבעים יהודים ורבע ערבים. בנוסף ישנם כ-35 אלף עובדים זרים, קצת יותר משליש מאזורי יהודה ושומרון (למ"ס, 2015). בענף הפרחים הישראלי ישנם כיום כ-350 מגדלי פרחים וכ-5,000 שמועסקים בענף.

2.1.1.3 מגמות

2.1.1.3.1 מגמות עבר

ניתן לראות שיבול המערכות החקלאיות בישראל עולה בהתמדה, בשנת 2014 עמד על 5,529 אלף טון (פלאח, 2015), פי 11.3 לעומת תקופת קום המדינה - 487 אלף טון. עם התפתחות הענף למדו החקלאים להגדיל את הייצור ליחידת שטח, וכך

⁶ תוצרת ביניים: תוצרת חקלאית של ענף חקלאי אחד שמשמשת כחומר גלם בענף חקלאי אחר

גדלה הפקת שרות האספקה של המערכות החקלאיות. היבול הממוצע לדונם בישראל, מצוי בעליה מתמדת וגדל כמעט פי 4 לעומת ראשית ימי המדינה (כסליו וצבן, 2013). התפוקה החקלאית בישראל בשנים 1986-2010 גדלה בכ-75%, גידול של כ-3.1% בשנה. נתונים אלו מדגימים את ההתייעלות הגבוהה של הייצור החקלאי בישראל: מקרקע בהיקף זהה מייצרים החקלאים הישראליים כיום כמעט פי שתיים תוצרת בהשוואה למצב 25 שנים לפני כן (מסמך מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל, 2015).

הלחץ הכלכלי על העוסקים בחקלאות, חייב השתכללות מתמדת, כדי לשרוד בענף. ההשתכללות קיבלה ביטוי בקידום טכנולוגי, הכולל למשל, זנים חדשים, טפטפות להשקיה יעילה, שימוש במי קולחין, שבחלקו מתבסס על ההתקדמות הטכנולוגית שמחוץ לענף החקלאות. בנוסף, מתקיימת התפתחות מתמדת של שיטות העבודה והטיפול המתבססת על מחקר ועל ניסיונם של החקלאים. אחת הדוגמאות לכך היא 'חקלאות מדויקת' - אשר מטרתה אופטימיזציה של הפעילות החקלאית, כלומר, שימוש בתשומות חקלאיות (דשן, הדברה, מים) במקום, במינון, ובעיתוי המיטביים. כך גם פיתוח של טכנולוגיה שמייצרת נתונים על ה-ד.נ.א של הגידולים שמאפשרת לפתח אפליקציות לטיפול צמחים, וע"י כך למצוא את ההרכב הגנטי שיגרום לצמח להיות עמיד יותר למחלות ולתנאי אקלים קיצוניים, להניב יותר יבול, עם הרכב תזונתי בריא יותר, ולהוזיל את עלויות הגידול, ואלה יכולים להיות תגובה לגורם מחולל שינוי של שינוי האקלים הגלובליים ([אתר NRGene, 2016](#)).

לאורך השנים, מקום המדינה ועד היום, היו גם תנודות חריפות בממדי האספקה, שבעיקרן נבעו מעלייה גדולה באספקת ההדרים, החיטה והתירס בשנות ה-80 ולאחר מכן המחסור במים בשנות ה-90, אשר גרם לצמצום בגידול החיטה והתירס, שכן אלו גידולים שצרכו הרבה מים ביחס למחיר שניתן היה לפדות עבור היבול. בשנות השמונים המחיר שקיבלו החקלאים ירד פלאים, ללא פרופורציה למצב במחירי התשומות שנאלצו לקנות. זה קיבל ביטוי בצניחה ביצור החקלאי בשנות ה-80, וצמצום השטח המעובד. רק החל במאה ה-21 חזרו המגדלים להרוויח מהחקלאות, וחל גידול של הייצור בהתאם (צבן וכסליו, 2013). מקום המדינה ועד שנת 2014, השטח של הגידולים החקלאיים גדל פי 3.9, מ-1,094 קמ"ר (כסליו וצבן, 2013) ל-4,297 קמ"ר בשנת 2015 (עיבוד המארג לנתוני משרד החקלאות). במחקר של זליגמן ולחמן (2008) נמצא ששך השטח המעובד הצטמצם מ-3.8 אלף קמ"ר בשנים 1965-1975, שנות השיא, ל-3.3 אלף קמ"ר בתחילת שנות האלפיים והיום גדל ל-4.27 אלף קמ"ר. הרכב המגוון האגרו-ביו-לוגי (מגוון גידולי החקלאות הצמחית) השתנה לאורך השנים בהתאם לזמינות הידע לניהולם, ולתנודות בשווקים ובדרישות החברה.

הייצוא הוא מחולל שינוי עיקרי בהתפתחות החקלאות בישראל. **מגמות בייצוא:** בעשור הראשון למדינה היה היצוא החקלאי כ-16% מערך היבול אך ההתפתחות המהירה של הייצור הביאה את השוק המקומי ממחסור לעודף, והחל בשנות ה-60 בפיתוח של היצוא החקלאי, יצוא התוצרת הגיע עד ל-32% מערך האספקה בשנת 1970, ושמר על רמה זו עד אמצע שנות ה-80. המחקרים שנעשו בפקולטה לחקלאות ובמנהלי המחקר והמו"פים לאורך השנים, עזרו מאוד לפיתוח היצוא ותרמו לכך שישראל היא אחת מהמדינות המייצאות הגדולות בעולם (פלאח, 2015). בשנות ה-90 נפילת שערי החליפין ופגיעה כללית בענפי החקלאות (כמחוללי שינוי עקיפים) הביאה לצמצום היצוא עד ל-17% מערך התפוקה בשנת 1992. התאוששות היצוא באה בשנים שלאחר מכן, וב-2012 הוא חזר לעמוד על כ-33% מערך יבול החקלאות הצמחית (כסליו וצבן, 2013). מאז 2007, קיימת קפיאה במקום ואף ירידה ביצוא החקלאי הטרי במונחים ריאליים. גם ענפי היצוא עברו שינוי, בשנות החמישים היו ההדרים ענף הייצוא מספר אחת של ישראל היום גידולי השדה וחממות כגון: תפוז, גזר ופלפלים הם הענפים העיקריים (פלאח, 2015).

מגמות באספקת הפרחים: בחמש עשרה השנים האחרונות ענף הפרחים מבוסס על מספר מצומצם של גידולים בפרחים ובענפי קישוט ומרביתם נמצאים ברמת רווחיות נמוכה. קימת ירידה מתמשכת במספר המגדלים ושטחי הגידול, אומנם ישנה עליה

בצריכה בשוק המקומי אך שוק זה קטן ומוגבל, הירידה הדרסטית בהיקף הייצוא, מובילה לירידה מתמשכת בהיקף הייצור והשיווק. בין שנת 2005 ועד 2010 חלה ירידה עקבית של כ-25% בהיקף שטחי הגידול של פרחים וצמחי נוי בישראל. לכ-15 קמ"ר וב-2015 הם שוב עומדים על כ-20 קמ"ר. מבחינת סוגי הגידולים, הפרחים אשר תופסים פופולאריות בשנים האחרונות הם הנוריות והכלניות, ובענפי הקישוט ירוקים כמו רוסקוס, וארליה. חלה עליה של כ-80% בהיקף שטחי גידול של הכלניות ועלייה של כ-40% בהיקף שטחי הגידול של הנוריות מאז שנת 2004/5. לעומתם ישנה ירידה בהיקפי הגידול של הורדים (ב-90%), הגרברות (בכ-80%) והגיפסנית והסולידגו (בכ-50%). בחמש עשרה השנים האחרונות לא נוספו כמעט מוצרים חדשים לענף בארץ. העדר החדשנות בארץ בענף הפרחים שמטבעו מצטיין בחדשנות רבה והצרכנים מחפשים גיוון, מהווה בעיה שיווקית קשה. בנוסף בתחום טיפוח מוצרים חדשים פסק כמעט לחלוטין הסיוע הציבורי, והוא נותר בתחום פעילותם של מעט החברות הפרטיות העוסקות בארץ בנושא ([מנהלת ענף הפרחים](#), 2012).

מגמות בייצור סיבים: ענף הכותנה שלפני שנות דור היווה את רוב החקלאות הצמחית בישראל, הצטמק לכדי כעשירית מגודלו בשיא. זאת בעיקר משום שהכותנה זקוקה למים רבים. המחסור במים הפך את גידולה ללא כדאי. בנוסף תחרות של יצרני טקסטיל זולים יותר מחו"ל ממדינות מתפתחות. עובדה שגרמה לחיסולה של תעשיית הטקסטיל בארץ או להעברת תהליכי הייצור מהארץ למדינות מתפתחות לדוגמה: (ירדן, טורקיה, סין) (פז ודה-וינטר, 2014).

מגמות בצריכה לנפש של מזון בישראל נמצאת בעליה מתמדת משנות ה-50 שבהן עמדה צריכת הקלוריות היומית של הישראלי על כ-2,600 קלוריות בממוצע לצריכה של למעלה מ-3,500 קלוריות בממוצע היום. מבחינת הרכב המזון, כיום צריכת החלבון והקטניות עלתה בכ-30% ביחס למה שהיה מקובל בשנות ה-50 ובמקביל חלה ירידה באספקת הקלוריות מדגנים, ירקות ופירות (דוידוביץ'-מורטון ואייזנברג, 2014). נתוני האספקה לשוק המקומי ב-2014 מצביעים על ירידה של כמעט 20% בצריכה לנפש של ירקות ופירות טריים, בהשוואה לשנת 2000 (פלאח, 2015).

לסיכום, מחוללי השינוי העיקריים אשר השפיעו על המגמות באספקת גידולים חקלאיים בישראל, והתגובות אליהם הם:⁷

2.1.1.3.2 גורמים מחוללי שינוי עקיפים

- השינויים בערך שער החליפין ובבורסה, ובתחרות עם חקלאים בעולם** משפיעים על המגמות בייצוא. התגובות הם דגש על איכות, מגוון ואיתור נישות חדשות לייצוא, השקעת כספים במו"פים חקלאיים וגידולים ייחודיים המנצלים את היתרון היחסי של ישראל ואת אקלימה הנוח.
- מגמות במדיניות הממשלה בתמיכות בחקלאות.** על פי דו"ח ארגון ה-OECD אשר בוחן את המדיניות החקלאית של ישראל לשנת 2015, היקף התמיכה בישראל בחקלאות עומד על 0.3% מהתמ"ג בהשוואה ל-0.8% בשאר מדינות ה-OECD. ישראל היא המדינה השישית בתמיכות במחקר ופיתוח מסך כל התמיכה בשירותים כלליים בענף החקלאות. הדוח מציין כי ישראל צמצמה במהלך עשרים השנים האחרונות את התמיכה בחקלאות עד שמשקל התמיכות בחקלאות הגיע ל-0.3% מהתמ"ג בממוצע לשנים 2012-14. מתמיכה של 4,000 מיליוני ש"ח ב-1995 הייתה ירידה דראסטית ב-2007 לפחות מ-500 מיליוני ש"ח, ובהמשך תמיכה של 2,000 מיליוני ש"ח בשנת 2014 ([הדו"ח השנתי של ה-OECD לשנת 2015](#)).
- עלות הייצור החקלאי והמחסור בכוח אדם בחקלאות גדלים.** למשל תשומות האנרגיה כחלק מן ההוצאה הכוללת על תשומות בחקלאות הכפילה את עצמה בתוך עשור אחד בלבד מ-5% בשנת 1999 ל-10% בשנת 2008 שבה הגיעו

⁷ גורמי השינוי והתגובות בבסיסן מתוך סיכום של גטניו ודגן 2015 ותוספות של הכותבים.

מחירי הדלק בעולם לשיא. מחירי אנרגיה גבוהים יכולים להפוך ענפי חקלאות שונים ללא רווחיים (מור וחוב', 2010). **התגובה** היתה הפחתת השימוש במיכון, מציאת שיטות חקלאיות שצורכות פחות אנרגיה, וייבוא עובדים זרים. אך, לגבי מכסות להקצאת עובדים זרים, ב-2009 הסכם שנחתם בין התאחדות חקלאי ישראל, משרד האוצר ומשרד החקלאות, קבע כי יש להקטין את המכסות הניתנות עבור עובדים זרים, ולכן המגמה היום היא של הפחתה. בשנת 2014 עמדה המכסה על 24,000 אישורי עבודה לעובדים זרים קבועים, לעומת 28,500 ב-2008. בשנת 2015 נקבעה מכסה של 24,999 עובדים זרים מתאילנד בתוספת 410 עובדים זרים עבור חקלאים בעוטף עזה, וזאת לעומת ביקוש ל-42,000 עובדים זרים בתחום החקלאות, ע"פ המשרד ([שמחה ומור, 2016](#)). **התגובה**: חקלאות שדורשת פחות ידיים.

4. **המודעות הגוברת בארץ ובעולם לתזונה בריאה, ולנזקים של חקלאות קונבנציונאלית** על הסביבה, הוא גורם מחולל שינוי שהביא **כתגובה** מספר מהלכים, בין השאר: הקמת אגף אגרו-אקולוגיה במשרד החקלאות ולענף החקלאות האורגנית והסדרתו בחוק "חוק להסדרת תוצרת אורגנית, התשס"ה-2005" וב"תקנות להסדרת תוצרת אורגנית (תוצרת אורגנית מן הצומח-ייצורה ומכירתה) התשס"ח".

2.1.1.3.3 גורמים מחוללי שינוי ישירים

1. **התמרת קרקעות חקלאיות לקרקעות מבונות במרכז הארץ. התגובה** היא בהתמרת שטחים טבעיים לשטחים חקלאיים בנגב, בבקעת הירדן ובגולן, ושכלול שיטות העיבוד לשם הגדלת התפוקה.

2. **מחסור בקרקע חקלאית פורייה: תגובה** עתידית שימוש במצע מנותק כגון טוף, פרלייט או סיבי קוקוס (גטניו ודגן, 2015).

3. **ניצול יתר של משאב המים שגרם למחסור במים ומחירי המים - התגובות** למשבר המים היו צמצום שטחי הגידול, החלפת סוגי הגידולים לכאלה הצורכים פחות מים, פיתוח שיטות השקיה מתקדמות (טפטפות) וקולחים (שפכים מטהרים) ותמיכות בחקלאים להוזלת מחיר המים. משנת 2001 חלה עלייה מתמדת בשימוש במים שוליים (קולחים ומליחים), כאשר כיום פחות מ-40% מהמים המשמשים לחקלאות הם שפירים (רשות המים, סקר צריכת מים 2011, בתוך: דוידוביץ'-מורטון ואיזן, 2014).

4. **המלחת קרקעות - התגובה** היא הכנסת גידולים מתאימים למליחות, שטיפת קרקעות והפחתה בגידולים מסוימים (Shani et al., 2015).

5. **התחממות גלובלית - ישנם חקלאים שמעידים שכבר עתה ניתן לחוש בהשפעותיה על שירותי האספקה. חקלאים** בצפון הנגב ובעמק יזרעאל מדווחים שבשנים האחרונות הגשם מגיע בצורה קיצונית יותר, יש פחות אירועי גשמים אבל האירועים חזקים יותר, וזה מעלה את סחף הקרקע וגורם לנזק בלתי הפיך לייצור. בנוסף, הם מציינים שגלי החום והקור גורמים נזק נוראי ליבול. יחד עם זאת, לשניהם אין נתונים מספריים בנוגע לאבדן וחסרים, והנושא לא ממש נחקר בארץ. ישנו **פעור ידע** בתחום זה משום שעדיין לא הוכיחו בצורה מדעית שכל האירועים הללו הם כתוצאה מההתחממות הגלובלית. **תגובות** לפי החקלאים: התמקדות בטכניקות למזעור הנזקים, כמו זריעה של כל זן בזמן המדויק שלו ולפי התחזית האקלימית, עיבוד משמר קרקע והגברת השימוש בהשקיה (מתוך: ראיונות עם חקלאים מתוך: שגיא וחוב', 2016).

2.1.2. אספקת מרעית למקנה

2.1.2.1 כללי

2.1.2.1.1 מהות השרות

אספקת מרעית לחיות משק (בקר וצאן) במערכת החקלאית הוא ערך מוסף של הגידול החקלאי אשר מאפשר רעייה על השאריית החקלאיות לאחר הקציר, כגון רעיית שלפים⁸ של צאן ובקר כתוספת למרעית שב במערכות הטבעיות. **רכיבי המגוון הביולוגי** הם צמחי גידולי השדה שאת שלפיהם משאירים בשדה והם משמשים כמזון למקנה, או רעייה בשולי מטעים.

2.1.2.1.2 ממדי הפקת השרות

לוח רעיית הצאן השנתי בנגב הצפוני כולל רעיית שלפים בין יוני לספטמבר (שינבאום, 2015). רעיית שלפים מתקיימת בכ- 30,000 עד 40,000 דונם בנגב, מתוך פוטנציאל של מעל 300,000 דונם בנגב, מכיוון שרוב החקלאים מונעים רעייה ברוב שלפי הגד"ש (לנדאו וחוב' 2010). מעבודה שהעריכה את כמות השלפים בנגב כולו נמצא כי הכמות יכולה להגיע לכ-30,000 טון. כמות זו יכולה לספק את מזונו של עדר צאן למשך כארבעה חודשים בתקופת הקיץ ויכולה לקיים עדר של כ-165,000 ראש בשנים גשומות ו-100,000 בשנות בצורת (בן אשר, 2012).

אין הערכות מדויקות של מימדי רעיית בקר במערכות החקלאיות זאת משום שהנושא תלוי בבוקר ובהסכמים שלו מול מגדלי הגד"ש הקרובים אליו, ובתנאים משתנים מדי שנה. כגון, תכנית הגידולים בשטחי הגד"ש, בעלת השפעה משום שחלק גדול מהגידולים לא מתאימים לרעייה בשלפים בגלל שאינם מתאימים למאכל-צאן או בגלל הפרקטיקה החקלאית, כמו למשל אבטיחים לזרעים, חמניות, תפוחי אדמה ועוד – גידולים נפוצים בשנים האחרונות. שטחי הגד"ש הגדולים נמצאים בדרום הארץ, שם אין גידול רב של בקר, אשר ברובו בצפון. באופן גס ביותר ההערכות מדברות על סדר גודל של כמה עשרות אלפי דונמים בשנה.

2.1.2.2 מצב נוכחי

2.1.2.2.1 האזורים בהם מתקיימת רעיית שלפים של בקר

בעיקר העמקים הצפוניים והגליל התחתון - בקעת בית נטופה – כמעט כל שטחי הגד"ש שם מנוצלים לרעייה בשלפים על ידי תושבי הכפרים באזור, גליל תחתון - לביא, כפר זיתים, ארבל באופן חלקי ואזור עמק בית שאן ברובו. בנגב- באזור לכיש ואמצייה. בנוסף במבוא חורון, ישוב קהילתי בגבול שבין הרי ירושלים לשפלה, מתקיימת רעיית שלפים בחלק מהשנה (מידע מאחראית מרעה במשרד החקלאות). ההנחה היא שבנוסף למה שצוין לעיל, מתקיימת רעיית שלפים של עדרי מיעוטים בשדות נוספים. יש לציין שרעיית שלפים אמורה להיות מוסדרת ע"י חוק ההתיישבות. כאשר הישוב והמבקש צריכים להגיש בקשה למשרד החקלאות. עם זאת, הממונה על חוק ההתיישבות טען שחלק מאד מצומצם של רעיית השלפים עובר במסגרת חוק ההתיישבות לכן חסרה הערכה כמותית.

בהבחנה בין תת המערכות החקלאיות - רעייה מתרחשת בעיקר על שטחי הגד"ש, במטעים כמעט ואין רעייה, זאת משום שהפרות והצאן יכולות להזיק לעצים - הן אוכלות גם ענפים ועלים ומתגרדות על הגזעים. בתת מערכת הגד"ש, השירות מתאפשר בעיקר בשטחי הבעל, מכיוון שבשלחין, בגלל העיבודים הרבים וסוגי הגידולים רעייה פחות רלוונטית. עם זאת, יש לציין, שישנו עוד סוג של שימוש בשירות והוא רעייה של עדרי כבשים או חמורים במטעי התמרים האורגנים מזן מג'הול, כדרך חלופית לוויסות עשבים ([אתר תמר הזהב](#) – דף תמר מג'הול אורגני, 2016).

⁸ השלף הוא חלק הקנה שנשאר אחרי הקציר שנקרא גם קנים קצוצים.

2.1.2.2.2 תועלות השרות

עבור האדם הן בשר, עור, צמר ומוצרי חלב. בנוסף, במקרה של חמורים וכבשים שרועים סביב מטעי התמרים יש גם תועלת עבור האדם בויסות עשבים ללא הדברה כימית.

2.1.2.2.3 תרומת התועלות משירות זה לרווחת האדם

עבור מגדלי הצאן והבקר, רעיית השלפים מפחיתה מעלויות קנייה ואחסון של מזון למקנה. מה שמשפיע על המחיר של המוצרים שימכרו לציבור. כפי שצוין לעיל, החיסכון הוא חלקי משום שהוא מתקיים רק במספר חודשים בשנה, בדרך כלל ממאי – אחרי הקציר עד סוף ספטמבר, וגם כי עדיין יש צורך בהשלמה תזונתית, בתלות בתקופה ובעונה, ובכמות ואיכות השלף שהושארו בשדה (Landau et al., 2004; שינבאום, 2015). לדוגמא, עבור כבשים בצפון הנגב, יש צורך בהשלמה של כ-250 גרם סובין ליום. עבור בקר בגליל, הרעייה (בשלפים או בשטחים טבעיים) מספקת כחצי מכמות המזון (רועה צאן בצפון הנגב ובוקר בגליל העליון בע"פ). אך אלו נתונים שמשתנים כתלות במשטר הגשמים, ודרך איסוף הקש של החקלאי ועוד. עם זאת, זו תרומה משמעותית מאוד עבור בעל העדר. ע"פ תחשיב שהתבסס על תשאול רועים במרחב שקמה בשנת 2014, עולה כי החיסכון של הרעייה בשלפים הוא בין 10%-60% מעלות הגידול. בנוסף, השלפים בד"כ צמודים ליערות קק"ל, בהם מתקיימת רעייה בחודשים שלפני חודשי רעיית השלפים, וכך, יחד עם רעיית השלפים, יוצא שהעברת הכבשים מאזור המגורים של הרועה לאזורי הרעייה הופכת ארוכה ומשתלמת יותר. יש לציין שבשנים מסוימות כלכליות הרעייה עלולה להיות שולית ואף שלילית, כתלות במחירי הקש הנהוגים בזמן נתון, ועקב המחיר הנדרש על ידי בעלי השדות, הכוללת את עלות העברת העדר לשטחים החקלאיים ושכר הרועה. אך החזקת עדרי צאן ויצאה למרעה מושפעת לא רק ממניעים כלכליים, אלא גם חברתיים (שינבאום, 2015). גם החקלאי מרוויח מהשירות, למשל במרחב שקמה, החקלאי מרוויח 15-20 ש"ח לדונם מעליית הצאן לשטחי השלפים (שגיא וחוב, 2015). לעומת זאת ישנם גם חקלאים שמאפשרים רעיית מקנה ללא שכר.

התרומה החברתית-תרבותית של אספקת מרעית חשובה גם כן. במחקרים שנעשו בצפון הנגב, נמצא שהעיסוק ברעיית שלפים אינו נובע רק ממניעים כלכליים אלא הוא סממן של אורח החיים הבדואי. ניהול העדר מהווה חלק מניהול המשפחה והוא חלק ממערכת רחבה יותר של גורמים חברתיים, תרבותיים, פוליטיים וכלכליים. לכן גם התשואות נמדדות לאו דווקא במונחים כלכליים (סתוי, 2004; שינבאום, 2015). ע"פ הרועים, הרעייה בשלפים מוזילה את העלויות לראש, אך קיימות סיבות נוספות לצאת למרעה כגון בעיות חברתיות, אלימות וסמים בישובי האם. ההערכה היא כי על אף השינויים שעוברת החברה הבדואית, מספר רועי הצאן לא יקטן וימשיכו להתקיים עדרים קטנים שיישארו בבית כהשלמת הכנסה, ועדרים גדולים שיתמקצצו בעבודתם ימשיכו לצאת למרעה (בן אשר, 2012) והם אלה שיגיעו לרעות בשלפים של המערכות החקלאיות.

ישנם משתמשים ומגזרים שונים הנהנים משירות אספקת מרעית. בנגב רעיית שלפים נעשית בעיקר על ידי רועים בדואים. ישנם כ-1,500 משפחות עם עדרים בנגב, לא ידוע בדיוק כמה מתוכם יוצאים לרעיית שלפים. בצפון הארץ ישנם רועים ובוקרים מהמגזר הערבי והיהודי. ישנם כ-800 מגדלי בקר לבשר רשומים, אך קיימים **פערי ידע** לגבי כמה מתוכם רועים בשלפים.

2.1.2.3 מגמות

2.1.2.3.1 מגמות בממדי אספקת השירות והגורמים מחוללי השינוי

ניתן לראות שבשנים האחרונות הייתה ירידה בכמות ראשי העדרים היוצאת למרעה. ירידה זו נובעת בעיקרה מהחלטה שהתקבלה בשנת 2009 על חובת ניהול תיק במס הכנסה, המקשה על השגת היתרי רעייה וגרמה ללא מעט רועים לא לצאת למרעה. בנוסף, ישנה בעיה במציאת דור המשך שיוציא את הצאן למרעה בשלפים וכן בכלכלת העדר (שינבאום, 2015). בחלק מהעדרים הגדולים, ניכרת החלפה לפחות חלקית של בני משפחה ברועים שכירים. **גורם מחולל שינוי עיקרי** המשפיע על

הפחיתה ברעיית השלפים של צאן ובקר הוא הגדלת האינטנסיביות של העיבודים, המעבר בשינוי קרקע לגידולי שלחין, ולגידולים שפחות רלוונטיים לרעיית שלפים כגון: אבטיחים לזרעים, חמניות, תפוחי אדמה שנפוצים בשנים האחרונות. בנוסף, בעבר היה נהוג להשאיר שלפים באורך של כ-40 ס"מ, כך שנותר מספיק מזון בשדות. מחקרים הראו שביומסת השלפים היא כ-1/3 מ הביומסה של יכול החיטה, המהווים כ-160 ק"ג חומר יבש (ח"י) לדונם בחוות מיגדה (לנדאו וחוב', 2015). אך כיום, חקלאים רבים משתמשים במכשור להסרת השלף ומכירתו כקש. הכלים מגוונים וגורמים להסרת השלף בעוצמות שונות. לטענת החקלאים, המחיר עבור הקש גבוה מאוד (כ-400 ₪ במתבן מתוך: הדף הכחול, יוני 2016) ומשתלם להם יותר לקצור את השלף לקש מאשר להעלות את הצאן לשלפים (שגיא וחוב', 2015). מצד שני, ישנה עלייה בתרומת תועלת השירות עבור המגדל מכיוון שמ-2004 עד עכשיו מחירי התערובת עלו ב-260% ולכן הרעייה בשלפים אף חוסכת יותר מבעבר. **גורם שינוי** נוסף הוא מודעות החקלאים לנזקים לקרקע שרעייה לא מבוקרת עלולה לגרום לקרקע והמעבר לעיבוד משמר בעשור האחרון אשר גורם לכך שהמגמה בהכנסת צאן לשלפים היא בירידה. המודעות לשימוש בקש כחיפוי קרקע במקום מרעית תורם גם הוא לירידה באספקת השירות (Stavi et al., 2015). עם זאת, ישנה גם מגמה שבשנים האחרונות מעודדים רעיית בקר בשלפי כותנה כדי לסייע בויסות מזיקים – בהתמודדות עם ההלקטית הורודה (זחל) של הכותנה החורפת בהלקטים (שטיינברג וחוב', 2007). **גורם שינוי ישיר** הוא משטר האקלים והגשמים. כמות, עוצמת ופיזור הגשם בעונת החורף, עומסי החום בהמשך וכן סוג הקרקע ושיפועי השטח ישפיעו על כמות המזון שנותרת בשדה ובעקבות זאת על ימי הרעייה בשדה, אך גם מתווה את עוצמת הסרת השלף ע"י החקלאי, וכמה נשאר למרעה.

2.1.3. אספקת מרעית לדבורי דבש

2.1.3.1. כללי

2.1.3.1.1. מהות השרות ורכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקתו

אספקת מרעית לדבורי דבש הוא אחד השירותים הנובעים מהגידולים החקלאיים אשר מספקים צוף ואבקה לדבורי הדבש המגיעות לרעייה במערכות החקלאיות. **רכיב המגוון הביולוגי** המאפשר את הפקת השרות הוא כלל הגידולים החקלאיים שהם גם צופניים, היינו שיש בפרחיהם אברים המפיקים צוף, שממנו מפיקות הדבורים דבש, ו/או אבקה שיש לה חשיבות גדולה בתזונת הדבורים.

2.1.3.2. מצב נוכחי

2.1.3.2.1. ממדי הפקת השרות

ידוע שישנם כ-500 מגדלי דבורים רשומים בארץ המגדלים 100,000 כוורות, מתוכם כ-60,000 כוורות מסתמכות, לפחות בחלק מהשנה, על רעייה במערכות החקלאיות ([אתר מועצת הדבש](#), דף גידול דבורים בישראל, 2016). ככל הנראה, לפחות שליש מהדבש המיוצר בישראל מקורו במערכות החקלאיות, וישנה הערכה שהמערכת החקלאית תורמת לייצור הדבש כ-1,800 טון לשנה מתוך כ-3,000 טון המיוצרים בישראל (מנכ"ל מועצת הדבש, הרצל אבידור 2013, בתוך: [אתר מועצת הדבש](#), 2016).

2.1.3.2.2. הבחנה בין תרומת המרעית של תת-המערכות החקלאיות לתפוקת הדבש

במחקר שנעשה במועצה האזורית חוף אשקלון נמצא שמתוך השטחים החקלאיים, ההדרים הכי יעילים לייצור דבש - דונם הדרים תורם 2.6 ק"ג דבש בשנה במוצע, דונם מטעים אחרים: 400 גרם דבש בשנה במוצע, דונם גד"ש וירקות: 200 גרם דבש בשנה במוצע. באותו מחקר נבדקו הציונים מ-0-10 שנותנים דבוראים לתרומה של מערכות חקלאיות שונות לקיום הדבורים ותפוקת הדבש שלהן: ההדרים קיבלו ציון ממוצע 8.8 והם בדרוג שלישי אחרי צומח שאינו במערכות חקלאיות, אקליפטוס ואשל. שאר המטעים (בעיקר אבוקדו, רימון ונקטרינה) קיבלו ציון 3.4 והגד"ש 1.8 (קוניאק וצבן, 2011). יש לציין שהבאת כוורות לשטחים החקלאיים יכולה גם לפגוע בכוורות – בין אם בשל חשיפה לחומרי הדברה (סורוקר וחוב', 2015), ובין אם בשל פעילות מחוץ לעונה כמו במקרה של השקד שפורח בסוף החורף למשך שבועיים-שלושה וכשמסיים לפרוח עדיין אין פריחת בר מספיקה כדי לקיים את הכוורות שהתעוררו מוקדם מידי.

2.1.3.2.3. תועלות השרות ותרומתן לרווחת האדם

תועלת השרות עבור האדם היא מוצרי הדבורה כגון דבש, ומוצרי רפואה וקוסמטיקה כגון פרופוליס. סה"כ ייצרו בישראל בשנת 2011, 2,900 טון, כאשר המערכות החקלאיות תורמות לפחות שליש מכך. הישראלי הממוצע אוכל כחצי ק"ג דבש בשנה והרווח הכלכלי בישראל מייצור דבש הוא כ-14.83 מיליון דולר בשנת 2011 (צור, 2013). בקרב מגדלי הדבורים ישנם כ-300 דבוראים שנהנים משירות אספקת מרעית לדבורי דבש שהמערכות החקלאיות מספקות והציבור הרחב שקונה את הדבש.

2.1.3.3. מגמות

2.1.3.3.1. המגמות בהפקת השרות וגורמים מחוללי שינוי

בעשור הראשון מאז קום המדינה עם הצמיחה בשטחי ההדרים אספקת השירות גדלה: אברהם בן נריה בראשית שנות ה-60 מתאר: "שטחי המרעה לדבורים בארץ מתפתחים משנה לשנה עקב הצמיחה בענף ההדרים, המשתרע כעת על יותר מ-250 אלף דונמים נושאי פרי, יגיע ל-400 אלף דונמים. זהו מקור עיקרי לדבש מובחר, לא רק לצרכי השוק הפנימי אלא גם ליצוא (בן נריה, 1964. עמ' 15)". לפי מחקר שנעשה ב-2013 במועצת הדבש, (מחקר שלא מתייחס ספציפית לכוורות שנסמכות על שטחים חקלאיים אלא לכלל הכוורות) נאמר שבישראל עלה ערך הייצור של הדבש מ-11.27 מיליון דולר (לפי ערך הדולר היום) בשנת 2001 ל-14.83 מיליון דולר בשנת 2011, עלייה של 32%. בשנת 2001 יוצרו בישראל 3,268 טון ואילו בשנת 2011 יוצרו 2,900 טון, אך הממוצע בעשור הראשון של שנות ה-2000 הוא כ-3,200 טון, עלייה של קרוב ל-30% לעומת ממוצע הייצור בשנות ה-90. מקור נוסף מראה שתורומת המערכות החקלאיות של ישראל לפוטנציאל יצור דבש ירדה ב-60% משנת 1970 לשנת 2009 (קוניאק וצבן, 2011), בעיקר עקב צמצום שטחי מערכות מטעי ההדרים. ענף דבורי הדבש נמצא כיום במצוקה בשל מחסור בשטחי מערכות אקולוגיות המסוגלות לספק דבש לדבורים (אתר מועצת הדבש, 2016). בפועל, ישראל מייבאת דבש של מאות עד אלף טון בשנה, בהתבסס על הסכמי סחר, בשל מחסור בדבש ואי עמידה בביקושי הצרכנים. בין 2011 עד 2015, מאז השיקה לראשונה חברת קנט את הביטוח לענף הדבש, פוצו מגדלי הדבורים בסכום של כ-1.7 מיליון ₪ בגין מחסור ביבול הדבש. מחסור זה נבע ממחסור בפריחה בעונת אביב, בשל אירועי מזג אוויר קיצוניים שפגעו בהיקף התוצרת (הפורטל לחקלאות טבע וסביבה, 2015) ולאור תמותה מוגברת של מושבות דבורים בישראל, כמו גם באזורים שונים בעולם, בשל פגיעה מצטברת של מזיקים, וירוסים וחומרי הדברה בשטחים החקלאיים (אפרת וחוב', 2007; Potts et al., 2010a).

2.1.4. אספקת ביומסה צמחית

2.1.4.1 כללי

2.1.4.1.1 מהות השרות

במערכת החקלאית מהות שירות זה היא כלל "תוצרי הלוואי הצמחיים" של המערכת החקלאית שאינם חלק משירות אספקת גידולים חקלאיים ואינם חלק משירות אספקת מרעית (שלפים וצוף לרעיית צאן, בקר ודבורים). כלומר הכוונה למה שנקרא בשפה החקלאית שארי גידול, פסולת חקלאית אורגנית ותוצרי לוואי צמחיים.

2.1.4.1.2 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

בהפקת השירות מעורבת כלל תכסית הצומח שנשארה בשטח החקלאי לאחר שהוציאו את המוצר החקלאי. כלומר חלקי הצמח אשר לא נסחרים בשוק כמזון, מספוא, פרחים, קוסמטיקה ולבוש ולא תחת רעייה. במערכת המטעים, הכוונה לגזם - מה שחותכים מהעץ במשך הזמן בכדי לטפל בו, שאריות הפרי מהשטח החקלאי ומבתי האריזה, והביומסה שנערמת לאחר שכורתים מטע שלם כל מספר שנים. במערכת הגד"ש והחממות הכוונה לכל מה שנשאר מהצמח לאחר הקציר של היבול, ושארייות פרי מבתי צמיחה/חממות והשטח החקלאי, ובדגנים מה שנשאר לאחר גיבוב הקש שנמכר למספוא, ואם יש רעייה בשטח - אז מה שנשאר לאחר שהעדר עזב את השטח (שלפים ושארייות נוספות). יש לציין, שלרוב היחס לתוצרי הלוואי במערכת החקלאית, הוא כמשהו שדורש פיתרון להפטר ממנו ובעבר היו עושים זאת בעיקר על ידי שריפה. אך בשנים האחרונות הגישה היא איך להפוך את תוצרי הלוואי ממטרד למשאב ולשירות אספקה שיתרום לרווחת האדם (גרינהוט וחוב', 2016).

2.1.4.2 מצב נוכחי

2.1.4.2.1 ממדי הפקת השרות

נכון ל-2016, תפוקת הביומסה של תוצרי הלוואי הצמחיים, מוערכת במיליון (985,000) טון חומר רטוב לשנה. אומדן זה איננו כולל את שאריות הקש למיניהם בגידולי השדה אשר גם הם מנוצלות למספוא, רפד לרפתות או מוצנעות בקרקע ומטייבות אותה בחומר אורגני. בנוסף חלק ניכר מעקירות המטעים מגיע להסקה ומנוצל שם – (קשה להעריך כמות) – חלקו גם מרוסק בשדה בדומה לגזם השנתי. עיקר החומר הלא מנוצל כיום הינו גזם חממות ופרחים (גרינהוט, 2018, תקשורת אישית). ביומסה זו היא איפוא בחזקת שרות אספקת עצה פוטנציאלי שלצריכתו תועלת כלכלית, ושעצם הוצאתו מהמערכת החקלאית מביאה תועלת במיתון ההשפעות החיצוניות של המערכת החקלאית על מערכות אחרות (גרינהוט וחוב', 2016). במחקר שנעשה ב-2009, בו נבדקה חלוקה של ממדי הפקת השירות על פי תתי המערכות השונות נמצא כי כמות הפסולת הגבוהה ביותר מיוצרת במטעים הן מגזם והן משאריות פרי (גרבר והדס, 2009) (טבלה 5).

טבלה 5: כמויות תוצרי הלוואי החקלאיים בענפים שונים והשימוש בהם (לקוח מתוך גרבר והדס, 2009; הערות על פי גרינהוט, 2018, תקשורת אישית).

זרם הפסולת	ענף חקלאי	כמות (טון לשנה)	אופן השימוש בשירות או הטיפול בתוצר הלוואי הקיים כיום	תועלות	המלצות
גזם	מטעים	397,471	מרוסק בשדה	חיפוי קרקע, ויסות סחיפת קרקע, שימור מים	
	גד"ש (ירקות ופרחים)	44,192	לשטה פתוח אין פתרון	לא בשימוש	
סה"כ גזם		441,663			
שאריות פרי בשטח	מטעים	107,923 *	נשאר בשדה		מרכז וריסוק בשדה
	גד"ש ירקות	67,613 *	נשאר בשדה		
סה"כ פרי		175,539 *			
סה"כ גדמים	מטעים	95,160 **	חלקו מפונה למפחמות	ייצור אנרגיה	ריסוק בשדה
שאריות צמחיות בבתי אריזה	מטעים	13,491	מפונה	הרוב למספוא	מאכל מקנה וקומפוסציה. אין פתרון לגלעינים.
	גד"ש וחממות (ירקות ופרחים)	34,626	חלקי מפונה	מספוא. מפרחים מפונה למזבלות.	מאכל מקנה וקומפוסציה
סה"כ שאריות בבית אריזה		48,117			
סה"כ ממדי הפקת השירות		760,000 ***			

* אומדן בלבד, הטעות עשויה להיות משמעותית, מדובר כנראה בכמות גדולה יותר (גרינהוט, 2018, תקשורת אישית)

** לפי אומדן שנעשה במשרד החקלאות מדובר בכ- 250,000 טון (גרינהוט, 2018, תקשורת אישית)

*** הערכה, בגלל מגבלות האומדנים

2.1.4.2.2 תועלות השרות

לאחר טיפול מתאים, תוצרי לוואי אלה יכולים לשמש את האדם עבור הזנת בע"ח, קומפוסט, חיפוי קרקע – עבור ויסות קרקע ומים וכיסות עשבים (לאחר טיפול בחיפוי שלא ייצור אילוח), השבה לאנרגיה וייצור פחמים מוסדר. הטיפולים המרכזיים האפשריים הם ריסוק הגזם והשאריות הצמחיות בתוך השטח החקלאי. ושימוש ברסק כחיפוי קרקע - פיזור החומר על האדמה בין שורות המטעים ובשטחי הגד"ש. כיום כמחצית מהפסולת החקלאית מטופלת ומהווה שירות עבור האדם, וכל השאר בעלי פוטנציאל שעדיין לא ממומש.

2.1.4.2.3 תרומת התועלות לרווחת האדם

תרומת התועלות היא בשמירת הלחות בתוך הקרקע וחיסכון במי השקיה, דיכוי עשבים והגנת הקרקע מפני טמפרטורות קיצוניות. ריסוק של גזם מטעים בשדה לאורך זמן משפר את פוריות הקרקע ומקטין סכנות סביבתיות של סחף. נמצא שהשימוש בגזם מרוסק כחיפוי קרקע יכול להביא לחיסכון של כ-5% במים, אך כל הנושא מורכב מאד, לרב ההשפעה תהיה ארוכת טווח ועלולים להיות לה גם השפעות שליליות של הפצת גורמי מחלה (גרינהוט וחוב', 2015). במערכת החממות, גזם בתי צמיחה לרוב מוצא מבתי הצמיחה. בחלק מהגידולים יש הצנעה של הגזם במערכות החקלאיות לשיפור איכות הקרקע, אך יש סכנה באילוח חוזר של החלקה בפגעים. במערכת הגד"ש ישנם גם שאריות הצמח אשר נשארות בשדה לאחר הקציר, גיבוב הקש והרעייה (אם יש). שאריות אלו נעות לרוב בין 2-15 ס"מ (שגיא וחוב', 2016). הכיסוי של הקרקע תורם להפחתת נפחי הגזם והתחתרות שכבת הקרקע העליונה אשר מכילה בתוכה זרעים וחומרי דישון. הדבר תורם לרווחת האדם בכך שהוא חוסך עלויות ובזבזו מי גשמים ואנרגיה (ירון, 2015). לטובת שיקולים של שימור הקרקע, מומלץ להשאיר חיפוי שלפנים של כ-30 ס"מ או 300 ק"ג לדונם, להפקת מיטבית של התרומות הללו (בונפיל וחוב', 2004), אך רוב חקלאי הגד"ש בישראל מעדיפים למכור את מירב הקש, עקב ערכו הגבוה בשוק, ולא להשאירו בשדה כחיפוי, ולכן השירות של שימור הקרקע מתקיים רק באופן מועט (שגיא וחוב' 2016), לעומתו, גדל שירות האספקה של הגידול.

מניתוח הנתונים עולה ששיעור הפסולת הלא מטופלת (כולל איסור פיזור זבל טרי), נאמד ביותר ממחצית הפסולת החקלאית. נעשו ניסיונות להעריך כלכלית את העלויות הקיימות והעלויות שתושלתנה על החקלאים עם יישום המדיניות. ההערכה היא שמהשימוש בשירות אספקת הביומאסה של תוצרי הלוואי של המערכת החקלאית והפיכתו ממפגע למשאב, תהיה תרומה לרווחה הכלכלית למשק הלאומי של מעל 350 מיליון ₪, לאחר שהופחתה עלות הטיפול שכבר קיימת ותוספת עלות עבור טיפול נוסף (גרינהוט וחוב', 2016). ב-2009 הוערך רווח של מעל 60 מיליון שקלים הנובע מפינוי למפחמות עבור גדמי עקירה (גרבר והדס, 2009). עם זאת, נמסר מאגף אגרואקולוגיה וגד"ש במשרד החקלאות שהנושא מאד מורכב בייחוד נושא הזבל, ושיפור זבל טרי עשוי אפילו להיות מועיל יותר מבחינת שירותי המערכת. עיקר הבעיה היא זיהום הריח והזבובים. כיום כמעט כל הזבל מגיע לשדות בין אם כקומפוסט או חומר בדרגות טיפול שונות ולכן השירות מתקיים ברובו (גרינהוט, משרד החקלאות, מידע בע"פ, 2018).

2.1.4.2.4 המשתמשים

המשתמשים הישירים בשירות הם החקלאים, מגדלי בע"ח והציבור. החקלאים נהנים מ: חיפוי קרקע ושיפור איכות הקרקע בעזרת פיזור הרסק בשדות ובמטעים ואולי אף תרומה בויסות עשבים בזכות החיפוי; מגדלי בע"ח יפיקו תועלת מהשימוש בשירות להזנת חיות המשק שלהם; וכלל הציבור הרוכש ומשתמש במוצרים אלו, ואף נהנה ממיתון ההשפעות החיצוניות הסביבתיות שמביאה האספקה של מוצרים אלה.

2.1.4.3. מגמות

2.1.4.3.1. מגמות בהפקת השרות

המגמה העיקרית בהפקת השרות היא השימוש בתוצרי הלוואי כשרות במקום כמפגע סביבתי. בנוסף, ניתן לראות מהנתונים שנאספו שמשנת 2009 עד 2015 גדלה כמות הביומסה החקלאית (תוצרי הלוואי הצמחיים) מ-760 אלף טון שמתוכם הכמות המטופלת היא כשליש (2009), למיליון טון, שמתוכם הכמות המטופלת היא כ-300 אלף טון (2016) (גרינהוט וחוב, 2016; וגרבר והדס, 2009). עם זאת, על פי אגף אגרואקולוגיה וגד"ש במשרד החקלאות, יש קושי באיסוף הנתונים, ויש הבדל שנובע מצורת החישוב של חומר יבש לעומת חומר רטוב. על כן המגמה העיקרית שניתן להעיד עליה היא בנושא גזם שנתי של מטעים – בעבר היו שורפים אותו והיום הרבה פחות בגלל רגולציה, אכיפה ולחץ ציבורי של התושבים (גרינהוט, משרד החקלאות, מידע בע"פ, 2018).

2.1.4.3.2. גורמים מחוללי שינוי, ותגובות

בישראל נחקקו חוקים אשר היוו תגובות לעודפי הפסולת החקלאית ולהשלכות של הטיפול בה (בעיקר הטמנה ושריפה). חוקים אלה תרמו להגברת השימוש בשרות לטובת האדם על ידי מחזור של תוצרי הלוואי הצמחיים מהשטחים החקלאיים והפיכתם למשאב. שני חוקים מרכזיים העוסקים בפסולת ובמחזור: חוק שמירת הניקיון, התשמ"ד – 1984 וחוק איסוף ופינוי פסולת למחזור, התשנ"ג – 1993. לא קיים חוק מתכלל הדן בסוגיית הטיפול בפסולת חקלאית. חוק איסוף ופינוי פסולת למחזור, התשנ"ג – 1993 מסמך רשויות מקומיות לקבוע בתחומן הסדרים לאיסוף פסולת למחזור. חוק התשס"ח – 2008 מטרתו של חוק זה להגן ולשמור על איכות נאותה של הסביבה ולשפרה, למנוע פגיעה בסביבה או בבריאות הציבור ולשלול את הכדאיות הכלכלית שבפגיעה בסביבה. גורם שינוי שמשפיע על הגברת השרות בשני העשורים האחרונים הוא העלייה במודעות הסביבתית למפגעים של הפסולת החקלאית והצורך בטיפול בהם בצורה שתהיה רווחית ויעילה עבור הסביבה. בתגובה לכך, נעשה שיתוף פעולה בין משרד החקלאות ופיתוח הכפר והמשרד להגנת הסביבה, בשיתוף עם מרכז המועצות האזוריות בישראל, התאחדות חקלאי ישראל והלמ"ס, במטרה לקדם מדיניות לניהול וטיפול בתוצרי הלוואי בחקלאות, ולהגביר את השרות. מטרת השיתוף הייתה לייצר מסד נתונים מקיף שיוביל לקביעת מדיניות משותפת להגדלת הניצול של פסולת חקלאית ולהפקת אנרגיה מתחדשת. כל זאת תוך שמירה על רווחיות ענפי הייצור החקלאיים השונים והכרה בתועלתם הציבורית (גרינהוט וחוב, 2016).

2.2. שירותי ויסות

2.2.1. ויסות סחיפת קרקע

2.2.1.1. כללי

2.2.1.1.1. מהות השרות

הקרקע היא מסה מפוררת של חלקיקי סלע המעורבים עם חומר אורגאני ומיקרואורגניזמים אשר יחד מתחזקים את הגידולים החקלאיים. היא פגיעה לסחיפה, בעיקר במים וגם ברוח. שרות ויסות סחיפת הקרקע ממתן את ההשפעה של מים ורוח ובכך מאפשר לקרקע להישאר במקומה ולתפקד כתשתית התומכת בתהליכים האקולוגיים המתרחשים בתוכה ומעצבים את פוריותה, וע"י כך לתרום לאספקת יבולי הגידולים החקלאיים.

שירות ויסות סחיפת קרקע מסופק ע"י תכסית הצומח שכוללת את הגידולים החקלאיים עצמם, צמחי חיפוי, כל מה שצומח במערכת החקלאית ושורשי הצמחים. תכסית הצומח סופגת ומקטינה את אנרגיית פגיעת טיפות הגשם על פני הקרקע ואת חשיפת הקרקע לרוח. גם כאשר נוצר נגר עילי, וזאת בתלות במימדי כיסוי הקרקע של הגידולים, במבנה הפיזי והכימי של הקרקע ובשיפועה, תכסית הצומח כולה עשויה להאט את מהירות זרימתו. הגידולים מהווים אפוא את רכיב המגוון הביולוגי העיקרי המבצע את השירות שממזיו תלויים לפיכך במבנהו הארכיטקטוני ובתכונותיהם הפיזיות של החלקים העל-והתת-אדמתיים של כל אחד ממיני הגידולים. הצמחים ושורשיהם שומרים על מבנה הקרקע ומקטינים משמעותית את סחיפתה (אשל ואגוזי, 2013).

ככל שאספקת שרות זה פוחתת ממדי הסחיפה ונזקיה גדלים. המים שאינם מחלחלים לקרקע גורמים בשלב הראשון לסחיפה משטחית בלבד, אך ככל שהשטח התורם והשיפוע גדלים, המים גורמים לחירוף ועירוף הקרקע. באירועי סחיפה קיצוניים, מבתרים ערוצים (שעומקם יכול להגיע לקומת אדם) את השדות החקלאיים מה שיכול להביא להסעת נפח קרקע בממדים של למעלה ממאות אלפי מ"ק באירוע בודד. סחיפת קרקע על ידי רוח גורמת לאובדן משאב אדמה-קרקע כתוצאה מהסרת החלקיקים הדקים (חרסיות לרוב) שמחזיקים נוטריינטים חיוניים לפוריות ויציבות הקרקע. כמו כן אבק שנפלט מקרקעות גורם לזיהום אוויר כתוצאה מעליה בריכוז החומר החלקיקי (PM) המרחף מעל לסף המקובל במונחים של איכות האוויר ובריאות האדם (Katra et al., 2014). תרומה רבה לאבק הגלובאלי ניתנת מקרקעות בהן מתקיימת פעילות אנושית (Tegen et al., 1996). הפחתה בעומק הקרקע כתוצאה מסחיפה ממים ורוח עלולה לפגוע בפוריות הקרקע וביבול כתוצאה מהפחתה בזמינות המים, שמביא לפגיעה בביטחון, בחומרי הזנה ובחומר האורגני בקרקע, ולירידה בעובי הקרקע. חשוב לציין, שהיחס בין הפחתה בעומק הקרקע לפגיעה ביבול אינו ליניארי וישנו סף התלוי בגידול, שבו הפגיעה משמעותית מאד (ירון, 2015). בנוסף, ישנו סחף אשר נגרם גם על ידי ההשקיה במערכת החקלאית אשר לא-דווקא סחף קרקע מוחשית אלא רק סחף שטח שממס נוטריינטים וסוחף אותם, ובכך נפגעת איכות הקרקע.

2.2.1.2. מצב נוכחי

2.2.1.2.1. מימדי אספקת השרות

מימדי האספקה של שרות זה תלויים באקלים (כמויות הגשמים, הרוחות ועוצמתם), ובממשק הטיפול בקרקע ובגידול: החל מהשיפוע, ממשק העיבוד, הכנסה או אי הכנסת רעייה, חיפוי, אופן הדישון והריסוס וכלה בבחירת הגידול. אין מידע כלל ארצי על התרומה היחסית של תכסית הגידולים למיתון אבדני הקרקע שנצפו והוערכו, אך ישנם מחקרים ספציפיים על התרומה של ממשקי עיבוד משמרי קרקע על הגברת השרות (כפי שנראה בהמשך).

רוב המחקרים שנעשו בנושא בישראל, בוחנים את ממדי הסחיפה ומאפשרים חישוב של סיכוני סחיפה, וזאת כאשר צפוי כי בנטרול הגורמים התורמים לממדי הסחיפה, ממדי שרות הוויסות יגדלו. אובדן קרקע ממוצע באמצעות סחיפת מים משדה חקלאי בארץ, מוערך לבין 1-2 ועד 4 מ"מ/שנה (יעקבי ואייזנקוט, 2013; אשל ואגוזי, 2013; זיידנברג, 2013). באירועי גשם קיצוניים (ששכיחותם הולכת ועולה כנראה עקב הביטוי המקומי של שינויי האקלים הגלובליים), אובדן הקרקע עלול להיות גבוה בהרבה. לדוגמא: באירוע בודד בעמק חרוד בשטחים אחדים נסחפו כ-4 מ"מ אדמה (זיידנברג, 2007), ובאזור השרון, בארבע השנים האחרונות נמדדו קצבים של כ-4-7 מ"מ לשנה בקרקעות החמרה (אשל ואגוזי, 2013). בחלקות ניסוי קטנות (5X2 מטר בשיפוע 45 מעלות) באתר חירייה (קרקע סייך חרסיתית חולית) נמדד קצב סחף שנתי של 4-7 מ"מ מקרקע חשופה (בן חור וחוב, 2011). בשטחים מעובדים אינטנסיביים באזור רמות מנשה (קרקע רנדזינה) נמצא שעובי הקרקע לאחר כ-50

שנה פחת ב-20 ס"מ, בקצב ממוצע של 4 מ"מ לשנה (זינברג, 2007). כ-91% מהשטחים החקלאיים במדינה נמצאים בסכנת סחיפה, 60% מהם בסכנת סחיפה חמורה או בינונית. כלומר, פוטנציאל סחף הקרקע השנתי מ-3.7 מיליון הדונם של שטחים החקלאיים שנמצאים בסכנת סחיפה (כ-16.4% משטח המדינה) הוא 12-16 מיליון מ"ק קרקע, שנעים מהשדות החקלאיים ישירות אל ערוצי הניקוז, הנחלים והים בשנה (אשל ואגוזי, 2013). המסקנה מכך היא שיש מעט ויסות של סחף קרקע חקלאית.

בחלוקה לתתי מערכות (גד"ש ומטעים): 76% משטחי המטעים נתונים בסכנת סחיפה בינונית ו-9% בסכנת סחיפה חמורה. לעומת זאת, בגידולי שדה, שטחים בסכנת סחיפה חמורה מהווים 42%, ו-20% נמצאים בסכנת סחיפה בינונית (אשל ואגוזי, 2013). לרוב, ויסות סחף הקרקע טוב יותר בשטחי המטעים מאשר בשטחי הגד"ש. הדבר נובע מכך שבמטעים הגידולים הם רב-שנתיים ולכן בעלי אחיזה רציפה וניכרת יותר בקרקע. בנוסף, במטעים יש יתרון לממדי הצמרות, העלווה, השורשים, ורציפות הכיסוי במרחב ובזמן, לעומת שטחי הגד"ש, בהם הגידולים עונתיים ובעלי אחיזה קטנה יותר בקרקע, מה שגורם לכך שבחלק מהשנה הקרקע נותרת חשופה וזמינה לסחיפה. עם זאת, מערכת המטעים גם היא בסיכון סחיפה עקב סוג הממשק החקלאי בגידול המטעים הכולל יצירת ערוגות וגדודיות (תלוליות נמוכות ומוארכות) שיוצרת טופוגרפיה המעודדת זרימה מרוכזת ומהירה של נגר וסחף. חשוב לציין כי כיום גדל השימוש בממשק חיפוי צמחי בתוך המטעים בנטיעות צעירות, אשר מפחית ואף מונע את התופעה ומגביר את שירות ויסות סחף הקרקע.

2.2.1.2.2 תועלות השרות

התועלות מהשירות עבור האדם מתבטאות בשמירת איכות וכמות הקרקע, שמירה על איכות מים ומיתון סופות חול ואבק. התועלות הללו תורמות לרווחת האדם בכמה דרכים. מבחינה כלכלית, השירות בעל ערך משני היבטים: שיפור ברווחיות הגידולים עקב השמירה על איכות וכמות הקרקע ובנוסף עלות הנזק הנמנע מסחף הקרקע. נזקים כגון: פגיעה מיידית בחלקה המעובדת שמחייבת את החקלאים לתקן את הערוגות/גדודיות, פגיעה בגידולים של שדות סמוכים, נזק מצטבר של פגיעה בפוריות הקרקע ואובדן הקרקע, הפחתה בכושר ההולכה של הנחלים בגלל הקרקע המושקעת, פגיעה בתעלות ניקוז בצדי דרכים, גשרים עיליים, מבנים, מעבירי מים ונחלים ועלויות ההשקעה בתשתיות למניעת הסחף (סבוראי וזיידנברג, 2011; אשל וחוב, 2014). תועלת נוספת היא שהפחתה של נגר וסחף, תמנע תופעה של מאגרים הנפרצים עקב מילוי סחף, נסתמים ומאבדים את נפח האגירה שלהם. למשל, בתוכנית האב של רשות הניקוז בשור-שקמה מפורטות ההשקעות הנדרשות על מנת לייצר תשתית למניעת סחף ולשיקום נזקים, כאשר העלות הממוצעת לדונם היא 1,341 ₪ (רשות ניקוז בשור-שקמה 2012 בתוך: רוזנטל ופוקס, 2015). במחקר שנערך במרחב שקמה על ידי מכון דש"א, הוערך על ידי חברת כיוון שבשיפור ויסות סחף הקרקע על ידי מעבר לממשק חקלאי משמר קרקע (אי פליחה), ערך עלות הנזק הנמנע תהיה 38 ₪ לדונם וערך השיפור ביבולים הוערך בכ-20 ₪ לדונם בהכנסות מהחיטה ועוד 6 ₪ לדונם בהכנסות מקש (רוזנטל ופוקס, 2015). בנוסף הפחתת הצורך בהוספת דישון כימי, תתרום באופן עקיף לבריאות הציבור, וימנע נזקים במערכות האקולוגיות סביב: כולל סתימת נחלים, נזקים לתשתיות ועוד (הדס וחוב, 2009). ויסות סחף מרוח גורם למיתון סופות חול ואבק הכוללות פליטות PM10 לאוויר ובכך מפחית את זיהום האוויר ולכך ערך בריאותי, כלכלי וגם אסתטי. בנוסף, יש תועלת עבור הגידולים, ויסות סחף מרוח ישפר את השמירה על החרסיות וחומרי ההזנה בקרקע החשובים להצלחתם (Tanner et al., 2016).

2.2.1.2.3 המשתמשים

הנהנים משרות זה הם ראשית כל החקלאים אשר נהנים מקרקע פורייה ויבולים איכותיים ורבים, לאחר מכן הגורמים שמטפלים בנזקי הסחף כגון: רשויות הניקוז, המועצות האזוריות, תא שימור קרקע במחוזות משרד החקלאות, והחקלאים. בנוסף, נהנים התושבים שגרים סביב השדות החקלאיים וכלל החברה הישראלית הנהנת מהמזון שגדל בשדות החקלאיים ומתיירת סביבם.

הגורם מחולל השינוי המרכזי בשירות ויסות סחיפת הקרקע הינו השינוי בשימושי הקרקע, כאשר מאז קום המדינה ניתן לזהות בתחום זה שתי מגמות עיקריות: צמיחתם של השטחים החקלאיים על חשבון הטבעיים, והמעבר מחקלאות אקסטנסיבית לאינטנסיבית. בעקבות עיבוד וחריש אינטנסיבי שמסירים את תכסית הצומח מהקרקע, התרחשו באופן מואץ תהליכי אבדן פיזי של אופקי הקרקע העליונים הפוריים וחיפית אופקי הקרקע התחתונים עד כדי חשיפת אבן וסלע התשתית. כפי שנבדק בסקר הקרקע הארצי במערכות החקלאיות במהלך השנים 1951-1952, ובהשוואה בין עובי הקרקע למדידות באותן יחידות מיפוי חמישים שנה מאוחר יותר, נמצאה שיש מגמה קבועה של פחיתה בעומק הקרקע בסדר גודל של 20 ס"מ בממוצע ובמקומות שעובי הקרקע המעובדת בהם היה רדוד, נחשפו סלעי התשתית, ושטחים יצאו ממעגל העיבוד (זיידנברג, 2013). ישנו גם מקרה שמעיד על כך שבמערכת המדברית המערכת החקלאית עזרה להגביר את השירות: בנגב ישנן לעיתים סופות מקומיות המורגשות בשטח מצומצם של האזור ומקורן בעיקר במדבר הנגב עצמו ובסביבה הקרובה. במיוחד מורגשות סופות אלה באזור חולות תלוצה שבצפון-מערב הנגב – אזור המשופע במשטחי חול נרחבים. בשנים האחרונות מצטמצם היקפה של התופעה בעקבות מספר פעולות ביניהם עיבוד שטחים חקלאיים נרחבים אשר מביאים להידוק הקרקע ולייצובה ובכך למניעת נזקי החולות (אופירה, 2000). בשנים האחרונות חל שיפור בויסות הסחף בחלק מהשטחים החקלאיים, בעקבות אימוץ של ממשקי עיבוד משמר. למשל, נמצא שיש שיפור ניכר במניעת הסחף עם ממשק חיפוי מלא של הקרקע – פחיתה של שני סדרי גודל בכמות הסחף לעומת בלי חיפוי. מספרים אלו נמצאים בהתאמה גם לנעשה בעולם (Eshel et al., 2015). ראו פירוט לגבי ממשקי עיבוד משמר בסעיף ה"תגובות" בהמשך.

מגמה נוספת שהשפיעה על השירות היא התרחבות המטעים על חשבון גידולי השדה: כיוון שבמטעים פוטנציאל הסחיפה הוא לרוב קטן יותר מאשר בגידולי שדה, שינוי זה עשוי לשפר את השירות. אך, גם זה בתלות בממשק המטעים (גדודיות, חיפוי) ובטופוגרפיה וסוג הקרקע (נושא זה לא נחקר בראייה כלל ארצית). מגמה נוספת אשר משפיעה על השירות היא התרחבות חקלאות השלחין לעומת הבעל עקב שיפור בזמינות המים שמגיעים ממפעל ההתפלה והשפד"ן: סוגי העיבודים ותכיפות העיבודים הנהוגים בגידולי שלחין תורמים לפירוק רגבים ולהרס מבנה הקרקע, דבר אשר בדרך כלל מגביר את סחיפתה. עם זאת באזורים על סף המדבר בשנות בצורת יש פוטנציאל גדול לסחף רוח משדות הבעל, יותר מאשר בחקלאות שלחין (כשם שקרה בשנות ה-30 ב"קצרת האבק בארה"ב"). גורם מחולל שינוי נוסף אשר משפיע על סחף הקרקע בשנים האחרונות הוא שינוי האקלים המשפיע על המשקעים וגורם לאירועי גשם עוצמתיים יותר המגבירים את סכנת הסחיפה ולכן חשיבות השירות ואימוץ ממשקים חקלאיים למניעתו אף עולה.

העלייה של הסיכון לסחיפת הקרקע בשטחים חקלאיים הובילה למספר תגובות, בעיקרן עידוד נקיטת ממשקים של 'עיבוד משמר' ופיתוח המחקר בשיטות אלה. הניסיון מלמד שאי-פליחה, כיסוי צמחי (חי או מת) והוספת חומר אורגאני, מביאים להגברת ויסות סחיפת הקרקע משדות מעובדים ועשויים להביא לעליה מסוימת ביבולים. שטחי גידולי השדה בהם מיושמים כיום פתרונות אלו הם בעיקר בשדות עמק יזרעאל ועמק חרוד, בנגב הצפוני ובמספר שדות נוספים (זיידנברג, 2013). במחקר שבחן שילוב של חיפוי צמחי בגידולי תפוז באזור השרון נמצא שהחיפוי מפחית את סחף הקרקע ב-95% ואת הנגר ביותר מ-60%. בנוסף, הוא תורם להפחתת עשבים רעים ובעל תועלת כלכלית לחקלאי (Eshel et al., 2015) (לפירוט על מחקר זה ראו קופסה). במחקר שבחן ממשקים חקלאיים המשלבים שיטות של עיבוד מופחת (reduced-tillage) או אפס-עיבוד (no-tillage) ורעייה מבוקרת (בעוצמה נמוכה) בשלפי השדה, נמצא שממשקים אלו יכולים להפחית משמעותית את פוטנציאל

הסחיפה ע"י הרוח (סחיפה איאולית) בטווח הקצר ודלדול ואובדן הקרקע בטווח הארוך (Tanner et al., 2016). במטעים נמצא שפעולות של זריעת צמחי כיסוי ופיזור גזם תורמים להפחתת הסחף. למשל, במחקר של בן חור וחוב' (2011) נמצא שחיפוי של רסק גזם מנע נגר וסחף בקרקעות בעלות תכולה שונה של חומר אורגני (מ-0.2% ל-2.7%) ובשימושי קרקע שונים (כגון שטחים חשופים במטע בעלי שיפוע מתון של כ-4%, ובסוללת עפר בעלת שיפוע חד של כ-45%). רסק הגזם מנע הרס תלכידים והיווצרות קרום הנובע מחבטת טיפות הגשם, הקטין את מהירות זרימת הנגר, לכד חלקיקים שניתקו מגוף הקרקע, וכתוצאה מכך מנע את הנגר ואת הסחף במהלך הגשם.

לאורך השנים הגיבו הרשויות בישראל לעליה בסחיפת הקרקע גם באמצעות כלי מדיניות שונים. בין כלים אלה נכללים בעיקר 'פקודת השיטפון וסחף הקרקע (מניעה)' מ-1941; המסמך 'מדיניות שימור-הקרקע ודרכי יישומה' (1988), שמטיל את האחריות לכך על האגף לשימור קרקע ומים במשרד החקלאות; החלטת הממשלה בדבר 'תכנית אסטרטגית לפיתוח בר-קיימא בישראל' (2003), המכילה התייחסות קונקרטית לנושא שימור הקרקע; ותחילת מתן תמיכות לחקלאים הנוקטים בממשק של עיבוד משמר, ועבור מיכון עיבוד משמר, מלווה בקורסים וימי עיון (2007) (אתר משרד החקלאות). יעקבי ואייזנקוט (2013) מעריכים שישנם כיום מעל 250,000 דונם של שטחים חקלאים בארץ שבהם מיישמים ממשקי עיבוד משמר בגד"ש (במטעים לא נעשתה הערכה). אף על פי כן, תהליך אימוץ ממשקים אלו עדיין איטי בשל חסמים בירוקרטים ומחקריים, חוסר מודעות ושמרנות אצל מקבלי ההחלטות (אגוזי ואשל, 2013; יעקבי ואייזנקוט, 2013; שגיא וחוב', 2016).

מקרה בוחן: גידולי כיסוי בתפוחי-אדמה כאמצעי לשימור קרקע, מים וסביבה / גיל אשל, רועי אגוזי, יעקב גולדווסר, אלעד חיות, הדר קוז'יקרו, ברוך רובין, ציון דר, יוסי קשתי, פנחס פיין, רונן אלבו ודפנה דיסני. ניר ותלם, אוגוסט 2014: 44-50.

במחקר על גידולי כיסוי בשטחי תפוחי-אדמה נמצא שניתן לגדל תפוחי-אדמה בממשק שימור קרקע ומים שעיקרו חיפוי הקרקע לפני עונת הגשמים בגידול כיסוי. כלומר נעשה שימוש ברכיב של המגוון הביולוגי שאינו גידול חקלאי אלא גידול למניעת סחף, עיקרו של הממשק הוא זריעת גידולי כיסוי לפני עונת הגשמים על ערוגות והנבטתו בהשקיה לפני עונת הגשמים. זריעת תפוחי-אדמה מתחת לגידולי כיסוי מתבצעת בעזרת מזרעה ייעודית והמתת גידולי כיסוי לפני הצצת תפוחי-אדמה באמצעות קוטל עשבים. מבין גידולי הכיסוי השונים נמצא כי שיבולת שועל, בדומה ליכולתו הטובה בדיכוי עשבים (חיות וחוב', 2014), הינו היעיל ביותר בחיפוי והגנה על פני הקרקע, כנראה בגלל קצב גידולו המהיר ומספר החיצים הרב שלו. השיבולת שועל כגידול כיסוי מספק חיפוי יעיל של פני הקרקע לפני עונת הגשמים, שומר על יכולת חידור הגשם לקרקע ובזאת מקטין באופן משמעותי את כמויות הנגר העילי ואת ספיקות השיא, ובכך מונע סחף קרקע והרס הערוגות והגדודיות. ההשלכות של יתרון זה יבואו לידי ביטוי במניעת נזק ישיר לדרכים חקלאיות, בהקטנת נזק מהצפות ושיטפונות של חלקות סמוכות, וכל זאת ללא פגיעה ביבול. התועלת לחקלאי מאימוץ ממשק גידול כיסוי נאמד בחיסכון של כ-3% מההוצאות השוטפות לדונם גידול תפוחי-אדמה. אומדן התועלת הישירה מגידול תפוחי-אדמה בממשק גידול כיסוי הינו 141 ש"ח לדונם לשנה. ההכנסה מהחלת ממשק גידול כיסוי בתפוחי-אדמה צפויה להיות אף גבוהה יותר כתוצאה מתועלות נוספות שלא נאמדו עדיין בשלב זה של המחקר, הן בייתור הצורך בהוספת קומפוסט (כ-100 ש"ח לדונם) והן בהפחתה בהיקף ההשקיות הטכניות בשלב ייצוב הקליפה בסוף הגידול. בד בבד עם התועלת הישירה לחקלאי מאימוץ נרחב של ממשק גידול כיסוי בתפוחי-אדמה, צומחת גם תועלת ישירה לחברה מהפחתת נזקי חקלאות לסביבה הקרובה, תוך שיפור של שירותי המערכת החקלאית, ובכללם שירותי ויסות סחף ואיכות המים והקרקע, האבקה ושמירה על המגוון הביולוגי.

2.2.2. ויסות מחלות ומזיקים בחקלאות (כולל עשבים רעים)

2.2.2.1. כללי

2.2.2.1.1. מהות השירות

ויסות מזיקים ומחלות במערכת החקלאית הוא היכולת לווסת את רמת הנזקים אשר נגרמים לגידולים חקלאיים ע"י גורמים ביוטיים, הכוללים מזיקים (בעיקר פרוקי רגליים וחולייתנים), ומחלות (פטיות, חיידקים ווירוסים), וזאת בעזרת מינים אחרים שנמצאים במערכת החקלאית. לגורמים אלה יכולת להשפיע באופן מהותי על רמת היבול החקלאי, ובהתאם לכך על רמת ביטחון ובטיחות המזון. ויסות מזיקים הוא רכיב מרכזי וקבוע בהליך הגידול החקלאי שלו עלות גבוהה והשפעות סביבתיות משמעותיות (מנדלסון, 2015). יש לציין שהמונח "מזיקים" נובע רק מנקודת מבט אנושית ורק באזורים שהותמרו על ידי האדם. המערכת החקלאית היא כזאת שהמינים של הגידולים הובאו אליה ואיתם או בעקבותיהם גם המזיקים והמחלות. לרוב, החקלאים מטפלים בבקרת המזיקים בשדותיהם באמצעות הדברה כימית ולא מאפשרים למגוון הביולוגי לספק את השירות, עם זאת, בשדות שבהם החקלאים לא מדברים באופן כימי ניתן לעיתים לראות את האספקה של שירות זה ובמידה ניכרת יותר כאשר נעשתה התערבות של הדברה ביולוגית.

2.2.2.1.2. רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השירות

הרכיבים המעורבים בהפקת השירות הינם חרקים או פרוקי רגליים אחרים כולל עכבישים ואקריות, עופות, יונקים ואחרים הצדים מיני מזיקים (המכונים אויבים טבעיים) ומסייעים בכך בבקרת הנזק האפשרי שמזיקים אלו עלולים לגרום לתוצרת. למעשה ישנן שלוש צורות בהן השירות ניתן במערכת החקלאית: 1. אויבים טבעיים שחיים בתוך המערכת החקלאית (למשל, אקריות טורפות באבוקדו ובתמרים); 2. אויבים טבעיים שמגיעים מהמערכות הטבעיות הסמוכות (למשל, תנשמות, בזים, פרוקי רגליים); 3. אויבים טבעיים שמובאים באופן מלאכותי בידי אדם (כמו הנמטודות הטורפות), מפוזרים במערכת ומתבססים בה באופן עצמאי. על אף ששירות בקרת מזיקים לרוב אינו מסופק על ידי המערכת החקלאית עצמה אלא על ידי מערכות בר סמוכות או רחוקות, המערכות החקלאיות, פעמים רבות, הן אלו שמתחזקות את המינים אשר מגיעים לתוכן לשיחור מזון. לכן, בשירות זה נסקור גם את היצורים המדברים שמגיעים במקור מהמערכות הצמודות או שהובאו מחוץ לארץ והתבססו במערכת החקלאית.

השיטה הרווחת להגברת שירות ויסות מזיקים במערכת החקלאית באמצעות מינים טורפים או טפילים או גורמי מחלה, ולא באמצעים כימיים או פיזיים, נקראת הדברה ביולוגית. השיטה כוללת שלושה סוגי פעולות: הראשונה הקלאסית כוללת **ייבוא**, פיזור חד-פעמי והתבססות עצמית: מביאים את האויב הטבעי מארץ המקור של המזיק. זאת משום שהמזיק, נהיה מזיק, רק כי אין לו בארץ אויבים טבעיים שיוסדו אותו. השנייה **שימור**: שימור ושיפור בית הגידול לאוכלוסייה המקומית של המועילים מהבר באמצעות תמרון הסביבה כך שתפעל לטובתם ובכך מעודדת אותם להישאר. למשל פשפש אנתוקור הפסילות *Anthocoris nemoralis* נודד במהלך השנה מהמערכת הטבעית למטעי אגס בצפון הארץ וחוזר חלילה, בהתאם לזמינות המזון המועדף אליו (Shaltiel and Coll, 2004), כמו גם מושיות. השלישית - **תגבור**: גידול המוני של האויבים ופיזורם (לפעמים יותר מפעם אחת): מגדלים במפעל את המועילים ומוסיפים אותם למערכת החקלאית, או מוסיפים אלמנט שיגרום ליותר מהמועילים להגיע כפי שקורה עם התנשמות (שטיינברג, 1993). באויבים טבעיים שגדלים במפעל משתמשים בעיקר **בתת המערכת** של בתי רשת והממות, עקב מחירם הגבוה. התחום המפותח והנלמד ביותר כיום של ויסות מזיקים ביולוגי הוא השימוש באויבים הטבעיים של מזיקים ממערכת פרוקי הרגליים, כגון חרקים ועכבישניים.

ישנם מחקרים המראים שיש יכולת, בשטחים מסוימים, למערכת החקלאית לויסות מזיקים טבעי, אך לרוב זה קורה בעזרת התערבות האדם לתגבור השירות. במחקר של פלבסקי וחוב' (2009) במטעי תמרים בערבה הדרומית נמצאו אויבים טבעיים מקבוצת האקריות הטורפות (*phytoseiids*) לאקרית הקורים של התמר (*Oligonychus afrasiaticus*). נמצאו שבעה מינים של אויבים טבעיים חלקם בצמרת עצי התמר וחלקם על העשבים שלרגלי העצים (Palevsky et al., 2009). במחקר של Lotan (2011) נמצא שאוכלוסיית *T. athiasae* היא מועמדת טובה להדברה ביולוגית של המזיק *O. afrasiaticus* בתמרים ושעל ידי הוספת אבקה כמזון אלטרנטיבי ניתן יהיה להגביר את ויסות המזיקים באמצעותה. בנוסף נמצא שבהפחתה של הדברה כימית במטעי התמרים ניתן יהיה להגביר את אוכלוסיית האויבים הטבעיים מסוג *phytoseiid* וכך לשפר את ויסות המזיקים במטע ללא התערבות האדם (Lotan, 2011). במחקר שנעשה במטרה להגביר ויסות מזיקים טבעי וביולוגי בעצי אבוקדו, נמצא שהאוכלוסיות הגדולות יותר של אויבים טבעיים מסוג *phytoseiid* נמצאו בעצי האבוקדו שהיו קרובים יותר לחלקות עשב רודוס (*Rhodes grass*) ובעצים אלו האוכלוסיות של המזיק 'אקרית האבוקדו' (*Persea mite*) היו קטנות יותר (Maoz et al., 2011). במחקר בהדרים נמצא שעם תוספת של אבקה פרחים מעשב רודוס (*Rhodes grass*) ניתן לגרום להגדלת אוכלוסיית האויב הטבעי מסוג *E. scutalis* שנמצא כיעיל בהפחתה של אוכלוסיית המזיק אקרית חלודה *Phyllocoptruta oleivora* (Maoz et al., 2014).

2.2.2.2 מצב נוכחי

2.2.2.2.1 ממדי הפקת השירות

לא נמצא מחקר שיעיד בדיוק על ממדי הפקת השירות בשטחים החקלאיים ברמה הארצית, אך מטה מפורטים המינים העיקריים שבהם משתמשים לתגבור השירות בגידולים שונים בשדות החקלאיים בישראל (באחת משלושת הצורות של הדברה ביולוגית שתוארו לעיל). כמו כן נמצא מידע על כך שבעונת 2006-2007 יושמה בארץ הדברה ביולוגית משולבת על יותר משליש מהשטח שעליו מגדלים תות שדה בארץ (על 2,000 דונם מתוך 5,200 דונם תות שדה) שרובו ליצוא וגדל באזור השרון. (בשיחה עם מדריך תות שדה ראשי ממשד החקלאות ב-2016 נאמר ש-90% משדות התות תחת הדברה ביולוגית (מקור: לירון אמדור). בנוסף יושמה הדברה ביולוגית על כמעט חצי משטחי הפלפל בבתי רשת שמגדלים בארץ (7,000 דונם מתוך 16,000 דונם) מטרתם ליצוא, וגדלים בעיקר בערבה התיכונה והצפונית (שטיינברג, 2013). בנוסף ניתן לציין שיש בארץ כ-1,773 דונם של גידולים אורגניים שבהם לא ניתן להשתמש בתרסיסים כימיים ובחלקם (לא ידוע בכמה) משתמשים בהדברה ביולוגית מסוגים שונים.

ישנם מספר אויבים טבעיים שאפשר לרכוש באופן מסחרי, ולכן יש מידע עליהם ועל השימוש בהם, חוץ מזה ישנם מחקרים רבים שנעשו על אויבים טבעיים שקיימים בשדות החקלאיים באופן טבעי, ואף המליצו להשתמש בהם להגברת השירות, אך לא ידוע אם חקלאים אכן משתמשים בהם.

2.2.2.2.2 פירוט האורגניזמים שמשמשים לבקרה ביולוגית שניתן לרכוש וידוע שיש בהם שימוש

האויבים הטבעיים הם ממספר קבוצות טקסונומיות: מקבוצת הדבוראים: יש 4 צרעות טפילות, מקבוצת העכבישאים: 2 אקריות טורפות, קבוצת הפשפשאים: שני פשפשים טורפים, מקבוצת החיפושיות: מושית אחת, ומקבוצת התולעים-נימיות: 3 מיני נמטודות. כל המינים הללו נאספו מהשדות החקלאיים בישראל, לכן גם מתבססים בהם, פרט למושית קריפטולמוס *Cryptolaemus montrouzieri* שהגיע מספרד, ולכן גם ההתבססות שלה בשדות נמוכה מאוד.

הצרעה הטפילית, צרעת אנגירוס *Anagyrus pseudococci*, הינה טפיל פנימי, בודד, של קמחית ההדר וקמחית הגפן. המושית הטורפת, מושית קריפטולמוס *Cryptolaemus montrouzieri*, שייכת למשפחת חיפושיות פרות משה רבנו וגם היא מין טורף

כללי של כנימות קמחיות. הדורות העוקבים של מושית הקריפטולמוס הם שיבצעו את ההדברה הביולוגית של הכנימות הקמחיות לטווח הארוך, שאותה הביאו מספרד והיא רק במקרים נדירים מתבססת בשדות. הצרעה הטפילית, צרעת אפידיוס *Aphidius colemani* הינה טפיל רב פונדקאי אשר תוקף מינים רבים של כנימות עלה וביניהם כנימת עלה הדלועיים וכנימת עלה האפרסק. צרעת אלגריקה הינה צרעה טפילית פנימית ממשפחת האנסירטידה (*Encyrtidae*) היא נמצאה יעילה בהדברה ביולוגית של קמחית הסולניים הידועה כמזיק קשה של הפלפל, טרגון וטבק. הצרעה הטפילית, צרעת דיגליפוס *Diglyphus isaea*, היא טפיל חיצוני של רימת זבוב המנהרות אשר ידוע כמזיק כלל עולמי של ירקות וגידולי-שדה כגון: עגבנייה, מלפפון, סלרי, גזר, תפוחי-אדמה, אספסת, אבטיח ומלון ומספר רב של פרחים. האקרית הטורפת *Phytoseiulus persimilis* שמקורה בדרום אמריקה, ואקרית סבירסקי *Amblyseius swirskii* משמשות אויב טבעי יעיל של אקריות קורים (מזיקי מפתח בטווח רחב של גידולי ירקות, פרחים, צמחי נוי ועצי פרי). אקרית הפרסימיליס הוא האויב הטבעי האולטימטיבי של האקרית האדומה המצויה. פעילותו על צמח עגבנייה הביאה לגידול מהיר יותר של אוכלוסיית הטורפת על הצמח, להדברה מהירה יותר ולהקטנת הנזק של האקרית האדומה לעגבנייה (שטיינברג, 2012). פשפש אוריאוס הפשפש הטורף מהמין *Orius laevigatus* שייך למשפחת *Anthocorida*. משנת 1991 משתמשים בעולם במיני אוריאוס שונים להדברת תריפסים ובמיוחד להדברה של תריפס קליפורני אשר נמצא על גידולי ירקות כגון: פלפל, תות שדה, מלון, מלפפון, חציל, שעועית, עגבנייה, וכן גידולי שדה, פרחים, מטעים, הדורים ומינים רבים של צמחי נוי.

פשפש נזידיוקוריס *N. tenuis* ידוע כאויב טבעי יעיל ביותר של טוטה אבסולוטה. בדגימות שנערכו, שכיחותו בשדות מסחריים נעה בין רמה נמוכה (ממוצע $\pm$ סטיית תקן) של 0.5 ± 0.06 פשפשים לצמח לשדה, לבין רמה גבוהה של 2.30 ± 0.04 פשפשים לצמח לשדה, בהתאם לשכיחות הריסוסים וסוג חומרי ההדברה בהם השתמשו בחלקות. בחלקה בה לא השתמשו כלל בתכשירי הדברה שכיחותו הגיעה גם ל-20 פרטים לצמח והושגה הדברה מלאה של המזיק ללא שימוש בתכשירי הדברה. בניסוי מעבדה נמצא שנקבה בודדת מסוגלת לטרוף כ- 32 ± 220 ביצים וזחלים בממוצע בשבוע ושהפשפש הינו טורף יעיל ביותר של המזיק מאחר ויעילותו עולה עם העליה בצפיפות הטרף. שימור אוכלוסיית המועילים מאפשר לשמור את אוכלוסיית המזיק מתחת לסף הנזק הכלכלי בשדות של עגבניות לתעשייה. בניסוי שנערך בשטחי עגבניות לתעשייה בחוות עדן נמצא שפיזורם יזומים של פשפש נזידיוקוריס במינן של פרט לצמח מיד אחרי השתילה הובילו להפחתה מובהקת בנזק לפירות במהלך העונה ולפרי נקי לחלוטין בקטיף בהשוואה לטיפול הביקורת המשקית (Shaltiel et al., 2015).

נמטודות מהמין *Steinernema Carpocapsae* יעילות לויסות חדקונית הדקל האדומה אשר הגיעה מדרום אסיה וב-15 השנים האחרונות נמצאת בכל אזור הים התיכון, בו הפכה למזיק משמעותי כלכלית לעצי הדקל. התפשטותה המהירה לא משאירה ספק לפוטנציאל הנזק למטעי הדקלים המסחריים ולעצים נוספים ממשפחת הדקלים.

פיזור של חרקים עקרים, אשר מווסתים דמוגרפית את אוכלוסיית הבר, ומקטינים אותה לאורך זמן, בשל הזדווגויות עקרות, נמצא בשימוש מזה 50 שנה. בפרדסי הבשור, בית שאן והגולן פוזרו זבובים עקרים בצפיפות גבוהה המגדילה את ההסתברות למפגש בין נקבה פורייה לעקר. כאשר הזבובים העקרים מזדווגים עם נקבות זכוכי הבר, הם מונעים את העמדת הדור הבא ומצליחים להביא להפחתה של אוכלוסיית הזבוב המזיק לאורך זמן. יעילה נגד זבוב פירות ים-תיכוני, זבוב חרר הבקר, עש התפוח, זחל רורד ועוד (יעקובי, 2012).

במחקר שבחן אויבים טבעיים הקיימים בשטחים החקלאיים נמצא שעכבישים ממשפחת הערסלניים בעלי יכולת להקטין במחצית את אוכלוסיית הכנימות *aphididae* שגדלות על צמחי הדגן במערכת האקולוגית המדברית. בעקבות מחקר שנעשה בדרום מציעים לחקלאים לרתום את העכבישים ובפרט אלו ממשפחת הערסלניים, כדי שיעשו את עבודת ההדברה "בהתנדבות" (Pluess et al., 2010; Birkhofer et al., 2008). עכבישים אלו כיום לא משווקים באופן מסחרי.

התנשמת והבז המצוי שמקורם במערכות טבעיות, יעילים בבקרת אוכלוסיית המכרסמים בשדה. התנשמת שכיחה מאוד בישראל ובמיוחד באזורים החקלאיים. התנשמת משתמשת בחללים לקינון ומחפשת מקומות קינון טבעיים או מעשה ידי האדם אשר יאפשרו לה מקום בטוח לרבייה, קינון והמשך מחזור החיים. על כן, הצבת תיבות קינון בשטחים חקלאיים. זוג תנשמות צד כ- 2,000 עד 6,000 מכרסמים בשנה אחת. לכן חשיבותם הגדולה כמדבירים ביולוגיים בחקלאות. לאחר התערבות ראשונית, נוצר מצב מתמשך אשר מצריך מן החקלאי תחזוקה מינימאלית של תיבות הקינון על מנת לשמור על הקיים ולבסס אוכלוסייה יציבה של מדבירים ביולוגיים בשטחיו (לשם וחוב', 2015). התנשמות והבזים הללו ניזונים מהשטח החקלאי ולא צריכים את שטחי הבר כל עוד יש מספיק מזון עבורם בשדה החקלאי. במקרים שיש חוסר, הם ירחיבו את תזונתם גם לעופות, יונקים אחרים, וזוחלים ויחפשו מזון גם בשטחי הבר (Tores et al., 2005). בפסקת המגמות מידע נוסף על התנשמות ויעילותן בויסות מזיקים לאורך השנים.

במחקר שחקר האם הכנסה של מין מסחרי של פשפש בוגר מהמין המדברי הנפוץ בערבה *Orius albidipennis* יקדיש פחות זמן לטריפה בנוכחות בוגרים ממין צפוני יותר *Orius laevigatus*, המגודל בארץ באופן מסחרי ומפוזר בחלקות פלפל בערבה. מצא שההשפעה הרעה נמשכת פרק זמן קצר, מיד עם הופעת מקור המזון, ובהמשך מצליחים הפרטים שנדחקו ממקור המזון להשלים את התזונה החסרה. לפיכך, לא נמצאה עדות לכך שכניסה של המין המדברי אל תוך מערכות חקלאיות שהמין המסחרי מפוזר בהן תביא לירידה ביעילות ויסות המזיקים בשל תחרות בין המינים. באופן דומה, לא נראה כי זליגה של המין המסחרי אל מחוץ לגידולים חקלאיים בערבה תגרום לדחיקה של המין המקומי בשטחים הטבעיים (שולדינר-הרפז וקול, 2013).

הבדלים בין תת המערכות: מצד אחד, במערכת הגד"ש, לרוב מכיוון שאינה מערכת יציבה בגלל התחלופה הגבוהה של גידולים חד עונתיים, אז גם האויבים הטבעיים לא נשארים בה זמן רב. לעומת זאת במערכת המטעים, מכיוון שהיא מערכת יותר יציבה, יש פוטנציאל שהאויבים הטבעיים יתבססו, אך זה בתלות בכמות הריסוסים. מצד שני בגד"ש יש כניסה מאוד מהירה של אויבים טבעיים למערכת אם לא פוגעים בהם ובמטעים נשירים יש תקופות שלמות שאין בהם אויבים טבעיים ואין התבססות שלהם וצריך לדאוג לגידולי חיפוי וצמחי בנק (ראובני, 2014; Maoz et al., 2011, 2014).

באבוקדו למשל, לא מרססים הרבה ולכן יש אויבים טבעיים שמתבססים לעומת זאת בתפוחים ובאגסים, שמרססים אותם הרבה, אז האויבים הטבעיים לא מתבססים. אקרויות באבוקדו נמצאות כל השנה שם, ומוסדות מזיקים, אך גם הן במקור הגיעו מן הבר. כיום עושים ניסויים על דרכים לתגבר אותם באמצעות גידולי כיסוי ו/או אספקת מזון ייעודי/ייחודי (Lotan, 2011; Maoz et al. 2014). במערכת המטעים וגידולים רב שנתיים של הדורים, סובטרופים ונשירים ניתן להשתמש בהדברה ביולוגית הקלאסית לויסות של כנימות מגן, כנימות עש, קמחיות בפרדס ואבוקדו. לעומת זאת במערכת הגד"ש יש צורך לרוב בהדברה תגבורית או מסחרית ותועדו הצלחות בעיקר בפלפל-מבנים, תות-שדה, ואבטיח (שטיינברג, 2013).

2.2.2.2.3 התועלות

התועלות עבור האדם אשר נובעות משירות זה מקבלות ביטוי במיתון הפצה והתפרצות של מחלות ומזיקים של גידולים ובעיקר להוות תחליף לריסוסים הכימיים אשר עלולים ליצור: עמידות של המזיק לחומרי ההדברה, התפרצויות של מזיקים משניים, וזיהום הסביבה ופגיעה בבריאות האדם.

2.2.2.2.4 תרומת התועלות לרווחת האדם

כלכלית יש חיסכון עבור החקלאי במידה ויש ויסות מזיקים טבעי, הוא חוסך על קניית חומרי הדברה כימיים. למשל בדוקטורט של יואב מוטרו על מיזם התנשמות נמצא שהשימוש בתנשמות, חוסך בעלויות ומשפר את היכולת ב-30.2%, ולכך רווח כלכלי עבור החקלאי של \$31.13 לדונם לקציר, \$102 לדונם בשנה (מוטרו, 2010). בריאותית - מניעת מקרי הרעלה בשימוש

בחומרי ההדברה באדם ובחיות בר, פחות כימיקלים מסוכנים בקרקעות, במים, בצמחים ובאוויר, ופחות הוצאות בריאותיות לטיפול בתחלואות של הנחשפים לחומרי ההדברה.

2.2.2.2.5 המשתמשים

המשתמשים בשרות הם החקלאים אשר חוסכים בהוצאות על קוטלי מזיקים כימיים, אנשי ההדברה הביולוגית שמפתחים ומגדלים את התחליפים, הצרכנים בארץ ובחו"ל שאוכלים את הגידולים החקלאיים ללא חומרי הדברה כימיים, ואלו שגרים ומשתמשים במערכות האקולוגיות הסמוכות למערכת האגרו-אקולוגית.

2.2.2.3 מגמות

2.2.2.3.1 מגמות באספקת השירות

המגמה הכללית של השירות ויסות מזיקים על ידי המערכת האקולוגית מקום המדינה בירידה, עם האינטנסיפיקציה של החקלאות והשימוש בריסוסים כימיים, אך שיטות ההדברה הביולוגית, שמתפתחות בעשורים האחרונים, תורמות להגברת השירות. המקרה הראשון של ויסות מזיקים בקנה מידה גדול בשדות חקלאיים בארץ, על ידי מינים אחרים, היה קשור בכנימות. בתחילת העשור השני של המאה ה-20, הובאה לארץ מושית רודוליה (שהוזמנה במשלוח מאיטליה) בכדי לווסת את הכנימה איצריית ההדרים (אשר מגיעה מאוסטרליה במקור, ועשתה נזקים גדולים לפרדסים בקליפורניה והגיע גם לארץ), ובזכותן סכנת הכנימות על פרדסי ארץ-ישראל חלפה. ב"ספר החרקים לחקלאי" של ש. בודנהיימר וצ. קליין משנת 1935 מסופר על איסוף איצריית ההדרים לשם גידול המושית ופיזור הבוגרים בפרדסי חדרה לצורך הדברת הכנימה (סבירסקי וחוב', 2002).

דוגמא נוספת למגמות באספקת השירות היא מסדרת המכרסמים - קבוצה דומיננטית של מזיקים המכילה בתוכה מספר גדול של סוגי מזיקים לחקלאות. נתוני מחקרים בינלאומיים מעריכים את הנזק השנתי שגורמים מכרסמים בכ- 35% מכלל התוצרת החקלאית העולמית. גם בעבר, היה קושי למערכת החקלאית לווסת אותם באמצעות המגוון הביולוגי, והפתרונות היו ציד, לכידה והרעלה, אך עם השנים נוצרה התנגדות לציד ולכידה ומרבית חומרי הרעל הותשו (המכרסמים פיתוח עמידות אליהם). בישראל ישנו היום, רק חומר כימי אחד שמותר לשימוש בשדות ובמטעים כנגד מכרסמים, רוש-80. כתגובה לבעיית ויסות המכרסמים, החל להתפתח הרעיון של שימוש בתנשמות להדברה ביולוגית. ניסויים בנושא החלו ב-1983 בשדה אליהו ובשנת 2000 הורחב הרעיון לשדות קיבוצים נוספים בעמק בית שאן, וגם לניסיון בשימוש בבזים מצויים להדברה ביולוגית. ב-2002 התקיים סמינר משותף עם חקלאים ירדנים ופולטינאים, ב-2008 החל פרויקט לאומי והמיזם התרחב לשאר חלקי הארץ ונוספו תיבות קינון בגולן, בעמק החולה, בגליל, בנגב המערבי, באזור לכיש, בעמק יזרעאל ובאזור השרון והמגמה בעלייה מתמדת. מאז שהחל המיזם להצבת תיבות קינון ניתן לראות שמ-2007 ועד 2015 ירדה הכמות של רוש-80 מאושר בישראל מ-90 אלף ל-15 אלף ק"ג וכמות הנברנים בסקר המכרסמים הארצי⁹ ירדה ממוצע של כ-6 נברנים לדונם ל-2 נברנים לדונם, וכמות העכברים ירדה גם, אך באופן פחות גורף, ממוצע של קצת מעל 2 לדונם לקצת מתחת ל-2 לדונם. אוכלוסיות התנשמות בשטח החקלאי הינן יציבות, תנשמות אומנם, אינן יכולות למנוע את השיאים בגודל אוכלוסיות המכרסמים אך נוכחותן בשדות חקלאיים מפעילה לחץ טריפה קבוע על המכרסמים ומתבטאת ברמות נמוכות יותר של מכרסמים הן בשנים רגילות והן בשנות שיא (לשם וחוב', 2015). למשל, לחץ הטריפה של התנשמות בשדות אספסת הגדיל את היבול ב-3.6% (מוטרו וחוב', 2013). מקרה זה מהווה דוגמה לכך שהאדם מחולל שינוי שמגביר את שירות וייסות מזיקים שנותנות התנשמות לאדם. ניהול ראוי של אוכלוסיות חיות הבר יכול לרתום את הפוטנציאל של המגוון הביולוגי לטובת אספקה של שירות ויסות מזיקים.

⁹ בסקר נכללו תשעה אזורים בארץ: עמק החולה, עמק יזרעאל, עמק עכו, עמק בית שאן, עמק חרוד, עמק חפר ומגזר ערבי, לכיש, נגב צפוני ונגב מערבי. בכל אזור נבדקו שמונה שדות.

הגורמים העיקריים שגרמו להפחתת שירות ויסות מזיקים בשדות החקלאים בישראל הם קודם כל האינטנסיפיקציה של החקלאות המודרנית והכניסה של חומרי הדברה כימיים אשר השפיעו על בקרת המזיקים הטבעית של המערכת האקולוגית כי היא הורגת את המזיקים ואת האויבים הטבעיים גם יחד. בנוסף, ממשקים חקלאיים כגון פליחה אינטנסיבית של הקרקע, גם הם פוגעים בחקרים מועילים ובאויבים טבעיים.

הקושי בהגברת שירות ויסות מזיקים על ידי המגוון הביולוגי הוא שבכדי להסתמך על האויבים הטבעיים צריך להפסיק את השימוש בחומרי ההדברה ורוב החקלאים חוששים מלעשות זאת. לכן אין בארץ הרבה גידולים שאין בהם בעיות מזיקים. קושי נוסף הוא שגם בחקלאות האורגנית, משתמשים בתחליפים טכנולוגיים שמעריבים גם הדברה ביולוגית (בע"ח שמקורם ממערכות אחרות) וגם הדברה כימית (תחליף טכנולוגי). הבעיה היא שהתחליפים הטכנולוגיים האלו מווסתים יותר טוב מהמערכת הטבעית ובכך גם פוגעים במווסתים הטבעיים עצמם ולכן המערכת החקלאית נעשית הרבה יותר תלויה בטכנולוגיה מאשר באויבים הטבעיים.

כפי שצוין לעיל, בשנים האחרונות שירות ויסות מזיקים במערכות חקלאיות הולך ופוחת, ההתפרצויות של מזיקים מתרבות, והפתרונות הרווחים של ויסותם באמצעים כימיים יקרים ויוצרים נזק סביבתי ובריאותי, בעיית עמידות ולא יעילים עם הזמן. כתגובה, מחקרים וחברות מנסים למצוא דרכים להגביר את השירות. זאת באמצעות פיתוח תחום ההדברה הביולוגית, הדברה ביולוגית משולבת, וממשקים חקלאיים לשיפור השירות. מועצת הצמחים, חברות היצוא וכן משרד החקלאות תומכים כלכלית במגמה להגדיל משמעותית את השטחים המטופלים בטכנולוגית הדברה ביולוגית ובכך לתת מענה לדרישות השוק (יצוא ומקומי) בדבר הפחתת השימוש בחומרי הדברה בתוצרת החקלאית הטרייה ([שטיינברג, 2010](#)).

להלן מספר דוגמאות למחקרים שבחנו פעולות אשר יכולות לשמש להגברת השירות. במחקר במטעי רימון נמצא שגיוון הצומח בשולי מטעים יכול לשמש כאסטרטגיה לשימור מגוון אויבים טבעיים של מזיקים חקלאיים (כגון מיני פרפראים). גיוון הצומח בבתי גידול חקלאיים עשוי לספק לפרזיטואידים משאבים נוספים, שיתמכו באוכלוסיות שלהם בסמיכות לגידול החקלאי. משאבים אלה כוללים צוף ואבקה הנצרכים על ידי הנקבות הבוגרות, פונדקאים חליפיים עבור הלווית, ותנאים אביוטיים נוחים עבור כל שלבי החיים. התוצאות מלמדות על זמינות גבוהה של פרזיטואידים בכלל, ושל טפילי פרפראים בפרט, בעשביה שבשולי המטעים ובתוכם. אלה עשויים לתרום לבקרת עשבים מזיקים בתוך המטעים (קיסר והררי, 2015).

במחקר נוסף נמצא שנערך בכרמים באזור זכרון יעקב שגידול צמחי כיסוי פורחים בשולי כרמים תורמים לשימור מגוון פרזיטואידים כאויבים טבעיים. להדברה ביולוגית של הכנימה הקמחית של הגפן שהוא מזיק מפתח בכרמים בנוסף לשירותי מערכת אקולוגית נוספים כגון אסתטיקה, האבקה, שימור מים ועוד. צמחים אלו מגדילים את מגוון הפרזיטואידים והטורפים בכך שהם מספקים צוף ואבקה בפרחים כתוספת מזון, בית גידול מוצל ולח, בית גידול חליפי בין עונות חקלאיות ומסדרון אקולוגי לחדירה למרכז החלקה. (קיסר וחוב', 2013). במחקר אחר שבחן דרכים להפחתה בנזקי פסילת האגס בעזרת הדברה משולבת, במטעי אגס, נמצא שצפיפות האויבים הטבעיים גבוהה יותר בשוליים מאשר במרכז המטע בתלות בממשק ההדברה, (שאלתיאל-הרפז וחוב', 1999).

כתגובה לשימוש ברעלים המזיקים לחקלאות, חוץ מהמחקרים שתוארו לעיל, הוקמו גם מיזמים שונים להגביר את ויסות המזיקים ללא שימוש בכימיקליים. אחד מהם הוא המיזם לשימוש בתנשמות ובזים כמדבירים ביולוגיים. אשר החל בקיבוץ שדה אליהו בשנת 1983, התרחב לכל עמק בית שאן ומשנת 2008 הפך למיזם הלאומי לשימוש בתנשמות ובזים כמדבירים ביולוגיים בחקלאות, בו לוקחים חלק שלושה משרדים ממשלתיים (החקלאות ופיתוח הכפר, הגנת הסביבה ושר"פ אזורי) עם

החברה להגנת הטבע "קרן הדוכיפת", אוניברסיטת תל אביב, אוניברסיטת חיפה, אוניברסיטת לוזאן וקרנות כמו EU קרן הנס זיידל, USAID ואחרות.

מיזם נוסף: חקלאות ידידותית יותר לסביבה - פרויקט יישומי של הדברה משולבת בעמק החולה, אשר מטרתו הפחתת השימוש בתכשירי הדברה רעילים לאדם ולחי על-ידי פיתוח ממשק של הדברה משולבת שיהיה ידידותי יותר לסביבה בכל הענפים החקלאיים בעמק החולה. המיזם העלה את כמות האויבים הטבעיים בפרדסי המיזם כמעט פי שניים. נמצא שבשילוב של חינוך, התארגנות אזורית, שיתוף מדריכים ופקחים, ידע מדעי ואמצעים ידידותיים לסביבה, ניתן להפחית בצורה משמעותית את השימוש בזרחנים אורגניים ובקרבמטים מבלי לפגוע באיכות היבול וליישם הלכה למעשה הדברה משולבת בקנה מידה אזורי. לפיכך, בשנת 2012 הוגדל היקף הפעילות לסדר גודל של כ-10,000 דונם (שאלתיאל-הרפז וחוב', 2013). בעזרת הרחבת מיזמים ומחקרים כפי שתוארו לעיל, לאזורים נוספים בארץ ניתן יהיה להגביר את שירות ויסות מזיקים במערכות החקלאיות לשיפור רווחת האדם.

2.2.2.4. ויסות עשבים'רעים

אחד מהסוגים של ויסות מזיקים שלא התייחסנו אליו לעיל הוא המקרה בו המזיקים הם עשבים. במערכת החקלאית, עשבים 'רעים' מוגדרים כצמחים לא רצויים שגדלים פרא בין הצמחים החקלאיים ומפריעים לגידולם. השאיפה היא שהמערכת תוכל לווסת את התפתחותם. לשם כך, הדרך המקובלת להגברת השירות בקרב החקלאים, כאשר לא משתמשים באמצעים כימיים, היא באמצעות מחזור זרעים. בנוסף, בשנים האחרונות, חוקרים מתארים מספר שיטות נוספות, וישנם חקלאים שמתחילים ליישם אותם. במטעים ניתן לווסת עשבים בעזרת גידולי חיפוי, העשבייה המקומית גדלה, ואז יש דיכוי של עשבייה 'רעה' ועידוד אויבים טבעיים, כפי שנמצא בניסוי בגידולי תפוח-אדמה (בתוך: Eshel et al., 2015) משרד החקלאות יזם פרויקט שמציע לחקלאים לאמץ חמורים לשטחי המטעים שברשותם. כפי שהם מציינים הרווח הוא כפול החמור נהנה מעשב ורעייה חופשית והחקלאי נהנה מויסות עשבייה מיותרת בשטח המטע, וחוסך שימוש בחומרי הדברה למיגורו או הוצאות כיסוח (מילדנברג, 2013). בנוסף ישנם מטעים של חקלאות אורגנית בהם משתמשים גם בעדרי כבשים לויסות העשבים בין שורות מטעי המג'הול (אתר תמר הזהב). במערכת הגד"ש אחת השיטות שעוזרות לויסות עשבים ובמיוחד לשימור קרקע היא חיפוי שלפלים/קש אשר יוצרים הצללה ובכך מונעים נביטה (בונפיל וחוב', 2004).

2.2.3. ויסות אקלים מקומי

2.2.3.1. כללי

2.2.3.1.1. מהות השרות, רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בו, ומנגנון הפקתו

המבנה והתפקוד של הגידולים במערכת החקלאית עשויים להשפיע על תכונות האקלים המקומי. הצמחייה יוצרת הצללה, ממתנת טמפרטורות, ומשפיעה על תנועת האוויר והלחות בסמוך אליה. השירות מופק ממספר מנגנונים. **המנגנון** שאחראי להפקת הלחות הוא האופוטרנספרציה – אידי מים מהקרקע ומהעלווה. כאשר הפיוניות פתוחות, הנידוף החוצה גורם ללחות באוויר ובכך מעלה את הלחות.

הרכיב של המגוון הביולוגי שמאפשר את השירות הוא הביומאסה הצמחית, וככל שהיא גדלה גדל השירות. על פי ד"ר ליאורה שאלתיאל (בע"פ), אידי מים מהקרקע ומהעלווה נעשה גם על ידי הביומאסה במערכות הגד"ש וגם במערכות המטעים אך במערכת האקולוגית של המטעים השירות מוגבר, ובמטעים ירוקי עד אף יותר, מאשר בנשירים. זאת, גם מבחינת מספר החודשים בשנה

שבהם יש צימוח וגם מבחינת כמות הביומאסה שיותר גדולה במטעים. בנוסף, רק למטעים יש את היכולת ליצור הצללה ומיתון של עוצמות הרוח עבור האדם שהם תועלות נוספות של השרות ויסות אקלים מקומי.

מנגנון נוסף, הוא האלבדו - שיעור החזר קרינת השמש משטח או גוף. ככל שהאלבדו נמוך יותר שיעור הקרינה הנבלעת בפני כדור הארץ גדול יותר. מפני השטח נפלטת קרינת חום בכמות גדולה יותר, ואז פני השטח והאטמוספירה שמעליהם מתחממים יותר. גם כאן הרכיב של המגוון הביולוגי שמאפשר את השירות הוא הביומאסה הצמחית. ככל שיש יותר לחות, הביומאסה גדלה, הגוון הכללי של פני השטח כהה יותר, ובכך ויסות אקלים מקומי גדל, לכיוון של התחממות של הסביבה הקרובה לצומח.

מנגנון נוסף שקיים הוא ויסות הרוח במערכת החקלאית (Kotzen, 2003). בחלק משטחים החקלאים בארץ מגבירים את השירות על ידי שימוש במחסומי רוח (windbreak) שתילת עצים כגון אשלים, או ברושים מסביב למערכת החקלאית בכדי להגן עליה מרוח, סופות ואבק, כפי שניתן לראות מנסיונם של חקלאי משואות יצחק (בן דוב, 2006) ומקווה ישראל (עין גיל וחוב' 2004). במחקרים מהעולם נמצא שהגדרות החיות ממתנות את הרוחות והאקלים ובנוסף מווסתות סחף מרוח ומים, יוצרות בית גידול לחיות בר, תורמות למאזן גזי החממה ומטפחות את המגוון הביולוגי ואת הנוף (Brandle et al., 2004). במחקר של Kotzen (2003) על ויסות אקלים מקומי (ליצירת אקלים נוח יותר), בעזרת עצים מקומיים בצפון הנגב נמצא שהמנגנון הכי יעיל מאלו שתוארו הוא השינוי בקרינה מהשמש ומהקרינה שנפלטת מהקרקע באמצעות יצירת צל.

2.2.3.2 מצב נוכחי

2.2.3.2.1 ממדי הפקת השרות

מחקרים מעטים מדדו את ממדי הפקת השרות במערכות החקלאיות בארץ, להלן דוגמאות בודדות משטחים חקלאיים וכמה דוגמאות מפארקים עירוניים שמהם ניתן להשליך גם על המערכת החקלאית. תוצאות של מחקר על ויסות אקלים, שנעשה במטע אבוקדו, מראה הבדלים בין הטמפרטורה של מטע סגור למטע פתוח לטמפרטורה בתחנה מטרולוגית ליד המטע של בין 1 ל- 2.5 מעלות בטמפרטורה האוויר, ובין 1-2 מעלות בטמפרטורת הקרקע בעומק 30 ס"מ, ומדגיש שגם להבדלים קטנים שכאלו יש השפעה גדולה על היבול (Zamet, 1998). במערכת המדברית, כגון הבקעה והערבה ישנם מטעי תמרים שמספקים צל, והפוגה מעומס החום עבור התושבים, תיירים ובעלי חיים.

ממחקרים שונים שנעשו באזורים עירוניים, ניתן ללמוד על אפקט הקירור של צמחייה. למשל בפארקים עירוניים יש הפחתה של הטמפרטורה בטווח של עד כ-4 מעלות צלזיוס בהשוואה לאזור מבונה (גינזבורג, 2014; ביתן חוב', 2005). במחקר של פוצ'טר וחוב' (2012) שנעשה בעיר באר שבע נמצא שלצומח במערכת האקולוגית המדברית יש פוטנציאל למיתון הטמפרטורה ב-2-3 מעלות צלזיוס ולהפחית את עומס החום עד כ-18 מעלות צלזיוס¹⁰. כמו כן, הם הראו שלעצים יש יכולות ויסות של כ-2 מעלות, לעומת הדשא (שמגביל לגד"ש מבחינה זו) שבעל יכולת להפחית ב-1.4 מעלות (פוצ'טר וחוב', 2012).

מחקר נוסף שממנו ניתן ללמוד על הפוטנציאל של מטעים במדבר ליצירת מיקרו-אקלים, נעשה על השפעתם של עצים מקומיים בצפון הנגב על מיקרו-אקלים. נמצא שהעצים בעלי יכולת ליצור מיקרו אקלים נעים יותר עבור בני האדם, ונוח עבור חיות הבר. נמצא שהעצים המקומיים שנחקרו, מווסתים את קרינת השמש ב-45% כלומר קרינת השמש הממוצעת מתחת לעצים הופחתה ב-337 m²/w לעומת הקרינה מחוץ לאזור העץ, שהם מווסתים את טמפרטורת הקרקע בממוצע ב-9 מעלות, ומפחיתים את הקרינה מהקרקע ב-85 m²/w. בנוסף, נמצא שהעצים מווסתים את הבהוק, מה שנותן תחושה נעימה יותר עבור האדם, ושעצים עם צמרות רחבות יעילות יותר בהפקת השרות מאלו עם צמרות גבוהות (Kotzen, 2003).

¹⁰ לפי מדד הטמפרטורה הפיזיולוגית השקולה (PET - Physiological Equivalent Temperature) המשלב בין התנאים הסביבתיים האובייקטיביים לבין משוואת האיוון הסובייקטיבית של האדם (פוצ'טר וחוב', 2012).

ממחקרים בנושא האלבדו בשטחים חקלאיים בין תת מערכות אקולוגיות שונות, נמצא שמטעים מוערכים לפלוט קרינת חום בין 10-20% ושדות גד"ש בין 15-25% (פלכסר וחוב', 2010). האלבדו יציב יותר במערכת המטעים, בהשוואה למערכת הגד"ש - שעשויה להיות חשופה ללא צומח, לאחר הקציר. ההשקיה במערכת החקלאית (גד"ש שלחין ובמטעים) מגדילה את השירות (ויוצרת יותר לחות, דיות וצל) מכיוון שהיא מגבירה את הלחות והצמיחה, לעומת המערכות הטבעיות. זאת במיוחד במערכת האקולוגית המדברית (פלכסר וחוב', 2010).

2.2.3.2.2 תועלות, תרומתן לרווחת האדם ומשתמשים

כאמור, התועלות של השרות עבור האדם הן וויסות החום, הוספת לחות לאוויר, ואספקת צל. כל אלו עשויים לתרום לרווחת האדם בכך שהם מאפשרים: (1) תנאי מיקרו-אקלים עבור הגידולים החקלאיים ומכך עבור תזונת האדם, הבדלים קטנים בטמפרטורה של הקרקע למשל יכולים ליצור הבדלים גדולים מאוד ביבול. Zamet (1998) השווה בין יבול של אבוקדו בטמפרטורה שונה של הקרקע ומצא שהייתה עליה של 3.5 טון ביבול כאשר טמפרטורת הקרקע הייתה 5 מעלות יותר בעומק 30 ס"מ.

תרומה נוספת לרווחת האדם היא (2) תחושה ואווירה נעימה יותר והפוגה מעומס החום וקרינת השמש עבור הרווחה הנפשית, הבריאותית והחברתית של האדם המטייל או עובד בשטחים החקלאיים. למשל, השירות מאפשר הנאה מפיקניקים תחת צל המטעים בחודשים החמים, והליכות בשדות החקלאיים. במחקר של בלכר ובלכר (2010) ניתן לראות שבמטעי התמרים באזורים צחיחים אשר יוצרים בית גידול בעל לחות גבוה בקרקע, במידה ונמנעים בהם מהדברת עשבים אינסנסיבית, הם משמשים כבתי גידול בעלי ערך רב לשימור מגוון צמחי הבר. המשתמשים בשירות הם החקלאים, הצרכנים של הגידולים החקלאיים ששופרו עקב ויסות האקלים, והמטיילים בשטחים החקלאיים הנהנים מהצל והמגוון הבוטאני. התייחסות נוספת לשימושי האדם במיקרו האקלים במטעים ניתן לראות בפרק שירותי התרבות (סעיף 2.3.1.2).

2.2.3.3 מגמות

2.2.3.3.1 ממדי הפקת השרות בעבר ובהווה

במחקרים בנגב מצאו שמיני ציפורים ומכרסמים שלא היו קודם באזור החלו להימצא בשטח בעקבות החקלאות והשפעתה על השינוי במיקרו האקלים, כגון בולבולים, ג'רבילים, דבורה ננסית ועוד, אך קשה לבודד אם זה רק עקב השינוי במיקרו האקלים, או בגלל תוספת המים והאוכל וכו' (Yom-tov et al., 2001; דותם רותם; רועי בלבן בעל פה). נעשה מחקר על ההשפעה של המעבר ממערכות טבעיות למערכות חקלאיות במרכז הארץ ובנגב משנות ה-60 בעקבות המוביל הארצי, אשר השווה בעזרת תצלומי אוויר בין אפקט האלבדו בשנות ה-30 לבין שנות ה-90 והשפעתו על האקלים האזורי. ניתן לראות שאלבדו הכי נמוך יש למטעים וגד"ש המושקה, (0.15-0.20), אחריו חקלאות גד"ש בעל (0.3-0.25), והכי גבוה - השטחים הטבעיים שבהם האלבדו נע בין 0.3-0.35. בשנות ה-30 כאשר רוב השטח היה טבעי וחשוף עם קצת חקלאות בדואית האלבדו ברובו היה 0.3-0.35. בשנות ה-60 באזור דיונות החוף רואים אלבדו יותר נמוך בגלל החקלאות סביב (0.15-0.20) וגם באזור רצועת עזה, ובשנות ה-90 האלבדו הממוצע 0.15-0.20. כלומר, עם השנים הייתה ירידה 0.1-0.15. כמו כן הם הראו שבאזור זה הייתה ירידה באחוז הגשמים באוקטובר מ-45% (בשנים 1938-1962) ל-31% בשנות ה-90 ועלייה בשטפי החום (heat fluxes). החוקרים מציעים ששינויים באלבדו – כמו אלו שנגרמים על ידי הפיכת שטחים טבעיים באזורים צחיחים וים תיכוניים לחקלאיים משפיעים על עלייה בגשמים וזרימות חום (convection) (Ben-Gai et al., 1998).

2.2.3.3.2 גורמים מחוללי שינוי

הגורם העיקרי המשפיע על ויסות אקלים מקומי הוא ההתמרה של שטחים טבעיים (או סמי טבעיים) לשטחים תחת חקלאות אינטנסיבית. במיוחד במערכת האקולוגית המדברית - בנגב. ההשפעה הגדולה ביותר היא במעבר למטעים ירוקי עד, לאחר מכן נשירים, לאחר מכן גז"ש שלחין, ולאחר מכן גז"ש בעל. עם השנים, השטחים החקלאיים בנגב גדלים עקב מספר גורמים מחוללי שינוי עקיפים כגון: (1) תהליך עיור מוגבר במרכז הארץ, והעברת שטחים חקלאיים לדרום (הדרים מהשרון, גידולי שדה ואחרים), (2) תוספת של מים מושבים המועברים לנגב דרך מערכת השפד"ן, ו-(3) שיקולים פוליטיים: כגון פינוי חבל ימית בסיני בתחילת שנות ה-80, ויישוב חלק מהתושבים בחלק הדרומי של צפון מערב הנגב וגל נוסף לאחר ההתנתקות מעזה ופינוי גוש קטיף ב-2005 (יישובי חלוציות). גורם שינוי נוסף אשר מגביר את השירות, זה המגמה של הפיכת שטחי גז"ש פתוחים למטעים אשר מגבירים את ויסות החום בשטח החקלאי ולחממות אשר יוצרת אקלים חם במכוון. תיאור מצוין של הפקת שירות זה נכתב בשיר של נעמי שמר: "כיצד שוברים חמסין".

2.2.3.4 פערי הידע

חסרים מחקרים בראייה כלל ארצית של השפעת החקלאות בארץ על מיקרו אקלים.

2.2.4 ויסות אקלים עולמי

2.2.4.1 כללי

2.2.4.1.1 מהות השרות

שירות הוויסות של ההרכב הגזי של האטמוספירה, ובעיקר ויסות ריכוז הפחמן הדו-חמצני בה, משפיע על אפקט החממה ולכן על טמפרטורת פני השטח ועל מרב התופעות האקלימיות בעולם. המערכות החקלאיות מעורבות בוויסות הריכוזים של גזי החממה בכלל ושל הפחמן הדו-חמצני בפרט ולכן גם בוויסות האקלים הגלובלי.

2.2.4.1.2 מנגנון הפקת השרות

במהלך תהליך הפוטוסינתזה, המתבצע על ידי כל היצורים הפוטוסינתטיים נפלט חמצן לאטמוספירה ובאותו זמן נקלט פחמן דו-חמצני ("קביוע פחמן"), ובכך חל ויסות של ריכוזי החמצן והפחמן האטמוספריים. הפחמן הדו-חמצני הנקלט הוא הבסיס לחומרים האורגניים מהם נבנית הביומסה הצמחית. הביומסה הצמחית מהווה את מאגר הפחמן העל-אדמתי, ותורמת גם למאגר הפחמן התת-קרקעי, ותחזוקת פחמן אורגני זה בביומסה ובקרקע נקראת לכידת פחמן. פליטות של פחמן דו-חמצני שמקורן הישיר או העקיף בשריפת דלקים מאובנים מעצימות את אפקט החממה ושינויי האקלים בעקבותיו. שירות ויסות הרכב האטמוספרי ולכידת הפחמן עשוי למתן את השינוי האקלימי.

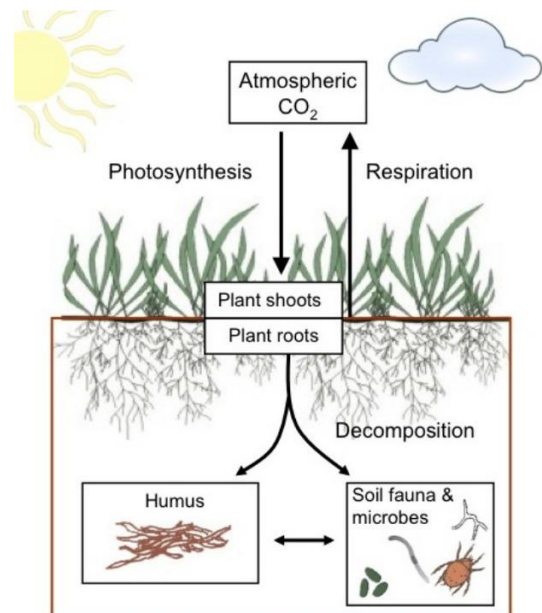
2.2.4.2 מצב נוכחי

2.2.4.2.1 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

המערכות החקלאיות תורמות לוויסות הרכב גזי החממה באטמוספירה על ידי לכידת פחמן אורגני בקרקע באמצעות לכידת פחמן בצמח והעברתו כחומר אורגני לקרקע. רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בשירות הם שאריות הצומח אשר נשארות בשדה בתום מחזור הגידולים ועוברות תהליכים שונים של פירוק בקרקע ליצירת חומר אורגני יציב (איור 4). בתהליכי הפירוק של

שאריות הצמחים ובהמשך גם של החומר האורגני בקרקע משתחרר פחמן דו-חמצני לאטמוספירה על ידי הנשימה של אורגניזמים רבים (בע"ח, פטריות וחיידקים). בסופם של תהליכים אלו נשאר אחוז מסוים מהחומר האורגני בפרופיל הקרקע והוא המאגר העיקרי של פחמן אורגני בקרקע (SOC). כמות הפחמן האורגני אשר תימצא במאגר הקרקעי לטווח ארוך הנה התוצאה של המאזן בין כמות החומר העוברת משכבת הצומח לקרקע לבין קצב הפירוק של החומר הצמחי המחזיר את הפחמן לאטמוספירה בתור פחמן דו-חמצני (Alvaro-Fuentes & Paustian, 2010; Palm et al., 2013). הפחמן האורגני אשר נשאר בקרקע (Soil Organic Carbon - SOC), אחרי תהליכי הפירוק והנשימה הרבים הנו מאגר המשמש כ"מבלע" (Sink) עבור הפחמן הדו-חמצני מהאטמוספירה (Janzen, 2004). הגדלתו של מאגר זה עשויה להפחית במידה את עומס הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה ולהפחית מהשפעתו כגז חממה (Power, 2010).

המנגנונים העיקריים המעורבים במחזור הפחמן בטבע הם לכידת פחמן אטמוספרי לתרכובות אורגניות ופירוקן בתהליכי נשימה של הצומח וצריכתם על ידי הצרכנים בקרקע (איור 4). אותם יצורים זעירים המעורבים בתהליכים שמייצרים את המולקולות האורגניות העמידות, בזמן שרוב היצורים הזעירים מפרקים את המולקולות האורגניות הלא-עמידות, שמתחמצנות.



איור 4: מאזן הפחמן בין הקרקע לאטמוספירה, תהליכי קיבוע פחמן ונשימה (Onlt&Schulte 2012)

2.2.4.2.2 מימדי הפקת השרות

בקנה מידה עולמי, כמות הפחמן האורגני בקרקע גדולה משמעותית מכמות הפחמן בביומסה הצמחית ובאטמוספירה, ועיקרה ביערות טרופיים וצפוניים (Eswaran et al., 1993; Janzen, 2004). בשדות החקלאיים, באופן כללי, מימדי לכידת הפחמן נמוכים וככל שהחקלאות אינטנסיבית יותר, יותר פחמן אורגני בקרקע הולך לאיבוד וגורם לפחיתת השירות (Gruensweig et al. – unpublished). מצד אחד, ככל צמח, הצומח החקלאי קולט פחמן דו-חמצני מהאוויר בתהליך הפוטוסינתזה, אך מצד שני, היותו והיבולים נקצרים ונלקחים מהמערכת רוב הפחמן חוזר לאטמוספירה בסופו של דבר. למשל בגידול החיטה, הגרעינים ולרוב גם הקש נלקחים מהשדה, ורק השלף שנשאר אחרי רעיית צאן והשורשים בתוך הקרקע תורמים במקצת לשירות. בנוסף, עצם עיבוד הקרקע מביא לשחרור פחמן בקצב גבוה יותר מהלכידה (לכידת פחמן שלילית) וגורם להפחתת השרות (Schlesinger & Andrews, 2000). ידוע מרוב המקומות בעולם ששינוי שימוש הקרקע, כגון התמרת מערכת אקולוגית

טבעית למערכת חקלאית, גורם לפחיתה בשירות עקב ירידה במאגר הפחמן האורגני בקרקע ובמערכת האקולוגית באופן כללי (Matson et al., 1997).

בארץ יש נתונים מעטים לגבי לכידת הפחמן בשטחים חקלאיים וההבדלים בין גידולים שונים באספקת השירות. בתת-מערכת המטעים, לכידת הפחמן עשויה להיות גדולה יותר מאשר במערכת הגד"ש, מכיוון שהעץ נשאר בקרקע ואוגר פחמן בביומסה שלו במשך שנים עד עשרות שנים, לעומת מערכת הגד"ש, בה הצמח מוצא מהקרקע כל שנה. במחקר על השפעת ייעור בצפון הנגב על אגירת פחמן, נמצא שביעור יתיר יש פי 3 אגירה של פחמן לעומת שטח הבתה סביבו, שמחולק בערך חצי-חצי מעל ומתחת לקרקע, יותר מעל הקרקע (פרופ' דן יקיר בע"פ). במחקר של ליפשיץ וחוב' (2015) בצפון הנגב, נמצא ששדות חיטה בעל באזורים יובשניים יכולים ליצור מאגר של פחמן אורגני בקרקע של 12 גרם לשנה ל-1 מ"ר ($12 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) בממשק אי פליחה עם דישון, לעומת 5 גרם בממשק קונבנציונאלי.

יש לציין שמעבר למנגנון לכידת הפחמן שתואר לעיל, כאשר בוחנים את שירות מאזן גזי החממה במערכת החקלאית יש להסתכל גם על רכיבי הממשק החקלאי: (1) הוצאות פחמן עבור יצור, הובלה והשמת תשומות בשדה. (2) סחף קרקע על ידי מים ורוח (3) גזי חממה אחרים, בעיקר המחיר של דישון חנקני במונחי N_2O וגם מתאן, חנקן דו-חמצני ופחמן דו-חמצני, ומקווי מתועלות שרות זה. רכיבים אלו כוללים: גידול הצמח וקציר היבול, תהליכים מיקרוביאליים בקרקע הקשורים ביצור גזי חממה, שריפת דלקים בעת הפעילות בשדה ויצור והובלת התשומות החקלאיות (חומרי הדברה, דשנים ועוד). לדוגמא, ידוע שסך פליטות גזי החממה בישראל בשנת 2011 עמד על 78,452,507 טון. מתוכם, כ-800,000 טון נבעו מהחקלאות הצמחית (בן סידון וחוב', 2015). במחקר שנעשה על מאזן גזי החממה בממשקי עיבוד שונים במרחב שקמה, הוערך שבממשקים חקלאיים משמרי קרקע ומים ומפחיתי שימוש בתשומות, השירות יהיה מוגבר (וייץ וגרינצוויג 2015). מסקירת ספרות שנעשתה במחקר זה, בעולם נמצא שמחקרים מצביעים על הבדל של 0.3%-2.5% לשנה בפחמן אורגני בין עיבוד משמר לעיבוד קונבנציונאלי. על פי נתונים אלה ובמאגר מוערך של כ-2,300 ק"ג פחמן אורגני לדונם עד עומק של 50 ס"מ (על פי המחקר בבתה של סירה קוצנית ליד יער יתיר - Grünzweig et al. 2007), ניתן להעריך הבדל של 25-210 ק"ג CO_2 לדונם לשנה (וייץ וגרינצוויג, 2015).

2.2.4.2.3 תועלות

התועלות מהשרות עבור האדם הן יצירת אקלים יציב ומיתון ההשפעות השליליות המקומיות של תופעת השינוי האקלימי הגלובלי כגון: עליה בטמפרטורה, הפחתה במשקעים ו/או גשם מאוחר יותר בעונה, אירועי גשם קיצוניים, ועלייה בדרישה למים לרבות מים לטבע, שינויים בתפוקת היבולים וסוג היבולים, עלייה באוכלוסיות המזיקים החקלאיים וההדברה.

2.2.4.2.4 השפעה על רווחת האדם

ראשית, השפעה על בריאות האדם וביטחון המזון, עקב הפגיעה בחקלאות. בנוסף, השפעה על בריאות האדם עלולה להיגרם בשל תחלואה ותמותה בעקבות גלי חום, עלייה בשיעור העברת מחלות, כגון על ידי פרוקי רגליים, ופגיעה מאירועים קיצוניים של מזג אוויר כמו שרבים, שיטפונות ועוד. מבחינת המגזרים השונים בחברה, שינויי האקלים צפויים להשפיע בעיקר על אוכלוסיות מעוטות יכולת ועל קבוצות באוכלוסייה הרגישות לאירועי מזג אוויר קיצוניים ומצבי קיצון כמו, תינוקות, קשישים וחולים כרוניים ([אתר המשרד להגנה"ס](#), דף השלכות שינויי אקלים על ישראל, 2018).

2.2.4.3 מגמות

אם מסתכלים על מגמות באספקת השירות ניתן לראות שהמעבר משטחים פתוחים לשטחי חקלאות משפיע על אספקת השירות לאורך זמן בהתאם למערכת האקולוגית שהותמרה. למשל נמצא שהמעבר משטחי בר לחקלאות מפחית מכמות הפחמן בקרקע ב-30%-50% תוך 50-100 שנים באזורים ממוזגים (Lal, 2008). לעומת זאת, במערכת האקולוגית המדברית, צחיח וצחיח-

קיצון, בה זמינות המים נמוכה, ההתמרה למערכת חקלאית משפרת את תנאי הלחות בקרקע ובעקבות זאת עשויה לתרום לגידול הצמח ולבניית מאגר הפחמן. במחקר על השפעת ייעור בצפון הנגב על אגירת פחמן נמצא כי 35 שנים לאחר הנטיעות עלה מאגר הפחמן האורגני בקרקע ב-375 ק"ג לדונם ב-5 ס"מ העליונים של הקרקע, וב-1,750 ק"ג לדונם עד לעומק של 50 ס"מ (Grünzweig et al., 2007). זה אומנם לא מידע ספציפי על החקלאות, אך זה מתייחס לאזורים צחיחים.

הפעילות החקלאית העולמית מוערכת כמפחיתה את ויסות גזי החממה בכך שהיא מהווה 14% מהפליטות העולמיות של גזי החממה, לא כולל השפעת השינוי ביעודי הקרקע משטח טבעי לשטח חקלאי שצוינו לעיל. נושא זה תופס כיום מקום מרכזי במחקר העולמי (Foley et al., 2011). טרם נערכו מחקרים בארץ המעריכים באופן כמותי את לכידת הפחמן ומאזן גזי החממה במערכות החקלאיות בראייה כלל ארצית לאורך זמן (וייץ וגרינצוויג, 2015). ישנם נתונים שנאספו בלמ"ס לגבי השפעת המערכת החקלאית (על כל היבטיה) על שינוי אקלים דרך פליטות של גזי חממה: ניתן לראות שמאז שנת 1996 ועד 2011 השירות פחת כי שיעור הפליטות מהחקלאות הצמחית עלה בשמינית (בכ-100,000 טון) והגיע ל-800,000 טון. בשנת 2007 ממדי השירות היו קטנים יותר כי הפליטות עלו לכ-מיליון טון ובשנים הבאות ירדו חזרה. בעיקר עקב ירידה בתשומת הדשנים. בשנת 2011 שוב הייתה הרעה בשירות כי נרשמה עלייה קלה בפליטות גזי חממה מגידולים צמחיים (בן סידון וחובי, 2015). אך לא נמצאו מחקרים המתייחסים לכמות הפחמן שנאגרת/אגורה במערכת החקלאית כיום גדל המחקר לפיתוח הנישה של "אקוופניקה", מערכת המשלבת חקלאות מים רגילה עם הידרופוניקה (גידול צמחים על תשתית של מים), בעיקר בדרום, אשר עשויה להגדיל את קצב קיבוע הפחמן הדו-חמצני בתהליך הפוטוסינתזה של הגידולים (אתר קק"ל, דף חדשות קק"ל, 2016), אך התרומה לסך לכידת הפחמן אינה ברורה.

2.2.4.3.1 גורמים מחוללי שינוי ותגובות להגברת השירות

גורם שינוי אחד לשיפור השירות הוא המגמה של הרחבת המטעים על חשבון גידולי השדה, לפחות לזמן מה. עצים למיניהם יוצרים מאגרי פחמן על-ותת קרקעיים רבים יותר שכן עיקר החומר שנשאר במערכת הוא מהעץ והשורשים (כלל אצבע-כשליש מהביומסה העל-קרקעית). בנוסף, אי פליחה של לפחות חלק מהקרקע במטע תורם ללכידת הפחמן. יש חשיבות גבוהה גם לצפיפות הצומח (מטע דליל/צפוף). גורם שינוי נוסף שעלול להשפיע על לכידת הפחמן במערכות חקלאיות הוא מידת השארת חיפוי, גידולי כיסוי ופיזור רסק. במערכת האקולוגית המדברית, פוטנציאל אגירת הפחמן בקרקע (כלומר, הכמות המקסימאלית של הפחמן שעשויה להישאר בתוך המאגר לטווח ארוך) תלויה בגורמים רבים, כגון סוג הקרקע והרכבה המינרלי והמכאני, כך שאופי תהליך הצטברות הפחמן תלוי בריכוז ההתחלתי עד להגעה לרוויה (Six et al., 2002). באזורים בהם היצרנות הראשונית הנה נמוכה עקב מגבלת מים, נמצא שכמות הקש הנשארת בשדה לאחר הקציר הינה משמעותית במיוחד בהגברת הצטברות הפחמן בקרקע (וייץ וגרינצוויג, 2015). תגובה נוספת שתורמת להגברת השירות היא באימוץ ממשקי עיבוד משמר שמפחיתים את עיבוד הקרקע. במחקר ארוך טווח שנערך בארץ בתחנת משרד החקלאות בגילת, בגידולי חיטה, נמצא כי ללא פליחת הקרקע (ממשק אי פליחה) בשילוב עם השארת קש מלאה (חיפוי קרקע) למשך 18 שנה הובילה לעלייה בריכוז הפחמן האורגני בקרקע מ-0.6-0.7% עד ל-1.1% ב-5 ס"מ העליונים של הקרקע, השוות ערך לעלייה של 320 ק"ג פחמן אורגני לכוד לדונם. נמצא שבאימוץ ממשקי עיבוד של אי פליחה עם השארת חיפוי ניתן יהיה להגביר שירות זה, הפחמן האורגני בקרקע יקובע ושחרור הפחמן הדו-חמצני יפחת (Eshel et al., 2014).

גורם נוסף שעלול להשפיע על אספקת השירות הוא מידת השימוש בדשן חנקני. זאת משום שסוג פליטות נוסף שקיים במערכת החקלאית הוא חמצן דו-חנקני. ההערכה הקיימת הינה שכ-1% מכמות החנקן הנכנסת לשדה (אורגני ומינרלי), משתחררת בצורת חמצן דו-חנקני אשר השפעתו כגז חממה הנה גבוהה פי 298 מזו של פחמן דו-חמצני (De-Klein et al., 2006). עיקר הפליטה נובע משימוש מופרז בדשן. למשל בשטחים חקלאיים במרחב שקמה נמצא שכמות החנקן הנפלט כחמצן דו-חנקני,

מדישון ושימוש בזבל עופות הינה בין כ-0.046 ל-0.092 ק"ג לדונם, השווה ערך ל-13.7 עד 27.6 ק"ג פחמן דו-חמצני (ההבדלים בתלות בממשק החקלאי) (וייץ וגרינצוויג, 2015).

בהבחנה בין תת-תת מערכות אגרו-אקולוגיות, ד"ר ז'וזה גרינצוויג ויוני וויץ (הערכה בע"פ) מעריכים שהמעבר מגד"ש בעל לגד"ש שלחין יגביר את אספקת השירות. בשלחין מחזור הגידולים כולל, פעמים רבות, יותר מגידול אחד לשנה (גידול קיץ, למשל) וזה מוביל לעלייה בכמות החומר ה"מיוצר" בשדה וככל הנראה גם הנשאר בקרקע. יש גם קשר ישיר בין כמות המים לביומסה העל קרקעית וכנראה גם לתת-קרקעית, כך שהשקיה מוסיפה למאגר הקרקעי, אך מצד שני קרקעות שלחין לרוב תחת יותר עיבודים שמפחיתים את השירות. במטעים, לרוב מטעים ירוקי עד יספקו את השירות יותר מאשר הנשירים. עם זאת, לא נמצאו מחקרים שמעידים בוודאות על המגמת השירות.

2.2.4.4 פערי ידע

כמעט ולא נערכו מחקרים בארץ המעריכים באופן כמותי את לכידת הפחמן ומאזן גזי החממה במערכות החקלאיות השונות בראייה כלל ארצית לאורך זמן, וגם לא את ההבדלים באספקת השירות בין סוגי גידולים ומערכות חקלאיות שונות (וייץ וגרינצוויג, 2015).

2.2.4.5 המלצות

בעולם יש שוק של פחמן, מומלץ שישראל תיכנס לשוק בהקדם כי האירופאים צפויים לכפות סטנדרטים, ובינתיים משרדי הממשלה לא מתעסקים בזה. אם יקבעו שהמדינה צריכה להראות שהיא מורידה את טביעת הרגל הפחמנית או האקלימית תהיה לכך משמעות כלכלית מאוד גדולה (פרופ' דן יקיר, בע"פ).

אינדיקאטור השירות ניתן להערכה על ידי מדידת לכידת פחמן לאורך זמן, אך הדבר מורכב מאוד מבחינה טכנית. ניתן בצורה מסוימת להעריך את השירות גם על ידי מדידת השינויים במאגרים של פחמן במערכת החקלאית. בחינת מאגרים של פחמן אורגני נעשית על ידי מדידות של חומר אורגני בקרקע כולל צפיפות גושית של הקרקע, ובמקרה של מטעים גם מדידות של ביומסה על-קרקעית שהיא חלק מהמאגר כל זמן שהיא נשארת במערכת. שינויים אלה ניתנים למדידה כל 5-10 שנים.

2.2.5 ויסות מחזור המים

2.2.5.1 כללי

2.2.5.1.1 מהות השרות

ויסות מחזור המים בתחום החקלאי, מתייחס לשמירה על לחות הקרקע, המפחיתה את הפסדי המים כתוצאה מאידוי של נגר עילי ונגר תת-קרקעי למינימום, ומונעת פגיעה בשירות ויסות סחף קרקע, תוך שיפור הייצור החקלאי (ירון, 2015). בנוסף, ויסות שיעורי המשקעים המומטרים על שטחי המערכת החקלאית הוא בעל פוטנציאל לחידור מים סדיר ומילוי חוזר של האקוויפר. במבט היסטורי נמצא שתחילתם של תהליכים מואצים של נגר וסחף באזורים מסוימים הייתה נקודת המפנה בהתדרדרות המערכת האקולוגית הכללית באותם אזורים ולכן ישנה חשיבות רבה לשמירה על השירות (בן-חור וחוב, 2011).

2.2.5.1.2. מנגנון הפקת השרות ורכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקתו

המנגנון המביא למיקסום החדרת המים לקרקע ואף לאקוויפר, הוא זה המקטין את שעור מי הגשמים המופנים לנגר עילי ולהתאדות. היות והנגר העילי נוצר כאשר, טיפות הגשם מכות בעוצמה על פני הקרקע החשופה ומביאות להיווצרות איטום פיזי בלתי חדיר, וקרומים על פני הקרקע, רכיב המגוון הביולוגי של התכסית הצמחית של הגידולים, שבצמרתה פוגעות טיפות הגשם לראשונה, ממתנת את עוצמת הפגיעה של טיפות הגשם על פני הקרקע ובכך מפנה שיעורים גבוהים של מי הגשמים ללחות הקרקע ואף לאקוויפר. בנוסף, התכסית הצמחית של הגידולים מהווה חיפוי המקטין את ממדי קרינת השמש המגיעה לקרקע ובכך גם את ההתאדות מהקרקע - היבט נוסף של שרות זה (אשל וחוב', 2014).

אינדיקטור לשרות נעשה בעיקר במדידות של לחות הקרקע, עומק הרטבה והתאדות.

2.2.5.2. מצב נוכחי

2.2.5.2.1. מימדי אספקת השרות

מימדי האספקה של שרות זה תלויים באקלים (כמויות הגשמים, הרוחות ועוצמתם), ובממשק הטיפול בקרקע ובגידול: סוג הגידול, שיטת העיבוד, מידת כיסוי/חיפוי הקרקע בחומר אורגני, העלאת או אי העלאת מרעה, ואורך התקופה בה האדמה חשופה. אין מידע כלל ארצי על התרומה היחסית של תכסית הגידולים החקלאיים למיתון שעור מי הגשמים המופנים לנגר עילי ולהתאדות, אך ישנם מחקרים ספציפיים שמעידים על ממדי התרומה של ממשקים חקלאיים משמרי מים וקרקע להגברת השירות ומחקרים אשר בוחנים את ממדי הפסד המים באוגר הקרקע ואת השינויים בתכולת הרטיבות בקרקע תחת ממשקים שונים.

כאשר הקרקע חשופה בעונת הגשמים, טיפות הגשם מכות בה ומביאות לסדרה של תהליכים המובילים לאיטום הפיזיקאלי שלה ובכך להפחתת התועלת. שלל המחקרים שנעשה מראה כי יכולת החידור של מי הגשם לקרקע חשופה, לעומת קרקע מכוסה, עשויה לקטון בסדר גודל אחד לפחות בעקבות האיטום הפיזיקאלי. כאשר הנגר מתגבר הוא מסיר את שכבת הקרקע העליונה ואת החומר האורגני והיבולים פוחתים. המחזוריות חוזרת על עצמה עם עוצמות הולכות וגדלות בגשמים עוקבים (Pimentel & Pimentel, 2008). באירועי גשם קיצוניים (ששכיחותם הולכת ועולה כנראה עקב הביטוי המקומי של שינויי האקלים הגלובליים), ממדי הנגר העילי עלולים להיות גבוהים בהרבה. לדוגמא: ב-6 לאוקטובר 2006 באירוע גשם באגן חרוד ויישכר נאמד הפסד מים באוגר הקרקע של כ-5 מיליון מ"ק (סקר שמאות, מחוז העמקים, 2006 פנימי, לא פורסם, בתוך: הדס וחוב', 2009).

2.2.5.2.2. מחקרים המעידים על יעילות ממשקים משמרי קרקע ומים בהגברת השירות ויסות מחזור המים

בונפיל וחוב' (2004) השוו בין לחות הקרקע בממשקים קונבנציונאליים לבין ממשקים משמרי קרקע ומים במערכת הגד"ש - בגידולי חיטה ודגנים נוספים. מחקרם התחיל בחלקות ניסוי בגילת והתפשט לשדות מסחריים בצפון הנגב. הם מצאו שממשק הגידול ללא עיבוד הקרקע לפני הזריעה (ממשק אי פליחה) מאפשר ניצול מי גשמים טוב יותר, מעלה את כושר חדירות הקרקע למים ומקטין את התאדות המים מפני השטח. רטיבות הקרקע נמדדה לפני הזריעה ולאחר מרבית הגשמים, נמצא שהחלקות שבהם השאירו כמות ניכרת של קש כחיפוי, אגרו מים רבים והם בעלי זמינות מים גבוהה: תכולת הרטיבות בקרקע בעת ההשתבלות¹¹ נעה בין 7-13%. תכולת הרטיבות הכי גבוהה הייתה לדגנים על כרב (שנה ללא עיבודים) עם חיפוי וללא עיבוד 13-16% לאחר 243 מ"מ של גשם באותה עונה, והכי נמוכה לדגן רציף מעובד בין 7-8%. נמצא ששיטה זו יעילה להגברת

¹¹ התמלאות הגרעינים בשיבולת שמאפשרים את השלמת התפתחות והבשלת החיטה ליצירת יבול.

שירות ויסות מחזור המים עבור כל גידולי הפלחה באזור כגון חיטה, חמצה, חרע, אבטיח, שעורה, אפונה, חמנית, תירס, כותנה וסורגום.

בניסוי שבוצע בבית דגן, על יעילות טיוב הקרקע בבוצה להגברת ויסות נגר עילי, נמצא שהנגר העילי בחלקה ללא בוצה גבוה פי ארבע ויותר מהנגר בחלקה שטופלה בבוצה. תכונה זו חשובה במיוחד במערכת האקולוגית המדברית, במיוחד בקרקעות הלס בצפון מערב הנגב, הרגישות במיוחד לסחף ולשחיקה. בקרקעות קלות, משפר החומר האורגני את תאחיזת המים, ומצמצם איבוד מים מתחת לבית השורשים. ניסויים שבוצעו במקומות שונים בעולם מצאו ששימוש ב- 5-15 טון חומר אורגני לדונם העלה את אחוזי הלחות ב- 1.5%-4.4% במגוון קרקעות חקלאיות (יעקבי ואייזנקוט, 2013).

במחקר שבחן שילוב של חיפוי קרקע בגידולי כסוי 12 בגידולי תפוז באזור השרון נמצא שהחיפוי מפחית את הנגר ביותר מ-60% עקב יעילותו במניעת האיטום הפיזיקאלי של פני הקרקע בעקבות מכת טיפות הגשם (Eshel et al., 2015).

במחקר שבחן חיפוי קרקע ברסק גזם במטעים בשני אתרים (כדורי וחירייה), נמצא שכמויות הנגר והסחף שהתקבלו בקרקע חשופה (לפני חיפוי רסק גזם) בשני האתרים היו גבוהות; אחוזי הנגר הכללי לכל עונת החורף מכלל הגשם היו 20.1%-27.7%, וחיפוי הקרקע ברסק גזם מנע כמעט כליל את הנגר במשך ארבעה חורפים באתר כדורי ובשלושה חורפים באתר חירייה (בן-חור וחוב, 2011).

בנוסף, משתמשים בארץ בפתרונות הנדסיים שתורמים להגברת השירות, כגון; בניית סיכרונים בתלמים, שיחים וטרסות, להגדלת אוגר הקרקע ולהשחיית מי הגשם העודפים.

גורם נוסף שמשפיע על השירות במערכת החקלאית הוא רעיית שלפים ואופי הרעייה. במערכת האקולוגית המדברית רעיית שלפים מתקיימת על כ-30,000-40,000 דונם. בסקירה של מחקרים בנושא נמצא שדריכת הצאן יכולה לגרום להעלאת צפיפות נפחית וירידה במוליכות הידראולית אשר עלולים להוריד את מעבר המים והנוטריינטים דרך הריזוספירה, ולגרום לניקוז לקוי והגברת הנגר. אך מידת ההשפעה על השירות תלויה בעוצמת הרעייה, ככל שהיא גדולה יותר מידת הפגיעה גבוהה יותר, וגם בעונת הרעייה, בקיץ יש פחות נזק כי הקרקע יבשה (שינבאום, 2015). במחקרים שנעשו בחוות מגדה לא נצפתה פגיעה בשירות, או באיכות הקרקע והיבול עקב רעיית השלפים (לנדאו וחוב, 2000; שינבאום, 2004; Stavi et al., 2015).

במערכת המטעים פתרון שנמצא כיעיל למניעת נגר וסחף הוא תכנון מקדים ושימוש בחיפוי צמחי בין שורות העצים כדי לחפות את הקרקע החשופה למניעת נגר וסחף (בן-חור וחוב, 2011). הפתרון המוצע **לגידולי השדה** הוא בשינוי שיטות העיבוד ובאמצעים הנדסיים כפי שתואר לעיל (סבוראי וזיידנברג, 2011; הדס וחוב, 2009; יעקבי ואייזנקוט, 2013).

בחלוקה לתתי מערכות (גד"ש ומטעים): לרוב, ויסות מחזור המים טוב יותר בשטחי המטעים מאשר בשטחי הגד"ש. הדבר נובע מכך שבמטעים הגידולים הם רב-שנתיים ולכן יש פחות קרקע חשופה. בנוסף, במטעים יש יתרון לממדי העלווה, השורשים, ורציפות הכיסוי במרחב ובזמן, לעומת שטחי הגד"ש, בהם הגידולים עונתיים מה שגורם לכך שבחלק מהשנה הקרקע נותרת חשופה וזמינה לאיטום ונגר. עם זאת, מערכת המטעים גם היא בעלת פוטנציאל ליצור נגר רב עקב סוג הממשק החקלאי בגידול המטעים הכולל יצירת ערוגות וגדודיות (תלוליות נמוכות ומוארכות) שיוצרת טופוגרפיה המעודדת זרימה מרוכזת ומהירה של נגר וסחף. חשוב לציין כי כיום גדל השימוש בממשק חיפוי צמחי בתוך המטעים בנטיעות צעירות, אשר מפחית ואף מונע את התופעה ומגביר את שירות ויסות מחזור המים. בחלוקת מערכת הגד"ש לשלחין לעומת בעל, ניתן לראות שהשילוב של: תוספת המים מההשקיה, יחד עם סוגי העיבודים ותכיפות העיבודים הנהוגים בגידולי שלחין (בעיקר תיחוח הערוגות), מייצרים נתיבי זרימה צפופים ורציפים, שבהם מתרכז זורם הנגר העילי בגלל המורפולוגיה של החלקה שמוכנה לגידולי שורה בערוגות (אשל וחוב, 2014). לכן אספקת שירות ויסות מחזור המים גבוהה יותר בגד"ש בעל מאשר בשלחין.

בהתייחסות למערכות האקולוגיות השונות (מדבר וים-תיכוני), ניתן לראות שבמערכת המדברית, הקרקע היא על פי רוב קרקע לס. טיפות הגשם הראשונות היורדות על פני הקרקע גורמות לאטימיה ומשקעים נוספים אינם מסוגלים לחלחל לתוכה. כשהמים אינם יכולים לחלחל, הם זורמים על פני השטח. את התוצאות ניתן לראות בשיטפונות הפוקדים את האזורים הללו. הגידול החקלאי יכול לתרום לחיזוק השרות כאשר הקרקע לא מעובדת וחשופה (Rawitz et al., 1983) במערכת האגרו-אקולוגית הים תיכונית חלחול המים לקרקע אומנם טוב יותר, אך עקב קרקעות חקלאיות חשופות בעונת הגשמים, משקעים רבים מצטברים באגני הניקוז וגורמים להצפת אפיקי הנחלים ואגן הניקוז ואף לזרימה גדולה של המים אל הים. לרוב מים אלה אינם מנוצלים כלל (Martinez-Casasnovas et al., 2003).

2.2.5.2.3 תועלות

תועלות השרות הן הפחתת התאדות מי גשמים ומי השקיה, שמירה על לחות הקרקע, הפחתת נגר עילי ותחתי, מילוי אקוויפרים, גופי מים, מאגרים, בריכות ושלוליות חורף. בנוסף, בעזרת השירות ניתן להקטין את האיטום הפיזיקלי של הקרקע ובכך למנוע התפוררות (slaking) של תלכיד קרקע אחרי הרטבה מהירה, ניתוק ופיזור (dispersion) של חלקיקי קרקע והשקעתם בסידור מרחבי משוכב, מה שגורם לכך שנוצרת על פני הקרקע שכבה צפופה, מועשרת בחרסיות ובעלת מוליכות הידראולית נמוכה מזו של הקרקע שמתחתיה (אשל ואגוזי, 2013).

2.2.5.2.4 תרומת התועלות לרווחת האדם

בכך שהן גורמות להגדלת אוגר המים בקרקע וזמינות המים עבור הגידול ובכך להעצמת שרותי אספקת הגידולים החקלאיים ושיפור כושר ואיכות הייצור החקלאי. בשנות בצורת, שמירה על שירות זה חשובה במיוחד להצלחה החקלאית בשדות הבעל. תועלת נוספת היא מכך שיש יותר מים זמינים אשר מגיעים לאקוויפרים ולא זורמים לנחלים ולים. כמו כן, השירות עלול לתרום ליצירת בריכות ושלוליות חורף אשר מהוות שירות תרבות פנאי ונופש עבור הציבור הרחב.

מספר מחקרים מראים את התרומה הכלכלית של שירות זה. באגף לשימור קרקע ולניקוז, במשרד החקלאות ופיתוח הכפר, מעריכים כי בכלל השטחים החקלאיים ברמה הארצית מדובר בהפסד כספי של כ-49.1 ש"ח לדונם חקלאי בשנה כתוצאה מאיבוד פוטנציאל הייצור השנתי, עקב הפסד קיבול המים (סבוראי וזידנברג, 2011). בנוסף, שירות זה מפחית את הצורך בהשקיה, ובכך יש חיסכון בעלויות עבור מים, ומניעת בזבז מי גשמים בארץ יובשנית כמו ישראל. השירות גם מאפשר חיסכון בהוצאות על מים תחליפיים על מי התהום שלא נקלטו במצב של נגר – כגון התפלת מי ים. במחקר שנעשה בגד"ש בעל במרחב שקמה, אשר השווה בין שירות ויסות מחזור המים בממשק של מינימום עיבוד לבין ממשק אי פליחה, נמצא שהרווח הכלכלי שנזקף לשירות, מהשיפור ביבול בעקבות המים הנוספים בממשק אי פליחה, הוערך ב-4 ש"ח לדונם (מתוך סך הרווח של כ-150 ש"ח לדונם חיטה) (רוזנטל ופוקס, 2015). במחקר בגד"ש שלחין נמצא שבשילוב של חיפוי קרקע¹² בגידולי תפוז"א החקלאי חוסך כ-90 ש"ח לדונם (מתוך העלות הכוללת של הגידול של כ-4,400 ש"ח), על הוצאות השקיה של הגידול, הודות לתרומה של גידול הכיסוי בשמירה על רטיבות הקרקע. בנוסף, נחסכות מהחקלאי עלויות שיקום דרכי שדה ותעלות שקשורות בויסות מים וויסות סחף קרקע בסך 67 ש"ח לדונם (Eshel et al., 2015).

2.2.5.2.5 המשתמשים

נהנים מהשירות הם ראשית כל, החקלאים אשר נהנים מזמינות מים גבוהה יותר בקרקע עבור הצמח, אשר מובילים ליבולים איכותיים ורבים יותר ורווח כלכלי גדול יותר. לאחר מכן, נהנים מהשירות הגורמים שמטפלים בנזקי הנגר כגון: רשויות הניקוז,

¹² הכוונה לחיפוי הקרקע על ידי זריעת גידולי כיסוי על ערוגות תפוז"א לפני עונת הגשמים והנבטתם בהשקיה, ולאחר מכן זריעת תפוז"א מתחת לגידולי הכיסוי והמתתם לפני הצצת התפוז"א. כלומר נעשה שימוש ברכיב של המגוון הביולוגי שאינו גידול חקלאי אלא גידול למניעת סחף.

המועצות האזוריות, משרד החקלאות, והחקלאים. בנוסף, נהנים התושבים שגרים סביב השדות החקלאיים וכלל החברה הישראלית, אשר משתמשים במזון שגדל בשדות החקלאיים, מתיירים סביבם ומשתמשים בשלוליות החורף.

2.2.5.3. מגמות

2.2.5.3.1. גורמים מחוללי שינוי

גורם מחולל השינוי המרכזי בשירות ויסות מחזור המים במערכת החקלאית הינו השינוי בשימושי הקרקע מאז קום המדינה, בו ניתן לזהות שתי מגמות עיקריות: צמיחתם של השטחים החקלאיים על חשבון הטבעיים, ושנים של חקלאות אינטנסיבית (הכוללות שימוש במיכון גם במטעים) אשר גרמו לעלייה בשטח פני הקרקע החשופים (bare soil) בשטחים המעובדים ועקב כך לפגיעה בשירות ויסות מחזור המים (בן-חור וחוב', 2011). מגמה נוספת החלה מאז שנות ה-90, בעקבות עלייה במודעות לעיבוד משמר מים וקרקע בעולם ובארץ ותמיכות משרד החקלאות, ולפיה ישנה הרחבה בשטחים שנמצאים תחת ממשקים חקלאיים משמרים כגון - מינימום עיבוד, אי פליחה, שיחים, חיפוי, טיוב הקרקע עם חומר אורגני וצמחי כיסוי (ראה מחקרים בנושא בסעיף התגובות בהמשך). יעקבי ואייזנקוט (2013) מעריכים שישנם כיום מעל - 250,000 דונם של שטחים חקלאיים בארץ שבהם מיישמים ממשקי עיבוד משמר בגד"ש (במטעים לא נעשתה הערכה).

2.2.5.3.2. תגובות

הירידה בויסות מחזור המים בשטחים חקלאיים, לאורך השנים, מאז קום המדינה, והנזקים הנובעים מכך, הובילו למספר תגובות בקרב קובעי מדיניות: פעולות להגברת המודעות, עידוד מחקרים בנושא והפעלת תמיכות לנקיטת ממשקים חקלאיים משמרי קרקע ומים (ראו פירוט בשירות ויסות סחף קרקע). בקרב חקלאים: ניסויים ספונטניים בשיתוף עם מדריכים וועדות המגדלים לבחינת ממשקי עיבוד משמר, רכישת מיכון ייעודי לעיבוד משמר והתנסות ואימוץ הפרקטיקות.

2.2.6. ויסות האבקת גידולים חקלאיים

2.2.6.1. כללי

2.2.6.1.1. מהות השרות ומנגנון הפקתו

לכלל הגידולים החקלאיים יש צורך בריבוי ויצירת זרעים להמשך הגידול בעונות הבאות. יצירת זרעים והבשלת הפירות של רוב הגידולים, תלויה בהפריית הביציות בשחלת הפרח באמצעות אבקת הפרחים (התרומה הגנטית הזכרית). מקור האבקה יכול להיות בפרח המופרה (האבקה עצמית self pollination), או בפרח אחר העשוי להיות ממקם על אותו צמח או על צמח אחר מאותו מין, אם כי לא תמיד מאותו זן (האבקה זרה cross pollination). פעולת ההאבקה (pollination) מוגדרת כהעברת גרגרי אבקת הפרחים (ה-pollen) מהמאבקים (stamens) שבפרח אל הצלקת/צלכות (stigma) שבפרח. ההאבקה חשובה בעיקר לחנטה של פירות (=יצירתם), ובגידולים מסוימים (למשל תותים ותפוחים) מצאו שפירות שמקורם בהאבקה זרה (לעומת כאלו שנוצרו בהאבקה עצמית) הם גם באיכות טובה יותר מבחינת גודל, צורה, ריכוז סוכרים וחומציות ואפילו חיי מדף. הזרעים, גם הם מהווים תוצרת חקלאית חשובה, שתלויה או מושפעת לחיוב מהאבקה (למשל שקדים, חמניות ואבטיחים לפיצוח).

החרק המאביק הוא חרק שמוצא את מזונו בצוף ו/או באבקה שמייצרים פרחי הגידולים החקלאיים, וחלק מגרגרי האבקה נצמד לגוף החרק. וכך, בעוברו מפרח לפרח לצורך תזונתו, מועברת האבקה מצמח אחד למשנהו, ומתבצעת ההפריה.

2.2.6.2. מצב נוכחי

2.2.6.2.1 ממדי הפקת השרות

כאשר בוחנים את ממדי הפקת השרות האבקה במערכת החקלאית המודרנית, יש לציין שחלק גדול מההאבקה מתקיים בעזרת תשומות אדם, על ידי הכנסת מאביקים מסחריים, בעיקר דבורי דבש ודבורי בומבוס, אותם קל לנייד ולהציב במקום ובמועד הרצוי למגדלים. חלק אחר מההאבקה מתבצע ע"י מאביקים שמגיעים מהשטחים הטבעיים הסמוכים למערכת החקלאית, ויש מערכות בהן חלק חשוב מההאבקה מגיע מתוך המערכת החקלאית עצמה. למערכת החקלאית, לרוב חסרה המורכבות המבנית שתמוך באוכלוסייה משמעותית ויציבה של מאביקים (בעיקר גבעולים וענפים בקטרים שונים, וקרקע לא מופרת המשמשים כמקום קינון). בשטחים חקלאיים גדולים, רציפים ואחידים (עם גידול אחד), המאביקים הטבעיים נמצאים באוכלוסיות מצומצמות או שכלל אינם נמצאים, כיוון שאין להן מספיק מקורות מזון ואתרי קינון לאורך השנה. בכל זאת, נמצא במספר מחקרים, כולל בארץ, שמיני הבר הדומיננטיים בהאבקה מקננים גם בתוך המערכת החקלאית (Garibaldi et al., 2011; Pisanty & Mandelik, 2015). בנוסף, נמצאו לא מעט מקרים בהם מאביקי בר מספקים לא פחות ואף יותר האבקה מהמאביקים המסחריים. זה לרוב נגרם עקב יעילות גבוהה יותר של מאביקי הבר, מכל מיני סיבות התנהגותיות, פיסולוגיות והתאמות אחרות לצרכי ההאבקה של הגידול החקלאי המסוים. בנוסף, כאשר מתייחסים לצרכי ההאבקה של הצמח ולא למדידה אבסולוטית של כמות ההאבקה המסופקת רואים שיש לא מעט מערכות חקלאיות שמאביקי הבר יכולים לתת אחוזים משמעותיים מצרכי ההאבקה – כפי שנמצא למשל במקשות אבטיחים בשפלת יהודה (Pisanty et al., 2016). במאמר מטה-אנליזה שכלל עשרות מחקרים מכל רחבי העולם, כולל ישראל (Garibaldi et al., 2011), נמצא שכלל, דבורי הדבש המסחריות לא היו תחליף להאבקה המסופקת ע"י דבורי בר. בכל המערכות שנחקרו פעילות של מאביקי הבר הוסיפה להאבקה/לחנטה, גם במערכות הנמצאות ברוויה מבחינת כמות דבורי הדבש שהכניסו אליהן, מצב שמאפיין הרבה מהמערכות החקלאיות בישראל. מחקרים רבים מרחבי העולם מראים על תרומה משמעותית של זריעת פרחי בר בשולי שדות על מגוון המאביקים ושרותי ההאבקה לגידולים הסמוכים. בארץ המחקר בתחום זה נמצא בראשיתו; במחקר באזור השרון נמצא כי שיקום אקולוגי של שולי שדות תות מעלה משמעותית את מגוון המאביקים, גם באזורים מאוד מופרעים ומקוטעים (אבישר וחוב, 2016). באזור שפלת יהודה נמצא כי קיומה של פריחת בר בשולי שדות ומטעים מעלה את מגוון מאביקי הבר ואת שרותי ההאבקה לגידולי החקלאות הסמוכים. בדומה, גם פעילות דבורי דבש הוגברה (או לא הושפעה) מהקרבה לפריחת הבר (Pisanty et al., 2016).

היחס בין האבקה ע"י מיני הבר לבין האבקה על ידי דבורים מסחריות נמצא מאוד שונה בין גידולים שונים. למשל, בשפלת יהודה בהאבקה האבטיח נמצאה תרומה משמעותית של 54% עד מעל 100% מצרכי ההאבקה ע"י דבורי הבר. בהאבקה השקד לעומת זאת, נמצאה תרומה זניחה למאביקי בר ובחמנית נמצאה תרומה קטנה - 5-8% מצרכי ההאבקה של הצמחים (Pisanty & Mandelik, 2015). יש לציין שגם הדבורים המסחריות צריכות בתי גידול טבעיים/חצי טבעיים שיספקו מזון מחוץ לעונת הפריחה החקלאית הקצרה (מספר שבועות לכל גידול, לרוב באביב).

2.2.6.2.2 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

מעט יחסית ידוע על האפיון האקולוגי של מאביקי הבר התורמים להאבקה גידולי חקלאות בעולם. בארץ, במחקר שנעשה על ידי Pisanty and Mandelik (2015) ובו נבדקו מאביקי הבר במערכות החקלאיות-טבעיות של שקדים, חמניות ואבטיח לזרעים, נמצאו 254 מינים שונים של מאביקים בשטחים החקלאיים ובשטחים הפתוחים הסמוכים. המינים אשר נכנסו לשטחים החקלאיים עצמם אספו מזון, אולם לא קיננו בשטח החקלאי, ורק מין אחד, *Lasioglossum Malachurum*, נמצא גם מקנן בשטחים החקלאיים. במאמר שפורסם ב-2015 ושערך מטה-אנליזה, ובחן מאביקי חקלאות ביחס לכלל מגוון המאביקים בעשרות מחקרים פרטניים (כולל בישראל) נמצא שכלל, יש רק קומץ של מיני בר שמספק את מרבית ההאבקה במערכות

חקלאיות שונות על פני העולם (Klein et al., 2015). מינים משבט ההלקטיני (Halictini) נמצאו כדומיננטיים ביותר מבין מאביקי הבר הפעילים בשטחים החקלאיים. המינים הדומיננטיים היו *L. Politum Atomarium*, *Lasioglossum Malachurum*.

ישנם גידולים מקומיים כמו התאנה והרימון אשר ההאבקה הטבעית שלהם תקינה, ללא שימוש בדבורים מסחריות. התאנה היא גידול מקומי, מואבקת ע"י צרעה זעירה (צירפגית התאנה). עם זאת, בפועל רוב התאנים המסחריות בארץ הן פרטנוקרפיות ומבשילות ללא האבקה של הצרעה וגם עקב ההדברה אין כמעט צרעות במטעים אלו. פורסם לאחרונה מחקר שמראה שלמרות שתאנים פרטנוקרפיות לא זקוקות להאבקה, תאנים שכן מאובקות איכותן טובה יותר (Rosianski et al., 2016). הרימון מוצאו ממרכז אסיה, מגודל בארץ אלפי שנים, ומואבק עצמית וע"י דבורים גדולות מקומיות (בעיקר דבורי עץ, ובגליל כיום בומבוס טבעי). דבורי דבש מבקרות בפרחי הרימון לשם איסוף אבקה, אבל יעילותן בהאבקתו נמוכה.

דבורים מסחריות: דבורי-דבש מגודלות ומרבים אותן בשטח הפתוח, על בסיס מרעה בפרחי-הבר ו/או פרחי גידולים חקלאיים, כלומר בתוך המערכת האקולוגית הטבעית והחקלאית. המאביק המסחרי השני שקיים בישראל, דבורי-הבומבוס, מיוצרות תעשייתית במבנים מבוקרי-אקלים ומיושמות גם בשטחים חקלאיים בהם אין כלל אוכלוסיה טבעית של דבורי-בומבוס. דבורי הדבש מאביקות במערכת הגד"ש והמטעים, ודבורי הבומבוס לרוב במערכת החממות, אך לאחרונה החלו להכניס אותן גם למטעים שם הן פעילות גם בתנאי סגריר בהן דבורי הדבש לא פעילות וגם בתנאים טובים הן משפרות את יעילות דבורי הדבש (שטרן וחוב, 2012). בנוסף, משתמשים בדבורי הבומבוס לגידולים שיעילות דבורי דבש בהאבקתם נמוכה, כגון העגבניות. פרחי העגבניה דורשים האבקת זמזום (Buzz pollination), התנהגות שדבורת הדבש אינה מבצעת. דבורת הדבש אמנם מבקרת בפרחים, ו"סוחטת" מהם אבקה, אבל יעילות ההאבקה שלה נמוכה. בעבר הייתה נהוגה בעגבניות האבקה ידנית, וכיום עושה זאת ביעילות רבה דבורי הבומבוס.

כיום דבורי הדבש מפוזרות ופעילות בכל מקום בישראל, כך שאפילו גידולי חקלאות במשקי בית קטנים לעיתים מואבקים ע"י דבורי דבש, גם מבלי שהחקלאים הציבו כוורות. למשל: תופעה זו נמצאה באזור השרון והשפלה במטעים ובשדות תותים של מושבים אשר מואבקים ע"י דבורי דבש מכוורות שמוצבות במטעים סמוכים (גדי איש-עם, תקשורת אישית, 2016).

יש לציין, שישנם גם גידולים אחרים אשר אינם תלויים במגוון הביולוגי עבור האבקתם והם גידולים המואבקים על ידי הרוח: כמו גפן, חיטה, תירס ועוד, או גידולים שהובאו מחו"ל ונעזרים בהאבקה ידנית כי לא קיים בארץ המאביק שיאביק אותם ביעילות גבוהה, כגון: פסיפלורה, פיטיה, אנונה.

2.2.6.2.3 תועלות

שרותי האבקה הם הכרחיים לקיום חקלאות ומערכות טבעיות כאחד (Delaplane et al., 2000). כ-75% ממיני הגידולים החקלאיים המרכזיים בעולם דורשים האבקה על-ידי דבורים על-מנת להתרבות ולייצר פירות וזרעים; כשליש מהתזונה האנושית (הצמחית) מבוססת על מזונות התלויים בהאבקת בעלי-חיים, בעיקר דבורים. בהתאם, לשירותי ההאבקה של דבורים יש ערך כלכלי ניכר (Klein et al., 2007).

סה"כ נמצא שמתוך 57 הגידולים החקלאיים המרכזיים ביותר בדיאטה של האדם, 39 מתוכם, משפרים באופן ניכר את היבול שלהם בעזרת מאביקים מן החי. היבט נוסף שחשוב להתייחס אליו בהקשר להאבקה חקלאית כשרות מערכת זה רשת הביטחון שהמגוון הביולוגי של מאביקי הבר נותנים למקרה של קריסה פתאומית של המאביקים המסחריים (תופעת ה-CCD Colony Collapse Disorder), כמו שכבר קרה בעבר באזורים שונים בעולם (Winfrey et al., 2007). מגוון של מאביקים נמצא כחשוב גם להיקף ההאבקה המסופקת וגם לשונות נמוכה (עיתית-מרחבית) באספקת ההאבקה - דבר רצוי כמובן במערכות החקלאיות (Garibaldi et al., 2011).

2.2.6.2.4 תרומת התועלות לרווחת האדם, ומשתמשים

ללא האבקה לא יהיו רוב הפירות והירקות הנדרשים למזון שהוא מרכיב מרכזי בבריאות האדם. גידולים מואבקי בע"ח לעומת כאלו שלא, עשירים בנוטריינטים וויטמינים. מבחינה כלכלית, האבקה דבורים חוסכת כוח אדם יקר (על פני האבקה ידנית), בשווי המוערך בארצות הברית בכ-\$25 ליום. בשנת 2014 הוערכה התרומה הכלכלית של שירותי ההאבקה של החרקים, בעיקר דבורי-דבש, לכלכלת ארה"ב ב-24 ביליון דולר - בשני סדרי-גודל מעל הערך הכלכלי של הדבש עצמו (White House Report, 2014). הערך הכלכלי הגלובלי של שירותי האבקה לחקלאות הוערך בכ-153 ביליון יורו לשנה (Gallai et al., 2009). בהינתן האבקה מספיקה, כמות ואיכות היבול של הגידולים התלויים בהאבקה עולים; מחקרים הראו על השפעה חיובית של האבקה ביוטית על מספר, משקל, גודל, צורה, ערך תזונתי ואורך חיי מדף של פירות וזרעים של גידולי חקלאות הדורשים האבקה (Free, 1993; Eilers et al., 2011; Brittain et al., 2013; Klatt et al., 2014). בארץ בוצעה הערכה של תרומת דבורי הדבש להאבקה גידולי חקלאות נבחרים ב-1992 ונמצא כי ערכה הכלכלי של פעילות ההאבקה שלהן גבוהה משמעותית (פי 45) מערכו הכלכלי של הדבש שיוצר (רגב ודג, 1994). ישנם מינים חקלאיים אשר תלויים בהאבקה של דבורת הדבש לצורך חנטה ולכן החקלאים משלמים לדבוראים שיניחו את הכוורות שלהם באזור גידולים החקלאיים שמהווים מרעית לדבורים להפקת הדבש (שירות זה מפורט בשירותי אספקת מרעית בסעיף 2.1.2).

כלל החברה נהנית משירות זה בכך שהיא צורכת את המזון שזמין עבורה בזכות שירות ההאבקה, או שנהיה משובח ובריא יותר בזכותו (כפי שתואר לעיל). החקלאים נהנים מהשירות, כי לולי שירותי ההאבקה הם היו צריכים להאביק ידנית, ובזכות שירותי ההאבקה היבול גדל ונהיה איכותי יותר. הדבוראים גם הם נהנים מכך שהחקלאים משלמים להם לשים את הכוורות בשטחיהם בכדי לשפר את שירות ההאבקה.

2.2.6.3 מגמות

2.2.6.3.1 גורמים מחוללי שינוי

כאשר מסתכלים על מצב המגוון הביולוגי הרלבנטי לאספקת השירות במהלך השנים, ניתן לראות שמאביקים טבעיים האביקו בעבר בהצלחה גידולי חקלאות של משקים קטנים, כדוגמת משקי הבית וחלקות קטנות שליד כפרים ערביים, שהיו פזורות בין שטחי בר (סלבצקי, בע"פ). גורם מחולל שינוי אשר השפיע מאוד על המצב הוא האינטנסיפיקציה של החקלאות אשר בעקבותיה החל שימוש גובר בכוורות מביתות של דבורי דבש מתת-מין איטלקי אשר השפיע על שכיחותם ותפוצתם של המינים המקומיים של הדבורים בישראל. אוכלוסיות טבעיות של דבורי דבש היו נפוצות בישראל בעבר, אולם כיום רובן הוכחדו על ידי מחלות וטפילים שהועברו אליהן מהדבורים המיובאות. תת-המין הארצישראלי (*Var. syriaca*) של דבורת הדבש הוכחד לחלוטין מישראל ב-1984 בעקבות הגעתו לארץ של הטפיל אקרית הוורואה (*Varroa destructor*). דבר זה היווה גורם שינוי משמעותי בצורך בהאבקה מסחרית (סלבצקי וחוב, 2003).

כפי שנאמר לעיל, מבחינה מסחרית, בארץ בעיקר משתמשים בדבורי דבש, ומ-1992 החלו להכניס את דבורי הבומבוס. הן פחות רגישות למזג אוויר ופחות חברתיות. התבססות שוק ההאבקה לחקלאות על מאביק מרכזי יחיד בעייתית לאור תמותה מוגברת של מושבות דבורים באזורים שונים בעולם, כולל בישראל, בשל פגיעה מצטברת של מזיקים, וירוסים וחומרי הדברה (אפרת וחוב, 2007; Potts et al., 2010a).

המעבר לחקלאות מודרנית עם שטחים גדולים של מונו-קולטורה, הפחיתו את יכולת המאביקים הטבעיים להאביק בהצלחה. בנוסף השפעה מצטברת של אובדן בתי גידול (ועימם מקורות שיחור וקינור), ריסוסים חקלאיים, מחלות ופרזיטים (Winfrey et al. 2009; Potts et al. 2010b). ריסוסים חקלאיים, במיוחד של חומרים ממשפחת הניאוניקוטינואידים, נמצאו כמזיקים

במיוחד לדבורים בחו"ל ובארץ (Van der Sluijs et al., 2013; שריג וסורוקה, 2015) ורבים תולים בהם את האשמה המרכזית לתופעות של קריסת מושבות דבורי דבש ופגיעה בדבורי בר במקומות רבים בעולם.

2.2.6.3.2 תגובות

כתגובה לבעיות בשוק ההאבקה החקלאית החלו לחפש אחר אפשרויות להרחבת "סל המאביקים" החקלאי. בשנים האחרונות החלו לבחון את הפוטנציאל החקלאי של מאביקי בר. במחקרים שנעשו בפנסילבניה, ניו ג'רזי, קליפורניה ובקניה, ובמקומות נוספים בעולם, נמצא כי שדות חקלאיים הסמוכים לשטחים טבעיים ואשר מנוהלים בממשק "ידידותי לסביבה" (בכל הקשור לסוג ולמשטר הריסוסים) קיבלו שרותי האבקה משמעותיים מדבורי בר, לעיתים ברמה וביעילות גבוהות מזו של דבורי דבש (למשל: Winfree et al., 2007; Otieno et al., 2011; Garibaldi et al., 2011). שרותי האבקה אלה מתקבלים בחינם ויכולים לשמש "רשת בטחון" במצבים של ירידה פתאומית באוכלוסיות המאביקים המסחריים או ביעילותם בהאבקה. בנוסף, כתגובה למקרים רבים שבהם ריסוסים חקלאיים גרמו לתמותה המונית של דבורי דבש, משרד החקלאות החל בפעילויות להעלאת מודעות החקלאים לרגישות המאביקים ובדרכים להרחבת "סל המאביקים" (אתר משרד החקלאות).

במחקר שבחן כיצד מאביקים במטעי תפוחים בצפון מושפעים מממשק מזיקים המבוסס על אויבים טבעיים לעומת ממשק קונבנציונלי ניתן לראות שיש השפעה של ממשק הדברת מזיקים על היקף פעילות מאביקים במטעים (גבוהה יותר בממשק ידידותי לסביבה) אולם לא על העושר והשפע של המאביקים. נמצא שיש השפעה של ממשק ההדברה גם על השטח הטבעי הסמוך למטע, כאשר בשטחים טבעיים אשר גבלו במטעים בהם היה ממשק ידידותי לסביבה, היה שפע גבוה יותר של מאביקים (מנדליק וחוב, 2015).

תגובה נוספת היא שבשנים האחרונות החלו בנטיעה מאסיבית של עצים מייצרי צוף ברחבי המדינה, במטרה לתמוך באוכלוסיותיהן של דבורי הדבש. שמירה על קיומם של שטחים טבעיים וחצי טבעיים בסמוך לשטח החקלאי (עבור דבורים מדובר על מרחקים של 1.5-2 ק"מ לרוב) יכולה לתמוך במגוון של מאביקי בר בשטחים החקלאיים עצמם.

2.3 שרותי תרבות

2.3.1 תועלות פיזיות: נופש וספורט

2.3.1.1 כללי

2.3.1.1.1 מהות השרות

השטחים החקלאיים כחלק ממערך השטחים הפתוחים מספקים לבני האדם מקום לטייל, לנפוש, לתיירות ולספורט. פעילויות הנופש העיקריות במרחב הכפרי הן טיול, הליכה, רכיבת אופניים, טיולי סוסים, טרקטורונים ורכבי שטח. בנוסף ישנן פעילויות נוספות מתחום התיירות הכפרית והחקלאית שבמגמת פיתוח כיום. על פי הגדרת משרד החקלאות:

"תיירות חקלאית מוגדרת כמגוון פעולות של ביקור ואירוח בענפים החקלאיים, מתן הסברים למבקרים, הצגת מצגים על הגידול החקלאי, המחשה של תהליכי ייצור וכיוצא בזה. בנוסף כל יוזמה ופעילות במרחב הכפרי שקשורה באופן ישיר או עקיף לפעילות חקלאית ולהתיישבות הכפרית, אשר גורמת להגדלת מספר המבקרים ותורמת לכלכלת המשק החקלאי וכתוצאה מכך גיוון והגדלת הכנסות המשק החקלאי" (אתר משרד החקלאות).

בישראל ניתן למצוא שינוי והתפתחות בהגדרה לאורך השנים. התיירות החקלאית הוגדרה תחילה כ"פעילות תיירותית הקשורה ישירות לסביבה היצרנית של ענפי הגידול, כאשר ספקי המוצר התיירותי הזה, עוסקים ישירות בחקלאות" (בן יוסף, 2001). למעשה, על פי הגדרה זו, תיירות חקלאית מוכללת בתיירות הכפרית (גסול, 2014). ההגדרה הראשונה (בן יוסף, 2001) יוצרת קשר בל ינתק בין התיירות לבין הפעילות החקלאית ועיסוק ישיר בחקלאות. על פי הגדרה זו, תיירות חקלאית הינה למעשה ענף בתוך התיירות הכפרית. ההגדרה המרחיבה, של משרד החקלאות (2009) מכלילה כל יוזמה ופעילות במרחב הכפרי ולפיכך הגדרה זו מתאימה לתיירות כפרית בכלל. לאחרונה שולבה ההגדרה של משרד החקלאות בהחלטת מועצת מקרקעי ישראל 1316 שעניינה שילוב מרכזי מבקרים ופעילות של תיירות חקלאית בנחלות במושבים. לפיכך, על פי הגדרה זו - תיירות חקלאית כוללת את התיירות הכפרית.

סוגי האטרקציות התיירותיות הקשורות ישירות למשק החקלאי הן: סיורים במשקים חקלאיים, השתלמויות וקורסים במשק החקלאי, ממכר תוצרת חקלאית, מוזיאון בנושא חקלאי/ התיישבותי והפעלה פעילה בתחום המשק החקלאי (קטיף עצמי, מסיק וכדומה). קטיף עצמי אשר תופס תאוצה בשנים האחרונות, הוא למעשה פעילות חקלאית במסגרתה מבקרים משתתפים בקטיפה חווייתית של פירות, ירקות, תבלינים ופרחים (באופן עצמאי ומסודר). אטרקציות ופעילויות בשטחים פתוחים באזורים חקלאיים כוללות: פסטיבלים חקלאיים, שוק ירוק וביקור בשטחים חקלאיים של מרכזי מחקר ופיתוח. גם תרבות "הצימרים" שהתפתחה מאוד בישראל בשנים האחרונות, נעזרת בחקלאות לשיווק באזורים רבים בארץ (זליגמן ולחמן, 2008; גסול, 2014).

2.3.1.1.2 רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

המגוון הביולוגי המעורב בשרותי התרבות הוא המגוון האגרו-ביולוגי. הגיוון של גידולים שונים בשדה החקלאי הוא הבסיס לאספקת תועלות הנוף, ואספקת צבע ירוק של גידולים במערכת המדברית, אשר גורמים לאדם לרצות להשתמש בשדות לספורט, פנאי ונופש. ישנם רכיבים ייחודיים במערכת החקלאית אשר מגבירים את השרות, והם פריחה של פרחי בר בתוך שדות חקלאיים, (פרגים בתוך שדות בקיה לדוגמה), עצים בעונת הפריחה במטעים (כגון שקד, דובדבן, אפרסקים, ונשירים אחרים) ועצים בעלי עלווה רבה אשר יוצרים צל והקלה בחום (כגון מנגו ותאנים).

2.3.1.2 מצב נוכחי

2.3.1.2.1 ממדי הפקת השרות

קשה להעריך את ממדי הפקת השרות ברמה הארצית בכל סוגי הפעילויות שהוזכרו, במיוחד באלו שאינן דורשות דמי כניסה, כגון היקף המטיילים שבבילים העוברים בדרכים חקלאיות. עם זאת, ישנם מספר מחקרים וסקרים שנעשו, אשר מסייעים בהערכה זו. השטחים החקלאיים ונוף פתוח נרחב הם אחד המאפיינים החשובים ביותר לפעילות תיירותית בכפר. למשל, על פי סקר ארצי של משרד הבריאות (2012) נמצא שכ-60% מהנסקרים דיווחו שהם מטיילים ברגל סמוך למגוריהם, ומתוכם אלו שגרים ביישובים שסביבם יש שטחים חקלאיים מטיילים אף יותר, וכ-3.6% מהנסקרים רוכבים על אופניים בשטחים פתוחים (אשר בחלק גדול מהמקרים הם חקלאיים). ישנן מספר דוגמאות בארץ לדרכים תיירותיות פעילות בשטחים חקלאיים כגון: "דרך יפו" בבקעת הנדיב, הנחלים שניר וחצבני, שביל מקריית שמונה לקיבוץ עמיר, אזור בקעת הבטיחה, שבילי אופניים באזור הירקון, בקעת יעפורי-מג'דל שמש, דרך בורמה, דרך לאורך עמק שורק, קיבוץ צובה, וחלקים ניכרים משביל ישראל.

בישראל נערכו מספר סקרים ומחקרים בתחום התיירות הכפרית והחקלאית (מביניהם: בן יוסף, 2001; סופר ואפלבוים, 2008; אילן וגסול, 2011; ניר, 2013; פליישר וחוב, 2004; גסול, 2009, 2014; בן ישראל, 2011; סקרי תיירות הפנים שעורך משרד החקלאות; וסקרי התיירות הנכנסת). מרבית העיסוק באכסון במרחב הכפרי נוגע בתחום התפתחות ענף יחידות הקיט (צימרים). התפתחות הענף בנחלות במושבים גרמה להפכה תעסוקתית. כ-90% מיחידות הקיט ממוקמות במחוז צפון והכי

הרבה אתרים יש במועצות בגליל העליון ובגולן (ניר, 2013). מסקר שנערך עבור התכנית הלאומית של החקלאות והכפר בישראל נמצא שמתוך כ-61 אלף חדרי אכסון בישראל, כ-25% ממוקמים במרחב הכפרי (גסול, 2014). נמצא שברמה הארצית, התיירות הכפרית כוללת כ-15,100 חדרי אירוח המעסיקים כ-7,500 עובדים בתעסוקה ישירה + כ-7,500 בתעסוקה נובעת (15,000 סה"כ). ישנם 2,600 אטרקציות ועסקים תיירותיים במרחב הכפרי, עם היקף מועסקים בהערכה זהירה של כ-15,000 עובדים. סה"כ כ-30,000 מועסקים בתיירות הכפרית-חקלאית (גסול, 2014) יש לציין שלא תמיד התעסוקה בתיירות מהווה את עיסוקם הבלעדי (ניר, 2013).

סקר תיירות פנים שנערך על ידי משרד התיירות בשנת 2012 מצא כי מבין היוצאים לחופשה בישראל במהלך 2011 מקרב האוכלוסייה היהודית, כ-28% מהלינות התקיימו במרחב הכפרי, כ-4.5 מליון לינות. הסקר של ניר (2013), בהזמנת משרד החקלאות ופיתוח הכפר, תיעד מושכנים (אטרקציות) בתחום התיירות הכפרית (ללא יחידות אירוח) ומצא 2604 אתרים. הוא מצא שבין 10%-15% מהפעילות הכפרית קשורה ישירות לשטחים החקלאיים וכוללת: קטיף עצמי, סיור חקלאי ומפעלי בוטיק לעיבוד תוצרת חקלאית (ניר, 2013). בסקר שנערך בשנת 2001 לעניין היקף התיירות החקלאית בישראל, נמצא כי ישנם יותר מ-1,000 עובדים המועסקים בתיירות החקלאית, וכ-1.5 מיליון מבקרים בשנה. נמצא כי הענפים העיקריים שקשורים במערכת האקולוגית החקלאית הצמחית הם: גז"ש (כולל תבלינים וצמחי מרפא), מטעים ופרדסים, קטיף עצמי, משתלות וחממות, מו"פ, מכוורת, יקבים ובתי בד. כאשר יקבים הכי פופולאריים (בן יוסף, 2001). בישראל כיום למעלה מ-280 יקבים פעילים, חלקם הגדול יקבי בוטיק או גראז', וישנם 11 יקבים מסחריים הגדולים בישראל. בחלק גדול מיקבים אלו יש מרכז מבקרים (אתר איש הענבים, דף הבית 2016). עוד נמצא ב-2001 ש-55% מהאטרקציות כללו מכירת מוצרי משק וכ-30% הציעו סיורים מודרכים. 47% מהאטרקציות החקלאיות, פעלו במושבים, 33% בקיבוצים והשאר בצורות התיישבות אחרות (חוות בודדים, מנזרים, ישובים קהילתיים וכו'). בהתאם להערכות שנעשו בעבודה זו, נכון לשנת 2000 היו כ-1.5 מיליון ביקורים באתרי התיירות החקלאית (בן יוסף, 2001). סקר טלפוני ברמה הארצית שנערך בשנת 2009 מראה כי מתוך כלל תיירות הפנים בישראל, מספר המבקרים הישראליים באתרי תיירות חקלאית בארץ עומד על כ-20% מכלל האוכלוסייה. הנכונות לבקר גדולה יותר, והיא עומדת על 36% (גסול, 2009).

בסקר תיירות הפנים שנערך על ידי משרד התיירות בשנת 2012, נשאלה שאלה לגבי המודעות והנכונות לבקר במוצרי תיירות "חדשים". בנוגע לאתרי תיירות חקלאית: 41% היו מודעים לסוג תיירות זה, 25% הביעו נכונות לבקר. בנוגע ספציפית לאתרי תיירות יין: 52% היו מודעים לסוג תיירות זה, 25% הביעו נכונות לבקר. כך שמתוך כ-4 מיליון יהודים היוצאים לטיולים חד יומיים, נמצא שכמיליון הביעו נכונות לבקר באתרי תיירות חקלאית/ תיירות יין. הנתונים אינם מצביעים על אחוזי מימוש.

בן ישראל (2011), ערך סקר מקיף של עמדות ותפיסות המבקר באתרי תיירות חקלאית באזור המרכז. הסקר כלל 509 שאלונים שמילאו מבקרים ב-11 אתרים שונים של תיירות חקלאית בשולי מטרופולין תל אביב. באשר לאטרקטיביות של ענף התיירות החקלאית נמצא במרבית המקרים כי הביקור מהווה את מטרת הנסיעה העיקרית וכמעט שאינו משולב בפעילות אחרת. הרגלי הביקור מצביעים על תדירות ביקור רווחת של פעמיים בשנה ולא יותר ועל נכונות לשלם סכום של 20-30 ש"ח לאדם. למרות זאת, המבקרים מרוצים מהביקור, מהחווייה שעברו ומהתמורה לכסף.

אחת הפעילויות המזוהות ביותר עם תיירות חקלאית בישראל הינה "קטיף עצמי". הקטיף הפופולארי ביותר הוא במערכת המטעים, כולל הכרמים. מתוכו הכי בולט קטיף דובדבנים בגולן אשר נחשב לחלק בלתי נפרד מתרבות הנופש בצפון. קטיף עצמי יכול להיות גם של: פירות יער, ליצ'י, זיתים, שזיפים, אפרסקים, ענבים, תאנים, אגסים, תפוחים, תפוזים, אוכמניות ועוד. בנוסף יש גם סוגים מעטים של קטיף עצמי במערכת הגז"ש והחממות כגון ארטישוקים, תותים, פרחים, תבלינים ועוד ([אתר](#)

[קטיף עצמי, דף ראשי, 2016](#)). לא ידוע בדיוק כמה מבקרים יש באתרי הקטיף העצמי, אך למשל בקטיף העצמי של דובדבנים, תותים ופטלי בר בשעל העריכו שיש אלפי מבקרים כל שנה.

ישנו סוג נוסף של תיירות חקלאית אשר נקראת תיירות חקלאית-אקולוגית. כאשר מסתכלים על אתר תיירות אקולוגית בישראל, תחת פעילות חקלאית יש כ-16 חוות חקלאיות שמטרתן העיקרית חיבור המבקרים לחוויה החקלאית-אקולוגית, כגון "חוה ואדם" ליד מודיעין ו"אדממה" בצפון הנגב ([אתר תיירות אקולוגית, 2016](#)).

במחקר שנעשה במערכת האקולוגית המדברית, בערבה הדרומית, נמצא שמתוך 30 נסקרים, יותר משני שלישי העידו על השימוש בשטחים החקלאיים שבסביבת מגוריהם עבור פנאי וספורט. בנוסף, העידו שפעילויות כגון: הליכה, ריצה, ורכיבה על אופניים בשטחים החקלאיים הם פעילויות שבשגרה עבור התושבים, לעיתים באופן יומי, ושפעילויות ספורטיביות אלו מתבצעות בשטחים החקלאיים יותר מאשר בשטחים הטבעיים. היו כאלו שסיפרו על שימושים נוספים כגון ביקור בשדות לקטיף מהתוצר הטרי (כמו תירס) ועל הליכות רומנטיות בשדות בשקיעה (Sagie et al., 2013).

כפי שצוין, התועלות הפיזיות משירות זה הן נופש, פנאי, תיירות וספורט.

2.3.1.2.2 תועלות ותרומתן לרווחת האדם

תרומת התועלות לרכיבים השונים של רווחת האדם מתבטאת גם בהכנסה הכלכלית מתיירות וגם בבריאות וההנאה שבפעילויות בשטחים החקלאיים (האן וחוב', 2014). בסקר שערך אילן בן יוסף בשנת 2001 נמצא שהתיירות החקלאית מכניסה כ-75 מיליון ש"ח בשנה (פדיון כולל מע"מ). בסקר של גסול (2014) נמצא שענף התיירות הכפרית (שכולל בתוכו את התיירות החקלאית) מכניס 3.3 מיליארד ש"ח. מתוכם, כ-1.1 מיליארד בפדיון ישיר מאכסון (כמחציתו מענף הצימרים), כ-986 מיליון ש"ח בפעילות תיירותית נילוה (אטרקציות ומסחר תיירותי) ועוד כ-1.1 מיליארד מפדיון עקיף לאכסון התיירות. תיירות כפרית וחקלאית מהווה ענף כלכלי משלים במרחב הכפרי, מאפשרת גיוון תעסוקתי והכנסה נוספת למשק הבית ולמשק הקיבוצי. עם זאת, ישנם עסקים בתיירות החקלאית בהם הרווחיות נמוכה, כגון מרכזי מבקרים חקלאיים ומוזיאונים התיישבותיים, המתבססים על השוק המוסדי חינוכי בעיקר (בתי ספר). האפשרות לגביה עבור הביקור הינה נמוכה (25-30 ש"ח למבקר בפעילות), העונתיות הינה גבוהה והיחס בין תקופות השיא ותקופות השפל הינו קיצוני בדרך כלל. אך למרכזי המבקרים החקלאיים ישנן תועלות נוספות מעבר להכנסות עבור הפעילות, כגון: גיוון התמהיל התעסוקתי של המשק, ממכר מוצרי משקל וגיוון הפעילות התיירותית (גסול, 2014).

לגבי התרומה הבריאותית-נפשית, למשל במחקר על תפיסות הסביבה והשטחים החקלאיים בערבה הדרומית, נמצא שתושבים העידו על כך שהם עושים הליכות ורצים בשדות למען הספורט והבריאות, ואחרים העידו שהם עושים זאת כדי להירגע מהלחצים של היומיום (Sagie et al., 2013). השטחים החקלאיים המשמשים לקטיף עצמי, סיורים מודרכים במשק ושיווק ישיר של התוצרת, יוצרים תועלת כלכלית ישירה עבור החקלאים והמפעילים של הפעילויות וגם תועלת עקיפה עבור פיתוח עסקי תיירות עבור המבקרים. בנוסף עבור המבקרים הקטיף-עצמי משלב נוף, פעילות ספורטיבית, טעמים, ריחות, מורשת היסטורית של החקלאות בארץ ועוד ([אתר קטיף עצמי, דף ראשי, 2016](#)).

2.3.1.2.3 המשתמשים

בישראל, קבוצות המשתמשים הגדולה ביותר בשירות, היא קודם כל הולכי הרגל. לפי מחקר של משרד הבריאות (2013) אחוז דומה של הולכי רגל יהודים וערבים, גברים ונשים דיווחו על ביצוע הליכות. נשים קצת יותר מגברים. בנוסף ניתן לראות מגזרים שונים המטיילים בשטחים החקלאיים כולל: חרדים, בעלי מוגבלויות – (במידה ויש שבילים מוגנים לכיסאות גלגלים), וקבוצות מאורגנות של תנועות נוער, חיילים, צעדות וקבוצות אחרות. בקיבוץ צובה הוערך שמתוך כלל המטיילים בשטחים

הטבעיים והחקלאיים בסמוך לקיבוץ ישנם כ- 30,000-40,000 משפחות ובודדים; וכ- 60,000-70,000 תלמידים, קבוצות של תנועות נוער וחיילים. קבוצה שנייה של משתמשים הם רוכבי האופניים שהם ברובם ממעמד סוציו-אקונומי בינוני או בינוני-גבוה. הקבוצה השלישית הם רוכבי טרקטורונים ורכבי שטח. בסקר של פליישר וחוב' (2004) לגבי תיירות כפרית ככלל, נמצא שבענף האירוח הכפרי כיום ישנם לא רק משפחות עם ילדים כפי שהיה בעבר אלא גם זוגות. האוכלוסייה השייכת לפלח שוק זה לרוב במצב סוציו-אקונומי בינוני-גבוה שמוכנה לשלם את המחיר הנדרש עבור פעילויות יוקרתיות יותר.

קהל היעד לתיירות חקלאית הינו בעיקר תיירות פנים: משפחות במסגרת ביקורים באזור; אורחים הלנים בחדרי האירוח ביישוב הכפרי; מבקרי יום באזור; תלמידים במסגרת ביקור באזור; ועדי עובדים במסגרת ביקורים, ימי עיון וחופשות מרוכזות. מתוך התיירות הנכנסת: יש מבקרים ייחודיים - בודדים במסגרת ביקור וסיור באזור, קבוצות בעלי עניין מיוחד בחקלאות, קבוצות המעוניינות להעשיר את ביקורן בהיכרות עם ענפי החקלאות וסוגי ההתיישבות בישראל. בעיקר בקרב הפלח הצלייני. קבוצות הצליינים משתמשים בלינה הכפרית כאמצעי אכסון זול בקרבה לאתרי הצליינות השונים (פליישר 1997, 2000, פליישר וחוב', 2004). מבירור שנעשה עם מספר אתרי קטיף עצמי, נאמר שבאופן כללי כל סוגי האנשים מגיעים לקטיף, אך עם דגש על קבוצות מאורגנות שהקטיף הוא חלק מפעילות יום הסיור כגון: גמלאים וקבוצות הייטק. בקטיף תותי ופטלי הבר והדובדבנים קבוצה בולטת היא עולים מברית המועצות לשעבר.

מסקר שבוצע בתנועת המושבים ב- 2007 נמצא ש כ-47% מהתושבים עוסקים בשילוב של חקלאות ותיירות/כפרית/חקלאית כמקור ההכנסה של משק הבית (סופר ואפלבו, 2008).

אומנם התפקיד המסורתי של השטחים החקלאיים הוא לשמש כגורם ייצור בחקלאות, אולם לשטחים אלו מתווסף בשנים האחרונות תפקיד נוסף של אספקת נוף לתיירות (גסול, 2014).

2.3.1.3 מגמות

2.3.1.3.1 מגמות באספקת השירות

מגמות בממדי הפקת השרות מראות שחלקם של השטחים החקלאיים בתוך מערך השטחים הפתוחים המשמשים למטרות פנאי ונופש הולך ומתרחב. דוגמאות בולטות לכך הן השטחים החקלאיים במרחב שקמה, המרחב הביוספרי ברמת מנשה, נחל אלכסנדר ועוד (האן וחוב', 2014). המגמה של השימוש בשטחים החקלאיים לפעילות גופנית ופנאי בעלייה בשנים האחרונות. במיוחד רכיבה על אופניים, על כך מעיד בין היתר, הפרויקט "שביל ישראל לאופניים" שבחלקו עובר בשטחים חקלאיים, ומסמך המדיניות שפרסמה לשכת התכנון המחוזית מחוז מרכז ב-2010 הנוגע לפיתוח שבילי אופניים במרחב הפתוח, כולל בסמוך לשטח החקלאי. ככלל, משרד החקלאות תומך ברעיון של שילוב שבילי מטיילים במרחב הכפרי, בין היתר כחלק מאחת המטרות של האסטרטגיה לפיתוח בר קיימא של המשרד (מאי 2010): "לחזק את מעמדם ותדמיתם של החקלאות והכפר כבעלי ערכים חברתיים ותרבותיים, נופיים ואקולוגיים, בהווה ובעתיד" והיעדים: "ליצור זיקה בין החקלאות והציבור הרחב"; "לחזק את פיתוח התיירות הכפרית והחקלאית כשגרירה של החקלאות בקרב הציבור העירוני". משרד החקלאות אישר למימון משנת 2007 ועד היום 74 תוכניות לשבילי טיול ואופניים, המהוות 13% מסך תכניות פיתוח הכפר של משרד החקלאות. נתונים אלו מעידים על כך כי מדובר בנפח משמעותי של פעילות. משרד החקלאות מעודד את החקלאים לפתוח את המשקים לביקורים כענף כלכלי נוסף במשק. כיוון שזה ענף של יזמות חופשית כל יום חופשי אם עומד בחוקי תכנון ובניה ובכל דרישה חוקית אחרת לפתוח את משקו. פעילות זו מוגדרת כגיוון תעסוקות והמשרד אף קיים פרויקט עם האיחוד האירופי בנושא - פרויקט Twinning (אתר משרד החקלאות, 2016). מועצות אזוריות רבות גם תורמות לפיתוח השבילים והתחזוקה, רשויות ניקוז, קק"ל וחלה"ט.

בעשור האחרון אנו עדים להתרחבות הביקוש של תיירות נכנסת בלינה הכפרית, הן בקרב בודדים והן בקרב קבוצות שונות (צליינים, תגלית ועוד). מושבים, קיבוצים ויישובים כפריים אחרים התחילו להקים חדרי אירוח ואטרקציות תיירותיות אחרות החל מסוף שנות השמונים. ההתפתחות הייתה מהירה תוך עלייה בביקושים בעיקר בקרב תיירות הפנים. הגידול בענף יחידות הקיט (צימרים) נמשך במשך שלושה עשורים ומאז נצפתה התופעה לראשונה עד לשנת 2004 היה גידול שנתי ממוצע של כ-15% במספר יחידות האירוח. בשנת 2004, כבר תפסה התיירות הכפרית 18% מתוך כלל הלינות בתיירות בארץ. כמות החדרים בסוג אירוח זה כלל כ-7,500 יחידות בכ-210 ישובים כפריים הכוללים מושבים וקיבוצים. באתר משרד התיירות (2013) מפורסמים הנתונים הבאים: הענף מורכב מיותר מ-9,000 חדרי אירוח וכ-2,500 אטרקציות כאשר עיקרו של הביקוש, תיירות הפנים: ישראלים היוצאים לחופש בסופי שבוע, חגים וחופשת הקיץ, סה"כ כ-120 ימי פעילות בממוצע בשנה (-25% 35% תפוסה).

התיירות החקלאית התפתחה מאד בעשורים האחרונים כענף נפרד בתוך תעשיית התיירות כולה. התפתחות זו, באה מצורך משולב גדל והולך של התייר והתיירן והספק החקלאי. מהשוואה בין מספר אתרי תיירות חקלאית בסקר של בן יוסף (2001) לבין סקר של אילן וגסול (2011) שבדקו באתרי האינטרנט של עמותות התיירות ברחבי הארץ, ניתן להסיק שבעשור הייתה עליה של לפחות 20% בכמות אתרי התיירות החקלאית בישראל (מ-144 ל-169). בסקר של ניר (2013) עבור משרד החקלאות ופיתוח הכפר, נמצאו כ-570 אתרים שהוגדרו כתיירות חקלאית גידול של פי 4 ב-12 שנה. יחד עם זאת, נראה כי סקר 2013 כולל קטגוריות נוספות שלא נכללו בסקרים של 2001 ושל 2011 כגון סיורים חקלאיים.

בשנים האחרונות, התפתחה מאד אטרקציית הקטיפ העצמי בישראל, שנים רבות קטיפ הדובדבנים בצפון היה הפופולארי ביותר, אך היום ניתן למצוא מבחר עשיר של אפשרויות מגוונות של קטיפ וגם בכל האזורים בארץ ([אתר קטיפ עצמי](#), [דף קטיפ עצמי ברמת הגולן](#), 2016). בנוסף יקבי הבוטיק גדלו מאוד ב-15 השנים האחרונות והיום יש כ-280 יקבים ([אתר איש הענבים](#), דף הבית, 2016).

2.3.1.3.2 גורמים מחוללי שינוי

אחד הגורמים המרכזיים אשר הגבירו את השימוש בשירות זה בשנים האחרונות הוא העלייה הדמוגרפית וצפיפות האוכלוסין אשר מרביתה במרכז הארץ, ומכיוון שהשטחים הפתוחים העיקריים באזור המרכז הם שטחים חקלאיים, עלתה החשיבות של יצירת תנאים לקיום מתאים של שבילי הליכה בשטחים חקלאיים במרכז הארץ ומסביבה.

ההתפתחות של נישת agro-tourism אשר באירופה נהייתה מאוד פופולארית בשנים האחרונות ומשפיעה גם על ישראל יחד עם המגמה לחיזוק הפריפריה והיעד של משרד החקלאות להגביר את הזיקה בין החקלאות והציבור – שהוזכר לעיל (אתר משרד החקלאות, 2016). בישראל בולטים במיוחד המחסור והשחיקה בשטחים הפתוחים, והפגיעה בשירותים האקולוגיים כתוצאה מכך. הירידה ברווחיות של החקלאות מביאה במקומות רבים לפנייה לכיוון של תיירות חקלאית, שכדי לקיימה יש צורך בנוף חקלאי. כלומר, חקלאות ותיירות חקלאית צריכות להתקיים במקביל (אמדור וחוב', 2005). כתגובה, מדינות המערב, אך עדיין לא ישראל, הכירו בעובדה כי לחקלאות תרומות לסביבה ולנוף, והנהיגו שיטות שונות לתגמול החקלאים עבור ערכי הנוף החקלאי כגון: תשלום לחקלאים עבור אספקת ערכי טבע ונוף, תשלום ישיר של בעלי עסקי תיירות לחקלאים כדי שימשיכו לעסוק בחקלאות, רכישת שטחים חקלאיים על-ידי הממשל המקומי, והפיכתם לשטחים ציבוריים, ותמיכה בפיתוח עסקי פנאי ותיירות של החקלאים, כך שאלו יוכלו להפיק רווח מהנוף הכפרי (דוידוביץ'-מורטון ואיזן, 2014).

גורם מחולל שינוי נוסף הוא "שימוש יתר" - חששות בקרב ציבור החקלאים ומקבלי ההחלטות מההשלכות השליליות ומהנזקים הנגרמים על ידי מטיילים מביאים לא אחת לחסימת שבילים ודרכים, או להתנגדות של חקלאים לתוכניות פיתוח למטרות פנאי

ונופש. אך עם זאת המגמה ממשיכה להיות בעלייה ומכוונת להסדרת השימוש של המטיילים ובכך להמעיט את הנזקים (האן וחוב', 2014).

קיים **פעור ידע** בארץ בנוגע להערכה כמותית של שימוש יומיומי של מטיילים וספורטאים המשתמשים בשטחים החקלאיים.

2.3.2. תועלות אינטלקטואליות: מחקר וחינוך

2.3.2.1. כללי

2.3.2.1.1. מהות השרות

מהות השרות היא התנסות אקטיבית אינטלקטואלית עם המערכת האקולוגית החקלאית. התנסות זו כוללת חינוך ומחקר בנושא החקלאות והשטחים החקלאיים. כלומר, שימוש במערכות החקלאיות בישראל להסברה, חינוך ומחקר על הפרקטיקות החקלאיות, הגידולים והמורשת החקלאית בארץ. אחת מהדרכים בהם מתבטא השירות הוא במרכזי המחקר ופיתוח (מו"פ) ומכוני המחקר החקלאי הממשלתיים ובאוניברסיטאות, אשר פזורים בארץ שמטרתם: התאמת גידולים חקלאיים לתנאים של ישראל ושדרוגם. בנוסף, השטחים החקלאיים מקנים ערכים חינוכיים של עבודת אדמה ולמידה על גידול מזון. תחום החקלאות טומן בחובו את מונחי העמל והפירות והנכונות של האדם לעשות למען העתיד, למען הזולת ולא דווקא למען עצמו.

2.3.2.1.2. מנגנון הפקת השרות

עצם העובדה שיש צורך בחקלאות ורצון לקדם, לשפר ולייעל אותה ולהתמודד עם קשיים, גורם להקמת מו"פים וגופי מחקר חקלאיים והקצבת תקציבים לביצוע מחקרים לקידום החקלאות. בתי הספר מלמדים על החקלאות, ועל חשיבותה עבור אספקת המזון וכסמל ערכי.

2.3.2.1.3. רכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקת השרות

הרכיב העיקרי הינו המגוון האגרו-ביולוגי, שלולא הוא לא הייתה המערכת מערכת חקלאית, ולכן לא הייתה מספקת את הבסיס למחקר וחינוך חקלאי. אך, בעקבות זאת, כלל המגוון הביולוגי בקרקע ומעל הקרקע: הגידולים, העשבים, המזיקים, המועילים, שוכני הקרקע וכלל המינים, מהווים מושא למחקר וחינוך בהקשר החקלאי.

2.3.2.2. מצב נוכחי

2.3.2.2.1. ממדי הפקת השרות

בבחינת ממדי הפקת השרות ניתן לראות שבישראל קיימות תשתיות מרשימות של מחקר ופיתוח בתחומי הידע והטכנולוגיות החקלאיות, אשר התפתחו על פני שנים של התמודדות עם אתגרים מקומיים, והבנה רבת שנים כי המפתח להצלחת החקלאות הישראלית הוא במחקר וידע מתקדמים. מאמץ זה בא לידי ביטוי בקיומו של מכון מחקר ממשלתי ייעודי לתחום, מינהל המחקר החקלאי (מכון וולקני), הזוכה להערכה בינלאומית גבוהה. במכון וולקני יש 1,000 עובדים מתוכם 190 חוקרים אקדמאיים. בנוסף, ישנם גם מרכזי מחקר אזוריים כגון גילת, השייך למינהל המחקר החקלאי, משרד החקלאות. בו עובדים כ- 9 אנשי מנהלה, ו-24 אנשי מעבדה, מהנדסים וטכנאים וכ-15 חוקרים אקדמאיים. המרכז ממוקם בצפון הנגב בלב אזור הלס, אזור הכולל 4 מועצות אזוריות, באזור 60 ישובים חקלאיים המעבדים כ- 800,000 דונם. חזון המרכז: מתן פתרונות לחקלאות ברת-קיימא באזורי המערכת האקולוגית המדברית הצחיחה וצחיחה למחצה. תחת המכון בגילת מופעלת גם חוות המחקר מגדה

(אתר מינהל המחקר החקלאי, דף מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף מדבר). מרכז מחקר אזורי נוסף הוא נוה-יער, מרכז המחקר הצפוני של מינהל המחקר החקלאי, אשר ממוקם בגבול שבין עמק יזרעאל והגליל התחתון. מטרותיו הן קידום חקלאי ישראל בכלל וחקלאות האזור בפרט, מתמקד בחקלאות במערכת האקולוגית הים-תיכונית. נוה-יער כולל 26 חוקרים אקדמיים ועוד 30 מהנדסים וטכנאים, 13 ו-6 חוקרים גמלאים (אתר מינהל המחקר החקלאי, [דף נוה יער](#)). תחת נוה-יער פועלות גם שלוש חוות מחקר: מתתיהו וכרי דשא. למכון וולקני הישגים מחקריים רבים, ביניהם מעל 350 זנים רשומים, 180 משפחות פטנטים ומעל 400 הסכמים מסחריים עם לקוחות עסקיים בארץ ובחו"ל ([אתר מינהל המחקר החקלאי-מכון וולקני](#), 2016).

נוסף, למינהלי המחקר, מפעיל משרד החקלאות מסגרות רבות אשר כוללות פיתוח, הטמעה והדרכה של ידע וטכנולוגיות מתקדמות בקרב חקלאי ישראל, כמו גם מימון מחקר חקלאי יישומי במסגרות אקדמיות. מינהל המחקר החקלאי ממנה חוקרים בכירים מבין חוקרי המינהל לשמש כמנהלים מדעיים בכל אחד מהמו"פים החקלאיים האזוריים. ישנם 10 מו"פים אזוריים מדרום לצפון, הפועלים תחת המועצות (או חברות כלכליות) האזוריות כארגונים ללא מטרות רווח. תחילת פעילות המו"פים במחלקה להתיישבות של הסוכנות היהודית הייתה כדי להבטיח את המשך ההתיישבות בפריפריה, הפיכתה לרווחיות, מציאת פתרונות לחקלאים הוותיקים כדי שלא יצאו מהענף והכשרת חקלאים חדשים ([אתר מכון וולקני-מו"פים](#), 2016). יש לציין שכל אחד ממוסדות אלו שהוזכרו לעיל - משרד החקלאות, מכון וולקני והמו"פים האזוריים אחראים לאלפי ימי חינוך להעברת הידע החקלאי שצברו כגון: ימי עיון, סדנאות וסיוורים בשטחים החקלאיים.

בנוסף, המגזר החקלאי בישראל מייצר ביקוש לחדשנות ופעמים רבות הוא המטמיע הראשון שלהם. חברות הזנק מבוססות חקלאות, מתפתחות על בסיס החקלאות המקומית ומאפשרות לפתח טכנולוגיות המיוצאות אחר כך לכל העולם. מחקרים ופיתוחים חקלאיים פעמים רבות מיושמים או מובילים לפיתוחים גם בתחומים שאינם חקלאיים, כמו רפואה וכימיה. ישראל אחראית לחידושים פורצי דרך רבים, כגון: כרוב שחור העשיר בבטא קרוטן, ויטמינים k ו-c ובסידן, תפוח 'אדום מוקדם', סדרה של זני 'נקטרינות אדומות בשר', 'אפרסק פיתה', 'משמש צבעוני', 'שזיף רימון', 'שזיף למון', ([תערוכת Logistica, Fruit](#), 2016), השקיה בטפטוף וטיפול במים, גידולי חממות, פיתוח זרעים, טכנולוגיות Post-Harvest ועוד ([תערוכת אגריטר](#), 2015). כמה מההישגים הבולטים של מחקרי הפקולטה לחקלאות כוללים שיטות להשקיה בטפטוף ודישון, חקלאות אינטנסיבית במקומות יבשים; חיטוי סולרי של הקרקע לויסות מחלות; שיטות לדישון והדברה ביולוגית; טכנולוגיה למיחזור והשבחת עודפי מים וקומפוסטציה של הפסולת המוצקה המוניציפלית ועודפי החקלאות; שימוש בצמחים לטיהור מים המזוהמים במתכות כבדות.

לימודים אקדמיים בחקלאות ניתנים במספר אוניברסיטאות (העברית, תל אביב, הטכניון, בן גוריון, בר אילן ומכון ויצמן) ומכללות (תל חי, בית ברל, רופין וכנרת). מביניהם הפקולטה לחקלאות ברחובות, תחת האוניברסיטה העברית, אשר הוקמה במיוחד במטרה להיות מרכז מחקר עולמי בנושאי חקלאות, מזון וסביבה, ולעסוק בשאלות חקר בעלות תאחיזה ברורה לצרכים של חקלאות ישראל. בפקולטה לומדים כיום כ-2,300 סטודנטים בכל תחומי החקלאות (כולל וטרינריה ובעל חיים) ([אתר הפקולטה לחקלאות, דף אודות הפקולטה](#), 2016). בשנת תשע"ה 2014-2015 למדו 1,003 סטודנטים את מקצועות החקלאות הקשורים לגידולים הצמחיים של המערכת החקלאית (תבואת השדה) באוניברסיטאות בארץ (לא כולל מכללות, רובם הגדול באוניברסיטה העברית - 90.2%, והשאר בטכניון - 2.5% ובאוניברסיטת תל אביב - 7.3%). סטודנטים אלו למדו את המקצועות הקשורים לשירותי המערכת הבאים: אספקת גידולים חקלאיים ומדעי הצמח (35.1%), ויסות מזיקים ועשבים רעים (23.7%), ויסות סחף, ויסות מחזור המים, פוריות הקרקע (מדעי הקרקע והמים) (15%), בוטניקה (מגוון ביולוגי) (9%), מטעים וצמחי נוי (5.1%), גידולי שדה וירקות (5.1%), גנטיקה והשבחה (4.6%) והנדסה חקלאית (2.5%). מהסטודנטים במקצועות החקלאות 54.8% למדו לקראת תואר ראשון, 26.1% למדו לקראת תואר שני ו-19% למדו לקראת תואר שלישי (למ"ס 2016). בין השנים 2004-2008 אחד אחוז מכל הפרסומים המדעיים היו בתחום החקלאות (מוסד שמואל נאמן, 2010).

בנוסף, קיימת במספר בתי ספר תיכוניים מגמת חקלאות ואף האפשרות לעשות בגרות בחקלאות. בשנת 2007 למשל למדו 1,115 תלמידי תיכון (מתוך 101,472 תלמידי תיכון בכל ישראל) בנתיב החקלאי ([מוסד](#) שמואל נאמן, 2011). ישנם תיכוניים ופנימיות חקלאיות כמו הפנימייה בכפר הנוער מוסינזון, כפר הנוער החקלאי במקווה ישראל, תיכון הר וגיא ועוד. בתי ספר רבים בישראל, יסודיים ועל יסודיים, משלבים טיולים וסיורים בשטחים החקלאיים, כולל סיורים בחוגים של החלה"ט, הרט"ג וקק"ל. וכפי שצוין לעיל, ישנם בארץ כ-16 חוות חקלאיות-אקולוגיות (כגון "חוה ואדם" ליד מודיעין ו"אדמה" בצפון הנגב) שחלק עיקרי בפועל הוא חינוכי – להנחיל ערכי קיימות על ידי יצירת סביבת לימוד מעשית, להקנות למבקרים חוויה חקלאית-אקולוגית ולמידה על גידול מזון עם דגש על חקלאות בת-קיימא, ושיטות חקלאות מסורתיות, ([אתר תיירות אקולוגית](#), 2016; [אתר חווה ואדם](#), 2018).

השטחים החקלאיים גם מהווים מצע לימודים עבור חקלאים וסטודנטים ממדינות מתפתחות בעולם. כחלק מהתכנית של מש"ב - המרכז לשיתוף פעולה בינלאומי (הסוכנות הישראלית לסיוע ושיתוף פעולה בינלאומי). המרכז הינו אגף במשרד החוץ, שהוקם ב-1953 שייעודו מימוש תוכניות הפיתוח של המדינות המתפתחות ברחבי תבל. המשמעות בפועל הינה הרתמות לאמץ המדינות המתפתחות למגזר העוני והרעב, הבטחת מזון, מתן חינוך לכל ועוד. מאז הקמתה של מש"ב השתתפו למעלה מ-270 אלף איש בפעילויות ההדרכה המקצועיות בארץ ובחו"ל, חלק גדול מפעילויות אלו היו בנושאים חקלאיים ([אתר משרד החוץ](#), [דף מש"ב](#), 2016).

2.3.2.2. תועלות השרות ותרומתן לרווחת האדם

ברובד הכלכלי, ישנה תרומה ניכרת בזכות גופי המחקר וחברות חקלאיות, בפיתוח זנים, פטנטים וטכנולוגיות חקלאיות ומכירתן בארץ ובחו"ל. על פי הדו"ח הבין משרדי, נאמר שבהישגים של ישראל בפיתוח פתרונות לאתגרים הגלובליים הכרוכים באספקת מזון בת קיימא, טמון רווח כלכלי ומדיני-תדמיתי רב (לא הוערך בדיוק מהו) (דו"ח [מינוף המו"פ החקלאי בישראל](#), 2011). בנוסף זה נותן יתרון תחרותי נוסף למגזר החקלאי בישראל. לדוגמה, חברה שייסד חוקר מהפקולטה לחקלאות באוניברסיטה העברית - FuturaGene נרכשה תמורת כ-100 מיליון דולר על-ידי חברה ברזילאית שמפתחת עצים מהונדסים גנטית. חברה אחרת, רוזטה גרין, שמגלה גנים אשר משפרים את העמידות והיבול של התוצרת החקלאית בפני תנאים סביבתיים בעיתיים, נמכרה ב-30.5 מיליון דולר (קורנפלד, 2013). למעשה, אין כמעט חברה ישראלית בתחום של פיתוח חקלאיים מתקדמים (אגרו-טק) שלא נפגשת בשלב כלשהו בחייה עם חברות ענק בינלאומיות או קרנות גדולות ([חביב ולדהורן](#), 2013). תחום נוסף שמפותח בישראל הוא חברות הזרעים, היצוא של זרעי מכלוא מישראל מסתכם כיום בעשרות מיליוני דולר, ופוטנציאל הגידול הוא רב. בראש יצוא זרעי המכלוא עומדים כיום זני עגבניות שפותחו בארץ, המהווים כיום למעלה מ-40% מזני עגבניות החממה המיוצרים באירופה (לביא, 1998).

בבחינת התרומה התרבותית-חברתית של החינוך החקלאי, ניתן לראות באתר משרד החינוך כתוב: "החינוך החקלאי שואף להעניק שוויון הזדמנויות לכל ילד, ולאפשר לו להתפתח על פי דרכו באווירה תומכת ומעודדת את השונה. עצם היציאה מבית הספר למקום בו האווירה נינוחה ונעימה. התלמיד מרגיש חופשי לבטא את עצמו בתוך מסגרת החווה החקלאית. כל זה מפחית מתחים ומוריד את סף האלימות בבתי הספר. התלמידים בחווה החקלאית לומדים את מדעי החקלאות והסביבה ומיישמים את הנלמד הלכה למעשה" (שמילוביץ, 2015). במחקר שנעשה בצפון הנגב, על תפיסות ועמדות ביחס לחקלאות במרחב הכפרי, נמצא ש-90% מכלל הנשאלים הסכימו או נטו להסכים עם ההיגד: "חשוב לי שמערכת החינוך תשלב ערכים חקלאיים ותחשוף את הילדים לעולם החקלאות". בנוסף, נמצא במחקר שחינוך חקלאי הוא גורם משיכה שנתפס כייחודי וכאיכותי, ובסיס חשוב לכינון של "תחושת המקום". הטמעת ערכים חקלאיים בתחום החינוך נתפסת כבעלת חשיבות רבה ביותר, ולכן שמירתם ואף

חיזוקם של ערכים אלו עשויים לתרום לשימור מערכות היחסים במקום (בן ישראל, 2015). במחקר שבן ישראל (2011) ערך על תיירות חקלאית בעורף המטרופולין נמצא שהמבקרים בשטחים חקלאיים מכירים בחשיבות החקלאות והתיירות החקלאית כגורמים מחנכים ומביעים התייחסות רצינית לתחום והערכה של הביקור באתרים כתורמת למבקרים בה, מבוגרים כצעירים.

2.3.2.2.3 המשתמשים

המשתמשים בשרות של חינוך ומחקר הם כלל התושבים הנהנים מתוצרי החידושים וההמצאות בתחום החקלאות, וכל תלמידי בית ספר, במיוחד אלו בנתיב החקלאי, הסטודנטים במגמות חקלאיות, החוקרים בנושאים חקלאיים, והמשתתפים בפעילויות וסיורים חקלאיים.

2.3.2.3 מגמות

2.3.2.3.1 מגמות באספקת השירות ובמגוון הביולוגי שמעורב באספקתו

מאז קום המדינה ועד היום ניתן לראות שני היבטים: מצד אחד, המגמה של מחקרים בתחום החקלאות ושל כמות הסטודנטים לתארים מתקדמים בתחום החקלאות עלתה מאז קום המדינה. מצד שני, החלק של החקלאות בחינוך הילדים בישראל כנראה בירידה לפחות עד שנות ה-90 ומאז יש עליה מסוימת (אתר משרד החינוך, 2016). כמו גם התמיכה המסיבית של הממשלה, בשנים הראשונות של הקמת המדינה, במחקר, בפיתוח, בהדרכה ובהשקעות נמצאת בירידה. למשל בשנת 1981 היו בשה"מ שבמשרד החקלאות 650 מדריכים חקלאיים ציבוריים, היום יש 120 (אנשי קשר במשרד החקלאות, 2017).

מגמות בתחום המחקר מראות שהחקלאות הישראלית הגיעה ב-50 השנים מאז קום המדינה להישגים מדהימים, והיא מהווה כיום מופת למדינות רבות בעולם. פיתוח שיטות השקיה ייחודיות, השגת יכולי שיא בגידולים רבים, אקלום והתאמת גידולים חדשים, פיתוח יצוא חקלאי מגוון וקידום נושאי איכות הסביבה - הפכו לסמל החקלאות הישראלית המתחדשת (לביא, 1998). ב-2014 מינהל המחקר קורא למשרד החקלאות ולארגונים החקלאיים לאפשר הקצאת 4-5% מהת"ג החקלאי למחקר, בדומה למדינות אחרות, שתיועד ליצור מקור כספי למינהל המחקר בכדי לכוון מחקרים בעלי חשיבות לאומית אשר אינם 'בשלים' דיים למימון ממקורות אחרים (אתר מכון וולקני, 2014). יש מגמה למינוף המו"פ החקלאי בישראל לצורך כך הוקמה ועדה בין משרדית שהציעה תכנית רב שנתית לחיזוק המו"פ החקלאי הרלוונטי לאתגרים הגלובליים (דו"ח מינוף המו"פ החקלאי בישראל, 2011).

ההשקעה במחקר החקלאי בישראל נמצאת במגמת ירידה, המתבטאת בין היתר בהקטנת התקציב של מינהל המחקר החקלאי ובצמצום של כמחצית במספר החוקרים והטכנאים בו ב-15 השנים האחרונות. עם זאת, יש לציין שבו זמנית ישנה גם פחיתה במספר המועסקים בחקלאות, וכן עלייה במספר המוסדות (והחוקרים בהם) אשר עוסקים בחקלאות (כגון אוניברסיטת ת"א, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, אוניברסיטת בר-אילן, המכללה האקדמית תל-חי אשר מפצה במידה מסוימת על הצמצום במספר החוקרים במנהל המחקר החקלאי).

בתי ספר חקלאיים בישראל, הוקמו במטרה להכשיר בני נוער להתיישבות העובדת במושבות, במושבים ובקיבוצים. תלמידי בתי ספר אלה בחרו בעצמם ללמוד חקלאות, והוריהם נשאו בשכר לימוד מלא. תוכנית הלימוד האופיינית בבית ספר חקלאי כללה לימודים כלליים ולימודי מקצועות החקלאות במשך חצי יום ועבודה מעשית במחצית השנייה. הבית ספר הראשון היה מקווה ישראל שהוקם ב-1870 על ידי קרל נטר, ולתקופה זו מיוחסת תחילת המחקר החקלאי בישראל. תקופת השיא של פעילות בתי הספר החקלאיים, הייתה בסוף שנות ה-60 של המאה העשרים כאשר פעלו בארץ ישראל כשלושים בתי ספר חקלאיים. כיום, בתי הספר החקלאיים הפכו למוסדות על-יסודיים, המשרתים את סביבתם הקרובה, תוכנית הלימודים בהם היא כמקובל במוסדות תיכוניים אחרים, אך יש דגש מיוחד על לימודי חקלאות. ב-1910 הקים אהרן אהרונסון בעתלית, תחנת

ניסיונות חקלאית לאחר שגילה את מין הבר של החיטה - אם החיטה, וב-1908 וילקנסקי הקים תחנה בבן שמן שבעקבותיה קם מכון וולקני ב-1921 (לביא, 1998). השלוחה של מכון וולקני בגילת הוקם ב-1953, וחוות מגדה הוקמה ב-1961 לתת מענה לגידולי הפלחה בשנות בצורת. תחנת נוה-יער הוקמה ב-1948 לאחר שהועברה לשם מעכו בה היא פעלה משנת 1925.

לימודים גבוהים בחקלאות נמצאים כנראה במגמת עלייה, אך חסר מידע אמין על מספרי סטודנטים בתחומים הרלוונטים. הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ברחובות, הוקמה ב-1942 כמכון למדעי החקלאות עם 21 סטודנטים לתואר שני, כיום לומדים בפקולטה 2,300 סטודנטים (אתר הפקולטה לחקלאות, דף אודות הפקולטה, 2016).

מאז קום המדינה, המגמות בישראל בשילוב תכנים ופעילויות חקלאיות בתכניות הלימודים בירידה, אך מאז שנות ה-90 החלה שוב מגמה של עלייה והתחדשות. למשל, בשנים הראשונות של המדינה, תלמידי בית ספר מערים גדולות בארץ היו מתגייסים בקיץ לעזור בקיבוצים ומושבים בעבודה בחקלאות, פעילות שכבר פחות קיימת היום, מצד שני פועלות כיום מספר תנועות להשבת הצעירים לעבוד בחקלאות כגון: "עבודה עברית חקלאית", תוכניות של עבודה מועדפת בחקלאות ועבודה חקלאית בקהילות אקולוגיות ועוד. כמו כן, משנות ה-90 יש מגמה של חידוש גינות קהילתיות וגידול ירקות בבתי ספר. בשנתיים האחרונות מתקיים כנס למורים במדעי החקלאות אשר מצביע על עלייה בתחום זה ([כנס מורים לחקלאות](#), אתר משרד החקלאות, 2016).

2.3.2.3.2 גורמים מחוללי שינוי

הגורמים שחוללו את העלייה המהירה בתחום, המחקר והחינוך החקלאי היו האידיאולוגיה הציונית של יישוב הארץ ועבודת האדמה בשילוב עם המגבלות בכוח אדם, קרקע ומים - אשר הקשו לאורך שנים על גידול תוצרת חקלאית, וחייבו פיתוח ידע פורץ דרך בפיתוח חקלאות חסכנית בקרקע, מים, וידיים עובדות. בשילוב עם אי ידיעת החקלאות מה"בית", רמת השכלה גבוהה יחסית, והרצון ל"יישוב ובניית הארץ", החקלאים הישראלים בראשית המדינה הומצו לפנות למחקר (ועדיה וחוב' 1973). ההישגים הרבים בחקלאות ופיתוח חברות עסקיות רווחיות בתחום הם אשר גורמים למחקר החקלאי להיות במגמת עלייה. בשנים האחרונות, ישנם מספר גורמי שינוי אשר משפיעים וימשיכו להשפיע על המחקר החקלאי: מחירי תשומות העבודה, קרקע ומים, החינוך לתפוקה החקלאית, עלו בצורה דרמטית ויחד עם התחרות ההולכת וגוברת ממדינות מתפתחות ומפותחות כאחד, יש צורך ניכר בהשקעה הולכת וגוברת במו"פ מתקדם, במטרה לשמר יתרונות תחרותיים, ולאפשר את המשך התחרותיות של הסקטור. כישלון בשימור יתרון זה יגרום לצמצום המגזר החקלאי בישראל, או לצורך גובר במגבלות ייבוא, בסבסוד תשומות, ובנטל על המשק הישראלי ([דוח מינוף המו"פ החקלאי בישראל](#), 2011). גורם שינוי נוסף הוא מדיניות הממשלה בישראל אשר בשנים האחרונות התמיכה שלה בחקלאים ובמחקר והינוך חקלאי במגמת ירידה. מדיניות זו גרמה לכך שהחקלאים שבעבר היוו את חוד החנית של החברה הישראלית, היום לא מקבלים יחס ומימון והענף החקלאי נחלש.

2.3.3 תועלות מופשטות: צפייה והתבוננות

2.3.3.1 כללי

2.3.3.1.1 מהות השרות

התועלות המופשטות שמספקת ההתבוננות והצפייה בחקלאות ובנוף החקלאי: תועלות אסתטיות, רוחניות, תרבותיות ואישיות. השטחים החקלאיים נושאים בחובם ערכים המהווים נדבך חשוב בדמותה של הארץ ובקשר שבין האדם לאדמתו. החשיפה לפעילות החקלאית לגווניה וחלקה של החקלאות בפסיפס הנוף החקלאי הינה בעלת ערך תרבותי חשוב בשונה ממה ששטח טבעי יכול לספק (האן וחוב', 2014).

2.3.3.1.2. מנגנון הפקת השרות ורכיבי המגוון הביולוגי המעורבים בהפקתו

המגוון הביולוגי המעורב בשירותי התרבות הוא המגוון האגרו-ביולוגי. הגיוון של גידולים שונים בשדה החקלאי הוא הבסיס לאספקת הנוף, ההשראה והגירוי הסימבולי של החקלאות בישראל. בנוסף, הצבע הירוק של הגידולים על שטחים נרחבים במערכת המדברית מספק ערכים אסתטיים של נווה מדבר וערכים סימבולים של "גאולת השממה" - התמרת שטחי מדבר לשטחים חקלאיים פרודקטיביים (כפי שיפורט בהמשך). המנגנונים של הדינמיות של המגוון הביולוגי כגון חילופי עונות וגידולים, שלכת ופריחה מגבירים את ההנאה מהשירות.

2.3.3.2. מצב נוכחי

2.3.3.2.1. תועלות ומימדי ההפקה

תועלות מופשטות: אסתטיקה (הנאה מנופים יפים), השראה (רוחנית, דתית, יצירתית), מורשת, זהות, תחושת שייכות למקום, הזדהות חברתית, ערך הקיום (existence value) וערך פנימי (intrinsic value). בנוסף, , אתוס ציוני - החיבור בין הפרקטיקה החקלאית להגשמת החזון הציוני על אדמת ישראל (Hananel, 2010), והאתוס הבריאותי אורגני - של צריכת מזון בריא ומודעות לתהליכי גידול המזון (Goodman & DuPuis, 2002).

לרוב קשה לאמוד את מימדי הפקת השירות ואת ערכם הכלכלי של התועלות הללו, משום שהשירותים שהחקלאות מספקת, כגון נוף ומרחבים מטופחים, תחושת מקום, אווירה כפרית וסמל ציוני, לרוב אינם נסחרים בשוק. עם זאת, ניתן לתת הערכה איכותנית ואף כלכלית במידה מסוימת על סמך מחקרים שניסו לאמוד את התועלות החיצוניות והעקיפות של שטחים חקלאיים. מחקרים שונים מראים כי הציבור מייחס ערך לקיומו של נוף חקלאי פתוח ואף מצהיר על נכונות לשלם עבורו. הנוף החקלאי, בניגוד לנוף העירוני, ייחודי למדינה ויוצר עבור תושביה "תחושת מקום" ושייכות (האן וחוב, 2014). לפי למ"ס 2013/14, הענף של תיירות כפרית, אשר מתבסס בחלק ניכר על הנופים החקלאיים, מורכב מיותר מ-15,000 חדרי אירוח וכ-2,500 אטרקציות כאשר הביקוש הינו בעיקר של תיירות הפנים: ישראלים היוצאים לחופש בסופי שבוע, חגים וחופשת הקיץ, סה"כ כ-120 ימי פעילות בממוצע בשנה – 25%-35% תפוסה (מסמך מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל, כרך ב' - דו"חות 2 ו-3, 2015 : עמ' 136). בשנת 2004, פעלו כ-886 מפעלי אירוח כפרי, ב-120 יישובים כפריים, שהציעו 3,150 יחידות אירוח (פליישר וחוב, 2004).

תועלות נוספת מהשירות הוא הערך הסימבולי של החקלאות בישראל אשר מהווה חלק משמעותי באתוס הציוני. החקלאות היא סמל ליהודי החדש שחזר מהגולה לאדמתו ולעבודת האדמה. החקלאות נתפסה כסמל של האיחוד היצירתי של העם היהודי עם המולדת שלו וכפי שא"ד. גורדון ציין איחוד זה יכול להתקיים רק באמצעות עבודת אדמה (Sternhell, 1995; Albright, 1947). החקלאות בישראל, במיוחד במערכת האקולוגית המדברית, מהווה סמל של ההתגשמות של החזון של בן גוריון של "הפרחת השממה" ו"יישוב הנגב". יישוב האדמה באמצעות חקלאות היה יעד לאומי גם בכדי לממש את המשך הנוכחות היהודית באדמות ישראל (Lipchin, 2007). ישראלים רבים הגיעו למדבר חדורי אידיאולוגיה ומוטיבציה ליישב את הספר, לגאול את השממה ולהקים יישובים חקלאיים. במחקר שנערך בערבה הדרומית, נמצא שלפי המרואיינים, הפיכת האדמה לחקלאית באזורים אלו נתפסה כמקור להישרדותם ולקיום של התושבים באזור (שגיא וחוב, 2013).

"אם המדינה לא תחסל את המדבר - עלול המדבר לחסל את המדינה" ("משמעות הנגב" 1955 ד.ב. גוריון)

לחקלאות תפקיד מרכזי במהפכה התרבותית-מרחבית שהובילה הציונות. כך מתאר, יוסף וייץ שהיה מראשי הממסד הציוני והקק"ל, שראה בהכשרת הקרקע חלק מגאולת האדם והאדמה בישראל כתב ספר בשם "מגמדה לרווחא" (1972):

"האפיפיאה (סאגה) המופלאה אודות חשיפת קרקע בישראל מתחת למחשכי אבן וסלע בהרי ירושלים והגליל; על הבראת האדם והאדמה מתחלואות ביצות בעמקי יזרעאל והחולה; על הפרחת מדבר בנגב ובערבה. ארץ זו שהייתה מגומדת בעינין של עזובה והזנחה בשלוט זרים, חזרה לרווחתה בידי חלוצים בשוכ אליה בניה מחונניה".

תועלות נוספות מהשירות הם **נוף ותחושת מקום**. לחקלאות תפקיד מרכזי בכינון הבניית 'זהות המקום' במרחב הכפרי, נוף שמסמל את 'ההתיישבות העובדת' והמורשת החקלאית ונוף כפרי-חקלאי. במחקר על תפיסות החקלאות בצפון הנגב, נמצא שהחקלאות מהווה שפה ערכית המשותפת גם לחלק מתושבי ההרחבה וגם לקהילה הוותיקה, אשר נשענת על זיכרון אישי חקלאי כבסיס לגישור ולבניית קהילה (בן ישראל, 2015).

במערכת המדברית: הביומאסה הצמחית של השדות החקלאיים יוצרת נווה מדבר, ונותנת גוון ירוק וחיים לנוף המדברי. נמצא שעבור רוב הנסקרים במחקר שנערך בערבה, השדות החקלאיים ומטעי התמרים מעשירים את הנוף ומהווים תחושה של "נווה מדבר", המקל על תנאי המדבר הקשים ומהווים חלק אינטגרלי בתפיסת הנוף ותחושת המקום שלהם (שגיא וחוב, 2012). גם במערכת הים תיכונית, החקלאות מהווה תועלת נופית חשובה בכך שחקלאות השלחין מאפשרת נוף ירוק גם בחודשי הקיץ, שברוב האזורים הוא צהוב בעונה זו. מימדי הפקת שירות זה מתבטאים בפעילויות חקלאיות ותיירות חקלאית שבחלקם מסתמכים על הנוף החקלאי (אשר תוארו לעיל בשירות פנאי ונופש). לדוגמא תרבות הצימרים הענפה בה 61,000 יחידות אירוח במרחב הכפרי (גסול, 2014).

ערך נוסף של החקלאות בישראל היא אתרי מורשת עולמית המייצגים "נופי תרבות" ו"נופי חקלאות קדומה" ויכולים להיכלל תחת אתרי מורשת עולמית של אונסק"ו. בעבודה של קפלן (2010), נופי הטרסות בהרי יהודה, בני מאות ואלפי שנים, נמצאו כאתרים בעלי חשיבות וייחוד בקנה מידה ארצי ועולמי המסמלים את נופי החקלאות הקדומה סביב ירושלים. הם מציגים מופע ייחודי של התמודדות עם תנאי מורכבים, באמצעים טכנולוגיים מוגבלים. מחקר נוסף שנעשה, מגדיר את נופי התרבות החקלאית בישראל ומרכיביהם, ומאתר ומסווג את המצאי הפוטנציאלי לשימור, ומיפוי שלו במערכת מידע גיאוגרפית (שטרן ורבינוביץ', 2006).

ערך נוסף של הנופים החקלאיים, הוא היותם **השראה לאומנות, שירה ודת**. אלו מקבלים ביטוי עוד בתיאורי מסעות עולי רגל לארץ ישראל, בציוויה הקלאסיים של ארץ הקודש, נופים של "ארץ התנ"ך" הכוללים מטעים ושדות, המהווים רקע לסיפורים ומאורעות שהתרחשו בארץ, נופי ראשית ההתיישבות – שדה החיטה מלוא העין, כרמי גפנים, פרדסים בשרון, מגדל המים המתנשא מעל גגות אדומים, נופי החקלאות המודרנית – תלם חרוש ארוך עד קו האופק, שדות כותנה וחמניות, טרסות גדולות ורחבות, המחליפות את תרבות המדרגים הקטנים והמקוטעים (קפלן וחוב, 2011). לדוגמא, משה קסירר, צייר של עצי זית ונופים חקלאיים גליליים, הציג את ציוריו בתערוכה שהתקיימה כחלק מהאירוע "חצרות אבירים" בו חקלאים מהגליל הציגו טעימות מתוצרתם ([קידר, 2009](#)). משוררים כגון סבינה סבג ואגי משעול כתבו על הטבע והחקלאות בישראל. בתנ"ך, נכתבו משלים רבים על החקלאות למשל בספרי ירמיהו וישעיהו. משלים מעולם הצומח והחקלאות שימשו לנביאים אמצעי להדגמת דבריהם לשומעיהם. למשל מוטיב סמלי של הגזע הישיש, העשוי להצמיח נצרים רעננים, חוזר ישעיהו (בפרק י"א, א') בחזון אחרית הימים: "וַיָּצֵא חֹטֵר מִגִּזְעוֹ יֵשִׁי וְנִצָּר מִשְׁרָשָׁיו יִפְרֶה" ([פליכס, 1971](#)). פעולות חקלאיות שונות משמשות כמשל למחשבות ולמעשים ולפעולות רוחניות. למשל, דרכו של הזרע באדמה מתחילה בזריעה, ומסמלת את תחילת הביצוע של רעיון או יוזמה חדשה בעולם המעשה. לפני הזריעה יש להכין את הקרקע ע"י חרישה, המסמלת את המחשבה והתכנון הקודמים לפעולה. לפני החרישה מסלקים את הקוצים ע"י ניר, שמסמל את הדבר שבא לפני המחשבה שהוא תיקון המידות והתכונות הנפשיות. בשנת 2015, הייתה תערוכה של אומנות חקלאית בשם "חקלאות מקומית באמנות עכשווית" (אוצרת: טלי תמיר [מוציאון פתח תקווה](#), 2015).

ישנו **פער ידע** לגבי הערכות כמותיות של כמה ספרים, שירים, ציורים, צילומים וכתבי דת מבוססים על השראה מהשטחים החקלאיים או כמה פעמים מזכירים את החקלאות בכתבים.

התרומות של המערכת החקלאית לנוף עלולות להיות שונות עבור תת המערכות החקלאיות השונות. למשל, תרומתה של תת מערכת המטעים, במיוחד זו הכוללת מטעים ירוקי עד, מהווים נוף ירוק מלבב לכל אורך השנה, בשונה מתרומתה של מערכת הגד"ש בעל, כגון שדה חיטה, הצומח בחודשים מסוימים בשנה בלבד (כפי שנמצא אצל צבן וחוב, 2004). מצד שני, בשנים האחרונות הולכת וגוברת המגמה לכסות את המטעים ברשתות, כדי להגן על הצמחייה מפני פגעי מזג האוויר ופגעי מזיקים, מה שפוגע בערך הנופי של המטעים (כסליו וצבן, 2013). במחקר של שמש-עדני וחוב (2002) נבדקו ההבדלים בנכונות לשלם עבור סוגי נוף חקלאי שונה, על פי חישוב הממוצע של הנכונות לשלם כסכום שנתי עבור משק בית, וסך הנכונות לשלם בסך האוכלוסייה. נמצא שעבור מטעים: 62.72 ש"ח למשק בית, ו-205,464 ש"ח לכלל האוכלוסייה. עבור הגד"ש: 56.07 ש"ח למשק בית, 183,680 ש"ח לכלל האוכלוסייה. עבור חממות: 42.38 ש"ח למשק בית, 138,388 ש"ח לכלל האוכלוסייה. עבור נוף משולב: 63.09 ש"ח למשק בית, 206,677 ש"ח עבור כלל האוכלוסייה.

2.3.3.2.2 תרומת התועלות לרווחת האדם

התועלות שתוארו לעיל תורמות לרכיבים השונים של רווחת האדם. מבחינה כלכלית, במחקר שבחן את אומדן הערך הכלכלי של אזורים חקלאיים כמשאב תיירותי בעמק החולה, עמק יזרעאל ואזור יואב יהודה, נחקרו 250 מטיילים, נמצא שממוצע עודף הצרכן מחקלאות בלבד, הוא 226 ש"ח בהחולה, 118 ש"ח בעמק יזרעאל ו-38 ש"ח ביהודה (עודף הצרכן נובע מכך שחלק מהמבקרים, בעיקר אלו הגרים קרוב, מוכנים לשלם יותר מעלות הנסיעה על מנת לבקר באתר) (פליישר, 1997). במחקר של צבן וחוב (2004) על הערכים החיצוניים של החקלאות, העריכו שהתרומות הנופיות של השטח החקלאי לפי שיטת הנכונות לשלם ממחקרים שונים שנעשו בארץ ובעולם, היא של \$60 לדונם שטח חקלאי. תרומה נוספת היא **לבריאות הנפשית ושלוות המשתמשים**. למשל, הנוף החקלאי, במיוחד באזורים צחיחים, נמצא כמהווה חלק חשוב בבריאות הנפש של התושבים. נחקרים ציינו ש"הירוק" שהחקלאות מוסיפה לנוף הוא נדבך חשוב במצבם הנפשי ומשפר את יופיו האסתטי של הנוף. חלק מהנסקרים אף ציינו שללא החקלאות הם לא היו גרים באזור כה צחיח (שגיא וחוב, 2012). במחקר אחר, שנעשה בצפון הנגב, נמצא ש-90% מכלל הנשאלים הסכימו או נטו להסכים עם ההיגד: "הנוף החקלאי הנשקף מהיישוב תורם לרווחה הנפשית שלי ומתאים לסגנון חיי" (בן ישראל, 2015). הנוף החקלאי גם מהווה חלק חשוב בהכנסה הכלכלית של קיבוצים ומושבים מתיירות כפרית. כפי שצוין בשירות פנאי ונופש לעיל, נמצא שענף התיירות הכפרית (שכולל בתוכו את התיירות החקלאית והנופים החקלאיים) מכניס 3.3 מיליארד ש"ח (גסול, 2014).

2.3.3.2.3 המשתמשים

מבחינת התועלת של הנוף החקלאי, התושבים והמבקרים אשר עוברים, גרים או שוהים בסביבת הנופים החקלאיים נהנים מהשירות (חוץ מאלו שהיו מעדיפים לראות טבע, או שטחים מבונים במקום). השימוש בחקלאות כסמל של הציונות וההתיישבות בארץ הינו בלעדי ליהודים במדינה. בתוך אוכלוסיית היהודים, כיום הוא יותר נפוץ בקרב ההתיישבות הכפרית, ועוד יותר בקרב הקיבוצים שלרוב הוקמו על ידי יוצאי תנועות נוער שהיו מבוססות על האידיאולוגיות שתוארו לעיל של גורדון ובן גוריון. החקלאות מהווה קשר סימבולי לאדמה גם עבור המגזר הערבי: החברה הערבית היתה ברובה חברה אגררית כפרית שכלכלתה מבוססת על חקלאות והיא מייחסת ערכים סימבוליים לחקלאות עד היום רכס ורודניצקי, 2009 כפי שניתן לראות את המאבקים הרבים סביב מטעי הזית והגדר (Braverman, 2009).

עבור מתכננים, המרחב הכפרי/החקלאי הוא שטח פתוח המבדיל בין אזורים בנויים ומספק שטחי נופש ו"ריאות ירוקות" (זליגמן ולחמן, 2008). מגזר נוסף בחברה שבעיקר נהנה מהשירות זהו המגזר העירוני אשר עבורם החקלאות מספקת אווירה כפרית.

מגמות בסוג המשתמשים בתיירות כפרית-חקלאית מראות על כך שבענף האירוח הכפרי שבאופן מסורתי התבסס על משפחות עם ילדים, נוסף שוק חדש של זוגות שמוכנים לשלם את המחיר הנדרש עבור יחידה יוקרתית יותר (פליישר וחוב, 2004). המרוויחים כלכלית משירות זה, הם מפעילי התיירות הכפרית שמשתמשים בנוף החקלאי, במחקר של צ'ק וחוב (2012) על אירוח כפרי, ניתן לראות שמתוך מדגם של 200 מפעילי אירוח כפרי, 82 מתוכם הם חקלאים פעילים. ונמצא שחקלאים נהנים מיתרונות למגוון בייצור משותף של חקלאות ואירוח כפרי. במחקר של שמש-עדני וחוב (2002), לגבי נכונות לשלם עבור נוף חקלאי, בניתוח לפי גילאים, נמצא כי בכל סוגי הנוף ברמת מובהקות 0.05, משתנה הגיל מובהק ובעל השפעה שלילית, כלומר ככל שהגילאים צעירים יותר הנכונות לשלם עבור נופים חקלאיים גבוהה יותר.

2.3.3.3. מגמות

2.3.3.3.1. מגמות באספקת השרות

ההערכה של החקלאות כמספקת ערכי נוף, תרבות ומורשת במגמת עלייה בשנים האחרונות. כפי שכותבים קפלן וחוב (2011), תלותה של החקלאות במשאב הקרקע כענף כלכלי וכיצרנית מזון, הולכת ומתמעטת, ומאידך עולה חשיבותם של תרומותיה החיצוניות של החקלאות כנושאת ערכי נוף, תרבות ומורשת, במדינה ההולכת ומצטופפת. בו זמנית, מבחינת הערך והחשיבות האידיאולוגית של החקלאות כחלק מהאתוס הציוני ומפעל ההתיישבות, יש מגמת ירידה. ברמה המדינית, החקלאות שהיוותה אבן פינה ביסודותיה של התנועה הציונית מראשיתה, עומדת כיום בפני פרשת דרכים, שינוי רבתי בהשקפת העולם העומדת בבסיסה (קפלן וחוב, 2011). לחקלאות בישראל היה מעמד ייחודי ויוקרתי בתולדות ההתיישבות היהודית הציונית והיא זכתה לתמיכה כספית רבה ממוסדות ציבוריים, פרטיים וממשלתיים. בשנות השישים חל מפנה שהביא לירידה במעמדה של החקלאות. הדבר בא לידי ביטוי בירידה קיצונית של מספר העוסקים בחקלאות בעקבות הכנסת שיטות עיבוד חדישות ועלייה בתפוקה ליחידת שטח. בשנים האחרונות מעורבות הממשלה בחקלאות צומצמה מאוד וכיום תנאי השוק והרצון לרווחיות מכתבים מה לייצר וכמה (גטניו ודגן, 2015). במגזר הערבי גם יש מגמת ירידה חדה בערך החקלאות אשר בחלקו גם קשור בירידה בכמות המועסקים בחקלאות, בשנת 1958 היה שיעור המועסקים הערבים בחקלאות 41.4% (יותר מבכל משלח ייד אחר), כי האוכלוסייה הערבית שנותרה בתחומי מדינת ישראל לאחר מלחמת 1948 הכילה ברובה פלאחים שהתבססו על חקלאות, אך לאורך השנים שיעור המועסקים בחקלאות ירד והגיע בשנת 2007 ל-1.9% בלבד (רכס ורודניצקי, 2009). בן ישראל (2015) גם מתאר את המגמות בשירות מאז קום המדינה, הוא מכנה את התהליך: "מייצור לצריכה" - החקלאות מפרקטיקה יצרנית למושא התבוננות, לערך אסתטי ומרכיב ב'סגנון החיים' (בן ישראל, 2015).

מגמות בשימוש בשירות הנוף הכפרי-חקלאי עבור תיירות, עלה מאוד בשנים האחרונות (ראה פירוט נוסף לעיל בסעיף 2.3.1.3.3. - מגמות - שירות נופש וספורט). למשל, חדרי האירוח הכפרי עלו מ-500 בשנת 1986 ל-7,414 בשנת 2004 (פליישר וחוב, 2004) ובשנת 2014 מעל 15,000 (גסול, 2014). בשיעור התפוסה השנתית בענף האירוח הכפרי, שבחלקו מתבסס על הנוף החקלאי, עלה משמעותית מ-83 ימים בשנה ב-1994 ל-137 ימים בבדיקות שנערכו בסקר אירוח כפרי. כתוצאה מכניסת פלח השוק החדש, עבר ענף האירוח הכפרי שינוי משמעותי ב-10 השנים האחרונות הוא גדל לא רק במספר היחידות אלא גם בנפח הפעילות הכלכלית, כאשר העלייה במחיר ובשעורי התפוסה תורמים לכך רבות (פליישר וחוב, 2004). נמצא שענף האירוח הכפרי בשנת 2014 מכניס כ-3.3 מיליארד ₪ (גסול, 2014) לעומת כחצי מיליארד ₪ בשנת 2004 (פליישר וחוב, 2004). נמצא שלאורחים חשובים מאד הנוף והאווירה הכפרית, אך לא ידוע מסקרים אלו כמה אחוז מתוך ענף זה מסתמך על נוף חקלאי וכמה על טבעי.

בו זמנית עם המגמה של עלייה בשימוש בנוף החקלאי לתיירות, ישנה גם מגמה של ירידה באסתטיקה של השטחים החקלאיים עקב העלייה בחקלאות המודרנית, המתבססת על חממות, שטחי מונקולטורה נרחבים, מצעים מנותקים, מיקרוביולוגיה וכו' אשר אינם נחשבים, בקרב מרבית הציבור, כנוף מעניין או יפה, אלא להפך – כמונוטוני ומשעמם (קפלן וחוב, 2011).

2.3.3.3.2 גורמים מחוללי שינוי

המודרניזציה ותהליך העיור וההתפתחות של מדינת ישראל היווה גורם שינוי עקיף לכך שמשמעות החקלאות כחלק מהאתוס הציוני פחת עם השנים. גורם נוסף הוא העסקת עובדים זרים, ופחות ישראלים שעובדים בחקלאות, שמרחיקה אותם מהחקלאות (גטניו ודגן, 2015). בנוסף, מגמות של הסבת קרקע חקלאית לפיתוח, המנוגדות להתוויות התכנון הארצי, רווחות כיום ומאז שנות ה-90 ומכרסמות בעתודות הקרקע של המדינה (קפלן וחוב, 2011; Hananel, 2010) והקמפיין להורדת יוקר המחיה אשר בעל השפעה ישירה על החקלאות. עם זאת, האידיאולוגיה החקלאית הציונית עדיין קיימת ומועברת בחינוך, במיוחד בקיבוצים, ומהווה חלק חשוב בנוף ובתחושת המקום של ישראלים (גטניו ודגן, 2015; שגיא וחוב, 2012; גסול, 2014). סקר שערכה גסול (2009) מצביע על התרומה של ביקורים באטרקציות חקלאיות לקירוב הציבור לאידיאולוגיה חקלאית ולשימור ענף החקלאות. למעשה, מעל למחצית המשיבים ציינו כי פיתוח אטרקציות של תיירות חקלאית יקרבו את הציבור לערכי החקלאות. בסקר נמצא הבדל ברור בין עמדותיהם של הנדגמים שביקרו באתר של תיירות חקלאית בשנה האחרונה לבין אלו שלא ביקרו (גסול, 2009). לפיכך נראה שהעלייה באתרי תיירות חקלאית, תגביר את השירות.

עבור המגזר הערבי: גורמים חיצוניים, כגון מדיניות של הפקעת קרקעות מצד ממשלות ישראל, בעיקר בשנות החמישים והשישים של המאה העשרים, הביאו לכך ששטחי הקרקע לעיבוד חקלאי שבידי המועסקים הערבים הלכו והצטמצמו במהלך השנים ויחד עם זאת העלייה ברמת ההשכלה ותהליכי המודרניזציה והעיור, שבגינם הפכה החברה הערבית מחברה אגררית-כפרית, בעלת ערך אידיאולוגי רב לחקלאות, לחברה מודרנית (רכס ורודניצקי, 2009).

לסיום, גורם שינוי אשר מגביר את השירות הוא העלייה בשנים האחרונות בהכרה בערכם האסתטי של הנופים החקלאיים בקרב מטיילים, מתכננים וחוקרים אשר הובילה למיפוי שטחים חקלאיים לשימור ואסטרטגיה ארצית לשמירה ולטיפוח הנוף החקלאי (קפלן וחוב, 2011). כמו כן העלייה ב"טרנד" הבריאותי-אורגני שיוצר חיבור חדש והתעניינות בחקלאות ומקורות המזון (Goodman & DuPuis, 2002).

3. פערי ידע

חילקנו פרק זה לפערי הידע על פי השירותים השונים.

בשירות אספקת גידולים חקלאיים, קיים ידע רב על התפוקה על פי סוג הגידולים, אך לא קיים ידע מדויק על כמות התפוקה בחלוקה על פי התועלות השונות כגון: מוצרי קוסמטיקה, קישוט, תבלין, ביודיזל, תעשייה וכו' זאת משום שישנם גידולים מסוימים שמשמשים עבור כמה תועלות ולכן קשה להפריד. גידולים למטרת ביו-דיזל למשל קיימים בהיקף מצומצם מאוד.

על אף שישנם חקלאים שמעידים שכבר עתה ניתן לחוש בהשפעות שינוי אקלים על שירות אספקת הגידולים החקלאיים, עדיין אין מספיק תיעוד ונתונים כמותיים של השפעות אלו על האיכות והכמות של היבולים, ועל ההתפרצות ופלישה של מזיקים למערכות החקלאיות בעקבות שינויים אלו. זאת משום שקשה מאוד לעשות ניסויים משווים בנושא.

אספקת מרעית למקנה: ישנם משתמשים ומגזרים שונים הנהנים משירות אספקת מרעית, אך אין נתונים מדויקים לגבי כמה מתוך הבדואים בעלי עדרים בנגב וכמה רועים ובוקרים בצפון הארץ מהמגזר הערבי והיהודי רועים בשלפים. יש לציין שרעיית שלפים אמורה להיות מוסדרת ע"י חוק ההתיישבות. כאשר הישוב והמבקש צריכים להגיש בקשה למשרד החקלאות. עם זאת, הממונה על חוק ההתיישבות טען שחלק מאד מצומצם של רעיית השלפים עובר במסגרת חוק ההתיישבות לכן חסרה הערכה כמותית.

ויסות אקלים מקומי: מחקרים מעטים מדדו את ממדי הפקת השירות וויסות אקלים מקומי (ליצירת אקלים נוח יותר), בעזרת צמחים במערכות החקלאיות בארץ – ישנם דוגמאות בודדות משטחים חקלאיים וכמה דוגמאות מפארקים עירוניים שמהם ניתן להשליך גם על המערכת החקלאית.

ויסות אקלים עולמי: כמעט ולא נערכו מחקרים בארץ המעריכים באופן כמותי את לכידת הפחמן ומאזן גזי החממה במערכות החקלאיות השונות בראייה כלל ארצית לאורך זמן, וגם לא את ההבדלים באספקת השירות בין סוגי גידולים ומערכות חקלאיות שונות (וייץ וגרינצוויג, 2015).

ויסות מזיקים: חסר ידע על התרומה של מינים מקומיים לויסות אוכלוסייה של מזיקים, ועל ההשפעה של ממשקים חקלאיים על המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות. חסר ידע על קצב כניסה של מינים פולשים למערכות חקלאיות והשפעותיהם. לא ידוע מספיק על אינטראקציות בין-גילדתיות בין האורגניזמים במערכות החקלאיות בישראל. כמו-כן אין מספיק מידע על מינים מזיקים המהווים וקטורים של מחלות צמחים, על כמותם, ותנועתם במרחב.

ויסות האבקת גידולים חקלאיים: מעט יחסית ידוע על האפיון האקולוגי של מאביקי הבר התורמים להאבקת גידולים חקלאיים בארץ.

שירותי תרבות – נופש וספורט: קיים **פערי ידע** בנוגע להערכה כמותית של השימוש היומיומי של מטיילים וספורטאים בשטחים החקלאיים. כמו-כן, מסקרים ידוע שיש נכונות של מטיילים לבקר באתרי תיירות חקלאית/יין, אך אין נתונים כמותיים על אחוזי מימוש.

תרבות: חינוך ומחקר: לימודים גבוהים בחקלאות נמצאים כנראה במגמת עלייה, אך חסר מידע על מספרי סטודנטים בתחומים הרלוונטיים בראייה כלל-ארצית.

תרבות: צפייה והתבוננות: לא ניתן להעריך בדיוק כמה אנשים משתמשים בשטחים החקלאיים להשראה לאומנות שלהם וכמה ספרים, שירים, ציורים, צילומים וכתבי דת מבוססים על השראה מהשטחים החקלאיים או בדיוק כמה פעמים מזכירים את החקלאות בכתבים.

4. סיכום והמלצות

מאז קום המדינה עברו על המערכת החקלאית אקולוגית בישראל מספר תהליכים, הבולטים בהם: גידול בשטחה הכולל עד היום, עם שינוי בתפרוסת השטחים הבא לידי ביטוי בהקטנה משמעותית בשטחי החקלאות במרכז הארץ לטובת התמרת השטחים הללו לשטחים לבנייה, ולעומת זאת הגדלת השטחים החקלאיים בנגב על חשבון שטחים טבעיים. בנוסף חל גידול באינטנסיביות (תיעוש) של הממשק החקלאי, וגידול ניכר בשטחי החממות ובתי הרשת על חשבון שטחי הגד"ש.

דו"ח זה מרכז את המידע הקיים על שירותי המערכת החקלאית בישראל ומראה את מגמות השינוי לאורך השנים ועל תרומתם לרווחת האדם. ממצאים אלו יכולים להוות בסיס להתוויית מדיניות חקלאית מושכלת יותר, כזו שתתמוך בחקלאים, במערכת האגרו-אקולוגית ובכך ברווחת התושבים ותאפשר המשך אספקת שירותים תחת שינויים אקלימיים ופוליטיים. במיוחד במציאות שבה חלקה של החקלאות באתוס הציוני פוחת כפי שזה בא לידי ביטוי במדיניות הממשלה, למשל ביבוא תוצרת חקלאית, בקביעת מחירי מים גבוהים לחקלאות ובהפשרת שטחים חקלאיים לבניה.

ממצאי הדו"ח מצביעים על פגיעת החקלאות המתועשת המקובלת, בפוריות הקרקע, במגוון הביולוגי ובעוצמת פעילותו ולעומת זאת, על כך שלממשק חקלאי המתבסס על תהליכים ביולוגיים טבעיים, יש פוטנציאל לשיפור הביومסה, ולשיפור רמת התפקוד והמורכבות של המערכת האקולוגית. בבסיס המערכת האקולוגית החקלאית נימצאת הקרקע ומאחר שליצירת קרקע טבעית פורייה ובוגרת נדרשות אלפי שנים, ומתוך ההכרה שלקרקע גבולות סופיים הן במרחב הן בממד הזמן, מן הראוי לשמר את קרקעות העידית הטבעיות שמצריכות תשומות מועטות לתפוקת היבול. נוסף על כך קיים צורך בשימור קרקעות אלה גם אל מול הנגיסה בהן בתחרות מול בעלי עניין לא-חקלאיים ובעיקר מול תהליכי העיור. ייעוד השטחים חייב להביא בחשבון בצורה משמעותית יותר את איכויות הקרקע בכל תכנון. היות שבעתיד תגבר הדרישה לאיתור ולישימוש חקלאי בקרקעות שוליות, לימוד הדרכים לשימוש בקרקעות אלה והאמצעים לטיובן הוא חיוני, והוא יאפשר לבחון מחדש את פוטנציאל שטחי העיבוד.

בניהול נכון של המערכת החקלאית – ניתן לשפר את שירותי הוויסות של המערכת ובכך את איכות המים, האוויר והקרקע. בכדי ליצור מערכת חקלאית בת קיימא יש צורך להקפיד על כך שהגברת שירותי האספקה בעזרת תשומות לא תהיה על חשבון אספקת שירותי הוויסות והתרבות של המערכת, פגיעה בתהליכים האקולוגיים התומכים ופגיעה במערכות הסמוכות למערכת החקלאית. לשם כך יש להשקיע במחקר שיצביע על הדרכים המיטביות להגברת שירותי הוויסות של המערכות החקלאיות. ככל שיהיה יותר מידע, ושיטות יותר אפקטיביות להערכת שירותי המערכת האגרו-חקלאית כך הפוטנציאל לאיזון בין שמ"א השונים יגדל ויאפשר תכנון וניהול מקיים יותר של מערכות אקולוגיות חקלאיות (win-win scenarios) (Power 2010).

מגמה נוספת בולטת היא שמעורבות הממשלה בתיכנון והתנהלות המערכת האקולוגית החקלאית צומצמה מאוד וכיום תנאי השוק והרצון לרווחיות מנחים מה לייצר וכמה לעומת העבר (רכס ורדניצקי, 2009). הירידה ברווחיות של החקלאות (תגמול החקלאים על שירותי האספקה) מביאה במקומות רבים לפנייה לכיוון של תיירות חקלאית, שכדי לקיימה יש צורך בנוף חקלאי בעל ערכיות נופית, היכול לספק שירותי תרבות. חששות בקרב ציבור החקלאים ומקבלי ההחלטות מההשלכות השליליות ומהנזקים הנגרמים על ידי מטיילים מביאים לא אחת לחסימת שבילים ודרכים, או להתנגדות של חקלאים לתוכניות פיתוח למטרות פנאי ונופש. אך עם זאת המגמה ממשיכה להיות בעלייה ומכוונת להסדרת השימוש של המטיילים ובכך להמעיט את הנזקים (האן וחוב, 2014).

כדי להבטיח את פיתוחה של מגמה זו תוך שמירה על בריאות בני האדם הנהנים מהשימוש התיירותי בשטחים החקלאיים חשוב להמשיך ולקדם ממשקי טיפול במזיקים ללא רעלים. כלומר, חקלאות ותיירות חקלאית צריכות להתקיים במקביל ולשם כך יש צורך בגישה חדשנית שתעלה למודעות הציבור את חשיבות המערכות החקלאיות כעתודה לשטחים הפתוחים ההולכים

ומצטמצמים בישראל ואת משמעות השירותים שהן מספקות (אמדור וחוב' 2005), ואף לבחון תגמול החקלאים על אספקתם. תגמול חקלאים על אספקת שירותי מערכת מעבר לשירותי אספקה של תוצרת חקלאית, כפי שהנהיגו מדינות המערב, אשר הכירו בעובדה כי לחקלאות תרומות לסביבה ולנוף, והפעילו שיטות שונות לתגמול החקלאים: תשלום לחקלאים עבור אספקת ערכי טבע ונוף, תשלום ישיר של בעלי עסקי תיירות לחקלאים כדי שימשיכו לעסוק בחקלאות, רכישת שטחים חקלאיים על-ידי הממשל המקומי, והפיכתם לשטחים ציבוריים, ותמיכה בפיתוח עסקי פנאי ותיירות של החקלאים, כך שאלו יוכלו להפיק רווח מהנוף הכפרי (דוידוביץ'-מורטון ואיזון, 2014). בקוסטה ריקה מעבר לכך גם הנהיגו תגמול חקלאיים על שירותי ויסות כגון לכידת ואצירת פחמן, ויסות של מים ומגוון ביולוגי 13 (Payment for ecosystem services).

מבט לעתיד: שטח הקרקע המיועדת לשימוש חקלאי בתכניות המתאר המחוזיות הינו כ- 9,600 קמ"ר. שטח זה מתחלק בין שתי קבוצות ייעודי קרקע מרכזיות; קרקע ביעוד חקלאי, וקרקע ביעוד אחר המאפשר פיתוח חקלאי. מתוך הקרקע ביעוד חקלאי, רק כ- 62% משמשים לחקלאות בפועל. כלומר יש אפשרות ששטחים טבעיים רבים נוספים יהפכו לחקלאים (אוגדן מיפוי שטחים חקלאיים, 2015). מצד שני, שיעורים גבוהים של קרקע חקלאית שהופשרה בשנים האחרונות מעידים על מעמדה של החקלאות כ"עתודה לפיתוח", במיוחד בקרבת האזורים המטרופוליניים. כמו כן, גידול האוכלוסייה ולחצים של קבלנים ימשיכו לחרסם בתשתית החקלאית גם בעתיד (זליגמן ולחמן, 2008). הבנת החשיבות של השטחים החקלאיים כ"שטחים פתוחים" המספקים שירותי תרבות לתושבים במרכז הארץ תמנע את הלחץ על הפיכתם לשטחי בניה ותאפשר רווחה פיזית ונפשית גבוהה יותר לתושבי המדינה.

¹³ PES is defined as payments to land owners or managers to provide or protect ecosystem services (PES is the main topic in 49 papers in *Ecosystem Services* from 2012 to 2016, out of a total of out of 414). Costanza et al 2017.

5. מקורות

מבוא

- אחירון-פרומקין, ת. וטאובר, י. (2011). דו"ח מצב הטבע – 2010. המארג.
- גטניו, ל. ודגן, נ. (2016). מיקוד בגיאוגרפיה – ארץ ישראל והמזרח התיכון, החקלאות בישראל. רכס.
- דן, י. ויעלון, ד. (1975). דרך ההיווצרות והתפוצה של הקרקעות והנוף בפלשת. מחקרים בגיאוגרפיה של ארץ ישראל.
- דן, י. (1984). החי והצומח של ארץ-ישראל: אנציקלופדיה שימושית מאוירת. החברה להגנת הטבע, הוצאת משרד הביטחון.
- המארג. (2014). נתונים מתוך עיבוד לנתוני לוויין בטיוטא לדוח מצב הטבע.
- טייבלום, א. (1993). מדור 10- כלכלת שימור קרקע וניקוז.
- לחמן, א. (2013). ניטור מגוון ביולוגי במערכות חקלאיות - מסגרת רעיונית וסקירת ספרות. התכנית הלאומית לניטור המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים בישראל. המארג.
- למ"ס. (2015). לוח 19.8, חקלאות אורגנית.
- למ"ס. (2018). לוח 19.13, תשומות בחקלאות.
- מור, ע., סרוסי, ש. ולסטר, י. (2010). אנרגיה וחקלאות בת קיימא. נקודת ח"ן.
- עופר, א. וצבן, ח. (2010) הערכת פרויקט שיקום החולה. צנובר יועצים.
- קמחי, א., צבן, ש. ואור, צ. (2009). [העובדים התאילנדים בחקלאות](#). נייר עבודה, מוגש לחברת "אגרקסקו".
- שכטר, מ. קן, ע., רפפורט-רום, מ. וחיים, ד. (2007). השפעה כלכלית של השפעות שינויי אקלים על שימושי הקרקע החקלאית בישראל.
- Burkhard, B., Hotes, S., & Wiggering, H. (2016). Agro (eco) system services—supply and demand from fields to society. *Land*, 5(2), 9.
- TEEBAF. (2014). [The Economics of Ecosystems and Biodiversity \(TEEB\) for Agriculture & Food](#). Concept Note.
- Wood, S., Sebastian, K., & Scherr, S. J. (2000). Pilot analysis of global ecosystems: agroecosystems. International Food Policy Research Institute. World Resources Institute, Washington, DC.

גורמים מחוללי שינוי

- אופירה, ג. (2000). מאפייני האקלים בנגב. בתוך: נחום-לוי, נ. פרקים בגאוגרפיה של דרום הארץ. מטח – המרכז לטכנולוגיה חינוכית.
- אמדור, ל., אבנימלך, י. וצבן, ח. (2005). שמירה על המרחב הכפרי הזכות לעבד – החובה לעבד, מודל יישום חקלאות בת קיימא באזורים חקלאיים נבחרים, מוסד שמואל נאמן, הטכניון, חיפה.
- אפרת, ח., סלוצקי, ס. וויל, ד. (2007). דבורים מתות בסתר. עלון הנוטע, מאי 2007.
- ברששת, ל. (2012). שיקום קרקעות שעברו תהליכי המלחה ונתרון באמצעות שיפור איכות מי ההשקיה ויישום קומפוסט (עבודת מאסטר). רחובות: הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- גטניו, ל. ודגן, נ. (2015). [מיקוד בגיאוגרפיה – ארץ ישראל והמזרח התיכון](#). הוצאת רכס – פרויקטים חינוכיים בע"מ.
- גרינהוט, צ. צדיקוב, א., פרידקין, צ., גולדפרד, א., אלמוג, ר., הדס, א., בן חיים, א., ... וקפואה, ש. (2016). תוצרי לוואי של החקלאות. בחזית החקלאות, 6, 3-8.
- דוידוביץ'-מורטון, ר. ואיזון, א. (עורכים). (2015). [מסמך מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל](#), דו"ח מספר 1: אפיון, מיפוי ומגמות (עמ' 186-212). משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
- האגף לתכנון ופיתוח הכפר. (2015). מיפוי השטחים החקלאיים בישראל – אוגדן המיפוי. מסמך מדיניות, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

- וייץ, יוסף, (1972) מגמדא לרווחא. הוצאת מסדה, רמת גן.
- וייץ, י. וגרינצוויג, ז'. (2015). [השפעת ממשקים חקלאיים שונים על שמ"א ויסות הרכב אטמוספרי במרחב שקמה](#). חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
- זיידנברג, ר. (2007). לראות קרקע, איתור וזיהוי תופעות דלדול קרקע. תלמים (גיליון חגיג לרגל הקמת הרשות לשימור קרקע כינרת), 34–35.
- זיידנברג, ר. (2007). השפעת האדם על התפתחות קרקעות ואפשרויות ניצולן לשימוש חקלאי. הכנס ה-48 של האגודה הגאוגרפית הישראלית בסימן שינויי אקלים, תקצירי הרצאות; 9–11 בדצמבר 2007; באר שבע: האגודה הגאוגרפית הישראלית.
- זיידנברג, ר. (2010). היש חקלאות בת-קיימא ללא קרקע. יבול שיא, 50, 46–50.
- זיידנברג, ר. (2013). תנועת האדמה - מבט מן השטח על מצב קרקעות ישראל. אקולוגיה וסביבה, 4(1), 17–19.
- כסליו, י. וצבן, ש. (2013). [אטלס סטטיסטי של חקלאות ישראל](#). צוות צנובר, הופק בסיוע משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
- לנדאו, י., רוזיליו, י., בונפיל ד., ברקאי ד. ואדירי ב. (2000). האם יש ניגוד בין גדול חיסה באי-פליחה וחיפוי לבין רעיה בשלפים? - דו"ח שנתי (2000) וארבע שנתי (2000-1997). מוגש להנהלת ענף מרעה ולמדען הראשי משרד החקלאות.
- סבוראי ט וזיידנברג ר. (2011). אבדן קרקע באגנים חקלאיים - הצעה לפתרון. אקולוגיה וסביבה, 2(2), 152–154.
- סלביצקי, י. וחובי. (2003). אקריית הוורואה בישראל. ילקוט המכורות, 45, 28–31.
- צבי, א. (1988). אתמולים, מחקרים ותגליות בעברה של הארץ. תל אביב: מודן.
- קאפלה, ה.ח. וברוינס, ה. (2010). מגמות אקלימיות בישראל 1970–2002: חם וצחיח יותר בפנים הארץ. אקולוגיה וסביבה, 1(1), 16–22.
- קוניאק, ג. וצבן, ש. (2011). מאזן שטחים פתוחים כלי מוצע למקבלי החלטות מקרה בוחן של תרומת השטחים לקיום דבורי הדבש במועצה אזורית חוף אשקלון. נקודת ח"ן.
- קפלן, מ., רינגל, נ. ואמדור, ל. (2011). חקלאות נופית חקלאות בת קיימא (טיוטה). ירושלים: נקודת ח"ן.
- רון, צ. (1977). התפוצה של המדרגות החקלאיות בהרי ירושלים. בתוך (עורכים) שמואלי, א., גרוסמן, ד., זאבי, ר. יהודה ושומרון: פרקים בגאוגרפיה יישובית. הוצאת כנען, ירושלים.
- רוטשילד, א. פדרמן ר. (2012). מינים פולשים בישראל - תיאור הסיכונים והמלצות למדיניות מונעת. החברה להגנת הטבע.
- רמון, א. (2009). הכשרות קרקע חקלאית באזורים הרריים מגמות בעבר והכוונות בעתיד. מכון דש"א.
- רכס, א. ורודניצקי, א. (2009). החברה הערבית בישראל - אוגדן מידע. יוזמת קרן אברהם.
- רשות המים. (2016). [צריכת המים לפי מטרות 1998-2015](#).
- שאלתיאל-הרפז, ל., פלס, ש., גרף, ש., רוטמן, נ. ולוינגרט-איצי'צ'י, ע. (2012). השפעה ממשק ידידותי על מגוון המינים (מגוון ביולוגי) בשטחים חקלאיים ועל היבול ואיכותו. דו"ח למשרד החקלאות ופיתוח הכפר.
- שגיא, ה., רמון, א., גוטמן, ג., גארב, י. וצבן, ש. (2016). חסמים העומדים בפני חקלאים באימוץ ממשקי עיבוד משמר קרקע ומים בגז"ש בישראל ודרכי פתרונם. דו"ח סופי מוגש לקרן נקודת ח"ן.
- שטיינברג, י., יפעה, ר., שדה, ד., פלש, י., ניב, א., ליסאי, א., וטל, ג. (2007). [הפחתת שאריות כותנה בסוף העונה](#). המועצה לייצור ושיווק הכותנה בע"מ.
- שינבאום, א. (2015). [השפעת חלופות רעיית שלפים על שמ"א במרחב שקמה](#). חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
- Jenny, H. (1941). *Factors of soil formation*. New York: McGraw-Hill.
- Chen, A. (2017). Spatially explicit modelling of agricultural dynamics in semi-arid environments. *Ecological Modelling*, 363, 31–47.
- De Klein, C., Nova, R.S.A., Ogle S., Smith, K.A., Rochette P., Wirth, T.C., McConkey, B.G., Mosier, A. & Rypdal, K. (2006). N₂O emissions from managed soils, and CO₂ emissions from lime and urea application. In: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (eds). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and other Land Use* (pp 11.1–11.54). Institute for Global Environmental Strategies, Hanagawa, Japan.

- Eshel, G., Lifschitz, D., Bonfil, D.J., & Sternberg, M. (2014). Carbon exchange in rainfed wheat fields: Effects of long-term tillage and fertilization under arid conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 195, 112-119.
- Eshel, G., Egozi, R., Goldwasser, Y., Kashti, Y., Fine, P., Hayut, E., ... & DiSegni, D. M. (2015). Benefits of growing potatoes under cover crops in a Mediterranean climate. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 1-9.
- Potts, S.G., Roberts, S. P. M., Dean, R., Marris, G., Brown, M. A., Jones, R., Neumann, P., & Settele, J. (2010a). Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 15-22.
- Shani, U., Ben-Gal, A., & Dudley, L. M. (2005). Environmental implications of adopting a dominant factor approach to salinity management. *Journal of environmental quality*, 34(5), 1455-1460.

אתר מועצת הדבש. כניסה: מרץ, 2016

[אתר המועצה לייצור ושיווק כותנה](#). כניסה: אוקטובר, 2018.

[האגף לאבחון נגעי צמחים – דף מידע](#). כניסה: אוקטובר, 2018.

אתר משרד להגנת הסביבה. [דף אמברוסיה מכונסת](#). כניסה: אוקטובר, 2018.

השרות המטראולוגי לישראל – 2017. [השתנות הטמפרטורות בישראל בשנים 1950-2016](#). כניסה: אוקטובר, 2018.

אספקת גידולים חקלאיים

בורוכוב, ח., גילט, ד., צאלים, א., חזן, ו., דנינו, י., בן-גל, א., קמנצקי, ר. ואשל, ד. (2017). [השפעת מליחות מי ההשקיה על מרכיבי טעם ובריאות בחומר ריבוי של שום חופשי מוירוסים – דו"ח 2016-2017](#). מו"פ ערבה דרומית. סיכום עונת מחקר.

גטניו, ל. ודגן, נ. (2015). [מיקוד בגיאוגרפיה – ארץ ישראל והמזרח התיכון](#). הוצאת רכס – פרויקטים חינוכיים בע"מ.

דוידוביץ'-מורטון, ר. ואיזן, א. (עורכים). (2014). [מסמך מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל](#), דו"ח מספר 1: אפיון, מיפוי ומגמות. (עמ' 186-212). משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

הפורטל הישראלי לחקלאות, טבע וסביבה. (2011). [שיא עולמי בישראל ביבול כותנה בהשקיה במים מליחים](#). מערכת פורטל החקלאות.

הפורטל הישראלי לחקלאות טבע וסביבה. (2015). [ועידת הפרחים התכנסה לראשונה](#). מערכת פורטל החקלאות. נדלה במרץ 2016.

זליגמן, נ. ולחמן, א. (2008). [חקלאות בת קיימא בסביבה משתנה](#). דו"ח קרן נקודת ח"ן.

טופורוב, ג., גרינהוט, צ., לוינגרט, ע., בזק, ח., צוק-בר, א. וקחל, י. (2018). תזונה מקיימת וביטחון תזונתי בחקלאות בישראל – נתונים כמותיים מגידולי הצומח. *אקולוגיה וסביבה*, 9(4), 27-18.

כסליו, י., וצבן, ש. (2013). [אטלס סטטיסטי של חקלאות ישראל](#). צוות צנובר, הופק בסיוע משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

לביא, א. (2011). [חקלאות אורגנית: בעולם תומכים, בישראל לא](#). nrg. נדלה בינואר 2019.

למ"ס. (2016). לקט נתונים לרגל ט"ו בשבט תשע"ו. עמ' 4, לוח ה'.

למ"ס. (2015). [חשבון ענף החקלאות](#). לוח 1.

למ"ס. (2013). [מאזן אספקת המזון 2012](#). הודעה לתקשורת.

מור, ע., סרוסי, ש. ולסטר, י. (2010). [אנרגיה וחקלאות בת קיימא](#). נקודת ח"ן.

מנהלת ענף הפרחים. (2012). [פרוטוקול ועדת אינטרוודקציה בגיאופיטים מפגש מספר 1](#). עלון ענף הפרחים, 5, 8.

פורת, ר., גרינהוט, צ. ופרידקיין, צ. (2016). סיכום סקר אובדן ירקות ופירות טריים. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

פז, א., ודה-וינטר, ע. (2014). [מועדון הכותנה](#). ירחון משוב חקלאות. נדלה בינואר 2019 מאתר Fresh AgroMashov.

פלאח, ר. (2015). [חשבון ענף החקלאות והתפתחות הייצור החקלאי](#). משרד החקלאות.

פלאח, ר. (2015). היצוא החקלאי הטרי בשנת 2014. בחזית החקלאות, 4, 3-6.

קחל, י. (2015). השווקים לתפוז וגזרים מישראל - עדכון סקירה. בחזית החקלאות, 4, 13-21.

רמות, א. (2015). [מצוקת המים המליחים בולמת את התפתחות הערבה הדרומית](#). קק"ל.

שגיא, ה., רמון, א., גוטמן, ג., גארב, י. וצבן, ש. (2016). חסמים העומדים בפני חקלאים באימוץ ממשקי עיבוד משמר קרקע ומים בגד"ש בישראל ודרכי פתרונם. דו"ח סופי מוגש לקרן נקודת ח"ן.

שמחה, ט. ומור, ג. (2016). [תכנית משרדית להפחתת הנטל הרגולטורי הקצאת עובדים זרים לחקלאות](#). משרד החקלאות ופיתוח הכפר. תחום מדיניות רגולציה – החטיבה למחקר, כלכלה ואסטרטגיה.

Burkhard, B., Hotes, S., & Wiggering, H. (2016). Agro (eco) system services—supply and demand from fields to society. *Land*, 5(2), 9.

Kadman, A., Gazit, S., & Ziv, G. (1976). Selection of mango rootstocks for adverse water and soil conditions in arid areas. In I International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits 57 (pp. 81-88).

OECD. (2015). [Trade and Agriculture Directorate Committee for Agriculture. Working Party on Agricultural Policies and Markets. Agricultural Policy Monitoring and Evaluation. Part I: Developments in Agricultural Policy and Support](#). OECD Conference Centre. Paris.

Shani, U., Ben-Gal, A., & Dudley, L. M. (2005). Environmental implications of adopting a dominant factor approach to salinity management. *Journal of environmental quality*, 34(5), 1455-1460.

[אתר ארגון מגדלי הפרחים](#). כניסה: מרץ 2016.

[אתר תמר הזהב](#). (2018). דף תמר מג'הול אורגני. כניסה: מרץ 2016.

[אתר NRGene](#). (2017). נתוני גנים. כניסה: פברואר, 2017.

אספקת מרעית למקנה

בן אשר, ע. (2012). השפעת החקלאות במגזר היהודי השיתופי על אפשרויות רעיית הצאן של הבדואים בנגב. חיבור לקבלת תואר מוסמך. החוג לגיאוגרפיה וסביבת האדם, הפקולטה למדעי הרוח - אוניברסיטת ת"א.

לנדאו, י., אבו-רביעה, ע., אבלגון, ד. אבו-סיאם, ס. (2015). הרעייה העונתית של עדרי הבדואים ביערות קק"ל: התפתחויות מ-2009 ל-2014. יער, 15, 30-39.

לנדאו, י., רוזיליו, י., בונפיל, ד., ברקאי, ד., אדירי, ב. (2000). האם יש ניגוד בין גידול חיטה באי-פליחה וחיפוי לבין רעייה בשלפים? דו"ח שנתי (2000) וארבע שנתי (1997-2000). מוגש להנהלת ענף מרעה ולמדען הראשי משרד החקלאות.

סטוי, א. (2004). גידול צאן במגזר בדואי פזורה הנגב בראשית המאה ה-21. הכנס ה-12 של אגודת מדעי המרעה.

שגיא, ה., רמון, א., שגיא, י., וייל, ד., חרמוני, ח. ורוזנטל, ג. (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.

הדף הכחול (2016). [מחירון התאחדות מגדלי הבקר, דף מידע מס' 6 יוני 2016](#).

שטיינברג, י., יפעה, ר., שדה, ד., פלש, י., ניב, א., ליסאי, א., וטל, ג. (2007). [הפחתת שאריות כותנה בסוף העונה](#). אתר המועצה לייצור ושיווק הכותנה בע"מ.

שינבאום, א. (2015). [השפעת חלופות רעיית שלפים על שמ"א במרחב שקמה](#). חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.

Landau, S., Bonfil, D. J., Barkai, D., Yonatan, R., Mufradi, I., Devash, L., & Brosh, A. (2004). A system analysis of the interaction between wheat crop management and sheep grazing in aftermath stubble. *Options Mediterraneennes*, 61, 153-160.

Stavi, I., Barkai, D., Islam, K. R., & Zaady, E. (2015). No adverse effect of moderate stubble grazing on soil quality and organic carbon pool in dryland wheat agro-ecosystems. *Agronomy for sustainable development*, 35(3), 1117-1125.

אספקת מרעית לדבורי דבש

- אפרת, ח., סלביצקי, ס. וויל, ד. (2007). דבורים מתות בסתר. עלון הנושע, מאי 2007.
- בן-נריה, א. (1964). גידול דבורים. הוצאת ארגון מגדלי דבורים בישראל, תל אביב, תשכ"ד. דפוס "התחיה" בע"מ, ירושלים.
- הפורטל לחקלאות טבע וסביבה. (2015). ["ירידה בדבש בכורות: הדבוראים פוצו בכ-1.7 מיליון ₪"](#). מערכת פורטל החקלאות.
- סורוקר, ו., שריג, ש., צעדי, א., קמר, י., זידמן, א., וסלביצקי, י. (2015). ניטור הזליגה של חומרי הדברה משדות חקלאיים לאזורים טבעיים שכנים - מקרה בוחן: השפעה על תמותת דבורים. דוח סופי לנקודת ח"ן.
- צור, א. (2013). [שוק הדבש העולמי – סקירה ביקוש, ייצור, יבוא וייצוא מסביב לעולם](#). פרסום באתר: המועצה לייצור ושיווק דבש. כניסה: אוקטובר 2018.
- קוניאק, ג. וצבן, ש. (2011). מאון שטחים פתוחים כלי מוצע למקבלי החלטות מקרה בוחן של תרומת השטחים לקיום דבורי הדבש במועצה אזורית חוף אשקלון. נקודת ח"ן.
- Potts, S.G., Roberts, S. P. M., Dean, R., Marris, G., Brown, M. A., Jones, R., Neumann, P., & Settele, J. (2010a). Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 15-22.

אספקת ביומסה צמחית

- בונפיל ד.י., רובין, ב., שטיינברג, ד., מופרדי, י., אסידו, ס., כיתאין, ש., נפתליהו, ע. וואזה, א. (2004). ממשק אי-פליחה וחיפוי בקש - סיכום רב שנתי. גן שדה ומשק, 8, 23-13.
- גרבר, א., והדס, א. (2009). פירוליזה של פסולות אורגניות לייצור אנרגיה, טיוב קרקע וקיבוע פחמן. ניר ותלם, 20, 20-10.
- גרינהוט, צ., צדיקוב, א., פרידקין, צ., גולדפרד, א., אלמוג, ר., הדס, א., בן חיים, א. ... וקפואה, ש. (2015). תוצרי הלוואי בחקלאות ישראל, מסמך מסכם לקביעת מדיניות והערכת עלויות. פרסומי החטיבה למחקר, כלכלה ואסטרטגיה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
- גרינהוט, צ., צדיקוב, א., פרידקין, צ., גולדפרד, א., אלמוג, ר., הדס, א., בן חיים, א. ... וקפואה, ש. (2016). תוצרי לוואי של החקלאות. בחזית החקלאות, 6, 8-3.
- ירון, א. (2015). השפעת ממשקים חקלאיים שונים על שמ"א ויסות קרקע ומים במרחב שקמה. חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
- שגיא, ה., רמון, א., שגיא, י., וייל, ד., חרמוני, ח., ורוזנטל, ג. (2016). 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.

ויסות סחיפת קרקע

- אופירה, ג. (2000). מאפייני האקלים בנגב. בתוך: נחום-לוי, נ. פרקים בגאוגרפיה של דרום הארץ. מטח – המרכז לטכנולוגיה חינוכית.
- אשל, ג., ואגוזי, ר. (2013). הקרקע בשטחים המעובדים נשמטת מתחת לרגליים. אקולוגיה וסביבה, 4, 134-136.
- אשל, ג., אגוזי, ר., גולדווסר, ע., חיות, א., קוז'יקרו, ה., רובין, ב., דר, צ., ... ר., דיסני, ד. (2014). גידולי כיסוי בתפוחי-אדמה כאמצעי לשימור קרקע, מים וסביבה. מבזק ירקות – שדה וירק, 271, 50-44.
- בן-חור, מ., לאדו, מ., טנאו, ח., לייב, ל. וערב, ע. (2011). מניעת נגר עילי וסחף קרקע באמצעות שימוש ברסק גזם לחיפוי קרקע. אקולוגיה וסביבה 2(3), 208-202.

- הדס, א., טור ציון, י., איזנקוט, א. וזידנברג, ר. (2009). מניעת סחף קרקע – ניתוח עלות מול תועלת. ניר ותלם, 13, 17-27.
- זיידנברג, ר. (2007). מה קורה לקרקעות המעובדות - הסיפור האמיתי. יכול שיא, עיתון לחקלאות מתקדמת, 25, 42-44.
- זיידנברג, ר. (2013). תנועת האדמה - מבט מן השטח על מצב קרקעות ישראל. אקולוגיה וסביבה, 4(1), 17-19.
- חיות, א., גולדווסר, י., משה, א., סיבוני, מ., רובין, ב., דר, צ., קשתי, י. ... ואשל, ג. (2014). גידולי כיסוי כאמצעי להפחתת השיבוש בעשבים רעים בתפוחי אדמה. ניר ותלם, 52, 27-32.
- יעקבי, ב. ואיזנקוט, א. (2013). מחוז העמקים – עיבוד משמר בשטחי פלחה סקירת הניסיון המצטבר בממשק עיבוד משמר ודו"ח סיכום עד סוף שנת 2013. משרד החקלאות ופיתוח הכפר, מחוז העמקים.
- ירון, א. (2015). השפעת ממשקים חקלאיים שונים על שמ"א ויטות קרקע ומים במרחב שקמה. חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
- סבוראי, ט. וזיידנברג, ר. (2011). אבדן קרקע באגנים חקלאיים - הצעה לפתרון. אקולוגיה וסביבה, 2(2), 152-154.
- סתוי, א. (2004). גידול צאן במגור בדואי פזורה הנגב בראשית המאה ה-21. הכנס ה-12 של אגודת מדעי המרעה. מרכז וולקני (הקרייה החקלאית, בית-דגן), 19/4/2004.
- רוזנטל, ג. ופוקס, ה. (2015). [הערכה כלכלית של השפעת ממשקים חקלאיים שונים על שמ"א במרחב שקמה](#). חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
- שגיא, ה., רמון, א., שגיא, י., וייל, ד., חרמוני, ח. ורוזנטל, ג. (2016). 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.
- שינבאום, א. (2004). הפצת עשבים רעים בשדות חיטה בנגב הצפוני ע"י רעיית צאן בשלפים (עבודת מאסטר). הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית.
- שינבאום, א. (2015). [השפעת חלופות רעיית שלפים על שמ"א במרחב שקמה](#). חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
- Eshel, G., Egozi, R., Goldwasser, Y., Kashti, Y., Fine, P., Hayut, E., ... & DiSegni, D. M. (2015). Benefits of growing potatoes under cover crops in a Mediterranean climate. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 1-9.
- Katra, I., Arotsker, L., Krasnov, H., Zaritsky, A., Kushmaro, A., & Ben-Dov, E. (2014). Richness and diversity in dust stormborne biomes at the southeast mediterranean. *Scientific reports*, 4, 5265.
- Tanner, S., Katra, I., Haim, A., & Zaady, E. (2016). Short-term soil loss by eolian erosion in response to different rain-fed agricultural practices. *Soil and Tillage Research*, 155, 149-156.
- Tegen, I., Lacis, A.A., & Fung, I. (1996). The influence on climate forcing of mineral aerosols from disturbed soils. *Nature*, 380(6573), 419-422.

ויטות מזיקי חקלאות ועשבים רעים

- בודנהיימר, ש. וקליין, צ. (1935). ספר החרקים לחקלאי. תל אביב: אמנות.
- בונפיל ד.י., רובין, ב., שטיינברג, ד., מופרדי, י., אסידו, ס., כיתאין, ש., נפתליהו, ע. וואזה, א. (2004). ממשק אי-פליחה וחיפוי בקש - סיכום רב שנתי. גן שדה ומשק, 8, 13-23.
- חרובי, נ. ושלמה, ש. (2006). שיפור השירותים האקולוגיים של ענף החקלאות: ניתוח הנוקים הסביבתיים מכל תשומה וקביעת סדרי עדיפויות להשקעה במחקר - לצמצום הנוק הסביבתי בחקלאות קונבנציונלית ובחקלאות אורגנית. דו"ח סופי לנקודת ח"ן.
- יעקובי, ג. (2012). [הדברה ביולוגית](#). ידיעון ענף ההדרים במועצת הצמחים. גליון 91: 16-19. מילדנברג, צ. 2013. משרד החקלאות מציע לחקלאים לאמץ חמורים לשטחי המטעים שברשותם. [אתר משרד החקלאות](#) - יחידות המשרד - דוברות והסברה - פרסומים. כניסה, מרץ, 2016.
- לשם, י., מוטר, י., פלג, א., צ'רטר, א., אלון, ד., מירום, ק., אביאל, ש. ... ורולין, א. (2015). המיזם הלאומי לשימוש בתנשמות ובבזים כמדבירים ביולוגיים בחקלאות סיכום שמונה שנות פעילות 2008-2015.
- מוטר, י., צ'רטר, מ., אלון, ד., אביאל, ש., מירום, ק., פלג, א., דראושה, ס., ... ולשם, י. (2013). השימוש בתנשמות ובבזים כמדבירים ביולוגיים בחקלאות. אקולוגיה וסביבה, 1, 8-10.

- מוטרו, י. (2010). שימוש בתנשמות להדברת מכרסמים בחקלאות - נקודת מבט כלכלית (עבודת דוקטורט). ירושלים: האוניברסיטה העברית.
- מנדלסון, ע. (2015). [השפעת ממשקים חקלאיים שונים על שמ"א בקרת עשבים ומזיקים במרחב שקמה](#). חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
- סבירסקי, א., ויסוקי, מ., ויזהר, י. (2002). מזיקי עצי הפרי הסוכרופיים בישראל. הוצאת מכתשים.
- קיסר, ת. והררי, א. (2015). גידול צמחים צופניים בשולי שטחים חקלאיים, לשימור מגוון אויבים טבעיים להדברה ביולוגית. מוגש למדען הראשי – המשרד להגנת הסביבה.
- קיסר, ת., הררי, א., שרון, א., זהבי, ת. וגביש-רגב, א. (2013). גידול צמחים צופניים בשולי כרמים לשימור מגוון הפרזיטואידים, כאויבים טבעיים להדברה ביולוגית. דו"ח סופי לקרן נקודת ח"ן.
- ראובני, ח. (2014). הדברה משולבת ידידותית של מזיקים בעצי פרי. עלון הנוטע, 68, 38-43.
- שאלתיאל-הרפז, ל., אופנהיים, ד., כהן, מ., עגיב, מ., ובארקלי, מ. (1999). [הדברה משולבת של פסילת האגס](#). דו"ח מקצועי מסכם לשנת 1998. מו"פ צפון.
- שאלתיאל-הרפז, ל., חן, י., בן-ישר, א., גרף, ש., פלס, ש., קופרברג, א., טאקו, מ., ... וזילברשטיין, מ. (2013). חקלאות ידידותית יותר לסביבה - פרויקט יישומי של הדברה משולבת בעמק החולה. אקולוגיה וסביבה, 4(1), 10-12.
- שולדינר-הרפז, ת. וקול, מ. (2013). אספקת שירותי הדברה ביולוגית על-ידי פשפשים טורפים באזורי אקלים שונים - השפעת הטמפרטורה על יחסי גומלין שליליים. אקולוגיה וסביבה, 4(1), 27-28.
- שטיינברג, ש. (1993). [שכירי חרב פרוקי-רגליים: שימוש בחרקים להדברת מזיקים](#). טבע הדברים: החברה לחקר האדם והסובב בע"מ, גליון 1.
- שטיינברג, ש. (2010). הדברת מזיקים טבעית בעזרת חרקים. הרצאה ב-TED, באתר BIOBEE, דף [מהי הדברה משולבת](#). נדלה בספטמבר 2018.
- שטיינברג, ש. (2012). [הדברה ביולוגית ומשולבת בעגבניה](#). ירחון משוב חקלאות, גליון 280. נדלה בינואר 2019.
- שטיינברג, ש. (2013). הדברה ביולוגית של מזיקים פרוקי רגליים: הלכה ומעשה. מצגת לקורס יסודות החקלאות האורגנית.
- Birkhofer, K., Gavish-Regev, E., Endlweber, K., Lubin, Y. D., Von Berg, K., Wise, D. H., & Scheu, S. (2008). Cursorial spiders retard initial aphid population growth at low densities in winter wheat. *Bulletin of entomological research*, 98(3), 249-255.
- Eshel, G., Egozi, R., Goldwasser, Y., Kashti, Y., Fine, P., Hayut, E. & DiSegni, D. M. (2015). Benefits of growing potatoes under cover crops in a Mediterranean climate. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 1-9.
- Lotan, A. (2011). *Developing an Integrated Pest Management Program for the Old World Date Mite Oligonychus afrasiaticus in the Southern Arava Valley* (doctoral dissertation). University of Haifa, Faculty of Science and Science Education, Department of Evolutionary and Environmental Biology.
- Maoz, Y., Gal, S., Argov, Y., Coll, M., & Palevsky, E. (2011). Biocontrol of perseae mite, *Oligonychus perseae*, with an exotic spider mite predator and an indigenous pollen feeder. *Biological Control*, 59(2), 147-157.
- Maoz, Y., Gal, S., Argov, Y., Domeratzky, S., Melamed, E., Gan-Mor, S., Coll, M., & Palevsky, E., (2014). Efficacy of indigenous predatory mites (Acari: Phytoseiidae) against the citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora* (Acari: Eriophyidae): augmentation and conservation biological control in Israeli citrus orchards. *Experimental and Applied Acarology*, 63(3), 295-312.
- Palevsky, E., Gal, S., & Ueckermann, E.A. (2009). Phytoseiidae from date palms in Israel with descriptions of two new taxa and a key to the species found on date palms worldwide (Acari: Mesostigmata). *Journal of Natural History*, 43(27-28), 1715-1747.
- Pluess, T., Opatovsky, I., Gavish-Regev, E., Lubin, Y., & Schmidt-Entling, M. H. (2010). Non-crop habitats in the landscape enhance spider diversity in wheat fields of a desert agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 137(1), 68-74.

- Shaltiel, L., & Coll, M. (2004). Reduction of pear psylla damage by the predatory bug *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae): The importance of orchard colonization time and neighboring vegetation. *Biocontrol Science and Technology*, 14(8), 811-821.
- Shaltiel-Harpaz, L., Gerling, D., Graph, S., Kedoshim, H., Azolay, L., Rozenberg, T., ... & Alon, T. (2015). Control of the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), in open-field tomatoes by indigenous natural enemies occurring in Israel. *Journal of economic entomology*, 109(1), 120-131.
- Tores, M., Motro, Y., Motro, U., & Yom-Tova, Y. (2005). The Barn Owl - a selective opportunist predator. *Israel Journal of Zoology*, 51(4), 349-360.

ויסות אקלים מקומי

- ביתן, א., פוצ'טר, ע. שעשוע-בר, ל. (2005). [ההשפעה התרמית המשולבת של הצמחייה וגורמי הבינוי על התהוות מיקרו האקלים בשטחים פתוחים עירוניים - מדידות שדה, סימולציות ופיתוח קובץ הנחיות לתכנון תואם אקלים](#). דו"ח מוגש למשרד להגנת הסביבה.
- בלכר, מ., בלכר, א. (2010). צמחי בר במטעי התמרים של חבל ים המלח: עושר המינים והרכב הצמחייה. מחקרי ים-המלח והערבה, 2, 21-38.
- בן דב, ע. (2006). מה חדש במטע האפרסמון? פרסומי [אתר משואות יצחק](#), כניסה: ספטמבר 2017.
- גינזבורג, א. (2014). [עלויות חיצוניות של השטחים החקלאיים](#). דו"ח למשרד החקלאות.
- עין גיל, ע., עמרני, ה. ודויטש, ג. (2004). חקלאות – תחום צומח: גז"ש וירקות. מחקרי מקווה-ישראל, אגף חממות. נדלה בפברואר 2016 מאתר [מקווה ישראל](#).
- פוצ'טר, ע. יעקב, י. בר (שעשוע), ל., כהן, ש., טנאי, י., ובר (קותיאל), פ. (2012). מיתון עומס חום בערים מדבריות באמצעות צמחים - באר שבע כמקרה בוחן. *אקולוגיה וסביבה*, 3(1), 33-43.
- פלכסר, ע., גינת, ח., שטסל, ז., סביר, ב., דינר, י. עספור, מ. ויאיר, י. (2010). *כדור הארץ והסביבה: ספר לימוד בגאוגרפיה ופיתוח הסביבה*. משרד החינוך, התרבות והספורט, המינהל הפדגוגי.
- Ben-Gai, T., Bitan, A., Manes, A., Alpert, P., & Israeli, A. (1998). Aircraft measurements of surface albedo in relation to climatic changes in southern Israel. *Theoretical and applied climatology*, 61(3-4), 207-215.
- Brandle, J. R., Hodges, L., & Zhou, X. H. (2004). Windbreaks in North American agricultural systems. In *New Vistas in Agroforestry* (pp. 65-78). Dordrecht: Springer.
- Kotzen, B. (2003). An investigation of shade under six different tree species of the Negev desert towards their potential use for enhancing micro-climatic conditions in landscape architectural development. *Journal of Arid environments*, 55(2), 231-274.
- Lomas, J., & Mandel, M. (1973). The quantitative effects of two methods of sprinkler irrigation on the microclimate of a mature avocado plantation. *Agricultural Meteorology*, 12, 35-48.
- Rotenberg, E., & Yakir, D. (2010). Contribution of semi-arid forests to the climate system. *Science*, 327(5964), 451-454.
- Yom-Tov, Y. (2001). Global warming and body mass decline in Israeli passerine birds. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 268(1470), 947-952.
- Zamet, D.N. (1998). On our awareness of the climatic affects of avocado yields. *Acco Experimental Station. California Avocado Society 1998 Yearbook*, 82, 161-164.

ויסות אקלים עולמי

- המשרד להגנת הסביבה. (2018). שינוי אקלים – השלכות שינויי האקלים על ישראל.
- וייץ, י. וגרינצוויג, ז'. (2015). [השפעת ממשקים חקלאיים שונים על שמ"א ויסות הרכב אטמוספרי במרחב שקמה](#). חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.

ליפשיץ, ד., שטרנברג, מ., בונפיל, ד., בן-דור, א., ואשל, ג. (2013). [השפעות ממשק העיבוד על מחזור הפחמן בין הקרקע לאטמוספירה באזור אקלים צחיח](#). פורסם באתר החוג ללימודי הסביבה, אוניברסיטת תל אביב, בדף מחקרים ייחודיים ומעוררי השראה. נדלה באוקטובר 2018.

בן סידון, א., טל, ט. וינאי, מ. (2015). [מדדי חקלאות-סביבה 2012-1996](#) – מהדורה ראשונה. פרסום מס' 1596. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. עריכה והוצאה לאור גולדפוס, ד. ובן ישי, ת.

צבן, ח., פלר, נ., אמדור, ל., אבינמלך, י. ואילון, א. (2004). חקלאות בת קיימא: כיצד להביא למימוש ערכים חיצוניים של החקלאות כחלק מהכנסותיו של החקלאי באזורי הארץ השונים. מוסד שמואל נאמן, הטכניון.

שגיא, ה., רמון, א., שגיא, י., וייל, ד., חרמוני, ח. ורוזנטל, ג. (2016). 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.

קק"ל. (ח.ת.). [תמיכת קק"ל במחקר חדשני על בסיס מים בערבה](#). נדלה בינואר 2019.

Alvaro-Fuentes, J. & Paustian, K. (2010). Potential soil carbon sequestration in a semi arid Mediterranean agroecosystem under climate change: quantifying management and climate effects. *Plant Soil*, 338, 261–272.

De Klein, C., Nova, R.S.A., Ogle S., Smith, K.A., Rochette P., Wirth, T.C., McConkey, B.G., Mosier, A. & Rypdal, K. (2006). N₂O emissions from managed soils, and CO₂ emissions from lime and urea application. In: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (eds). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and other Land Use* (pp 11.1–11.54). Institute for Global Environmental Strategies, Hanagawa, Japan.

Eshel, G., Lifschitz, D., Bonfil, D.J., & Sternberg, M. (2014). Carbon exchange in rainfed wheat fields: Effects of long-term tillage and fertilization under arid conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 195, 112–119.

Eswaran, H., Van den Berg, E., & Reich, P. (1993). Organic carbon in soils of the world. *Soil Science Society of America Journal*, 57, 192–194.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., ... & Zaks, D.P. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337–342

Grünzweig, J.M., Gelfand, I., Fried, Y. & Yakir, D. (2007). Biogeochemical factors contributing to enhanced carbon storage following afforestation of a semi-arid shrubland. *Biogeosciences*, 4, 891–904.

Janzen, H.H. (2004). Carbon cycling in earth systems - a soil science perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104, 399–417.

Lal, R. (2008). Sequestration of atmospheric CO₂ in global carbon pools. *Energy and Environmental Science*, 1, 86–100.

Matson, P.A., Parton, W.J., Power, A.G. & Swift, M.J. (1997). Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277(5325), 504–509.

Palm, C., Blanco-Canqui, H., De Clerck, F., Gatere, L. & Grace, P. (2013). Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187, 87–105.

Power, A.G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 365, 2959–2971.

Schlesinger, W., Andrews, J. (2000). Soil respiration and the global carbon cycle. *Biogeochemistry*, 48(1), 7–20.

Six, J., Conant, R.T., Paul, E.A., & Paustian, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241, 155–176.

- אשל, ג., אגוזי, ר., גולדווסר, ע., חיות, א., קוז'יקרו, ה., רובין, ב., דר, צ., ... דיסני, ד. (2014). גידולי כיסוי בתפוחי-אדמה כאמצעי לשימור קרקע, מים וסביבה. *מבזק ירקות – שדה וירק*, 271, 44-50.
- אשל, ג. ואגוזי, ר. (2013). הקרקע בשטחים המעובדים נשמטת מתחת לרגליים. *אקולוגיה וסביבה*, 4, 134-136.
- בונפיל ד.י., רובין, ב., שטיינברג, ד., מופרדי, י., אסידו, ס., כיתאין, ש., נפתליהו, ע., וואזה, א. (2014). ממשק אי-פליחה וחיפוי בקש - סיכום רב שנתי. *גן שדה ומשק*, 8, 13-23.
- בן-חור, מ., לאדו, מ., טנאו, ח., לייב, ל. וערב, ע. (2011). מניעת נגר עילי וסחף קרקע באמצעות שימוש ברסק גזם לחיפוי קרקע. *אקולוגיה וסביבה* 2(3), 202-208.
- הדס, א., טור ציון, י., איזנקוט, א. וזידנברג, ר. (2009). מניעת סחף קרקע – ניתוח עלות מול תועלת. *גיר ותלם*, 13, 17-27.
- יעקבי, ב. ואיזנקוט, א. (2013). מחזור העמקים – עיבוד משמר בשטחי פלחה סקירת הניסיון המצטבר בממשק עיבוד משמר ודו"ח סיכום עד סוף שנת 2013. משרד החקלאות ופיתוח הכפר, מחזור העמקים.
- ירון, א. (2015). [השפעת ממשקים חקלאיים שונים על שמ"א ויסות קרקע ומים במרחב שקמה](#). חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
- לנדאו, י., רוזיליו, י., בונפיל ד., ברקאי ד. ואדירי ב. (2000). האם יש ניגוד בין גידול חיטה באי-פליחה וחיפוי לבין רעיה בשלפים? - דו"ח שנתי (2000) וארבע שנתי (1997-2000). מוגש להנהלת ענף מרעה ולמדען הראשי משרד החקלאות.
- סבוראי, ט., וזידנברג, ר. (2011). אבדן קרקע באגנים חקלאיים - הצעה לפתרון. *אקולוגיה וסביבה*, 2(2), 152-154.
- רוזנטל, ג., ופוקס, ה. (2015). [הערכה כלכלית של השפעת ממשקים חקלאיים שונים על שמ"א במרחב שקמה](#). חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
- שינבאום, א. (2004). *הפצת עשבים רעים בשדות חיטה בנגב הצפוני ע"י רעיית צאן בשלפים* (חיבור לקבלת תואר מוסמך). הפקולטה לחקלאות - האוניברסיטה העברית.
- שינבאום, א. (2015). [השפעת חלופות רעיית שלפים על שמ"א במרחב שקמה](#). חלק מהמחקר החלוץ ליישום גישת שירותי המערכת האקולוגית בתכנון ובניהול מרחב שקמה. מכון דש"א.
- Eshel, G., Egozi, R., Goldwasser, Y., Kashti, Y., Fine, P., Hayut, E. & DiSegni, D. M. (2015). Benefits of growing potatoes under cover crops in a Mediterranean climate. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 1-9.
- Martínez-Casasnovas, J. A., Antón-Fernández, C., & Ramos, M. C. (2003). Sediment production in large gullies of the Mediterranean area (NE Spain) from high-resolution digital elevation models and geographical information systems analysis. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group*, 28(5), 443-456.
- Pimentel, D., & Pimentel, M. (2008). Food, Energy and Society, 3rd edn., CRC, Boca Raton, FL.
- Rawitz, E., Morin, J., Hoogmoed, W. B., Margolin, M., & Etkin, H. (1983). Tillage practices for soil and water conservation in the semi-arid zone I. Management of fallow during the rainy season preceding cotton. *Soil and Tillage Research*, 3(3), 211-231.
- Stavi, I., Barkai, D., Islam, K. R., & Zaady, E. (2015). No adverse effect of moderate stubble grazing on soil quality and organic carbon pool in dryland wheat agro-ecosystems. *Agronomy for sustainable development*, 35(3), 1117-1125.

- אבישר, א., ליפשיץ, מ., דותן, ר. ושלם, ל. (2016). [מיזם "חקלאות תומכת סביבה". סיכום ומסקנות 2012-2015](#). דו"ח המוגש לתחום שטחים פתוחים ברשות הטבע והגנים.
- אפרת, ח., סלוצקי, ס. וויל, ד. (2007). דבורים מתות בסתר. *עלון הנושע*, גליון 5. מאי 2007.
- דג, א. ורגב, א. (1999). הערך הכלכלי של האבקת דבורי דבש בישראל. *ילקוט המכורות*, 42.

- מנדליק, י., קורין, כ., שוחט, א. ופרבלוצקי, א. (2015). מגוון המאביקים, עטלפי חרקים והעופות במטעי תפוח בגליל העליון והשפעת ממשק הדברת מזיקים עליהם. דו"ח התקדמות לשנת מחקר שניה מתוך שלושה. דו"ח מדעי למדען הראשי במשרד החקלאות.
- סלבעקי, י. וחוב'. (2003). אקריית הוורואה בישראל. ילקוט המכורות, 45, 28-31.
- שטרן, ר. וחוב'. (2012). דו"חות מחקר אגס ותפוח 2006-2011. מו"פ צפון.
- שריג, ש. וסורוקר, ו. (2015). ניטור הזליגה של חומרי הדברה משדות חקלאיים לאזורים טבעיים שכנים - מקרה בוחן: השפעה על תמותת דבורים. דוח סופי לנקודת ח"ן.
- Brittain, C., Kremen, C., & Klein, A.M., (2013). Biodiversity buffers pollination from changes in environmental conditions. *Global change biology*, 19(2), 540-547.
- Delaplane, K.S., Mayer, D.R., & Mayer, D.F. (2000). *Crop pollination by bees*. Wallingford: CABI.
- Eilers, E.J., Kremen, C., Greenleaf, S.S., Garber, A.K., & Klein, A.M. (2011). Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply. *PLoS one*, 6(6), p.e21363.
- Free, J.B. (1993). *Insect pollination of crops*. Academic Press.
- Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., & Vaissière, B.E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68(3), 810-821.
- Garibaldi, L. A.PI, Steffan-Dewenter, I.C., Kremen, C.C., Morales, J. M. C, Bommarco, R. C, Cunningham, S. C, Carvalheiro, ... & Klein, A.M. (2011). Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, 14(10), 1062-1072.
- Klatt, B.K., Holzschuh, A., Westphal, C., Clough, Y., Smit, I., Pawelzik, E., & Tscharntke, T. (2014). Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 281(1775), p.20132440.
- Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 274(1608), 303-313.
- Otieno, M., Woodcock, B.A., Wilby, A., Vogiatzakis, I.N., Mauchline, A.L., Gikungu, M.W., & Potts, S.G. (2011). Local management and landscape drivers of pollination and biological control services in a Kenyan agro-ecosystem. *Biological Conservation*, 144(10), 2424-2431.
- Pisanty, G., & Mandelik, Y. (2015). Profiling crop pollinators: life history traits predict habitat use and crop visitation by Mediterranean wild bees. *Ecological Applications*, 25(3), 742-752.
- Pisanty, G., Afik, O., Wajnberg, E., & Mandelik, Y. (2016). Watermelon pollinators exhibit complementarity in both visitation rate and single-visit pollination efficiency. *Journal of Applied Ecology*, 53(2), 360-370.
- Potts, S.G., Roberts, S. P. M., Dean, R., Marris, G., Brown, M. A., Jones, R., Neumann, P., & Settele, J. (2010a). Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 15-22.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010b). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in ecology & evolution*, 25(6), 345-353.
- Rosianski, Y., Freiman, Z.E., Cochavi, S.M., Yablovitz, Z., Kerem, Z., & Flaishman, M.A. (2016). Advanced analysis of developmental and ripening characteristics of pollinated common-type fig (*Ficus carica* L.). *Scientia Horticulturae*, 198, 98-106.
- Van der Sluijs, J.P., Simon-Delso, N., Goulson, D., Maxim, L., Bonmatin, J.M., & Belzunces, L.P. (2013). Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current opinion in environmental sustainability*, 5(3), 293-305.

White House. (2014). [Fact Sheet: The Economic Challenge Posed by Declining Pollinator Populations](#). Accessed September 2018.

Winfree, R., & Kremen, C. (2009). Are ecosystem services stabilized by differences among species? A test using crop pollination. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 276(1655), 229-237.

שרותי תרבות

אילן, ש. וגסול, ד. (2011). תיירות חקלאית ברמת הגולן: היקף, אתגרים וחסימים לפיתוח. תירון עלון אלקטרוני לענייני תיירות חקלאית וכפרית, 14, 15-18.

אמדור, ל., אבנימלך, י. וצבן, ח. (2005). שמירה על המרחב הכפרי הזכות לעבד – החובה לעבד, מודל יישום חקלאות בת קיימא באזורים חקלאיים נבחרים, מוסד שמואל נאמן, הטכניון, חיפה.

בן יוסף, א. (2001). תיירות חקלאית, ישראל: משרד נופש, דו"ח מצב לענף התיירות החקלאית בישראל.

בן ישראל, א. (2015). לקראת חקלאות בת קיימא: תפיסות ועמדות ביחס לחקלאות במרחב הכפרי המשתנה של צפון הנגב. דו"ח הוגש לנקודת ח"ן.

בן ישראל, ב. (2011). תיירות חקלאית "ליד הבית": ביקוש והיצע של תיירות חקלאית בעורף המטרופוליטן, (עבודת מאסטר). חיפה: אוניברסיטת חיפה.

גטניו, ל. ודגן, נ. (2015). מיקוד בגיאוגרפיה – ארץ ישראל והמזרח התיכון. הוצאת רכס – פרויקטים חינוכיים בע"מ.

גסול, ד. (2009). סקר תיירות חקלאית, ישראל: מכללת כנרת, הרצאה ביום עיון תיירות חקלאית במכללת כנרת, מרץ 2009.

גסול, ד. (2015). תיירות כפרית וחקלאית. בתוך: דוידוביץ'-מורטון, ר. ואיזן, א. (עורכים). מסמך מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל, דו"ח מספר 1: אפיון, מיפוי ומגמות (עמ' 186-212). משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

דוידוביץ'-מורטון, ר. ואיזן, א. (עורכים). (2015). [מסמך מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל](#), דו"ח מספר 1: אפיון, מיפוי ומגמות, עמ' 186-212. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

דוידוביץ'-מורטון, ר. ואיזן, א. (עורכים). (2015). [מסמך מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל](#) כרך ב' - דו"חות 2 ו-3, עמ' 136. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

האן, א., אמדור, ל., געש, ע. ורמון, א. (2014). ממשק דרכים ושכילי מטיילים בשטחים חקלאיים. דו"ח סופי לקרן נקודת ח"ן.

ויץ, י. (1972). מגמדא לרוחא. תולדות הכשרת הקרקע בארץ ישראל. רמת גן: מסדה.

ועדיה, י., צבן, ח., וספרים, י. (1973). מגמות המחקר החקלאי בישראל לאור הערכת צרכי המשק הלאומי. הרבעון לכלכלה, 78-79, 411-422.

זליגמן, נ., ולחמן, א. (2008). חקלאות בת קיימא בסביבה משתנה. דוח קרן נקודת ח"ן.

רכס, א., ורודניצקי, א. (2009). [החברה הערבית בישראל – אוגדן מידע](#). יוזמת קרן אברהם.

חביב-ולדהורן, ש. (2013). "לא פלא שישראל בשורה הראשונה בעולם בפיתוחים חקלאיים". אתר גלובוס.

כסליו, י., וצבן, ש. (2013). [אטלס סטטיסטי של חקלאות ישראל](#). צנובר.

לביא, ד. (1998). חמישים שנות הישגים במחקר החקלאי בתוך: אישים ומעשים בישראל: ספר היוכל. עורכים: אהרונ, ש. ואהרונ, מ. הוצאה לאור: מקסם.

למ"ס. (2015). רבעון סטטיסטי לתיירות ושרותי הארחה 2013/2014.

מוסד שמואל נאמן. (2010). ד"וח מדדים למדע, טכנולוגיה ולחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית. חוברת שלישית בסדרה. מוגש למועצה הלאומית למחקר ופיתוח.

משרד התרבות והספורט ומשרד הבריאות. (2012). סקר הרגלי הפעילות הגופנית בקרב תושבי ישראל.

ניר, ר. (2013). סקר מושכנים בתחום התיירות הכפרית. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

סופר, א. ואפלבוים, ל. (2008). ימות עסקית עצמית במשק המשפחתי ותרומתה לפיתוח החקלאות והיישוב הכפרי. אונ' בר אילן, דו"ח לתכנית מחקר קרן המדען הראשי במשרד החקלאות.

- פליישר, ל. ופייטלסון, ע. (2007), *נוף כפרי פתוח, מציאות ודימוי: תפיסות המרחב הכפרי באזור המרכז בעיני הציבור*. ירושלים: מכון ירושלים לחקר ישראל.
- פליישר, ע. (1997). *אומדן הערך הכלכלי של אזורים חקלאיים כמשאב תירותי - עמק החולה, עמק יזרעאל ואזור יואב יהודה*. רחובות: המרכז ללימודי הפיתוח.
- פליישר, ע., אנג'ל, א. וצ'ק, ע. (2004). *סקר בנושא האירוח הכפרי בישראל*. ביוזמת הקרן להנצחתו של יאיר אנג'ל ז"ל. ירושלים: האוניברסיטה העברית.
- פליקס, י. (1971). *משלי טבע וחקלאות בספר ירמיהו וישעיהו*. נדלה בינואר 2019 מאתר החברה לחקר המקרא בישראל.
- צבן, ח., פלר, נ., אמדור, ל., אבינמלך, י. ואילון, א. (2004). *חקלאות בת קיימא: כיצד להביא למימוש ערכים חיצוניים של החקלאות כחלק מהכנסותיו של החקלאי באזורי הארץ השונים*. מוסד שמואל נאמן, הטכניון.
- צ'ק, ע., פליישר, ע. ופינקלשטיין, י. (2012). *בידול מוצרים וסינרגיה בתירות הכפרית: עדות מישראל (עבודת מאסטר)*. חיפה: הטכניון.
- קורנפלד, ת. (2013). *"העסקה הושלמה: פעילות רוסטה גרין נמכרה למונסנטו ב-35 מיליון דולר"*. נדלה בספטמבר 2018.
- קידר, ש. (2009). *עצי זית ונופים חקלאיים - בתערוכת ציורים של האמן משה קסירר*. פורסם בפורטל הישראלי לחקלאות, טבע וסביבה.
- קפלן, מ. (2010). *נופים חקלאיים נופי החקלאות הקדומה בהרי יהודה*. ירושלים: נקודת ח"ן.
- קפלן, מ., רינגל, נ. ואמדור, ל. (2011). *חקלאות נופית חקלאות בת קיימא* (טיוטה). ירושלים: נקודת ח"ן.
- שגיא, ה., אורנשטיין, ד., גרונר, א., מוריס, א., סטרום, מ., ורופא, י. (2012). *תפיסת הסביבה בתרבויות שונות - הערכת שירותי המערכת האקולוגית בערבה הדרומית בקרב תושבי שני צדי הגבול*. אקולוגיה וסביבה, 3(1), 22-32.
- שטרן, א' ונ' רבינוביץ. (2006). *נופי התרבות החקלאית בישראל* - הגדרות ופריסה מרחבית. דו"ח מסכם המוגש ל"נקודת ח"ן" - לקידום נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל.
- שמילוביץ, ח. (2015). *פיקוח ופדגוגיה, חקלאות, רקע ורצינות*. נדלה באוקטובר 2016 מאתר משרד החינוך.
- שמש-עדני, א., פליישר, ע. וצור, י. (2002). *הערך הכלכלי של סוגי נוף חקלאי*. יד הנדיב, נקודת ח"ן.
- Albright, W.F. (1947). *Palestine: A Study of Jewish, Arab and British Policies*, Vol. I, Yale University Press.
- Braverman, I. (2009). Uprooting identities: the regulation of olive trees in the occupied West Bank. *PoLAR: Political and Legal Anthropology Review*, 32(2), 237-264.
- Hananel, R. (2010). Zionism and agricultural land: National narratives, environmental objectives, and land policy in Israel. *Land Use Policy*, 27(4), 1160-1170.
- Goodman, D., & DuPuis, E. M. (2002). Knowing food and growing food: beyond the production-consumption debate in the sociology of agriculture. *Sociologia ruralis*, 42(1), 5-22.
- Lipchin, C. (2007). Water, Agriculture and Zionism: Exploring the interface between Policy and Ideology. In: Lipchin, C., Pallant, E., Saranga, D., & Amster, A. (eds.) *Integrated Water Resources Management and Security in the Middle*. Dordrecht: Springer.
- Sagie, H., Morris, A., Rofè, Y., Orenstein, D. E., and Groner, E. (2013). Cross-cultural perceptions of ecosystem services: a social inquiry on both sides of the Israeli-Jordanian border of the Southern Arava Valley Desert. *Journal of Arid Environments*, 97, 38-48.
- Sternhell, Z. (1995). *Nation Building or a New Society?* Tel Aviv: Am Oved Publishers Ltd.

- אתר מינהל המחקר החקלאי. [מכון וולקני, חוברת הישגים](#). כניסה: באפריל 2016.
- אתר מכון וולקני-מו"פים. כניסה: אפריל, 2016.
- מנהל המחקר החקלאי (ח.ת.). [צוותי מחקר-נווה יער](#). נדלה באפריל 2016 מאתר מנהל המחקר החקלאי [אתר איש הענבים](#), דף הבית (ח.ת.), נדלה ב: אפריל, 2016.
- אתר הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמיט, על הפקולטה, [דף אודות הפקולטה](#) (ח.ת.), נדלה באפריל 2016.
- אתר קטיף עצמי, [דף ראשי](#) (ח.ת.), נדלה ב: אפריל, 2016.
- אתר קטיף עצמי, [דף קטיף עצמי ברמת הגולן](#) (ח.ת.), נדלה ב: אפריל 2016.
- [אתר חווה ואדם](#), עמוד הבית (ח.ת.). נדלה באוקטובר, 2018.
- [אתר תיירות אקולוגית](#), דף פעילויות חקלאיות (ח.ת.), נדלה במרץ, 2016.
- [אתר מינהל המחקר החקלאי-מכון וולקני](#), דף אסטרטגיות לתכנון המחקר החקלאי במינהל המחקר. 28.1.14 כניסה: אפריל, 2016.
- [אתר משרד החוץ, דף מש"ב](#) (ח.ת.). נדלה ב: אפריל, 2016.
- [אתר קורסיסט](#), דף לימודי חקלאות, (ח.ת.). נדלה ב: אפריל, 2016.
- אתר השירותים והמידע הממשלתי, [אימוץ המלצות הוועדה הבין משרדית למינוף המו"פ החקלאי בישראל](#). - משרד ראש הממשלה, נדלה ב: מאי, 2016.
- [תערוכת Fruit Logistica](#) (ח.ת.), נדלה ב: אפריל, 2016.
- אתר אגריטך ישראל. הזמנה [לתערוכת אגריטך 2015](#). נדלה ב: אפריל, 2016.
- אתר משרד החינוך, [דף כנס מורים לחקלאות \(ח.ת.\)](#). נדלה ב: אפריל, 2016.
- אתר משרד החינוך, [דף חקלאות ולימודי הסביבה](#) (ח.ת.), נדלה ב: מאי, 2016.
- אתר מוזיאון פתח תקווה, [תערוכה חקלאית במוזיאון פתח תקווה 2015](#), נדלה ב: מאי, 2016.

סיכום והמלצות

- רכס, א., ורודניצקי, א. (2009). [החברה הערבית בישראל – אוגדן מידע](#). יוזמת קרן אברהם.
- האן, א., אמדור, ל., געש, ע. ורמון, א. (2014). [ממשק דרכים ושילובי מטיילים בשטחים חקלאיים](#). דו"ח סופי לקרן נקודת ח"ן.
- ויץ, י. (1972). [מגמדא לרוחא. תולדות הכשרת הקרקע בארץ ישראל](#). רמת גן: מסדה.
- אמדור, ל., אבנימלך, י., צבן, ח. (2005). [שמירה על המרחב הכפרי הזכות לעבד – החובה לעבד, מודל יישום חקלאות בת קיימא באזורים חקלאיים נבחרים, מוסד שמואל נאמן, הטכניון, חיפה](#).
- דוידוביץ'-מורטון, ר. ואיזן, א. (עורכים). 2015. [מסמך מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל](#), דו"ח מספר 1: אפיון, מיפוי ומגמות, עמ' 186-212. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
- האגף לתכנון ופיתוח הכפר. (2015). [מיפוי השטחים החקלאיים בישראל – אוגדן המיפוי](#). מסמך מדיניות, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
- זליגמן, ג. ולחמן, א. (2008). [חקלאות בת קיימא בסביבה משתנה](#). דו"ח קרן נקודת ח"ן.
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., ... & Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?. *Ecosystem Services*, 28, 1-16.
- Power, A.G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies . *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 365, 2959–2971.