

תמריץ פיננסי לאימוץ ממשקי גידול משמרי סביבה בחקלאות

יובל נוימן
עמית מכון מילקן



עבודת מחקר זו היא פרי מאמץ משותף של גורמים ואנשים רבים. ברצוני להודות לד"ר דפנה דיסני על ההנחה הסבלנית, הליווי וההכוונה, ההסברים המפורטים והמידע התאורטי והכלכלי לאורך כל שלבי המחקר. תודתי נתונה גם לחוקרי היחידה לחקר הסחף באגף שימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות ופיתוח הכפר – לד"ר גיל אשל שתרם מזמנו והעשיר את ידיעותיי בהצגה ממשית של הבעיה וחומרתה בשטחים החקלאיים, ולד"ר רועי אגוזי על הנתונים ועל המידע השימושי שיכולתי להתבסס עליהם. נוסף על כך, אבקש להודות לעמותת "צלול" על החשיפה למדיניות ניהול מקורות המים בישראל. תודתי האחרונה שמורה לסגל תוכנית עמיתי מכון מילקן המרכז לישראל – פרופ' גלן יאגו ואורלי מובשוביץ-לנדסקרונר – על ההזדמנות יוצאת הדופן ועל התמיכה האדירה שניתנה לי לאורך שנה זו.

על אודות תוכנית עמיתי מכון מילקן

תוכנית עמיתי מכון מילקן מקדמת את הצמיחה הכלכלית בישראל באמצעות התמקדות בפתרונות חדשניים, מבוססי שוק, לבעיות מתמשכות בתחומים חברתיים, כלכליים וסביבתיים. התוכנית מתמקדת באיתור פתרונות גלובליים והתאמתם למציאות הישראלית ובבניית ממשקים חיוניים המחברים בין משאבים ממשלתיים, פילנתרופיים ועסקיים, לטובת צמיחה ופיתוח לאומי בר-קיימא.

התוכנית מעניקה מלגות שנתיות לישראלים מצטיינים, בוגרי מוסדות להשכלה גבוהה בארץ ובעולם, המתמחים במוקדי קבלת ההחלטות הלאומיים ומסייעים בפיתוח פתרונות באמצעות מחקר והתמחות. היקף הפעילות של עמיתי התוכנית הוא מקסימלי – התמחות, הכשרה ומחקר במשך חמישה ימים בשבוע.

במשך שנת התמחותם עוסקים עמיתי מכון מילקן במחקר המדיניות במשרדי הממשלה וברשויות שלטוניות אחרות, ומסייעים למקבלי ההחלטות ולמעצבי המדיניות בחקר ההיבטים השונים של סוגיות כלכליות, סביבתיות וחברתיות.

בנוסף עורכים העמיתים מחקר מדיניות עצמאי, שמטרתו לזהות חסמים לתעסוקה ולצמיחה בישראל ולאתר פתרונות אפשריים. מחקרי העמיתים מתבצעים בהדרכת צוות אקדמאי ומקצועי מנוסה ותומכים במחוקקים וברגולטורים, המעצבים את המציאות הכלכלית, חברתית והסביבתית בישראל.

במהלך השנה מוענקת לעמיתים הכשרה אינטנסיבית במדיניות כלכלית, ממשל ושיטות מחקר. במסגרת מפגשי ההכשרה השבועיים, העמיתים רוכשים כלים מקצועיים לכתבת תזכירים, מצגות וניירות מדיניות, וכן כלי ניהול, שיווק ותקשורת. בנוסף, נפגשים העמיתים עם בכירים במשק ובממשל ועם אנשי אקדמיה מהשורה הראשונה בישראל ובעולם. בסמסטר הראשון, העמיתים משתתפים בקורס המתמקד בחידושים פיננסיים, במסגרת בית הספר למנהל עסקים באוניברסיטה העברית בירושלים. הקורס מקנה 3 נקודות זכות אקדמיות, ומלמד אותן פרופ' גלן יאגו, מנהל בכיר, ומייסד, המעבדות לחידושים פיננסיים™ במכון מילקן.

את בוגרי התוכנית ניתן למצוא במגוון תפקידים בכירים במגזר הפרטי, כמרצים באקדמיה, במגזר הציבורי וכיועצים לשרים ולמשרדי הממשלה. ישנם בוגרים שנקלטו במשרדי הממשלה, ואחרים המשיכו ללימודים גבוהים באוניברסיטאות מובילות בישראל, ארצות הברית ובריטניה.

תוכנית עמיתי מכון מילקן היא לא פוליטית ובלתי מפלגתית, ואינה מקדמת קו פוליטי או אידאולוגי. התוכנית ממומנת על ידי קרנות פילנתרופיות מובילות בארצות הברית ובישראל ומנוהלת על ידי מכון מילקן.



תמריץ פיננסי לאימוץ ממשקי גידול משמרי סביבה בחקלאות

יובל נוימן

בהנחיית ד"ר דפנה דיסני

עמית מכון מילקן



תוכן עניינים

1	תקציר מנהלים
5	1. רקע
5	1.1 השפעת החקלאות האינטנסיבית על הסביבה
8	1.2 הגדרת הבעיה: זיהום קרקע ומקורות מים בעקבות פעילות חקלאית
10	1.3 מוטיבציה לשימוש במנגנונים כלכליים
10	2. מנגנונים כלכליים
10	2.1 מיסוי וסובסידיה
12	2.2 תשלום לאספקת שירותי מערכות אקולוגיות
14	2.3 ביטוח חקלאי
18	3. ביטוח חקלאי
18	3.1 סוגי ביטוחים חקלאיים
21	3.2 ביטוח חקלאי בישראל
22	4. ביטוח חקלאי לקידום ממשקי גידול בני-קיימא
23	5. דוגמאות לשימוש במנגנון ביטוחי לאימוץ טכנולוגיות משמרות סביבה
24	5.1 צמצום שימוש בחומרי הדברה
24	5.2 ממשקי גידול ועיבוד פרדסים משמרי קרקע ומים
26	6. סיכום ומסקנות
27	7. רשימה ביבליוגרפית

תקציר מנהלים

רקע

שוק החקלאות בישראל מהווה כ-2% מהתל"ג בישראל, אך השפעתו על החברה בכלל ועל הסביבה בפרט באה לידי ביטוי בתחומים רבים. 3 מיליון דונם של שטחים מעובדים בישראל יוצרים הכנסות בגובה של כ-11 מיליארד ₪ בשנה. שאיפתו של היצרן (החקלאי) להגדיל את התפוקה בשטח המצוי ברשותו, מביאה לגידול בחקלאות האינטנסיבית. התהליך מתבטא בעיבוד רב-גידול, בממשקי גידול, במיכון חקלאי ובשימוש נרחב בחומרי דישון והדברה בעלי השלכות חיצוניות שליליות, הנאמדות בכ-32–100 מיליארד ₪ בשנה.

מטרת המחקר היא לבחון באיזה אופן ניתן להעניק תמריצים לחקלאי כדי שיאמץ ממשקי גידול חדשניים ובני-קיימא, כך שהעלויות לחברה ולסביבה יצומצמו, והסיכונים לחקלאי עצמו יקטנו.

הפתרון המוצע הוא מנגנון לביטוח חקלאי, שיהיה תמריץ יעיל, ושמטרתו לקדם ממשקי גידול בני-קיימא תוך הגנה על הכנסות החקלאי מפני סיכונים פוטנציאליים הגלומים באימוץ ממשק גידול משמר סביבה, שהחקלאי היה נמנע מלאמץ מפאת החשש שיינזק ממנו.

הגדרת הבעיה

כ-7.6% מכלל התשומות החקלאיות מיוחסות לחומרי דישון והדברה, המוספים לשטח המעובד לצורך השגה של תפוקה חקלאית מרבית והשבחתה. החומרים הסינתטיים השונים מפוזרים דרך מערכות ההשקיה או באמצעות ריסוס ישירות על פני הקרקע או על גבי הגידולים. במסגרת השימוש בחומרים אלה נמכרו בשנים האחרונות בישראל כ-7,000 טונות חומר פעיל מתכשירי הדברה בשנה, דבר שגרם ליחס גבוה במיוחד של כמות חומר פעיל בהדברה לאלף דונם קרקע חקלאית בהשוואה למדינות OECD אחרות.

שימוש רב בחומרים סינתטיים במסגרת הייצור החקלאי יוצר בעיה מפוזרת, הנובעת משיטת ניהול הקרקע. במסגרת שיטות העיבוד הקונוונציונליות נגרמים נזקים שונים, כגון:

- איטום קרקע חקלאית ואיבוד קיבולת המים של הקרקע.
- הצטברות מי נגר על פני החלקה.
- סחיפת קרקע (erosion) מואצת.
- איבוד השכבה העידית שבקרקע והתחתרות ערוצים.
- סתימת מעברי מים, הצפות ונזק לתשתיות.
- זיהום מערכות מים וקרקע והתדרדרות שירותי המערכות האקולוגיות.

השפעות השימוש בתשומות אלה באות לידי ביטוי גם בסיכונים בריאותיים, באיטרופיקציה (eutrification) ובצורך תמידי לפתח חומרים רעילים יותר בשל עמידות המזיקים לחומרים קיימים. השפעות חיצוניות אלה אינן מגולמות במחיר התוצר, ומהוות כשל שוק.

סיכונים בריאותיים	איטרופיקציה	פיתוח חומרים רעילים
סיכונים לפגיעה באוכלוסייה בטווח הקצר והארוך	היווצרות "אזורים מתים" כתוצאה מהצטברות חומרי הזנה (נוטריינטים) סמוך לחוף	שימוש בחומרים רעילים עקב שינוי האקלים ועמידות שפיתחו המזיקים לחומרים בשימוש קבוע
ירידה בפריון האנושי, הפרעות במערכת העצבים ובפעילות ההורמונלית, הפרעות קשב וריכוז, מחלות נשימה, פרקינסון וסוכרת	צריכת כל החמצן המומס בקרקעית הים לא מאפשרת חיים	צורך בפיתוח וביצור של חומרים קטלניים יותר

פתרון – הצעה למנגנון ביטוח חקלאי

במסגרת סקירת מנגנונים כלכליים קיימים לטיפול בבעיה, נמצא שלכלים מסוג מיסוי וסובסידיה, כגון היטל או סובסידיה על פליטות מזהמים, הפקדת עירבון ביצוע, מענק ניהול אפקטיבי, היטל או סובסידיה על תוצרת וכדומה, יעילות מוגבלת. יכולתם המצומצמת של כלים אלה להתמודד עם השפעות שליליות של החקלאות מתבטאת בקושי בהערכה מדויקת, בקושי באיסוף מידע מורכב בעלויות גבוהות, בפער בין יישום שיטת גידול להשפעתה על משאב טבעי, באי-שוויוניות (תנאים גאוגרפיים שונים מצריכים תשומות שונות), בצמצום היצע ובחוסר אפקטיביות בשל הפנמת ההיטל על ידי החקלאי. כמו כן, נבחנה יעילותו של מנגנון תשלומים על שירותי המערכת האקולוגית. מנגנון מסוג זה מעביר לחקלאי תשלום עבור יצירת ערך מוסף לשירותי המערכת האקולוגית כתוצאה מפעילותו. יעילות המנגנון נמצאה מוגבלת ממספר סיבות: קושי באומדן יחסי הגומלין בין רכיבים ביוטיים ואביוטיים; קושי בכימות פונקציות של מערכות אקולוגיות; עצם ההערכה שתלויה במיקום, בזמן, בחלל, ביכולת השיקום ובאלמנטים בלתי ודאיים עתידיים. יחסים שונים של תלות, השלמה או תחליפיות מדגישים את מורכבות הערכת שירותי המערכת האקולוגית.

כדי לשמר את הסביבה ולמנוע נזקים מהתעשייה החקלאית יש לעודד חקלאים להשתמש בשיטות עיבוד חדשניות באמצעות יצירת תמריץ שיקדם אימוץ שיטות מסוג זה, ושיקטין את הסיכון הכרוך ביישומן. ביטוח חקלאי ייעודי עשוי לענות על כך ולשמש מנגנון יעיל שיגביר את התועלת מהענף החקלאי. ביטוח הוא מנגנון יעיל לניהול סיכונים בזכות הגורמים הבאים:

- **פיזור סיכונים (spread of loss)** – פיזור עלות נזקים על קבוצת יחידים (מבוטחים) וספיגת הפסד על ידי צד ג' (מבטח).
- **צמצום שונות (variance reduction)** – הסיכון של המבטח קטן כשמספר סוגי הפוליסות גדל (חוק המספרים הגדולים), ומתאפשרת פרמיה הולמת סיכון.
- **בידוד סיכונים (segregation of risk)** – בידוד מחזיקי פוליסה פוטנציאליים מאפשר להפריד בין בעלי סיכון נמוך או גבוה לבין כלל הסיכונים.

- **עידוד אמצעים מצמצמי נזקים (encouraging loss reduction measures)** – דרישה מהמבוטח לבצע פעולות מצמצמות נזקים מראש או הצעת פרמיות מוזלות לבעלי ביצועים חיוביים.
- **ניטור ובקרה (monitoring and control)** – וידוא פעולות ניהול חקלאי בהתאם לחוזה הביטוח.
 - פרמיה קבועה תבטיח כיסוי לתפוקה על ידי קביעת תפוקת-סף לשיטת העיבוד בת-הקיימא. במסגרת ביטוח מבוסס תפוקה ייקבע גובה הפיצוי לחקלאי ליחידת שטח באמצעות מכפלת הכיסוי הביטוחי (אחוז מסוים משטח העיבוד החדשני) בפער שביבול החקלאי בין ממשק הגידול הקונוונציונלי לממשק החדשני ובמחיר התוצרת החקלאית הצפוי. להלן דגשים ליישום ביטוח חקלאי מבוסס תפוקה, שמטרתו הענקת תמריצים שיקדמו אימוץ ממשקי גידול משמרי קרקע ומים:
 - ההתמודדות עם סיכונים שונים תיעשה על ידי יחידות ביטוח עצמאיות הומוגניות שיאפשרו פיצוי מצד המבטח ללא פשיטת רגל.
 - יש לשאוף שעלויות העסקה יהיו קטנות ככל הניתן (חקירת רקע, שיטת גידול נהוגה, נורמות ניהול וכדומה), כדי להגדיל את הישימות הפיננסית של הביטוח על ידי בעלי הפוליסה.
 - ראוי שמדידת גובה הפיצויים הנדרשים תיעשה על ידי צד שלישי אובייקטיבי.
 - עם יישום שיטת גידול חדשה עלול החקלאי לשנות את שיטת הגידול ולנסות להגדיל את גובה הפיצוי העתידי, או לספק מידע חסר על ניהול אדמתו. כדי להתמודד עם בעיות פוטנציאליות של סיכון מוסרי ובחירה מנוגדת יש להטמיע את שיטות הגידול החדשניות באופן מודרך אצל החקלאי, ולהסדיר סיווג של רמות ביטוח בהתאם לאזור הגידול, לסוג הגידול ולשיטת הגידול.
 - במסגרת חוזה הביטוח יוכלו סעיף ההשתתפות העצמית, קביעת סף עליון לגובה הפיצוי או התייקרות הפרמיה אם יופעל הביטוח, להקטין את דמי הביטוח ולשמש תמריץ להיצמד להנחיות העיבוד החדשני (המתחשב בסביבה) ולהתרחק מסיכונים אפשריים.
- יש להניח שעם השנים, ולאחר שהחקלאי יכיר בתועלת המתקבלת לחלקתו משימוש בשיטות העיבוד החדשניות, ייעשו שיטות עיבוד אלה למוסכמה בענף, והביטוח החקלאי יוכל להתבסס על נתונים נורמטיביים מניסיון ארוך טווח ומשמעותי לבניית חוזה ביטוח מול החקלאי. בשל התועלת המשמעותית שעשויה לצמוח מממשקים אלה – הן לחקלאי הן לחברה – חשוב שהגורמים הממשלתיים הרלוונטיים יספקו תמיכה (סובסידיה) לביטוח במידה רבה ככל האפשר. תמיכה גדולה יותר תאפשר גביית פרמיה נמוכה יותר מחקלאים שתרומתם הסביבתית תהיה הגדולה ביותר, ותעודד אימוץ של ממשקי הגידול החדשניים ביותר.

$$\text{מחיר תוצרת צפוי לדונם} \times \left(\text{תפוקה לדונם בשיטת עיבוד קונוונציונלית} - \text{תפוקה לדונם בשיטת עיבוד משמרת סביבה} \right) = \text{גובה פיצוי לדונם}$$

לאור הסיכונים וההשפעות החיצוניות של ענף החקלאות, היעילות המוגבלת של המנגנונים הקיימים והתמודדות המנגנון הביטוחי מול סיכונים, המלצתי היא ליישם מנגנון של ביטוח חקלאי, שעשוי להקטין את חשיפת החקלאי לסיכונים פוטנציאליים ולפגיעה אפשרית ביבולו. מנגנון פיזור סיכונים מסוג זה יבטיח לחקלאי כיסוי ופיצוי כספי אם תפוקתו תינזק, ויוכל לתמוך באספקת תועלת לסביבה. דוגמאות לשיטות עיבוד חדשניות, שבמסגרתן ניתן ליישם את המנגנון הביטוחי המוצע, מובאות בפרק 5 בעבודת המחקר.

חשיבותה של החקלאות בת-הקיימא מחייבת מדיניות חקלאית שתעודד את קידומה. יישומה בשטח יתרום משמעותית לכל בעלי העניין – החקלאים, קובעי המדיניות והציבור בכללותו – ויצמצם את הפגיעה במערכת האקולוגית. המנגנון הביטוחי יוכל לענות על צורך משמעותי זה ולעודד חקלאים לאמץ ממשקי גידול חקלאיים מיטיבים ללא סיכון, תוך התחשבות בסביבה הטבעית – למענם, למען החברה ולמען הדורות הבאים.

1. רקע

ענף החקלאות הוא ספק מזון עיקרי, הפועל בתנאי שוק תחרותיים. אף על פי שענף החקלאות מספק לחברה ולסביבה בכללותה סוגים שונים של תועלת, התמורה לחקלאות נגזרת מפדיון התוצרת החקלאית בשווקים. מסיבה זו, החלטות החקלאי מונעות משיקולי רווח מהייצור החקלאי. שאיפה להגדלת הרווח מייצור חקלאי ועמידה בביקוש ההולך וגדל הופכים את החקלאות לאינטנסיבית יותר ויותר, דבר שמעצים את ההשפעה השלילית של הפעילות החקלאית המודרנית על הסביבה.

בעבודת מחקר זו נחקרת יעילותם של מנגנונים כלכליים שונים קיימים, ומוצע מנגנון כלכלי-ניהולי חדש. מטרת המנגנון היא למצוא את התמריץ הפיננסי היעיל ביותר, שיאפשר לחקלאי לענות על רמת הביקושים בשוק, יעודד גידול תוצרת חקלאית בשיטות חדשניות, ויצמצם השלכות שליליות של הענף. נוכח התרחבות חלקה של החקלאות האינטנסיבית בחקלאות המודרנית, מנגנון שייטיב עם החקלאי והסביבה הטבעית גם יחד, תוך הקטנת העלויות החיצוניות, יתרום משמעותית לפתרון הבעיה.

לאחר סקירה של מנגנונים כלכליים אפשריים המבוססים על מנגנון השוק, אתמקד באסטרטגיה פיננסית של ביטוח חקלאי מבוסס תפוקה, ואציע מנגנון ביטוחי לקידום אימוץ ממשקי חקלאות בת-קיימא על ידי החקלאי.¹ העובדה שאין כלי פיננסי לפיזור סיכונים כרשת ביטחון עבור חקלאי שיאמץ ממשקי גידול בני-קיימא, היא חסם משמעותי במסגרת תהליכי הייצור החקלאי. הקטנת הסיכון לחקלאי, באמצעות שימוש במנגנון ביטוח חקלאי מבוסס תפוקה, תאפשר לחקלאי לאמץ טכנולוגיות וממשקי גידול חדשניים, המיטיבים עם מקורות מים וקרקע, ללא חשש מפגיעה בהכנסות הייצור השוטפות.

המחקר ממליץ על החלה של כלי מדיניות יעיל מסוג ביטוח חקלאי, שיספק תועלת הן לסביבה והן לחקלאי, ובשל כך יחולל תפנית חיובית משמעותית, ויתרום תרומה רבה לסביבה ולגורמים הרלוונטיים המעורבים. מנגנון פיננסי ביטוחי בענף יסלב ביעילות היבטים חקלאיים וכלכליים, ויאפשר צמצום של השפעות חקלאיות שליליות על הסביבה ופגיעה בחברה, תוך חיסכון בעלויות של שיקום קרקעות חקלאיות ותוך אספקת מגוון רחב יותר של סוגי תועלת לכל בעלי העניין.

1.1 השפעת החקלאות האינטנסיבית על הסביבה

לפי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס), השטח החקלאי (גידולים חקלאיים) במדינת ישראל מוערך בכ-3 מיליון דונם (למ"ס, 2012ג), שמניבים הכנסות של כ-11 מיליארד ₪ (למ"ס, 2012א) ושמהווים תוצר מקומי גולמי שהוערך בשווי של כ-13 מיליארד ₪ בשנת 2011 (למ"ס, 2012ה). נתוני העשור האחרון מציגים מגמת ירידה מתמשכת בשטחי הגידולים ועלייה מתמדת בכמות התפוקה החקלאית. החקלאות המודרנית בישראל מתאפיינת ברובה המכריע בשיטה חקלאית מסוג רב-גידול (multi-crop).² זוהי חקלאות אינטנסיבית, המאופיינת ברמת עיבוד גבוהה של הקרקע

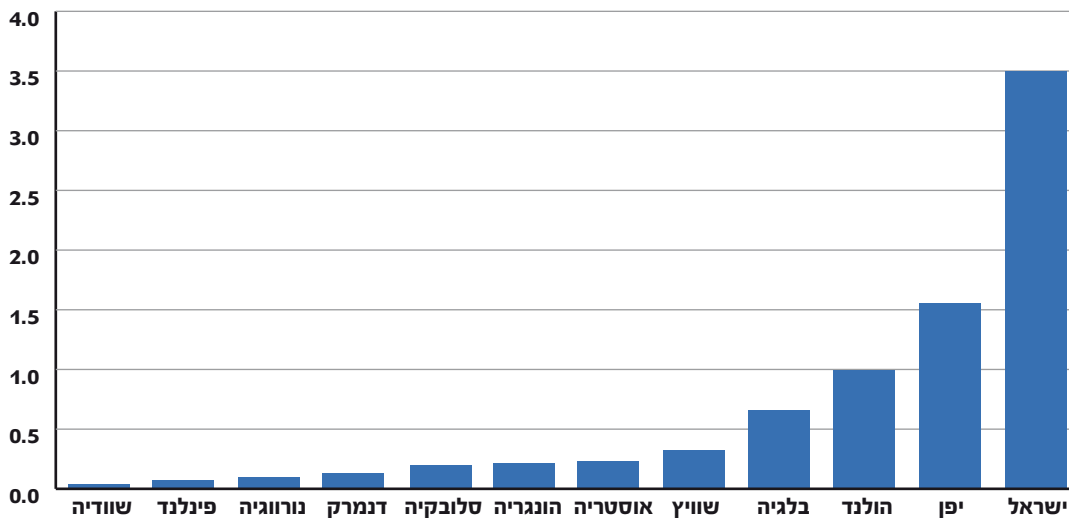
¹ פיתוח בר-קיימא הוא פיתוח שנעשה בהווה ומביא בחשבון את צורכי הדורות הבאים. לפיכך, חקלאות בת-קיימא היא חקלאות העונה על מטרות הייצור העכשוויות, אך אינה מדלדלת את המשאבים הסביבתיים או מדרדרת את מצבם, ובכך לא מעמידה בסכנה את צורכי העתיד.

² שיטה חקלאית שמגדלים במסגרתה מספר גידולים או את אותו גידול במספר מחזורים רציפים על מצע חקלאי נתון, כדי להגדיל את התפוקה החקלאית המתקבלת בשטח המעובד. לרוב מתבצעת בגידולי הירקות ובגידולי השדה.

ובשימוש בממשקי גידול ובמיכון חקלאי המגדילים את כמות היבולים ואת יעילות הייצור ליחידת שטח. מידת נצילות הקרקע נובעת בין היתר משימוש קונוונציונלי בחומרי דישון והדברה, שהגיעו ל-7.6% מכלל התשומה החקלאית בשנת 2011 (כ-1.5 מיליארד ₪) (למ"ס, 2012ד).

כל גידולי החקלאות – דגנים, ירקות ופירות – סובלים ממוזיקים וממחלות שונות, הפוגעים בהם ובתוצרתם. בעזרת השימוש בחומרי ההדברה ניתן למנוע או להקטין משמעותית את התפתחות המוזיקים והפוטנציאליים. על פי סקר חומרי ההדברה בחקלאות לשנים 2008–2010 שערכה הלמ"ס, נמכרו בישראל בכל שנה 6.6–7.3 אלפי טונות של חומר פעיל מתכשירי הדברה (למ"ס, 2012ב). יעדי השימוש בחומרים מגוונים, וכוללים קטילת פטריות וחיידקים, אידי וחיטוי הקרקע, קטילת עשבים וחומרים מְשֻלְכִים, קטילת חרקים ומיני עכבישים, טיפול לאחר הקטיף (חומרים לשימור פירות ולאחסונם לאחר שנקטפו), ויסות צמחייה (הורמונים לוויסות גדילה), משטחים וחומרי עזר שונים (תוספי מזון לצומח) ומניעת מחלות וריפון. היחס טונה חומר פעיל בחומרי הדברה לאלף דונם קרקע חקלאית בישראל (גידולי שדה וירקות) בהשוואה למדינות נבחרות מהארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (Organization for Economic Co-operation and Development — OECD) נמצא ברמה הגבוהה ביותר, ופי שלושה מיפן, המצויה במקום השני במדד (איור 1א'). בו-בזמן, משמשים חומרי הדישון להעשרת הקרקע ביסודות כימיים חיוניים, ובכך מעודדים את התפתחות הגידולים החקלאיים. במסגרת זו נעשה שימוש נרחב בחנקן, המוסף באופן יזום ומלאכותי. החנקן משמש לבניית תאי החלבון של הצמח, ומהווה יסוד כימי חיוני לעידוד הגידולים ולהגדלת התפוקה (Robertson and Vitousek, 2009).

איור 1א': היחס בין טונה חומר פעיל לאלף דונם קרקע חקלאית (גידולי שדה וירקות), השוואה למדינות OECD נבחרות

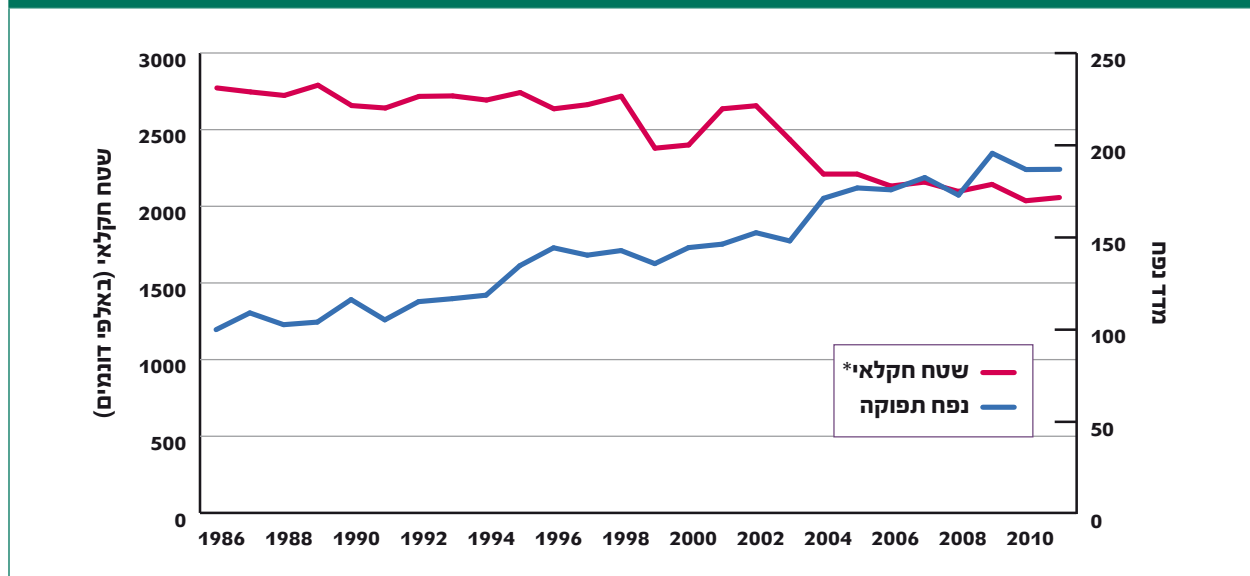


מקור: למ"ס, 2012ב.

האמצעים המתקדמים והמשאבים הרבים המושקעים כדי לגדל גידולים שונים ביעילות מרבית על פני חלקה חקלאית מוגבלת, גורמים תופעות לוואי סביבתיות. פגיעתן של אלה מורגשת הן בטווח הארוך – כגון סחיפת הקרקע העידית ושיבוש מערכות אקולוגיות, הן בטווח הקצר – כגון זיהום מקורות מים (מי תהום ועיליים) וירידה באוכלוסיות בעלי חיים הנמצאים באזור הגידול. השאיפה לנצל את השטח החקלאי לצורך הפקת המרב ולהשבחת התפוקה החקלאית מחייבת שימוש בחומרים כימיים שונים, המפוזרים דרך מערכות ההשקיה או באמצעות ריסוס תוך שימוש בשיטות גידול אינטנסיביות. ההשפעות החיצוניות השליליות של המהלכים הללו אינן מגולמות בעלויות הייצור או במחיר התוצרת החקלאית בשוק, ומביאות על כן לניצול של המשאבים בהיקף גבוה מהרמה הרצויה, ויוצרות כשל שוק.

מהנתונים החקלאיים השנתיים של הלמ"ס עולה תמונה המעידה על עלייה ברורה ברמת העיבוד האינטנסיבי בענף החקלאות בישראל (איור 1 ב'). בהשוואת התפוקות החקלאיות (מדד נפח) והשטח החקלאי הנתון שבין השנים 1986–2011, ניתן להבחין בעלייה ברורה בנפח התפוקה ביחס לשטח. התפוקה הולכת ועולה, בעוד השטח החקלאי הולך ומצטמצם. היחס בין התפוקה החקלאית והשטח החקלאי, שהוא מדד הפריון החקלאי, מוצג באיור 1 ג'.

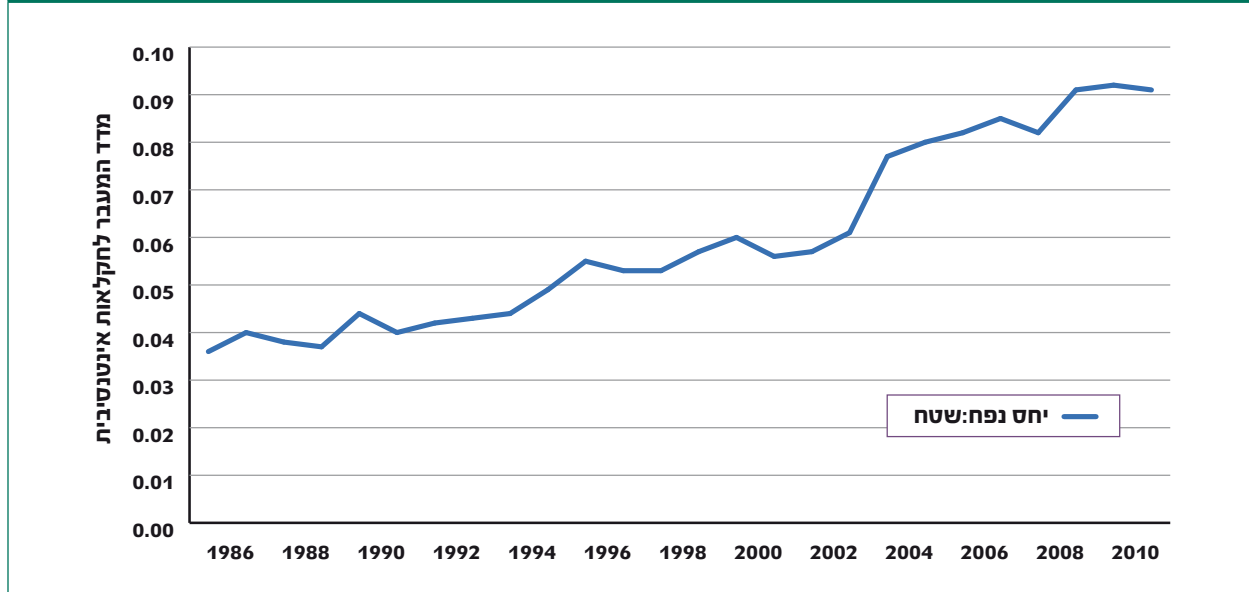
איור 1 ב' – נפח תפוקה חקלאי ושטח חקלאי בישראל בשנים 1986–2011



מקור: למ"ס, 2012 ג', 2012 ד'.

* עד שנת 2002 התקבלו הנתונים ממפקד שנתי. הנתונים נאספו בשיתוף עם משרד החקלאות ופיתוח הכפר. החל בשנת 2003 מתקבלים הנתונים ממקורות מנהליים שונים (כגון: משרד החקלאות ופיתוח הכפר, מועצות ייצור ושיווק, חברות ביטוח חקלאיות וארגוני מגדלים). הנתונים מבוססים בעיקר על דיווחי החקלאים לארגונים בהתאם לצורכיהם המשתנים.

איור ג' - הפריון החקלאי: יחס תפוקה חקלאית לשטח החקלאי בישראל (מעבר לחקלאות אינטנסיבית) בין השנים 1986–2011



מקור: למ"ס, 2012, ג, 2012.

1.2 הגדרת הבעיה: זיהום קרקע ומקורות מים בעקבות פעילות חקלאית

מי נגר הם המים הנאגרים על פני הקרקע וזורמים על פניה כתוצאה מהצטברות המשקעים היורדים באזור אגן הניקוז מבלי שחדרו אל תת-הקרקע. המים אינם נספגים באדמה החקלאית מאחר שהיא רונייה או בגלל היעדר מעכבים פיזיים (שאריות צמחים או גידולים). במסגרת שיטת עיבוד הקרקע וממשקי הגידול המקובלים במשק החקלאי בישראל, נקטלת צמחיית לוואי שאינה חלק מהגידול הייעודי, וכתוצאה מכך גדלה כמות מי הנגר בשטחים החקלאיים. בו-בזמן, נאטמת הקרקע החקלאית, ומי הנגר סוחפים איתם קרקע, דבר שנובע משילוב של תנאי שטח וממשקי עיבוד נפוצים. תהליך סחיפת הקרקע (erosion) הוא תהליך טבעי של ניתוק חלקיקי הקרקע, אך הוא מואץ נוכח שיטת העיבוד המקובלת. כתוצאה מכך, מתערער האיזון האקולוגי – השטח החקלאי מאבד את הקרקע העידית, סובל מהתחתרות הערוצים, ופוגע בסביבה הטבעית. השפעות שליליות של שיטות הגידול החקלאי שמקובלות בישראל באות לידי ביטוי גם בפגיעה בחקלאי עצמו, דרך איבוד קיבולת המים של הקרקע, סתימת מעברי מים, הצפות ופגיעה במערכות המים והקרקע כתוצאה מהצטברות מי נגר מזוהמים ומזרימתם במורד תוך סחיפת אדמה שדושנה והודברה (אשל ואח', 2010).

בסופו של דבר ניכרת פגיעה ממשית לא רק בחקלאי ובסביבה, אלא גם בחברה כולה. השימוש בתוספים מלאכותיים ובחומרים כימיים, פיזורם על פני הקרקע ועל פני הגידולים החקלאיים והסעתם למקורות מים ולשטחי קרקע סמוכים – הם מקור לבעיות אקולוגיות ובריאותיות חמורות. מחקרים אפידמיולוגיים רבים קובעים זיקה מובהקת בין חשיפה לחומרי כימיים אלה ובין פגיעה בבריאות. שימוש לא זהיר בחומרי הדברה והתפזרותם מחוללים פגיעות באוכלוסייה בטווח הקצר

והארון. בין היתר, נמצא קשר בין החשיפה לחומרי הדברה ובין ירידה בפריון האנושי, פגיעה בעוברים, הפרעה בפעילות מערכת העצבים, הפרעה בפעילות ההורמונלית, בעיות קשב ולמידה אצל ילדים, מחלות נשימה, פרקינסון וסוכרת (Gilden, Huffling and Sattler, 2010).

בד בבד, תורמים מי הנגר החקלאיים הרוויים בחומרי הדשנה (נוטריינטים) ליצירת "אזורים מתים" בשטחי הים שבקרבת החוף. אזורים אלה מתפשטים בקצב מעריכי משנות ה-60 של המאה שעברה, עקב ריבוי השימוש בחומרי הדשנה, ומאיימים באופן דומה גם על הסביבה הימית הסמוכה לחופי ישראל. עקב השימוש ההמוני בחומרים אורגניים מסוג חנקות וזרחן בתעשייה החקלאית ובעקבות היקוותם במקורות המים, נוצרים שטחי הצטברות, שגורמים לתהליך של איטרופיקציה (eutrification). התהליך מעודד פעילות מיקרוביולוגית שצורכת את כל החמצן המומס המצוי בקרקעית הים (hypoxia), לא מאפשר חיים ויוצר עקה משמעותית לפעילות התקינה של המערכת האקולוגית הימית (Diaz and Rosenberg, 2008).³

הבעיה מחריפה כששינוי האקלים בעולם ועליית הטמפרטורות יוצרים כר פורה לריבוי מזיקים. בד בבד גדלה כל הזמן עמידותם של המזיקים לחומרי ההדברה הקיימים, ועולה הצורך להגביר את השימוש בכימיקלים ולהאיץ את פיתוחם של תכשירים רעילים חדשים ושל חומרי דישון מתקדמים. אם יימשכו מגמות השימוש הנוכחיות בעולם, כמות חומרי ההדברה שיצטברו במערכת האקולוגית עד שנת 2050 תהיה גדולה פי 1.9–4.8 מהכמות הנוכחית (וגם כמויות חומרי הדישון יעלו כתוצאה משימוש גובר בהם). הכורח להשתמש בתרכובות כימיות מתקדמות יותר ויותר כדי להגדיל את ייצור המזון ולהרחיק מזיקים פוטנציאליים, והחשש מהסיכונים שבחומרים אלה לבריאות ולסביבה, מציבים אתגר משמעותי, המחייב בדיקה מחודשת למציאת פתרונות חדשים וכן פיתוח של חקלאות בת-קיימא (מבקר המדינה, 2012).

שימוש בחומרים רעילים	איטרופיקציה	סיכונים בריאותיים
שימוש בחומרים רעילים עקב שינוי אקלים ועמידות מזיקים לחומרים בשימוש קבוע	היווצרות "אזורים מתים" כתוצאה מהצטברות חומרי הזנה (נוטריינטים) סמוך לחוף	סיכונים לפגיעה באוכלוסייה בטווח הקצר והארון
צורך בפיתוח ובייצור של חומרים קטלניים יותר	צריכת כל החמצן המומס בקרקעית הים לא מאפשרת חיים	ירידה בפריון האנושי, הפרעות במערכת העצבים ובפעילות ההורמונלית, הפרעות קשב וריכוז, מחלות נשימה, פרקינסון וסוכרת

העלויות המוניטטריות של השפעות גידולי קרקע מוטלות על כלל החברה בישראל. הן נאמדות ב-32–100 מיליארד ₪ בשנה על בסיס הנוזקים שהוזכרו, הנגרמים למשאבי הקרקע, לאוויר, למגוון הביולוגי ולבריאות האדם (Tegtmeier and Duffy,

³ המערכת האקולוגית הימית היא הסביבה הביולוגית הימית, המורכבת מכל היצורים הביולוגיים החיים בה ומכל הרכיבים האביוטיים המצויים בה, שיש ביניהם קשרי גומלין.

2004). נוכח העלות החברתית הגבוהה עולה צורך קריטי בשינוי מדיניות חקלאית, ובבסיסה מנגנון כלכלי שיפעל לצמצום ההשפעות החיצוניות השליליות של המגזר החקלאי בישראל.

1.3 מוטיבציה לשימוש במנגנונים כלכליים

החוק הישראלי אינו מתייחס לזיהום מקורות מים וקרקע ממקורות לא נקודתיים, אלא אוסר באופן ספציפי על פעולת ריסוס באופן שיגרום או שעלול לגרום לתכשיר להגיע למקור מים [המים (מניעת זיהום מים) (ריסוס בקרבת מקורות מים), התשנ"א–1991], ובהתאם להוראות השימוש המפורטות בתווית האריזה [תקנות הגנת הצומח (קיום הוראות תווית אריזה) התשל"ז–1977].

הפיקוח על השימוש בחומרי הדברה למטרות חקלאיות מבוסס ברובו על ניטור חריגות בשאריות של חומרי הדברה בתוצרת החקלאית. גם אם נמצאות שאריות של חומרי הדברה במי תהום, אין דרך לאתר בדיעבד את הגורם האחראי לזיהום. הבעיה נובעת, בין היתר, ממחסור בכוח אדם במשרד החקלאות ופיתוח הכפר ובמשרד להגנת הסביבה. משרד החקלאות ופיתוח הכפר והמשרד להגנת הסביבה מייצעים לגורמים שונים באילו דרכים ניתן להשתמש בחומרי הדברה כך שתצומצם הפגיעה בסביבה, אולם המלצותיהם אינן מחייבות (בס, ספקטור ופילדמן, 2012).

כלי המדיניות והאסדרה הנוכחיים אינם מספיקים כדי להגן על הסביבה החקלאית. קיים צורך ביישום כלי שיעניק תמריצים כלכליים, שיעודד את החקלאי להימנע מזיהום מים וקרקע במסגרת פעילותו החקלאית. זהו מנגנון ביטוחי, המנטרל את הסיכון עבור החקלאי במעבר לממשק גידול חדש, שמשמר קרקע ומים. ממשקי הגידול שאתמקד בהם כדוגמאות ליישום המנגנון הביטוחי הם ממשקי גידול המתחשבים בסביבה תוך ייצור חקלאי יעיל יותר. שיטות עיבוד קרקע משמרות סביבה שיאומצו, יגדילו משמעותית את התועלת החיצונית של התעשייה החקלאית, ויאפשרו פיתוח של חקלאות בת-קיימא.

2. מנגנונים כלכליים

קיומה של חקלאות אינטנסיבית היוצרת השפעות חיצוניות מזיקות לסביבה, ובפרט למשאבי הקרקע והמים, מצדיקה כשלעצמה חשיבה לקידום מנגנונים כלכליים ופיננסיים שישפיעו על הגורמים בשוק ויביאו להפנמה של ההשפעות השליליות של החקלאות על החברה בכלל ועל הסביבה בפרט.

כלים של מיסוי, סובסידיות ותשלומים עבור שירותי מערכות אקולוגיות, הנפוצים במגזר החקלאי, אינם מיטביים להפנמה של השפעות חיצוניות. כלים אלה אמנם עשויים להפחית את השימוש העודף בתשומות הנידונות, אך הם אינם תמריץ מספק עבור החקלאי להשתמש בשיטות עיבוד מקיימות או שהם אינם מפנימים השפעות חיצוניות באופן מיטבי. מנגנון כלכלי להענקת תמריצים לחקלאי בעקבות יישום של שיטות עיבוד חדשניות (בעלות פוטנציאל לשימוש מופחת בתוספים סינתטיים) עשוי להיות יעיל יותר ולהניב תועלת גבוהה יותר.

2.1 מיסוי וסובסידיה

קיימים מנגנונים כלכליים שונים שנועדו לעודד הפנמה של ההשפעות החיצוניות הנובעות מפעילות חקלאית העושה שימוש בשיטות ייצור קונוונציונליות. המנגנון הכלכלי המקובל הנפוץ הוא שימוש בכלים כלכליים של מיסוי וסובסידיה (Pretty et

(al., 2001), והחלתם בהתניות כמותיות מגוונות ובשלבנים שונים במסגרת שיטת ניהול הקרקע ותהליך הייצור (Weersink and Livernois, 2010). אמצעים אלה הם כלי מדיניות יעילים בעלות הנמוכה ביותר לחברה שיכולים להניע את המגזר היצרני החקלאי לעבר היעד הסביבתי הרצוי, על ידי בחירה באסטרטגיה הזולה ביותר עבורו. בשל פוטנציאל נזק לקניין ציבורי, כגון משאבי סביבה הסמוכים לשטח חקלאי, נדרשים התערבות ממשלתית ופיקוח על פעילות חקלאית ועל השפעתה על הסביבה. הסובסידיות וההיטלים השונים באים לידי ביטוי במסגרת מאסדרת בהתאמה לסיכון ולמידת הפגיעה:

- **היטל פליטה** – מסים על פליטות מזהמות למים, המוטלים בהתאמה ישירה להתדרדרות הסביבתית. הערכת הפליטות תיקבע על בסיס השינוי באיכות המשאב כפונקציה של שיטת ניהול החלקה. ההיטל מפצה על הנזק ומגדיר רמה רצויה של פליטה. למרות צמצום העלות לחברה ויישום תמריץ לחדשנות חקלאית על ידי היטל, היכולת לספק הערכה מדויקת של מזהמים נישאים ופליטה רגאלית של חקלאי מסוים מוטלת בספק. גם אם זו תסופק, הרי שמדובר באיסוף מידע מורכב ובעלויות ביצוע גבוהות (Shortle and Dunn, 1986).
- **היטל או סובסידיה על ריכוז מזהמים** – מתן תמיכה או קנס לחקלאים על פי ריכוז המזהמים ואיכות המים או הקרקע בהתאם לתקן שנקבע. השיטה מבוססת על מתאם בין שיטת הניהול החקלאית ואיכותו של המשאב, ואינה מצריכה ניטור ממושך של פליטות. הקושי מתבטא בכמות גדולה של גורמי זיהום פוטנציאליים של המשאב ובטווח הזמן הארוך שבין יישום שיטת הגידול המזהמת והגעת המזהמים לאזור המנוטר (Segerson, 1988).
- **הפקדת עירבון** – מנגנון שבמסגרתו נדרשים החקלאים, שעלולים לגרום זיהום פוטנציאלי, להפקיד עירבון ביצוע (performance bond) טרם תחילת תהליך הייצור. העירבון יופקע במקרה של ביקורת בעלת תוצאות שליליות או אם יוחל חוק המחייב מזהמים לשאת באחריות להתנהלותם, ולשקם ולפצות באמצעות כספי ערבות אלה על הנזקים שנגרמו (liability charges) מתהליך הייצור שבחרו בו. הציפייה לפיצוי ניזוקים (בכספי הקנס או בפדיון העירבון) נותנת תמריץ לחקלאי לבצע שינויים בהתנהגותו היצרנית. עם זאת, המנגנון דורש להוכיח "חפות", ומתאים במקרים של זיקה ברורה בין שיטת העיבוד החקלאית לתוצאת יישומה, כלומר לזיהום (Perrings, 1989).
- **היטל תשומה** – מס המוטל על פי תשומות חקלאיות ויכול להיכלל במס קיים. הקושי בהיטלי תשומה קשור למאפייני הגידול החקלאי ולאזור הגאוגרפי הנתון, ששונים מיצרן ליצרן, ועלולים להוביל למחסור בגידולים מסוימים או להגבלה אזורית של פעילות חקלאית. נוסף על כך, מאחר שהתרומה לבעיה הסביבתית משתנה בין חקלאי לחקלאי גם במקרה של תשומות דומות (קרבה לאזורים רגישים, פגיעה במערכות אקולוגיות מקומיות וכדומה), נדרשת מדיניות של היטל תשומה דיפרנציאלי, שעלול להיות מפלה. חשוב לציין כי ישנה אפשרות שבעיה סביבתית אחת תוחלף באחרת במסגרת ניסיון של החקלאי להימנע מהיטל תשומה (Weersink, 1996).
- **סובסידיות** – תמריץ כספי (מענק, הלוואה או הטבת מס) לעידוד שימוש בתשומות ידידותיות לסביבה או לאימוץ שיטות ניהול סביבתיות. שימוש בכלי זה אינו מתאים לצמצום חובות ממשלתיים והוא אינו תמיד יעיל, שכן החקלאים המזהמים ביותר יראו עצמם מחוץ לתוכנית הסובסידיה אם לא יוכלו לשנות שיטת עיבוד חקלאי או במקרה שהתמריץ הכספי לא יהיה מספק (כלומר, שהרווח מהמשך הזיהום יהיה גבוה מהימנעות מגרימת הזיהום ומקבלת הסובסידיה). חקלאים שאינם מזהמים בין כה וכה, ייהנו מההטבה ללא קשר לשינוי שיטת הניהול החקלאי (Weersink et al., 1998).

היטלים או סובסידיות על תוצרת – שימוש בכלים כלכליים על תוצרת חקלאית נוטה להתמקד בגידולים ספציפיים ובכך לצמצם היצע. היבט נוסף הוא צמצום מאמצי האפחנות (mitigation) מצד החקלאי בתקופות שהרווח על התוצרת יהיה גבוה מהמס שיוטל (נכונות לשלם מצד הצרכן) או כשהסובסידיה לא תהיה אטרקטיבית לעומת הרווח מהתוצרת (Weersink and Livernois, 2010).

דוגמה לסובסידיה חקלאית בעלת היבטים סביבתיים נהוגה במסגרת המדיניות החקלאית של האיחוד האירופי (CAP — Common Agriculture Policy), והיא מהווה כמחצית מתקציב האיחוד (Cong and Brady, 2012). למענק הכספי לחקלאים מטרות כלכליות, סביבתיות וחברתיות שונות, כגון הגברת היצרנות, הבטחת זמינות מזון באיכות גבוהה, ייצוב שוק החקלאות, ערובה לרמת מחיה הוגנת לחקלאים, מחיר סביר לצרכנים והגנת הסביבה. הכלי החשוב והמתקצב ביותר במדיניות ה-CAP הוא תוכנית התשלום היחיד (SPS — Single Paid Scheme) שאינה תלויה בכמות התוצרת החקלאית או בסוג שלה, אלא ניתנת על בסיס עמידה בתנאי ניהול ספציפיים (decoupled payment), כגון: פעולות לצמצום סחף קרקע, שמירה על תכונות סביבה טבעיות, מניעת מינים פולשים, הגנה מזיהום מקורות מים וכדומה (Centre, 2011). כדי לקבל הטבה זו נדרשים החקלאים לשמור על חלקתם במצב סביבתי וחקלאי נאות (GAEC — Good Agricultural and Environmental Condition) ולכבד את דרישות הניהול הסטטוטוריות (cross-compliance).

כלי אסדרה מסוג מיסוי וסובסידיה שמטרתם צמצום פגיעה סביבתית מצריכים פעולות בקרה ואכיפה מורכבות ומוגבלות מבחינת התועלת שבהם (למשל, כשביכולתו של חקלאי לספוג את ההיטל). קשיי תפעול מסוג זה מדגישים את הצורך בפיתוחים טכנולוגיים משמרי קרקע ומים ובמנגנון יעיל שיעודד את השימוש בהם (Weersink and Livernois, 2010).

2.2 תשלום לאספקת שירותי מערכות אקולוגיות

למרות השימוש בכלים כלכליים והתקדמות בתכנון וביישום השקעות בחקלאות בת-קיימא על ידי ממשלות וארגונים לא-ממשלתיים, קנה המידה המצומצם וחוסר היציבות במימון אינם מסוגלים להוביל לתוצאות מספקות. הרחבת זכויות הקניין, כך שיאפשרו הקמת שוק למוצרים משמרי סביבה חקלאית ולשירותים אקולוגיים, עשויה להוביל לתכנון ולניהול של משאבים בני-קיימא נרחבים יותר. החלה של מנגנון מושכל, הגדרות ברורות ופיקוח וניטור מצד המאסדר יסייעו בהנעת תעשיית שימור, ויוכלו לשלב בתעשייה זו גם את בעלי העניין הקיימים (Yang et al., 2010).

כשהמים זורמים על פני הקרקע, המערכות האקולוגיות באגן ההיקוות מספקות תועלת ושירותים למשתמשים ולמערכות אקולוגיות אחרות במורד הזרם, כגון: אספקת מים נקיים, ויסות שיטפונות ואקלים, תמיכה בקרקע ובקרת נוטריינטים, בד בבד עם תועלת תרבותית, חינוכית ואסתטית נוספת.⁴ שירותי מערכות אקולוגיות מימיות הם התועלת לרווחת הסביבה הטבעית והאדם באגן ההיקוות. תשלום עבור שירותי מערכות אקולוגיות עשוי לספק תמריץ ליצרנים במעלה הזרם לשמר את המערכות האקולוגיות באזורם באמצעות ניהול קרקע יעיל, כך שתיווצר תועלת למערכות אקולוגיות אחרות וליצרנים במורד הזרם. מנגנון מסוג זה פועל במדינות שונות, כדוגמת ברזיל, בוליביה ופרו (Greiber, 2009).

התדרדרות ההון הטבעי ופגיעה בשירותים אקולוגיים בשטחים חקלאיים נובעות מעצם היותם משאבים חשובים וחיוניים בהליך היצרני החקלאי, בד בבד עם העובדה שאין מנגנון שוק טבעי המווסת את מידת השימוש במשאב המשותף. שמירת התועלת משירותי המערכת האקולוגית אינה מצויה במסגרת זכויות קניין פרטי, והיא מנוצלת על ידי החקלאים ללא מתן

⁴ אגן היקוות מוגדר כשטח קרקע שמעביר מים באמצעות ניקוזם כורמי משקעים במרחב הקרקע.

תשומת לב להשלכות של השימוש הפרטי על השירותים הציבוריים שמספקת המערכת. כך למשל, שמירה על שירותי המערכת האקולוגית שמספק נחל טבעי הזורם במורד השטח החקלאי המעובד, אינה מתורגמת להכנסות עבור החקלאי. השמירה על מצבו הטבעי של הנחל בהיותו קניין ציבורי אינה נזקפת לזכותו, ואין לו תמריץ להשקיע אמצעים שיצמצמו סחף של אדמה וחומרי דשן לנחל. התועלת משימור יזום מתקבלת כמוצרים בלתי רווחיים (החקלאים סופגים את עלויות השימור, והתועלת אינה ודאית, מתקבלת בטווח הרחוק, וניתנת באופן שאינו בלעדי – גם לקהילה הסמוכה לחלקה). בו-בזמן, ההשקעה לעתים איננה יעילה בגלל תועלת מנוגדת (חקלאות מול סביבה), תשלומי יתר או חוסר בהשקעה הייעודית, אפקטיביות מעטה של ניטור ואכיפה, מדדים בלתי משקפים ומחזור השקעה קצר מועד.

שירותי המערכת האקולוגית הם רכיב חשוב בייצור החקלאי, אך החקלאי הישראלי לא מכניס אותם למערך השיקולים במסגרת תהליך קבלת ההחלטות. שירותים אלה מספקים תועלת שאינה מקבלת ערכים כלכליים במסגרת השוק בישראל. אפחות של התדרדרות שירותי המערכת האקולוגית עשוי לבוא לידי ביטוי באמצעות תשלומים עבור שירותים שהמערכת האקולוגית מספקת (PES — Payments for Ecosystem Services). מנגנון, המספק תשלום לחקלאי עבור אספקת שירותי המערכת האקולוגית המושפעים מפעילותו, עשוי ליצור תועלת סביבתית נרחבת במסגרת פעילותו היצרנית. העברות ישירות בתמורה להשקעה ויצירת ערך מוסף של תועלת לחברה יוכלו ליצור שוק שיתבסס על אספקת שירותי מערכות מים וקרקע.

תוכניות לתשלום על שירותי המערכת האקולוגית הן כלי מדיניות לסבסוד תועלת סביבתית, והן מצריכות שילוב של הגדרת השירותים הנסחרים, ביסוס ערך תקני עבור יחידת השירותים הנידונים ויחסים של היצע, ביקוש ותיווך בין בעלי העניין לשירותים (Kosoy and Corbera, 2010).

כדי לספק סבסוד יעיל יותר למגזר החקלאי, שיביא לצמצום העלויות החיצוניות הסביבתיות מפעולת הייצור החקלאי באמצעות תשלום לשירותי מערכת אקולוגית, ניתן להציע הלוואות לחקלאים קיימים או חדשים. ההלוואה תינתן בתנאים שיעודדו חקלאים להשתלב בשוק המוצרים הסביבתיים. תמיכה ממשלתית מסוג זה תוכל לקדם שיטות עיבוד קרקע בנות-קיימא לטובת שירותי המערכות האקולוגיות ויצירת שוק חדשני בענף. המנגנון יעודד חקלאות בת-קיימא, כניסת חקלאים יעילים יותר לשוק והגברת התועלת של החקלאים הקיימים (Cong and Brady, 2012).

ניתן להציע תוכניות מימון להכנסת גורמים חדשים וליצירת שוק משוקלל למוצרים משמרי סביבה במסגרת הייצור החקלאי. למשל, תוכנית הלוואה ממשלתית נוחה (pure loan scheme) שתכסה עלויות חקלאיות ותעניק הכנסה, תוך עידוד יעילות ומתן הזדמנות שווה לכל חקלאי להיכנס לשוק החקלאות ולספק שירותי מערכת אקולוגית. דוגמה אחרת היא תוכנית מימון של שיטת מס יבול (harvest tax system) שתשמש תוכנית הלוואה ציבורית, שבמסגרתה כל פרט יכול לקחת הלוואה שיחזיר במלואה. כלומר, סובסידיה ממשלתית למימון חלקי של עלויות חקלאיות. הסובסידיה תוחזר דרך מס שיוטל על החקלאים שהשיגו תשואה על תוצרתם (יבול ומוצרים סביבתיים). חקלאים אחרים, שלא עברו את סף הרווח המזערי במסגרת פעילותם החקלאית, לא יידרשו לשלם את המס (החקלאים הלא-רווחיים יקבלו סובסידיה מלאה, בעוד שהחקלאים הרווחיים ישיבו את כספי הסובסידיה גם עבור החקלאים הלא-רווחיים). הלוואה תלוית הכנסה (income contingent loan) עשויה לשמש כלי נוסף ליצירת שוק למוצרים סביבתיים, שבמסגרתו הלוואה מוחזרת רק כשהחקלאי מגיע לרמת הכנסה ספציפית. החזר השנתי לא יעלה על אחוז מסוים מהכנסותיו, וייפסק עם החזרתן המלאה של ההלוואה והריבית. החקלאים שהצליחו במלאכתם יחזירו את מלוא ההלוואה, וכדי לשמור על תקציב מאוזן יוטל מס כולל

על כל החקלאים לכסות את עלויות החקלאים שלא צלחו. ההלוואה תתמוך בכניסתם של גורמים חדשים ויעילים, שיקבלו תשלום על יצירת ערך סביבתי בניהול חלקתם.

שוק לשימור סביבה בחקלאות יציב ערך כלכלי לתמיכה בשירותי מערכות אקולוגיות. שינוי שיטות ניהול הקרקע יתורגם למוצרים שיש להם תועלת סביבתית. השוק יורכב מגורמים שונים שישקיעו בשימור סביבתי – ארגונים לא-ממשלתיים ובעיקר חקלאים ומשקיעים פרטיים, שיבחינו בפוטנציאל המינוף, וישקיעו כסוכני שימור סביבה חדשניים מטעמים שונים: מניעי אחריות חברתית, מוניטין, ניהול סיכונים, דימוי ציבורי ודרישות מאסדרות כלפי מזהמים. יצרני שימור סביבתי יהיו בעלי קרקע, חברות למוצרי סביבה וארגונים לא-ממשלתיים. התשלומים ופוטנציאל הרווח מהתועלת בחקלאות בת-קיימא יספקו ליצרנים תמריץ להתנהל על בסיס הפקת מרב ההכנסות מפעולות שיביאו ליצירת שירותי מערכות אקולוגיות. שוק שימור סביבה יספק הזדמנות ליצרנים, למשקיעים ולגורמים נלווים לפעול במסגרת שוק משוקלל על פי יעילותם לחברה.

יש הטוענים שהשוק לבדו לעולם לא יוכל להכיל את העלויות הסביבתיות המלאות, ולמעשה יביא לידי הפשטה וערעור של שירותי המערכות האקולוגיות המתחדשות (Kosoy and Corbera, 2010). קיים קושי באומדן יחסי הגומלין בין רכיבים ביוטיים ואביוטיים ליצירת שירותים אקולוגיים, ובכמות פונקציות של מערכות אקולוגיות שאינן יכולות להימדד ביחידות (מגוון ביולוגי, סך רכיבי סביבת מגורים טבעית וכדומה). הערכת השירותים האקולוגיים תלויה במיקום, בזמן, בחלל, ביכולות של שיקום וביזיון גורמים בלתי ודאיים עתידיים של אספקה. זאת ועוד, קיומם של יחסי תלות, יחסי השלמה או תחליפיות בין שירותי מערכת שונים הכרחי להבנת חוסנם, דרכי ההגנה עליהם ולהערכתם. מורכבות זו אינה מובנת בחשבון, דבר שעשוי להביא להטיה כלפי מעלה או מטה של אומדני התועלת או של העלות הכלכלית משירותי מערכת שונים או לפגיעה בהם.

2.3 ביטוח חקלאי

ענף החקלאות נתון לגורמים רבים של סיכון ואי-ודאות יותר מאשר רוב המגזרים במשק. הסיבה לכך נעוצה במאפייניו הבלתי נפרדים של הייצור החקלאי, הנתון לנזקים בלתי צפויים ואקראיים ממקורות שונים, כגון: אקלים, מזיקים, עלויות תשומה, שְׁפּוֹת וכדומה, שיוצרים חוסר יציבות בתפוקה. ההיצע הנתון תחת סיכון והביקוש הקשיח למוצרים חקלאיים רבים מובילים לתנודתיות בעלויות הייצור, באספקת המוצרים החקלאיים ובמחירי השוק. כתוצאה מכך, קובעי מדיניות במדינות רבות מוצאים לנכון להשתמש בכלי תמיכה וייצוב כלכליים שהולמים את הענף, ולספק לחקלאים הכנסה יציבה באמצעות יישום ביטוח בענף החקלאות (Goodwin and Smith, 1995).

כיום הממשלה היא שנוטלת על עצמה את סיכון הפגיעה הסביבתית של ענף החקלאות. במקרים אלה, ההתדרדרות הסביבתית והשלכותיה מועברות לכלל האזרחים במדינה באמצעות כספי מיסוי המועברים לצורך הטיפול בנזקים. אם כמות משלמי המסים גדולה או אם הנזק קטן יחסית, העלות לפרט קטנה (הטיפול בנזק מתחלק בין מממנים רבים). מנגנון מסוג זה אינו מעניק תמריץ להתנהגות מצמצמת סיכונים מצד החקלאי, שכן העובדה שעלות השיקום ממומנת על ידי הממשלה, מעודדת אי-השקעה באמצעים מונעי סיכונים (לעומת מצב שגורם הנזק נאלץ לשאת בעלויות). מקרי נזק סביבתי קיצוניים עלולים להיות מעבר ליכולותיה הפיננסיות של המדינה (Freeman and Kunreuther, 2004).

כדי לשמר את שירותי המערכת האקולוגית יש להניע את היצרנים בענף להשתמש בממשקי גידול תומכי סביבה או בהכנסת טכנולוגיות עיבוד חדשניות. כדי לקדם ולהפיץ שיטות עיבוד בנות-קיימא יש ליצור תמריץ אצל החקלאי לעבור לשיטות מסוג זה באופן שיגן עליו מפני סיכונים פוטנציאליים. כלומר, ישנו צורך ביישום מנגנון פיננסי – שבסיסו זה לביטוח חקלאי המכסה מפני סיכונים שונים – שבמסגרתו תנפחת אי-הוודאות עבור החקלאי, ויוקטנו סיכוניו. יישום ביטוח בחקלאות יענה על צורך זה גם בהקשר של הזיקה בין חקלאות וסביבה, ועשוי להיות יעיל להשגת מטרות סביבתיות וכלכליות כאחד.

ביטוח חקלאי משמש ככלי לצמצום ולפיזור של סיכונים בזכות היותו מעביר סיכונים ומעניק תמריצים להקטינים. זהו כלי מדיניות שמתגמל את הפרט על השקעה באמצעים מצמצמי סיכון או נזק בטרם התרחשות אסון, באמצעות פרמיות נמוכות ותשלום פיצוי לפרט במקרה הצורך. חמישה מאפיינים הופכים ביטוח חקלאי למנגנון יעיל לניהול סיכונים (Freeman and Kunreuther, 2004):

1. **פיזור סיכונים (spread of loss)** – אם עסק נושא בכל עלות הנזקים, ההשפעה עלולה להיות קריטית. ביטוח מפזר את ההשלכות הפיננסיות של הסיכון שהתממש על פני קבוצה גדולה של פרטים (מספר עסקים), ומקטין את התוצאות ההרסניות הפוטנציאליות בזכות ספיגת הפסדים על ידי צד שלישי (הגוף המבטח). הגוף המבטח אוסף פרמיות מפרטים רבים כדי לשלם על הפסדים בלתי צפויים של פרטים מעטים. הביטוח ממומן בפרמיות שנאספות ונשמרות כרזרבות למקרי תביעה.
2. **צמצום שונות (variance reduction)** – שווקי ביטוח קיימים מכיוון שחברות ביטוח מנפיקות מספר רב של פוליסות ובאפשרותן להתמודד עם ההפסדים הכלכליים. אם מבטח מנפיק מספר גדול של פוליסות, ההפסדים הצפויים לו מתבססים על חוק המספרים הגדולים (ככל שגדלה קבוצת הניסוי, תתקרב התפלגות התוצאות להתפלגות נורמלית). סיכון המבטח קטן כשמספר הפוליסות גדל. אם מספר הפוליסות המונפקות גדול, מבטח יכול לדרוש פרמיות שונות זו מזו על מקרי אסון באמצעות הערכת ההפסד הממוצע או ההפסד הצפוי.
3. **בידוד סיכונים (segregation of risk)** – מצריך הבחנה בין סוגים שונים של מחזיקי פוליסה פוטנציאליים. ההבחנה יכולה להתבסס על תכונות הפרט, המסווגות עסקים לקבוצות בעלות חשיפה שונה לסיכון. בידוד מאפשר לחברות ביטוח להפריד את בעלי הסיכון הנמוך מכלל המבוטחים, ולמכור פוליסות ביטוח הולמות למצויים בקטגוריה זו (אין סבסוד של קבוצה אחת על ידי קבוצה אחרת).
4. **עידוד אמצעים מצמצמי נזקים (encouraging loss reduction measures)** – בתהליך יצירת קטגוריות סיכון אימצו חברות ביטוח טכניקות לשינוי התנהגות המבוטחים. לעתים ידרוש המבטח ממבוטח פוטנציאלי לבצע פעולות ספציפיות לצמצום נזקים לפני תשלום הפרמיה וקבלת הכיסוי הביטוחי. מבטחים יציעו פרמיה מוזלת גם עבור מי שיש להם מוניטין ביצועים חיובי, מעל הממוצע. מבטחים יבנו דירוג לתשלום פרמיה על בסיס ביצועים, וכך יעודדו התנהגות שתקטין את החשיפה לסיכונים.
5. **ניטור ובקרה (monitoring and control)** – מבטחים מנטרים את פעילויותיהם של מחזיקי הפוליסה כדי לוודא שהמבוטחים פועלים בהתאם לתקנים שנקבעו בחוזה הפוליסה.

מחזיק הפוליסה מוגן מפני הפסדים ספציפיים שמוגדרים בחוזה. שני תנאים הכרחיים חייבים להתקיים טרם הצעת הביטוח לחקלאי לאירוע לא-ודאי – זיהוי סיכון פוטנציאלי ופרמיה הולמת לנטילת סיכון. אם התנאים נענים, הסיכון הנידון הוא בר-ביטוח. כדי שהביטוח יוצע בשוק, עליו לענות על ביקוש ולכסות עלויות של פיתוח, שיווק ותביעות, ולהביא רווח למבטח.

כשהסיכון החקלאי המוגדר מתממש, נוכל להפעיל את המנגנון הפיננסי הביטוחי, ובעזרת הביטוח החקלאי לטפל בהשלכות הנזק ולממן את שיקום הנזקים שנגרמו. כדי למנוע מראש את הזיהום ניתן להשתמש במנגנוני שוק קיימים, שיעניקו תמריץ לחקלאי לייצר באופן פחות מזהם. ביטוח חקלאי סביבתי עשוי לשמש כלי יעיל להפחתת הסיכון הסביבתי בחקלאות (זיהום מים וקרקע ונזקי שיטות ניהול שאינן משמרות סביבה). למשל, פוליסת ביטוח שתבטיח כיסוי לכמות תוצרת זהה כמו זו המיוצרת ב-check strip (אזור שהחקלאי מתנהל בו בהתאם לשיטת הגידול הקונוונציונלית). הפוליסה תכסה את הסיכון לתוצרת קטנה או פגומה, הגלומה באימוץ שיטת העיבוד המיטבית (BMP – Best Management Practice). החקלאי יקבל תשלום על בסיס הפער בין רמות התפוקה השונות או איכותן. משמע, פוליסת הביטוח תעודד שינוי התנהגות שגם החקלאי וגם הסביבה ייחזקו ממנו. בטווח הקצר, החקלאי יקבל ערבות לרמת הייצור "הרגילה", ובטווח הארוך יתרגל לעשות שימוש הולם בתשומות השונות, ותיווצר שיטת עיבוד מיטבית (BMP) קונוונציונלית, שתחליף את שיטת העיבוד הרגילה ("עסקים כרגיל") (Coble et al., 2003).

הנכונות לרכישת ביטוח מבוססת על ההנחה שמקבל ההחלטה העומד בפני סיכון ימיר אותו בהוצאה בעלת סיכון נמוך – פרמיית ביטוח – שתועבר לחברת הביטוח בחוזה לפיצוי כספי בהתרחשות אירועים מסוימים. רוכש הביטוח (החקלאי) נוטל על עצמו הפסד קטן בעבור הסרת איום של הפסד גדול ולא-ודאי. הספקת הביטוח מתאפשרת בזכות חברת ביטוח, שביכולתה לאסוף קבוצה הומוגנית של בעלי סיכון דומה ולהעריך סטטיסטית את תוחלת הנזק ואת כמות החקלאים שיינזקו. בהתאם לחישובים השונים ייקבעו הפרמיה והרזרבות הנדרשות לפיצויים שיינתנו במקרים ספציפיים. במסגרת הפעלת ביטוח חקלאי יש להתחשב בסיכונים בלתי נפרדים ולהימנע משוק בלתי משוקלל, כלהלן (Coble et al., 2003):

- **סיכונים שונים** – לא כל הסיכונים ניתנים לביטוח באופן שווה. לכן, בהינתן סיכון שניתן לביטוח, יש להכלילו בכמות גדולה של יחידות ביטוח עצמאיות הומוגניות. הפרמיה שתקבע תאפשר לחברת הביטוח להחזיק כמות הולמת של כספי רזרבה ולהימנע מסיכון לפשיטת רגל אם יתממשו תביעות מעבר לצפוי.
- **עלויות עסקה** – עלות הפוליסה נגזרת מתדירות תביעות הפיצויים, מעלויות העסקה ומחומרתן. ישנן פוליסות ביטוח שדורשות אפיון של המבוטח והערכת סיכונים (חקירת רקע, שיטות גידול נהוגות, נורמות ניהול וכדומה) לצורך קביעת גובה הפרמיה. ככל שהאמצעים והזמן המעורבים בתהליך זה גדלים, כך יגדלו גם עלויות העסקה, והישימות הפיננסית של הפרמיה תפחת. ניתן להיעזר בסבסוד של עלויות העסקה או הפרמיה בהתערבות ממשלתית.
- **יכולת מדידת פיצויים** – כדי להלום את הפיצוי לנזק שנגרם, בחינת הנזק יכולה להיבחן על ידי צד שלישי אובייקטיבי. לעתים קשה לאמוד את הנזק האמתי, למשל במקרים של פגיעה במוניטין החקלאי כתוצאה מתוצרת פגומה.
- **סיכון מוסרי (moral hazard)** – בעיית הסיכון המוסרי עלולה לבוא לידי ביטוי, כשביטוח גורם למבוטח לשנות את התנהלותו עד לכדי חוסר זהירות בהשוואה לתקופה שהביטוח לא הופעל בה. סיכון מוסרי מתייחס לעלייה בהסתברות של הפסד, הנגרמת מהתנהגותו של מחזיק הפוליסה. קשה לנטר ולבקר את התנהגות האדם המבוטח,

אך ניתן לנסות להימנע מהתנהגות זו באמצעות העלאת מחיר הפרמיה, כך שיבטא את עליית הסתברות ההפסד הנובעת מעצם רכישת הביטוח. דרך נוספת היא ניכוי וביטוח משותף. ניכוי יכול לשמש תמריץ למבוטח להמשיך לנהוג בזהירות גם לאחר רכישת הביטוח, היות שיתבקש לכסות חלק מההפסד בהשתתפות עצמית (הביטוח מחולק בין המבטח למבוטח). שיטות נוספות הן קביעת גבול עליון לכיסוי הביטוח או ייקור מחיר הפרמיה אם הביטוח הופעל. כמו כן, המבטח יכול לדרוש הפעלת אמצעי אפחות ספציפיים כתנאי להחלת הביטוח.

- **בחירה מנוגדת (adverse selection)** – פוליסת ביטוח משייכת מבוטח לקטגוריית סיכון מוגדרת. לעתים אין ביכולתו של המבטח לוודא התנהלות מחושבת מצד המבוטח או שהמבוטח מחזיק במידע על סיכון, שאינו זמין למבטח (מידע אסימטרי). אם הבעיה קיימת, מחיר הפוליסה יהיה אטרקטיבי למבוטח עם סיכון גבוה (עלות נמוכה ביחס לסיכון גבוה), ופחות אטרקטיבי למבוטח בעל סיכון נמוך (עלות גבוהה ביחס לסיכון נמוך), ובעלי הסיכון הנמוך יממנו את בעלי הסיכון הגבוה. על כן, אף על פי שלא ניתן למיין בעלי סיכונים בצורה מושלמת, זהו אלמנט קריטי עבור שוק הביטוח, שעלול להביא לקריסה במצבים קיצוניים.

השפעות הסיכון והאפשרות הביטוחית על החלטות ניהול החלקה על ידי החקלאי יכולות להשפיע על הסביבה בשני מישורים מנוגדים. רמת התפוקה המיטבית לחקלאי שסולד מסיכון (risk-averse) עלולה להיות נמוכה מרמת התפוקה לחקלאי נורמטיבי. לכן, להקטנת הסיכון על ידי ביטוח יש פוטנציאל להגדיל תפוקה חקלאית ולייעל את הייצור. מצד שני, יש הטוענים שסלידה מסיכון משנה את סוגי הגידול, אבל לא בהכרח מגדילה את התפוקה. כלומר, השפעת הביטוח על החקלאי המסתכן לא תמיד ברורה, ועלולה לעתים להוביל את החקלאי לסיכון יתר.

ישנם שלושה סוגים נפוצים של מוצרים ביטוחיים לחקלאות, המותנים במידת נכונות הממשלה לשאת בסבסודם, במידע הזמין לחישובם האקטוארי ובתשתית לאספקתם – כגון מבנה מאסדר, פיצוי על אבדן רכוש, תפעול המוצר הביטוחי וכדומה. ביטוח חקלאי ממומן באמצעות דמי ביטוח (פרמיה) של המבוטחים לטובת פיצויים וכיסוי הפסדים ועלויות תפעול על ידי המבטחים (Smith and Glauber, 2012).

- **ביטוח לסיכון ספציפי (specific or named peril product)** – ניתן לרוב על ידי המגזר הפרטי כי קל לאמת אותו ולבצע אפחות לסיכונים מוסריים ולבחירה מנוגדת.
- **ביטוח רב-סיכונים** – כולל ביטוח הכנסות על בסיס מחירי שוק עתידיים והיסטוריית יבול, וביטוח תוצר למקרה של פגיעה בכמות היבול. ביטוח זה דורש מהחקלאי עמידה בתקנים ספציפיים. פוטנציאל עלויות ניטור גבוהות, סיכון מוסרי ומידע אסימטרי עלולים להקשות על יישום הביטוח, ולכן הוא אינו מוצע על ידי המגזר הפרטי.
- **ביטוח מדד** – לרוב לא מוצע על ידי המגזר הפרטי, כי הוא בעל רכיב סיכון גבוה. נחתם על פי הסכם שמבוסס על ממוצע היבול לשטח מסוים או בתנאי מזג אוויר רצוי ספציפי.

3. ביטוח חקלאי

ניתן לרתום מנגנונים כלכליים שונים לשם הענקת תמריץ לחקלאים שיאמצו שיטות משמרות לעיבוד קרקע וטכנולוגיות חדשניות של ממשקי גידול. מנגנוני מיסוי וסובסידיה הם כלים בעלי עלות נמוכה יחסית לחברה. המס המוטל על חקלאי שגורם להתדרדרות שירותי המערכות האקולוגיות, ישמש תמריץ למנוע את הנזק כתוצאה משיטת עיבוד הקרקע, בעוד שחקלאי המיטיב לפעול לצמצום הפגיעה הסביבתית יקבל תמורה כספית עבור מניעת הנזקים הפוטנציאליים לחברה. אסדרה מסורתית מסוג זה מצריכה איסוף מידע, הערכה מדויקת ושיוך מזהמים לחקלאי ספציפי. מדובר בפעולות מורכבות לצורכי בקרה ואכיפה ובעלויות ביצוע גבוהות להטלת מס דיפרנציאלי (שעלול להביא לנטישת הענף מצד החקלאי). בד בבד, השימוש בתמיכות כלכליות יהיה הוצאה ציבורית שרצוי להימנע ממנה. לגבי מנגנון שוק שימור סביבה ותשלום לשירותי מערכות אקולוגיות, יכולתו לשקף את תועלת המשאב הציבורי מוטלת בספק, וזאת מפאת הקושי המובנה והמורכבות הרבה בקביעת ערכו האמתי של שירות מסוים של המערכת האקולוגית. מעבר לכך, מטרת החוק "המזהם משלם", המיושם זה שנים אחדות, מתארת מנגנון דומה, לכאורה, בהטלת קנס כספי על המזהם הפוגע בשירותי המערכת האקולוגית. מטרת החוק היא למנוע פעולות בעלות פוטנציאל זיהום על ידי שלילת הכדאיות הכלכלית שבפגיעה בסביבה, בין השאר באמצעות ענישה, המתחשבת בשווי הנזק שנגרם, בטובת ההנאה שהושגה או ברווחים שהופקו [חוק הגנת הסביבה (המזהם משלם) (תיקוני חקיקה), התשס"ח-2008]. כלומר, שווי הנזק הסביבתי – הפגיעה בשירות מערכת אקולוגית זה או אחר – ישולם על ידי המזהם.

בעוד שבמיסוי הענף קיימת תועלת מסוימת לחברה אך נזק לחקלאי ולסביבה, ובסובסידיה תימצא תועלת לסביבה ולחקלאי אך נזק לחברה, מנגנון ביטוחי יוכל להיות פתרון שיספק תועלת לחקלאי, לסביבה ולחברה גם יחד. ביטוח חקלאי מאפשר לחקלאי לפזר את סיכונים על פני קבוצה גדולה של חקלאים מבוטחים ולצמצם נזקים פוטנציאליים כיצרון. הנכונות לבטח את החלקה תתבסס על המרת הסיכון באימוץ ממשק חקלאי מסוים ובתשלום פרמיה תקופתית קבועה מראש. כיסוי ביטוחי במסגרת יישום טכנולוגיות חקלאיות חדשניות לשימור קרקע ומים ישמש תמריץ לחקלאי להשתתף באופן פעיל במאמצים לצמצם את ההשפעות החיצוניות השליליות ואת העלויות לחברה.

בטווח הקצר, המנגנון הביטוחי יערוב להשקעת החקלאי על בסיס רמת הייצור הקונוונציונלית, ובטווח הארוך תיושם שיטת גידול שתיטיב לשמר את חלקת הגידול והסביבה כולה, ותיצור שיטת עיבוד מיטבית (BMP). התועלת תגדל, שיטת העיבוד הנהוגה תוחלף, וענף החקלאות יתייעל. התועלת תבוא לידי ביטוי אצל החקלאי, בחברה ובסביבה כולה בזכות שמירת התועלת של הקרקע, של ערכי הטבע הציבוריים ושל המערכות האקולוגיות המושפעות מהשטח המעובד. פוליסת ביטוח מיטבית תהיה כזו שתפיק את התועלת הגדולה ביותר לחברה (עלות ביטוח לחקלאות משמרת סביבה נמוכה מעלות שיקום נזקי חקלאות קונוונציונלית) ולפרט (תשלומי פיצוי לחקלאי במקרה של נזק לגידול).

3.1 סוגי ביטוחים חקלאיים

מודל ביטוחי שתומך באימוץ טכנולוגיות חקלאיות מתבסס על פיזור סיכונים החקלאי (risk transfer). מנגנון ביטוחי הוא אסטרטגיה לניהול סיכונים (risk management) השואפת לצמצם את חשיפת החקלאי לסיכון הכרוך באי-ודאות בייצור במסגרת יישום ממשק גידול. הגישה התאורטית הבסיסית לביטוח חקלאי התפתחה במהלך העשורים האחרונים, ונותחת

בהרחבה במחקרים שונים (Hueth, 1994; Wang et al., 1998; Paulson and Babcock, 2008). הספרות מתייחסת בעיקרה למערכת שוק תחרותית, שמטרתו של החקלאי בה היא להפיק את התשואה המרבית מפעילות חקלאית, הכוללת את ההכנסה, הוצאות התפעול וההוצאות על ביטוח. באופן אנליטי, נסמן באמצעות π את התשואה לחקלאי, R יסמל את סך ההכנסות, $i(R)$ יסמל את הפיצוי הביטוחי, δ יסמל את הפרמיה ו- TC יסמל את העלויות הקבועות. התשואה לחקלאי היא סך הפדיון ממכירת התוצרת (מכפלת תפוקה במחיר), והפיצוי הביטוחי פחות עלות הפרמיה ששולמה על ידי החקלאי לחברה המבטחת, בניכוי עלויות קבועות של התשומות שהושקעו (TC):

$$\pi(R) = R + i(R) - \delta - TC$$

התועלת הכוללת לחקלאי מתקבלת מפונקציית התוחלת (על פי ההכנסות הצפויות בתחום R^0 עד R_0). נניח שההכנסות מתפלגות dR , אזי:

$$EU = \int_{R_0}^{R^0} U[R + i(R) - \delta - TC] dR$$

הפוטנציאל לסיכון מוסרי ולבחירה מנוגדת יצטמצם על ידי תסקיר כושר ייצור היסטורי – פרטני על אודות החקלאי המבוטח או אזורי לקבוצת חקלאים – ובאמצעות השתתפות עצמית בכיסוי נזק, סיווג סיכונים והצעת ביטוחים בעלי מידות סיכון שונות. המוצר הביטוחי משתנה על פי שיטת העיבוד ורמת הכיסוי.

3.1.1 ביטוח חקלאי מבוסס הכנסה (Crop-Revenue Insurance)

הכוונה לביטוח המפצה את החקלאי כשהכנסתו נופלת מתחת לרמת הכנסה מסוימת (בהשוואה להכנסה ממוצעת לחקלאי בענף ובתקופה הנידונים). ההצדקה לביטוח מסוג זה נעוצה בחוסר היציבות של הכנסה חקלאית קבועה, דבר שנובע מגורמים שונים שעלולים להשפיע על תהליך הייצור ועל המחירים, כגון אסונות טבע ותקלות (Meuwissen et al., 2011). כאשר $i(R^A)$ מסמל פיצוי ביטוחי הניתן לחקלאי, Y^E את התפוקה הצפויה, Y^A את התפוקה האקטוארית, P^E את המחיר המוערך ליחידת התוצרת, ו- P^A את המחיר האקטוארי ליחידת תוצרת, הרי שהפיצוי יחושב על פי ההפרש בין ההכנסה הצפויה והאקטוארית:

$$i(R^A) = P^E Y^E - P^A Y^A$$

כלומר, התשלום המועבר לחקלאי הוא ההפרש בין ההכנסה הצפויה להכנסה האקטוארית:

$$i(R^A) = R^E - R^A$$

הבטחת הכנסה (gross revenue insurance) מביאה בחשבון את האפשרות שהנזק לחקלאי, שנגרם מתפוקה נמוכה, יכול להתקזז עם מחירים גבוהים, ולהפך. רמות תפוקה או מחיר לא ישקפו בהכרח את התשואה הגולמית של החלקה החקלאית (לרוב אלה אלמנטים הפוכים זה לזה), אלא הכנסות החקלאי הן אלה שישקפו אותה. כלומר, הבטחת תשואה גולמית היא עדיפה מנקודת מבטו של החקלאי, שמחפש להקטין את הסיכון להכנסה שלו. בביטוח מבוסס הכנסה נמנע פיצוי יתר אם נמצא שמחירי השוק לתוצרת החקלאי כיסו על הירידה בתפוקה, ושההכנסה הכוללת (בהשוואה לסף ההכנסה שנקבע) לא נפגעה.

ניתן לספק תוכניות ביטוח לתשואה גולמית עבור מוצר מסוים או סל מוצרים. לביטוח סל מוצרים יש יתרון גיוון (diversification) לעומת ביטוח מוצר ספציפי, כך שמדד סל מוצרים ישקף טוב יותר את הכנסות החלקה כולה. נוסף

על כן, מחיר הביטוח יהיה זול יותר עבור סל מוצרים, מאחר שהכנסות נמוכות ממוצר מסוים יוכלו להתקזז עם הכנסות גבוהות ממוצר אחר (יתרונות שלא ניתן ליחס לביטוח הכנסה ממוצר ספציפי). סוג ספציפי של ביטוח הכנסה חקלאי הוא ביטוח המכסה את כלל ההכנסות משטחו של החקלאי (לעומת ביטוח הכנסה מתוצרת חקלאית בלבד). מדד ההכנסה מהשטח מוגדר כבסיס הביטוח. כדי להתמודד בצורה טובה יותר עם בעיות של סיכון מוסרי, בחירה מנוגדת ומידע אסימטרי, הביטוח לא מתייחס במדד ההכנסה לאלמנטים של הכנסה חוץ-חקלאית ושל פיצויי עובדים, לעלויות תפעוליות קבועות (כגון החזקה וריבית) ומשתנות (למשל מחירי תוספים חקלאיים) ולהיבטים חוץ-חקלאיים (למשל ירידת ערך).

בהשוואה בין ביטוח הכנסה המבוסס על סל המוצרים, וביטוח הכנסה המבוסס על כלל השטח החקלאי, ניתן להבחין בהבדלים בשיטות להערכת נזק. בביטוח הכנסה המבוסס על סל המוצרים, תחשיב מחיר הביטוח מתבצע על פי מחירי שוק עתידיים של המוצרים. בביטוח הכנסה המבוסס על כלל השטח החקלאי, אין רכיבי תמחור נפרדים, והתחשיב יתבסס על התפלגות סך הכנסותיו של החקלאי מכלל השטח. במסגרת חוזה ביטוח אינטגרטיבי מסוג זה, הסיכון המוסרי משמעותי (אף על פי שחלה הוכחת נזק על החקלאי, והפרמיה עשויה להתייקר כתוצאה מכך). ביטוח הכנסה מסוג זה מיושם לרוב בארה"ב, ומועדף על ידי קובעי מדיניות, מכיוון שמדד ההכנסה המתקבל מכלל השטח החקלאי הוא אינדיקציה יעילה לרווחת החקלאי ולמתן תשלומי פיצויים.

3.1.2 ביטוח חקלאי מבוסס תפוקה (Crop-Yield Insurance)

ביטוח חקלאי מבוסס תפוקה הוא ביטוח נפוץ במגזר החקלאי במדינות רבות ומכסה על היבול החסר על פי תפוקת סף שנקבעה. $i(Y^E)$ מסמל את הפיצוי הביטוחי הניתן לחקלאי, Y^E את התפוקה הצפויה, Y^A את התפוקה האקטוארית ו- P^E את המחיר המוערך של יחידת התוצרת (Hueth, 1994). הפיצוי המרבי יחושב על פי מכפלת הפרש התפוקות במחיר המוערך של תוצרת יחידת יבול.

$$i(Y^E) = (Y^E - Y^A)P^E$$

סיכונים של שינוי במחירי שוק לתוצרת ובמחירי תשומה אינם מכוסים במסגרת ביטוח מבוסס תפוקה. ברוב המקרים הביטוח אינו מפצה על תנודות בהכנסה שנובעות משינוי במחיר התוצרת. ביטוח חקלאי זה מכסה לרוב 50–75% מהתפוקה הצפויה, והחקלאי בוחר את רמת הכיסוי (Wang et al., 1998). הפרמיה תגדל ביחס ישיר לגובה הכיסוי שנבחר, ועל פיה יקבעו הפיצויים.

במסגרת ביטוח חקלאי מבוסס תפוקה עבור חקלאי ספציפי תוערך תפוקת הסף על פי ממוצע התפוקה ההיסטורי של החקלאי ב-4–10 השנים הקודמות. לעומת זאת, ביטוח חקלאי מבוסס תפוקה עבור אזור מוגדר מחושב על פי ממוצע התפוקות של כלל האדמות הכלולות באזור שנקבע בשנים האחרונות, וכל חקלאי המשוך לאזור המוגדר משלם פרמיה זהה ומקבל פיצוי זהה ללא קשר לתפוקתו האישית. הביטוח מאפשר מניעה של התייקרות פוליסת הביטוח עבור החקלאי המסוים כתוצאה מהפסדים רב-שנתיים. יתרון נוסף בא לידי ביטוי אצל המבטח, שיכול להסתמך על מידע אמין (סימטרי) של ממוצע התפוקה האזורי של השנים האחרונות, ובכך לצמצם מקרים של בחירה מנוגדת. נוסף על כך, נמנע סיכון מוסרי מעצם השפעתו המעטה של חקלאי בודד על התפוקה הממוצעת של כלל האזור שהוא משוך אליו. ממוצע אזורי יכול להיקבע בזכות מידע זמין יותר (שלא מתבסס על תפוקה היסטורית לחקלאי ספציפי), ועל כן מאפשר תמחור מדויק יותר

של ביטוח ועלויות עסקה נמוכות (אין בדיקה פרטנית של תהליכים ותנאי ייצור). לעומת זאת, קיימת אפשרות שתשלומי הפיצוי שיועברו לא יהלמו את התפוקה האקטוארית של חקלאי ניזוק. כלומר, תפוקת החקלאי הבודד שניזוק תהיה גבוהה מתפוקת הסף האזורית שנקבעה לקבלת כספי פיצוי, ועל כן הוא לא יפוצה (Barnett et al., 2005).

יש לציין שבחישוב ממוצע תפוקה היסטורי (במסגרת קביעת תפוקת סף לביטוח) אין התחשבות בחדשנות הטכנולוגית החקלאית, שמתקדמת עם השנים ומייצרת כמות תוצרת חקלאית גדולה יותר (Carrquiry, Babcock, and Hart, 2008). כלומר, ממוצע התפוקה ההיסטורי יהיה נמוך מהתפוקה האקטוארית. נוסף על כך, האומדן עלול להציג טעות תקן, בעיקר כשמספר התצפיות ההיסטוריות מצומצם, דבר שעלול להביא לידי פרמיות בלתי הולמות ביחס לחלקה הנתונה (בחירה מנוגדת). משמעות הדבר היא כי קיים סיכוי לפיצוי שמבוסס על הערכת תפוקה היסטורית נמוכה לעומת רמת התפוקה האקטוארית, שעלולה לגרור פרמיה לא רלוונטית ופיצוי בלתי הולם לחקלאי. ביטוח תפוקה לא מתייחס לרווחי החקלאי, אלא מספק פיצוי כספי בגין הפרשי תפוקה בלבד.

3.2 ביטוח חקלאי בישראל

ביטוח חקלאי הוא מנגנון נפוץ ומקובל, גם בישראל, להגנה על החקלאי ועל תוצרתו, ומאפשר עיבוד אדמה בוודאות גדולה יותר. הביטוח הנהוג בארץ מבטיח מידת מה של ביטחון לחקלאי באמצעות דמי ביטוח, המשולמים לחברה המבטחת באופן קבוע על ידי החקלאי, ובעזרת סבסוד ממשלתי במסגרת תקציבי משרד החקלאות ופיתוח הכפר ומשרד האוצר. כך למשל, בשנת 2012 הועברו כ-300 מיליוני ₪ לטובת ביטוחים חקלאיים בישראל (כולל ביטוח מרעה), כמחצית הסכום בסבסוד המדינה והיתר מחקלאים. גובה התשלומים שהועברו בגין נזקים כלכליים לחקלאות הגיעו לכ-164 מיליוני ₪ (קֶנט, 2012א). תשלומי הפרמיות והפיצויים משתנים משנה לשנה בהתאם למדדי מחירים, לאירועי אסון ולרזרבות הנדרשות. חברת הביטוח הממשלתית קֶנט (הקרן לביטוח נזקי טבע בחקלאות בע"מ) הוקמה בשנת 1967 כרשת ביטחון לסיכונים הכלכליים שהחקלאים בישראל (כ-18 אלף) חשופים אליהם. בשנת 1999 הוחל ביטוח אסונות טבע לחקלאים, המאפשר התמודדות עם פוטנציאל הסיכון הטמון בחקלאות. במסגרת חוזה ביטוח מחושבת הפרמיה לכל גידול ולכל שיטת גידול. הפיצוי הכספי המועבר למבוטחים יכול להגיע עד לגובה הוצאות הייצור של כל גידול מבוטח, בניכוי ההשתתפות העצמית. המועצות החקלאיות רוכשות **ביטוח בסיס**, המוגדר כביטוח חובה לחקלאים הרשומים במועצה והמשווקים את יבוליהם באמצעותה, ובהתאם לענף הספציפי. קיימים ענפי ביטוח שלא קיים בהם ביטוח חובה. המועצות החקלאיות גובות מהחקלאים את פרמיית הביטוח באמצעות היטלים, ומעבירות את פרמיית הביטוח לחברת קֶנט. במקרה של נזק חקלאי משולמים תגמולי הביטוח למגדל. **ביטוחי הרשות** המוצעים לחקלאי נרכשים על ידו באופן עצמאי ועל פי החלטתו, כהרחבה לביטוח הבסיסי או כביטוח בפני עצמו (על גידולים שלגביהם לא חלה חובת ביטוח בסיס, למשל ענף גידולי השדה והמדגה). מטרת הביטוח היא שיקום כלכלי והחזרת המצב לקדמותו. בישראל כ-90% מהחקלאים בוחרים לפזר את סיכוניהם ולרכוש פוליסת ביטוח חקלאי נוסף באופן עצמאי. חקלאים רבים בוחרים להרחיב את הכיסוי הביטוחי שברשותם לכדי 80-90% מעלויות הייצור. סוגי הביטוחים המורחבים השונים מאפשרים בחירה בין רמות ביטוח שונות, הנבדלות בגובה הפרמיה ובהיקף הכיסוי הביטוחי בהתאמה. סוגי הביטוחים הנהוגים במגזר החקלאי בישראל מובאים להלן (קֶנט, 2013):

- **ביטוח כנגד נזקי טבע בחקלאות** – ביטוח חובה מפני נזק הנראה לעין (הגידול פגום בצבעו, בגודלו או באיכותו) הכולל כיסוי מפני נזקי קרה, ברד, שיטפון וכדומה. הביטוח כולל גם ביטוח מפני אבדן רכוש, הדרוש לצורך ייצור היבול החקלאי. חישוב הפרמיות בביטוח זה נעשה בנפרד לכל גידול ולכל שיטת גידול. הפרמיות מחושבות בהסתמך על התוצאות ההיסטוריות של כל גידול (בעשור האחרון). הביטוח ממומן על ידי הממשלה בשיעור של 35%, ובעת העברת פיצויים חלה השתתפות עצמית של המבוטח בשיעור 15% מגובה התשלום. במקרה של הפעלת הביטוח מתבסס חישוב גובה הפיצוי על כמות היבול הפוטנציאלי בשטח הניזוק, וזאת על פי קביעת מעריך, ביחס לנורמה המקובלת בענף ובהתאם לאזור הגידול, למין, לזן, לשיטה ולתקופת הגידול. באפשרות החקלאי לרכוש ביטוח מורחב כנגד נזקי טבע בחקלאות (קֶנְט, 2012ב, 2012ג).
- **ביטוח כנגד אסונות טבע (רב-סיכונים)** – ביטוח חובה כנגד כל סיכונים האקלים, שאינם מכוסים במסגרת הביטוח המסורתי של נזקי הטבע, כגון נזקים הנגרמים ממחלות וממזיקים. הכיסוי הוא גם על נזק לתשתיות לחקלאות (קרקע חקלאית, ציוד חקלאי שאינו נייד ומבנה חקלאי), שכתוצאה ממנו נגרם אבדן הכנסה. 80% מפרמיית הביטוח רב-הסיכונים לחקלאים ממומנת על ידי המדינה, ובעת העברת פיצויים חלה השתתפות עצמית של החקלאי בשיעור של 30% מגובה הפיצוי. במקרה של הפעלת הביטוח מתבסס חישוב גובה הפיצוי על ממוצע היסטוריית יבול בארבע השנים האחרונות. באפשרות החקלאי לרכוש ביטוח מורחב כנגד אסונות טבע (קֶנְט, 2012ב, 2012ג).
- **ביטוח הכנסה** – ביטוח ייעודי לגידולי פלחה. הביטוח מבטיח לחקלאי המבוטח את ההכנסה הצפויה מהיבול הנורמטיבי לאזור הגידול ואת המחיר שהוא צפוי לקבל במועד שיווק התוצרת החקלאית. ביטוח ההכנסה הוא ביטוח אזורי, המותנה ברכישת ביטוח נזקי טבע לגידול. 80%–40 מעלות פרמיית הביטוח מסובסדת על ידי המדינה, ויש השתתפות עצמית של 25% מגובה הפיצוי (קֶנְט, 2012ד).

4. ביטוח חקלאי לקידום ממשקי גידול בני-קיימא

מטרתו של הביטוח החקלאי לקידום ממשקי גידול בני-קיימא היא להגן על הכנסות החקלאי מפני סיכונים פוטנציאליים הגלומים באימוץ ממשק משמר סביבה, שהחקלאי היה נמנע מלאמצו מפאת החשש שיינזק ממנו. יש לציין שבשל התועלת המשמעותית שעשויה לצמוח מממשקים אלה – הן לחקלאי הן לחברה – חשוב שהגורמים הממשלתיים הרלוונטיים יסבסדו את הביטוח במידה רבה ככל האפשר.

ביטוח מבוסס תפוקה יהלום את הסיכון שיש לחקלאי בעת אימוץ ממשק גידול חדשני, שכן מטרת הביטוח היא להקטין פגיעת מזיקים פוטנציאלית ביבול. כאמור, במסגרת ביטוח חקלאי, חישוב של ממוצע תפוקה היסטורי לא ישקף מהימנה את הטכנולוגיה המתקדמת עם השנים בתשומות (השבחת זרעים, השקיה מדויקת וכדומה), אלא ישקף הערכת תפוקה אקטוארית בלתי מדויקת שעלולה לגרוע מיעילות המנגנון הביטוחי. נוסף על כך, מאחר ששיטת הגידול טרם נוסתה בשימוש נרחב ולאורך שנים, אין תפוקה פוטנציאלית ברורה לפעולה המאומצת. על כן, ביסוס של מידת הנזק לתפוקה חלקה ושל עלות הנזק באמצעות השוואה לתפוקה נתונה ביחידת שטח מצומצמת של גידול קונוונציונלי (check strip)

יעזור לקבוע את גודל הפיצוי שישולם לחקלאי. היבול בשטח החקלאי שהותר לשימוש באופן רגיל, ושמוכר לחקלאי, ישמש אינדיקציה מהימנה לערך היבול הפוטנציאלי לכלל החלקה, אלמלא אימץ החקלאי את שיטת הגידול החדשנית. מחיר השוק לתוצרת החקלאית בשיטת הגידול החדשנית, שייקבע בחוזה הביטוח, יתבסס על מחירים צפויים על פי מחירי התוצרת בעונות קודמות ולפי חיזוי ביקושים. במסגרת ביטוח מבוסס תפוקה, מכפלת הכיסוי הביטוחי (אחוז מסוים משטח העיבוד החדשני) בפער היבול החקלאי ובמחיר התוצרת החקלאית הצפוי יהיה גובה הפיצוי לחקלאי ליחידת שטח.

$$\text{מחיר תוצרת צפוי לדונם} \times \left(\text{תפוקה לדונם בשיטת עיבוד קונונציונלית} - \text{תפוקה לדונם בשיטת עיבוד משמרת סביבה} \right) = \text{גובה פיצוי לדונם}$$

עם יישום שיטת גידול חדשה עלול החקלאי לשנות את שיטת העיבוד ולנסות להגדיל את גובה הפיצוי העתידי, או לספק מידע חלקי על ניהול אדמתו. כדי להתמודד עם בעיות פוטנציאליות של סיכון מוסרי ובחירה מנוגדת יש להטמיע את שיטות הגידול החדשניות באופן מודרך אצל החקלאי, ולהסדיר סיווג של רמות ביטוח בהתאם לאזור הגידול, לסוג הגידול ולשיטת הגידול. סעיף השתתפות עצמית מצד החקלאי במסגרת חוזה הביטוח יקטין את דמי הביטוח, וישמש תמריץ להיצמד להנחיות העיבוד החדשני (המתחשב בסביבה) ולהתרחק מסיכונים אפשריים. יש להניח שעם השנים ולאחר שהחקלאי יכיר בתועלת של שיטות העיבוד החדשניות לחלקתו, תהפוך החדשנות למוסכמה בענף, והביטוח החקלאי יוכל להתבסס על נתונים סדירים ונורמטיביים מניסיון ארוך טווח ומשמעותי לבניית חוזה הביטוח מול החקלאי. במסגרת מעורבות המדינה, על המשרדים הרלוונטיים להעביר את תמיכתם (סובסידיה) לטובת עידוד אימוץ ממשקי הגידול החדשניים ביותר, ולהיטיב עם החקלאים שתרומתם הסביבתית היא הגדולה ביותר באמצעות פרמיה נמוכה יותר לחקלאי.

5. דוגמאות לשימוש במנגנון ביטוחי לאימוץ טכנולוגיות משמרות סביבה

אימוץ של טכנולוגיות ושיטות עיבוד משמרות סביבה מחד גיסא וכיסוי ביטוחי על נזקים פוטנציאליים שעלולים להיווצר מהאימוץ מאידך גיסא, יעודדו את החקלאי ליישם תהליכי ייצור חקלאי בני-קיימא. משרד החקלאות ופיתוח הכפר פועל לגיבוש ולביצוע של מדיניות לתכנון, לניהול ולהערכה, המבוססת על שילוב שמירת משאבי טבע מצד אחד, ועל פעילות חקלאית כלכלית ידידותית לסביבה מצד שני. אחד מיעדי העבודה לשנת 2013 של יחידת הכלכלה, המחקר והאסטרטגיה במשרד הוא קידום מדיניות והתנעת רפורמות סביבתיות (לשכת המנהל הכללי, 2013). במסגרת זו, מבצעים צוותי מחקר ופיתוח בחסות המשרד ניסויים בשטח לצורכי פיתוח שיטות גידול חדשניות. הפרויקטים מצויים בשלבי מו"פ שונים, ואחדים מהם מציגים את יעילותם כבר בשלבי הניסוי, ומרמזים על שינוי אפשרי בממשקי הגידול הקיימים. ההשפעה החיובית באה לידי ביטוי הן ביעילות ממשקי הגידול ובתועלתם לשטח החקלאי הן בצמצום סיכונים לסביבה ולחברה. לא מן הנמנע שהחקלאים בישראל יתבקשו לאמץ ממשקי גידול אלה, שייטיבו עם החברה והסביבה. ניתן להעריך שמאחר

שהחקלאי יעדיף להימנע מחשיפה לסיכון, הוא ימצא במנגנון הביטוח החקלאי פתרון מיטבי לפיזור סיכונים פוטנציאליים ומקור פיצוי מהימן במקרה שיינזק. להלן פירוט קצר על ממשקים תומכי סביבה אלה.

5.1 צמצום שימוש בחומרי הדברה

צמצום השימוש בתוספים מלאכותיים בגידולי השדה מקדם חקלאות בת-קיימא. בשיטה של ניהול קונוונציונלי ההחלטה להשתמש בחומרי הדברה מבוססת על מידת היעילות שלהם בהתמודדות עם מזיקים, על עלויות יישום, על הערך הכלכלי של הגידול ועל הסיכון היחסי לגידול מפאת השימוש בחומרי הדברה (עמידות, רעילות וכדומה) לעומת אי-השימוש בהם.

כשמדובר בגידולים בעלי ערך כלכלי גבוה, חקלאים ייטו להשתמש בחומרי הדברה כמעין ביטוח מפני נזק ליבול, גם כשאוכלוסיית המזיקים מצויה מתחת לסף נזק כלכלי לתפוקה. בו-בזמן, חברות לייצור חומרי הדברה ודרישות וסטנדרטים צרכניים קוסמטיים המצויים לאורך שרשרת האספקה, מעודדים חקלאים להשתמש בחומרי הדברה במישרין או בעקיפין. כך למעשה, התמריצים השונים יוצרים מגמה של שימוש יתר ופיזור נרחב של תוספים מלאכותיים בחלקת הגידול. הסיכונים הבריאותיים והסביבתיים הפוטנציאליים אינם מובאים בחשבון, לפחות לא באופן שתועלת כלכלית ישירה וצמצום סיכונים נכללים בשיקולים של מקבלי ההחלטות.

לעומת החקלאות הקונוונציונלית (חקלאות המיושמת על פי המוסכמות השולטות בענף, שהשלכותיהן מפורטות בפרק 1 בסעיפים 1.1 ו-1.2), חקלאות בת-קיימא חותרת להימנע מסיכונים בריאות ומהתדרדרות סביבתית, והיא משיגה זאת באמצעות הפחתה או פיזור מדוד ומדויק של חומרי הדברה וקוטלי עשבים. במסגרת זו, חקלאים מאמצים שיטות ניהול חלופיות כאמצעי לצמצום השימוש בחומרים מזיקים אלה. בכך עולה כושר חידור המים לקרקע, בעוד שמידת סחף הקרקע והפגיעה בסביבה הטבעית פוחתות.

מחקרים אחרונים בנושא מציגים גידול בסך התועלת החקלאית והסביבתית בצמצום כמות התוספים המלאכותיים בגידולים שונים. כך למשל, בשימוש בתוספים מלאכותיים בייצור עגבניות ותיירס: צמצום חומרי הדברה וקוטלי עשבים בגידולי תירס (בשימוש בעיבוד מכני ובמחזורי גידולים) אינו פוגע בתפוקה, ובגידולי עגבניות אף עשוי לעתים להגדיל את כמות התוצרת כתוצאה מהפחתת נזק השימוש ליבול (Clark et al., 1998).

במסגרת שיטת העיבוד החלופית, ההפחתה בחומרי הדברה ופגיעת המזיקים שתתלווה אליה, עלולות לגרום נזקים פוטנציאליים שיפגעו בהכנסות החקלאי. ביטוח חקלאי המגן על החקלאי מפני נזקים אלה יספק רשת ביטחון, ויעודד את החקלאי להתייעל ולהקטין את הפגיעה בחברה כתוצאה מעיבוד חלקתו.

5.2 ממשקי גידול ועיבוד פרדסים משמרי קרקע ומים

בארץ נהוגה שיטת ממשק גידול שלפיה הצמחייה הטבעית הסובבת את שורות היבול היא תופעת לוואי המסכנת את אספקת חומרי ההזנה והמים לגידולים, ועל כן החקלאי מסיר אותה באמצעות קוטלי עשבים. תנאי שטח וחלקות נקיות מעשבים במסגרת ממשק עיבוד קונוונציונלי של קרקעות פרדסים מעודדים סחיפה של קרקע חקלאית, איבוד קרקע עידית, הצפות וזיהום נחלים בדשנים ובקוטלי עשבים. הפגיעה המתמשכת בחקלאי ובסביבה עומדת בבסיס השאיפה לאתר ממשק גידול מושכל, שיקטין את ההשפעות השליליות של התשומות הסינתטיות. תוצאות בחינה של חיפויי קרקע וממשקי גידול יעילים יותר בשטח פרדסים עשויות לשמש בסיס לשיטת עיבוד בר-קיימא לחקלאי.

במסגרת מחקר שמבצעים בישראל אשל ואח' (2010) ביחידה לחקר הסחף, באגף שימור קרקע וניקוז שבמשרד החקלאות ופיתוח הכפר, נבחנות השלכות של אימוץ ממשקי חיפוי בקרקע פרדסים במטרה לזהות את הממשקים המתאימים ביותר שצפויים להיטיב עם הסביבה החקלאית והטבעית. המחקר כולל טיפולים שונים בפרדסים שיש בהם אדמת חמרה עם גדודית מרוססת בקוטלי עשבים: א) גדודית חשופה וקרקע מרוססת (ללא עשבייה בין שורות העצים); ב) גידול תערובת של שיבולת שועל [*Avena sterilis*] ובקיה [*Vicia Sativa*] מפוזרת בין שורות עצים וגדודית מחופה ברסק עץ; ג) גידול שיבולת שועל ובקיה מפוזרות בין שורות עצים ללא חיפוי גדודית ברסק עץ; ד) קרקע עם עשבייה טבעית מקומית. נבחנו מדדים של כמות, איכות ומופע מי נגר עילי.

הטיפולים השונים השפיעו על מדדי הנגר והסחף בחלקה. נמצא שוני משמעותי בגובה הזרימה המרבי בין הטיפולים שנבדקו, שבלט בעיקר בגידולים בעלי חיפוי גדודית ברסק עץ ובגידול שיבולת שועל ובקיה בין שורות העצים. ההשערה היא שהתופעה נגרמת משום שמצעים אלה מעכבים את זרימת מי הנגר על פני הקרקע, ומעודדים חידור אל תת-הקרקע בשטח החלקה.

בעזרת שימוש מזערי בקוטלי עשבים, חיפוי גדודיות ברסק עץ והשארית צמחייה בין שורות העצים עשויים החקלאים להפחית את כמות הנגר ואת סחף הקרקע המועשרת, ובעקבות זאת לאפשר חידור מים בהיקף רחב יותר אל תת-הקרקע ולשמר את הקרקע העידית. למגמות אלה צפויה להיות השפעה חיובית מבחינת החקלאי ומבחינת החברה במסגרת אימוץ ממשק גידול חלופי יעיל.

6. סיכום ומסקנות

ענף החקלאות בישראל עשוי להסב נזקים לסביבה בשל השימוש בשיטות גידול קונוונציונליות תוך התעלמות מהשפעות שליליות של הפעילות החקלאית על מקורות המים והקרקע. הפנמת השפעות שליליות פוטנציאליות אלה תביא לצמצום היקף הפגיעה, להרחבת התועלת לחברה ולקידום שיטות עיבוד מיטביות שיִשְׁמְרו גופי מים וקרקע באמצעות יישום של שיטות עיבוד חקלאי בר-קיימא. חקלאי שסולד מסיכון ושאינו מורגל בטכנולוגיות גידול ובחדשנות חקלאית יעדיף להימנע מכל ממשק שעשוי לפגוע בתוצרתו. מנגנון של ביטוח חקלאי מבוסס תפוקה יקל על אימוץ שיטות עיבוד חדשות ויקדם את הטמעתן.

לאור הסיכונים וההשפעות החיצוניות של ענף החקלאות, היעילות המוגבלת של המנגנונים הקיימים והתמודדות המנגנון הביטוחי מול סיכונים, המלצתי היא ליישם מנגנון של ביטוח חקלאי, שעשוי להקטין את חשיפת החקלאי לסיכונים פוטנציאליים ולפגיעה אפשרית ביבולו. מנגנון פיזור סיכונים מסוג זה יבטיח לחקלאי כיסוי ופיצוי כספי אם יינזק. הביטוח יכסה נזק לתפוקה, ויתבסס על פער התפוקה ליחידת גידול בהשוואה לרצועת ביקורת, שתבטא את ביצועי החקלאי אלמלא היה מאמץ את שיטת העיבוד החדשנית שיושמה, ובהתאם למחירי השוק הקודמים של התוצרת וחיזוי הביקושים לה. השתתפות עצמית מצד החקלאי וסיווג של סוגי הגידולים ותנאי עיבודם יביאו לפיזור מדויק יותר של הסיכונים בפרמיה הולמת, ויבטיחו העברת תשלום אם ממשק הגידול שאומץ בשטח לא יביא לכמות התוצרת הצפויה. חשיבותה של החקלאות בת-הקיימא מחייבת מדיניות חקלאית שתעודד את קידומה. יישומה בשטח יתרום משמעותית לכל בעלי העניין – החקלאים, קובעי המדיניות והציבור בכללותו – ויצמצם את הפגיעה במערכת האקולוגית. המנגנון הביטוחי יוכל לענות על צורך משמעותי זה ולעודד חקלאים לאמץ ממשקי גידול חקלאיים מיטיבים ללא סיכון, תוך התחשבות בסביבה הטבעית – למענם, למען החברה ולמען הדורות הבאים.

7. רשימה ביבליוגרפית

- אשל, ג', אגוזי ר', רווח ע', שטרנברג מ', פורמן א', אברהמס י', נאסר א', דריישפון י', ודיסני ד'. 2010. "בחינת ממשקי גידול ועיבוד פרדסים ברי קיימא משמרי קרקע ומים". דוח שהוגש ליחידה לחקר הסחף, משרד החקלאות ופיתוח הכפר. בס ספקטור, ש' ופילדמן א'. 2012. "השימוש בחומרי הדברה בקרבת מקורות מים בישראל". ירושלים.
- למ"ס. 2012. החקלאות בישראל: חשבון הענף, מדדי המחירים של תפוקה ותשומה, 2010-2011. ירושלים.
- למ"ס. 2012. "סקר חומרי הדברה בחקלאות בשנים 2008-2012". הודעה לעיתונות.
- למ"ס. 2012. ג. "שטח חקלאי, נתונים נבחרים". שנתון סטטיסטי לישראל, לוח 19.1. ירושלים.
- למ"ס. 2012. ד. "תשומה בחקלאות". שנתון סטטיסטי לישראל, לוח 19.15. ירושלים.
- למ"ס. 2012. ה. "תשומה, תפוקה ותוצר מקומי בחקלאות". שנתון סטטיסטי לישראל, לוח 19.4. ירושלים.
- מבקר המדינה. 2012. דוח שנתי 62. ירושלים.
- לשכת המנהל הכללי. 2013. תיק חילופי שרים. ירושלים: משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
- קנט. 2012. א. דוח שנתי 2012.
- קנט. 2012. ב. "חוזה ביטוח ירקות לעונת 2012/2013".
- קנט. 2012. ג. "חוזה ביטוח פירות לעונת 2012/2013".
- קנט. 2012. ד. "חוזה ביטוח פלחה לעונת 2012/2013".
- קנט. 2013. קרן לביטוח נזקי טבע בחקלאות בע"מ. www.kanat.co.il [נצפה ב-20 במאי, 2013].
- Barnett, B.J., Black J.R., Hu Y., and Skees J.R. 2005. "Is Area Yield Insurance Competitive with Farm Yield Insurance?". *Journal of Agricultural and Resource Economics* 30 (2): 285-301.
- Carriquiry, M.A., Babcock B.A., and Hart C.E. 2008. "Using a Farmer's Beta for Improved Estimation of Expected Yields". *Journal of Agricultural and Resource Economics* 33 (1): 52-68.
- Centre, J.R. 2011. Good Agricultural and Environmental Conditions (GAEC). [http://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/index.php/Good_Agricultural_and_Environmental_Conditions_\(GAEC\)](http://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/index.php/Good_Agricultural_and_Environmental_Conditions_(GAEC)) [accessed: June 24, 2013].
- Clark, M., Ferris H., Klonsky K., Lanini W., Van Bruggen A., and Zalom F. 1998. "Agronomic, Economic, and Environmental Comparison of Pest Management in Conventional and Alternative Tomato and Corn Systems in Northern California". *Agriculture, Ecosystems & Environment* 68 (1): 51-71.
- Coble, K.H., Hanson T., Miller J.C., and Shaik S. 2003. "Agricultural Insurance as an Environmental Policy Tool". *Journal of Agricultural and Applied Economics* 35 (2): 391-406.

- Cong, R.G. and Brady M. 2012. "How to Design a Targeted Agricultural Subsidy System: Efficiency or Equity?". *PLoS ONE* 7 (8): e41225.
- Diaz, R.J. and Rosenberg R. 2008. "Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems". *Science* 321 (5891): 926-929.
- Freeman, P.K. and Kunreuther H. 2004. "Managing Environmental Risk through Insurance". *The International Yearbook of Environmental and Resource Economics* 2003/2004. A survey of Current Issues: 159-189.
- Gilden, R.C., Huffling K., and Sattler B. 2010. "Pesticides and Health Risks". *Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing* 39 (1): 103-110.
- Goodwin, B.K. and Smith V.H. 1995. *The Economics of Crop Insurance and Disaster Aid*. American enterprise institute: Aei Press.
- Greiber, T. (Ed). 2009. *Payments for Ecosystem Services. Legal and Institutional Frameworks*. Gland, Switzerland.
- Hueth, D.L. 1994. *Economics of Agricultural Crop Insurance: Theory and Evidence*. (Vol. 4): Kluwer Academic Publishers.
- Kosoy, N. and Corbera E. 2010. "Payments for Ecosystem Services as Commodity Fetishism". *Ecological Economics* 69 (6): 1228-1236.
- Meuwissen, M.P., Van Asseldonk M., Pietola K., Hardaker J.B., and Huirne R. 2011. "Income Insurance as a Risk Management Tool after 2013 Cap Reforms?". In *Proceeding of the EAAE 2011 Congress "Change and Uncertainty"*, Zurich, Switzerland: European Association of Agricultural Economists.
- Paulson, N.D. and Babcock B.A. 2008. "Get a Grip: Should Area Revenue Coverage be Offered through the Farm Bill or as a Crop Insurance Program?". *Journal of Agricultural and Resource Economics*: 137-153.
- Perrings, C. 1989. "Environmental Bonds and Environmental Research in Innovative Activities". *Ecological Economics* 1 (1): 95-110
- Pretty, J., Brett C., Gee D., Hine R., Mason C., Morison J., Rayment M., Van Der Bijl G., and Dobbs T. 2001. "Policy Challenges and Priorities for Internalizing the Externalities of Modern Agriculture". *Journal of Environmental Planning and Management* 44 (2): 263-283.
- Robertson, G.P. and Vitousek P.M. 2009. "Nitrogen in Agriculture: Balancing the Cost of an Essential Resource". *Annual Review of Environment and Resources* 34: 97-125.
- Segerson, K. 1988. "Uncertainty and Incentives for Nonpoint Pollution Control". *Journal of Environmental Economics and Management* 15 (1): 87-98.

- Shortle, J.S. and Dunn J.W. 1986. "The Relative Efficiency of Agricultural Source Water Pollution Control Policies". *American Journal of Agricultural Economics* 68 (3): 668-677.
- Smith, V.H. and Glauber J.W. 2012. "Agricultural Insurance in Developed Countries: Where Have We Been and Where Are We Going?". *Applied Economic Perspectives and Policy* 34 (3): 363-390.
- Tegtmeier, E.M. and Duffy M.D. 2004. "External Costs of Agricultural Production in the United States". *International Journal of Agricultural Sustainability* 2 (1): 1-20.
- Wang, H.H., Hanson S.D., Myers R.J., and Black J.R. 1998. "The Effects of Crop Yield Insurance Designs on Farmer Participation and Welfare". *American Journal of Agricultural Economics* 80 (4): 806-820.
- Weersink, A., Livernois J., Shogren J.F., and Shortle J.S. 1998. "Economic Instruments and Environmental Policy in Agriculture". *Canadian Public Policy / Analyse de Politiques* 24 (3): 309-327.
- Weersink, A. and Livernois J. 2010. "The Use of Economic Instruments to Resolve Water Quality Problems from Agriculture". *Canadian Journal of Agricultural Economics* 44 (4): 345-353.
- Yang, W., Bryan B.A., Macdonald D.H., Ward J.R., Wells G., Crossman N.D., and Connor J.D. 2010. "A Conservation Industry for Sustaining Natural Capital and Ecosystem Services in Agricultural Landscapes". *Ecological Economics* 69 (4): 680-689.

FELLOWS | MILKEN
PROGRAM | INSTITUTE

תוכנית עמיתי מכון מילקן
רחוב ושינגטון 4
ירושלים, 9418704

info@mifellows.org
www.mifellows.org