



יסודות

(מדיניות ציבורית ולציונות מעשית (ע"ר)

מעבר הוגן והאתגר המשולש

כיצד ניתן לייצר שיתוף פעולה בין החקלאות לטכנולוגיות פורצות דרך לצורך התמודדות מיטבית עם האתגר המשולש: משבר האקלים, חיזוק בטחון המזון והבטחת ביטחון כלכלי?

ד"ר נועם ואן דר האל



מרץ 2023

נייר זה עוסק בצורך ובהיגיון הטמון בשיתוף פעולה בר-קיימא בין החקלאות המסורתית לטכנולוגיות פורצות דרך בתחום ייצור מזון טרי לנוכח האתגר המשולש שמולו עומד העולם - משבר האקלים, חיזוק בטחון המזון והבטחת ביטחון כלכלי - וזאת תוך שימוש בעקרונות של מעבר הוגן: מעבר צודק ושוויוני לכלכלה מעגלית, מתחדשת ומופחתת פחמן, תוך לקיחת אחריות על מקצועות, אנשים וקהילות העשויים להיפגע מהתהליך ומהשינוי בתהליכי הייצור, והבטחה ש"אף אחד לא נשאר מאחור".

ניתוח החלופות שנבחנו בנייר זה העלה שהחלופה שמתמודדת עם שלושת האתגרים יחד, תוך שימוש בכלים של מעבר הוגן, צפויה להניב את התועלות המשמעותיות והמשתלמות ביותר בטווח הארוך.

אנו סבורים שעל מדינת ישראל לקחת חלק מוביל ולהוות מודל עולמי בחלוציות הטכנולוגית של ייצור מזון בריא ובר-קיימא, שיוכל לתת מענה לאתגרי ייצור המזון העולמיים ומשבר האקלים, וזאת תוך הוכחת ההיתכנות של מהלך מתואם בהתאם לעקרונות המעבר ההוגן.

ד"ר נועם ואן דר האל, עמית מחקר באוניברסיטת חיפה ומרצה בנושאי סביבה וקיימות במכללת תל חי. בעל דוקטורט באקולוגיה ימית ומומחה בתחום המיקרופלסטיק. מדען בחברת MIDEN הישראלית, העוסקת באיפוס אנרגיה וכחמן, ומרצה בתחומי סביבה רחבים לקהלי יעד מגוונים. חוקר במכון יסודות.

אני מבקש להודות לכל אנשי המקצוע שהקדישו מזמנם ותרמו למסמך זה (סדר התודות על פי סדר הא'-ב')

איילה מידן-רימוני, מנהלת תחום קשרי ממשל, רידיפיין מיט; אילנה דרור, כלכלנית התאחדות חקלאי ישראל; אלי שובי, דירקטור קיימות, טרנדליינס; פרופ' אסף שוורץ, הפקולטה לארכיטקטורה ותכנון ערים, הטכניון; אשחר בן שטרית, מנכ"ל רידיפיין מיט; ברוך גורביץ', מנהל תחום מדיניות ציבורית, מכון יסודות; גלעד בארי, מנהל תחום מחקר כלכלי, משרד הכלכלה והתעשייה; דדיה טוביה, מנכ"ל אלף פארמס; יואב רייזלר, מנהל התקשורת והשיווק, אלף פארמס; ד"ר יעל קחל, החטיבה למחקר, כלכלה ואסטרטגיה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר; ד"ר לי רכט, סמנכ"לית קיימות, אלף פארמס; ליעד קלאנג, רפרנטית קיימות סביבתית, שטראוס; מלכה ניר, לשעבר סמנכ"לית ייצור מתקדם, הרשות הלאומית לחדשנות טכנולוגית; ד"ר ניצה קרדיש, מנכ"לית טרנדליינס אגטק; נעמיקה ציון, מנהלת פיתוח ומנהל, מכון יסודות; ד"ר עודד הלוי, חוקר בכיר בצוות הטכנולוגיה והחדשנות, רידיפיין מיט; שי ביאליק, מנהלת קיימות ואתיקה, שטראוס; שירה צימרמן, מנהלת קשרי משקיעים ותקשורת תאגידית, טרנדליינס; שלומית ארבל, רכזת מחקרים, מכון יסודות

הנחיה: עמית בן-צור

עריכה: דפנה לב

עיצוב: עדי רמות

עוד על מכון יסודות: www.yfpp.org.il

תוכן העניינים



עמוד

| | |
|----|--|
| 7 | תקציר |
| 10 | פרק 1: מה הבעיה? |
| 11 | 1.1 שלושת האתגרים |
| | אתגר ראשון: התמודדות עם משבר האקלים והשפעותיו על ייצור המזון |
| 11 | |
| 15 | אתגר שני: הבטחת בטחון מזון |
| 18 | אתגר שלישי: הבטחת ביטחון כלכלי |
| 22 | 1.2 ענף החקלאות בישראל |
| 23 | החקלאות המסורתית בישראל |
| 25 | טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון טרי |
| | הקשיים והפוטנציאל בשיתוף פעולה בין החקלאות המסורתית לטכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון |
| 33 | |
| 35 | המדיניות הנוכחית להתמודדות עם האתגר המשולש |
| 36 | פרק 2: מה רוצים להשיג? |
| 37 | פרק 3: מה אפשר לעשות? |
| 37 | 3.1 קריטריונים נורמטיביים וקריטריונים יישומיים לבחינת החלופות |
| 41 | 3.2 כלי המדיניות והאתגר המשולש |
| 42 | 3.3 פירוט החלופות |
| 42 | חלופה 1: "עסקים כרגיל" |
| 42 | חלופה 2: התמקדות במשבר האקלים ובבטחון מזון |
| 43 | חלופה 3: מעבר הוגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי |
| | חלופה 4: מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי |
| 43 | |
| 44 | חלופה 5: מעבר הוגן, תוך התמודדות כוללת עם האתגר המשולש |

עמוד

46..... 3.4 ניתוח החלופות

46..... חלופה 1: "עסקים כרגיל"

46..... חלופה 2: התמקדות במשבר האקלים ובטחון מזון

47..... חלופה 3: מעבר הוגן, תוך התמקדות בטחון מזון ובביטחון כלכלי

48..... חלופה 4: מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי

49..... חלופה 5: מעבר הוגן, תוך התמודדות כוללת עם האתגר המשולש

51..... **סיכום**

53..... פעולה על פי המודל "מדיניות מוכוונת משימה"

56..... **נספחים**

56..... נספח 1: השפעת האקלים על החקלאות בעולם

59..... נספח 2: השפעות חברתיות-כלכליות של שינוי האקלים

61..... נספח 3: מצב תחום המזון בישראל והשינוי הנדרש

64..... נספח 4: תוכניות ותקציבים לפעולה

67..... נספח 5: טכנולוגיות פורצות דרך משלימות בחקלאות

69..... נספח 6: פירוט ניתוח החלופות

80..... **מקורות**

רשימת האיורים והטבלאות



עמוד

- איור 1:** "מודל הדונאט" של הכלכלנית קייט ראורת' 12
- איור 2:** פליטות גזי חממה בענף החקלאות מתוך סך הפליטות, בישראל ובמדינות העולם 14
- איור 3:** תרשים פעולה להתמודדות עם האתגר המשולש על פי מודל "מדיניות מוכוונת משימה" של פרופ' מזוקטו 54
- איור 4:** אחוז פליטות גזי חממה מעיבוד שטחים וגידולים חקלאיים בקרקעות העולם 57
- איור 5:** שטח היבשה בכדור הארץ המנוצל לצורך גידולים חקלאיים 57
- איור 6:** המדיניות החקלאית באיחוד האירופי לשנים 2023-2027 על פי תוכנית ה"גרין דיל" 64
- איור 7:** מטרות תוכנית CAP 66

- טבלה 1:** סקירת חלק מהיתרונות והחסרונות של ייצור מזון טרי בחקלאות מסורתית ובטכנולוגיות פורצות דרך על פי קריטריונים הרלוונטיים למסמך זה 26
- טבלה 2:** הקריטריונים לבחינת החלופות 37
- טבלה 3:** הדגש ששמים כלי המדיניות על כל אחד משלושת האתגרים 41
- טבלה 4:** סיכום כלי המדיניות שנכללים בחלופות השונות 45
- טבלה 5:** הציון המשוקלל של החלופות 50
- טבלה 6:** לוח זמנים לצוותי המשימה לשנתיים הראשונות 55

האתגר המשולש

- האנושות עומדת בפני אתגר משולש: התמודדות עם משבר האקלים והשפעותיו על ייצור המזון, הבטחת בטחון מזון והבטחת ביטחון כלכלי.
- האתגר המשולש עומד במוקד דאגתם ועיסוקם של הארגונים הבינלאומיים הגדולים, מתוך התפיסה כי התוויית מדיניות כוללת ומותאמת באמצעות שימוש בכלים של מעבר הוגן יכולה להיות הזדמנות להשגת שגשוג כלכלי, חברתי וסביבתי.

ענף החקלאות בישראל

- בישראל, אחד התחומים הנפגעים בצורה משמעותית ממשבר האקלים הוא החקלאות.
- על אף העובדה שמדינת ישראל נמנית עם המדינות המפותחות, אסון סביבתי (כגון עקות חום, סופות אבק או ממטרי בזק), עלול להשפיע על מצב החקלאות בישראל.
- ייצור מזון והבטחת בטחון מזון הם תלויי משאבים, כגון זמינות מים וקרקה, ולכן יכולים להיות מושפעים מאוד מאירועי מזג אוויר לנוכח שינוי האקלים.
- בעשורים האחרונים אנו עדים לקיפאון בייצור המזון בענף החקלאות בישראל, הנגרם, בין היתר, מצמצום הגידולים בחקלאות המקומית ועלייה בתלות ביבוא, לצד טכנולוגיות פורצות דרך לייצור תחליפי חלבון ומזון אלטרנטיבי.

השימוש במעבר הוגן

- מעבר הוגן הוא חזון שמטרתו לייצר מערך של עקרונות, תהליכים ושיטות מקומיות ליצירת כוח כלכלי ופוליטי למעבר מכלכלה ממצה לכלכלה מעגלית, מתחדשת ומופחתת פחמן. על המעבר להיות צודק ושוויוני, כך שייצור שיתופי פעולה לבניית כוח עתידי, המבוסס גם על הפיצויים הנדרשים לאנשים שיאבדו את מקור פרנסתם.
- מימוש חזון המעבר ההוגן מחייב ניהול תהליך בר-קיימא, הלוקח אחריות על מקצועות, אנשים וקהילות העשויים להיפגע מהתהליך ומהשינוי בתהליכי הייצור, ומוודא ש"אף אחד לא נשאר מאחור".
- המעבר לחקלאות מקיימת ולכלכלה בת-קיימא הוא הכרחי כחלק מההיערכות למשבר האקלים, אך אסור שהוא יבוא על חשבון צמצום הפערים החברתיים. החזון של מעבר הוגן מבקש לתת מענה למכשול זה.

בישראל, הצורך והאפשרות לספק מערך כלים לבטחון מזון ולהבטחת פרנסה כחלק מההיערכות להתמודדות עם משבר האקלים הם פשוטים יותר בהשוואה למדינות גדולות, ויכולים להוות מקרה בוחן והזדמנות לבחינת היתכנות לפתרון האתגר המשולש, באופן הכולל את עקרונות המעבר ההוגן. השילוב של "אומת סטארט-אפ" לצד היישומים האגרוטכניים המתקדמים, הכוללים טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון טרי, יכול לשמש מודל לשימוש בכלים של מעבר הוגן בתחום החקלאות והמזון.

טכנולוגיות פורצות דרך

תחום המחקר והפיתוח של החקלאות הישראלית הוא מהטובים בעולם, וכולל שיפורים ופוטנציאלים המשרתים את החקלאות העולמית.

טכנולוגיות פורצות דרך הן טכנולוגיות המשנות את השוק בתחום שהן מקדמות ומייצרות מוצר חדש, המשנה את כללי המסחר. בתחום ייצור המזון כוללות טכנולוגיות אלה חקלאות אנכית (ורטיקלית), ייצור חלבון אלטרנטיבי (כולל מזון מתורבת) ועוד.

לטכנולוגיות פורצות דרך בייצור מזון טרי תועלות רבות להתמודדות עם האתגר המשולש: אל מול אתגר משבר האקלים הן מציעות צמצום השימוש בקרקע חקלאית ובחומרי דישון והדברה והשתחררות מהתלות בתנאי האקלים; אל מול אתגר בטחון המזון יש להן פוטנציאל לייצר מזון ללא חשש מפגיעה בפריין הייצור כתוצאה ממשבר האקלים; ואל מול אתגר הביטחון הכלכלי הן מבטיחות פוטנציאל למקומות עבודה חדשים ולמקורות השתכרות חדשים.

האתגרים המרכזיים העומדים בפני הטכנולוגיות החדשניות הן ההרגל לצרוך מזון ממקורות מסורתיים, חוסר היכולת לגדל מגוון רחב של גידולים והתפיסה הרווחת בחקלאות המסורתית שייצור מזון בטכנולוגיות פורצות דרך יתפוס את מקומה, יצמצם את חלקה ויפגע ביכולתה להתפרנס באופן יציב לאורך שנים.

פיתוחים של בשר וחלב מתורבתים ותחליפי חלבון אלטרנטיביים מן הצומח מהווים טכנולוגיות פורצות דרך משמעותיות מבחינת הפוטנציאל שלהן לתרום לצמצום פליטות גזי חממה ולשינוי האקלים, לבטחון המזון הלאומי ולשמירה על יציבות כלכלית.

חיזוק הקשר ושיתופי הפעולה בין ענפי החקלאות המסורתית ליצרני המזון בטכנולוגיות פורצות דרך הוא הדרך להצלחה ביישום צעדים של מעבר הוגן והסתכלות מקיימת על האופן שבו ניתן לספק בטחון מזון בעידן של משבר האקלים ולנהל כלכלה בת-קיימא.

בישראל, כ"אומת סטארט-אפ", קיימים האמצעים לייעל את החקלאות המסורתית ולעודד פיתוח טכנולוגיות חדשניות לייצור מזון. המדיניות הנהוגה כיום עושה מאמצים לעודד את החדשנות בישראל כחלק מהאג'נדה הכללית, אך אין די בזה.

מטרת המדיניות והחלופות שנבחנו

- ⦿ מטרת המדיניות שעומדת בבסיס נייר מדיניות זה היא לייצר שיתוף פעולה בר-קיימא בין החקלאות המסורתית לטכנולוגיות פורצות דרך בתחום ייצור מזון לצורך מתן מענה לאתגר המשולש, תוך שימוש בעקרונות התפיסה של מעבר הוגן.
- ⦿ החלופות שנבחנו בנייר זה הן: "עסקים כרגיל" (חלופה 1), תמהיל כלי מדיניות שלוקח בחשבון שניים מהאתגרים ללא מעבר הוגן (חלופה 2), שני תמהילי מדיניות המתחשבים, כל אחד, בשניים מהאתגרים בשילוב פעולה על פי עקרונות המעבר הוגן (חלופות 3 ו-4), ותמהיל מדיניות המתמודד עם כל שלושת רכיבי האתגר המשולש יחד, תוך שימוש בכלים של מעבר הוגן (חלופה 5).

סיכום

- ⦿ ניתוח החלופות שנבחנו בנייר זה העלה שהחלופה שמתמודדת עם שלושת האתגרים יחד צפויה להניב את התועלת הגבוהה ביותר. על אף ההשקעה המתחייבת בטווח הקצר ליישום חלופה זו, שבה מוטמעים כלים של מעבר הוגן, יש לה תועלות משמעותיות ומשתלמות בטווח הארוך.
- ⦿ אנו סבורים שעל מדינת ישראל לקחת חלק מוביל ומנהיג בחלוציות הטכנולוגית של ייצור מזון בריא ובר-קיימא, שיוכל לתת מענה לאתגרי ייצור המזון העולמיים ומשבר האקלים, וזאת תוך הוכחת ההיתכנות של מהלך מתואם בהתאם לעקרונות המעבר ההוגן.



מה הבעיה?

ייצור המזון הטרי משתנה ומתפתח כל העת. מגמות ההתפתחות מתבטאות בשינויים החלים בחקלאות המסורתית לצד חידושים טכנולוגיים וייצור מזון טרי באמצעים שאינם דורשים קרקע חקלאית. במקביל, כדור הארץ חווה שינויים חריגים וקיצוניים, המאיימים על ענף החקלאות, על המערכות האקולוגיות של כדור הארץ ועל האפשרות לייצר מזון, בעיקר לנוכח הגידול המתמיד באוכלוסיית העולם והצורך לספק לכולם בטחון מזון וביטחון

כלכלי. מכאן עולים שלושה אתגרים מרכזיים: התמודדות עם משבר האקלים והשפעותיו על ייצור המזון, הבטחת בטחון מזון והבטחת ביטחון כלכלי. אתגר משולש זה עומד במוקד דאגתם ועיסוקם של הארגונים הבינלאומיים הגדולים, ביניהם ה-FAO, האיחוד האירופי, האו"ם וה-OECD, מתוך התפיסה כי התוויית מדיניות כוללת ומתואמת באמצעות שימוש בכלים של מעבר הוגן יכולה להיות הזדמנות להשגת שגשוג כלכלי, חברתי וסביבתי (OECD, Baldwin-Cantelo et al., 2021).

האנושות עומדת בפני אתגר משולש: התמודדות עם משבר האקלים והשפעותיו על ייצור המזון, הבטחת בטחון מזון והבטחת ביטחון כלכלי. התוויית מדיניות כוללת ומותאמת באמצעות שימוש בכלים של מעבר הוגן יכולה להיות הזדמנות להשגת שגשוג כלכלי, חברתי וסביבתי

מעבר הוגן

מעבר הוגן הוא חזון שמטרתו לייצר מערך של עקרונות, תהליכים ושיטות מקומיות ליצירת כוח כלכלי ופוליטי לשם מעבר מכלכלה ממצה (חד-כיוונית) לכלכלה מעגלית, מתחדשת ומופחתת פחמן. על המעבר להיות צודק ושוויוני, כך שייצור שיתופי פעולה לבניית כוח עתידי, המבוסס גם על הפיצויים הנדרשים לאנשים שיאבדו את מקור פרנסתם. מעבר שאינו הוגן במלוא מובן המילה, לא יממש את החזון.

אתגר ראשון: התמודדות עם משבר האקלים והשפעותיו על ייצור המזון

משבר האקלים העולמי

במהלך 250 השנים האחרונות, מאז תחילת המהפכה התעשייתית, אנו עדים לעלייה של 48% ברמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה. עלייה חדה זו, שאין דומה לה במיליון השנים האחרונות, נובעת בין היתר משריפת דלקי מאובנים (דלקים פוסיליים) לשימושי אנרגיה שונים. בנוסף, אנו עדים לעלייה ברמות המתאן, הנפלט כגז ממערכת העיכול של בעלי החיים שאנו מגדלים למזון. לעלייה החדה בריכוזם של שני גזים אלה באטמוספירה השלכות מרחיקות לכת על האקולוגיה של כדור הארץ: עלייה בטמפרטורה הממוצעת העולמית באוויר ובים, המסת קרחונים בים ובהרים, וכתוצאה מכך, עלייה במפלס הים, החמצת הים ואירועי מזג אוויר קיצוניים¹.

לעלייה החדשה בריכוזי הפחמן הדו-חמצני והמתאן באטמוספירה השלכות מרחיקות לכת על האקולוגיה של כדור הארץ: עלייה בטמפרטורה הממוצעת העולמית באוויר ובים, ירידת כמות הקרח בקטבים והפשרת קרחונים, עלייה במפלס הים, החמצת הים ואירועי מזג אוויר קיצוניים

נראה שעם השנים המצב הולך ומחמיר. בעשרים השנים האחרונות, הטמפרטורה העולמית הממוצעת הייתה גבוהה בכמעלת צלזיוס אחת בהשוואה לטמפרטורה במחצית השנייה של המאה ה-19. העשור האחרון הוא העשור החם ביותר מתחילת המדידות במאה ה-19, ובחמש השנים האחרונות נמדדו הטמפרטורות הגבוהות ביותר שנמדדו אי פעם (WMO, 2021).

נראה שעם השנים המצב הולך ומחמיר. בעשרים השנים האחרונות, הטמפרטורה העולמית הממוצעת הייתה גבוהה בכמעלת צלזיוס אחת בהשוואה לטמפרטורה במחצית השנייה של המאה ה-19. העשור האחרון הוא העשור החם ביותר מתחילת המדידות במאה ה-19, ובחמש השנים האחרונות נמדדו הטמפרטורות הגבוהות ביותר שנמדדו אי פעם (WMO, 2021).

מדענים מתארים את השפעות משבר האקלים כאחד מבין תשעת גורמי האיום האקולוגיים העיקריים על הכלכלה העולמית, הקשורים זה לזה, מושפעים מפעילות האדם ועלולים להגיע לנקודת אל-חזור בתנאי הקיום הנוכחיים של האנושות

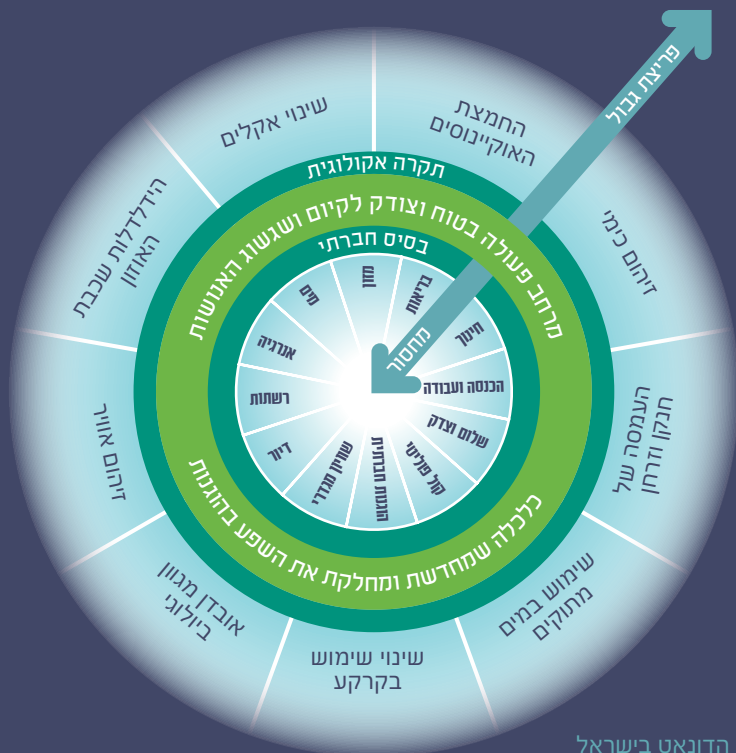
בעזרת המודל הכלכלי המכונה "מודל הדונאט" (Doughnut Model)² של קייט ראורת', פרופסורית לכלכלה באוניברסיטת אוקספורד, מדענים מתארים את השפעות משבר האקלים כאחד מבין תשעת גורמי האיום האקולוגיים העיקריים על הכלכלה העולמית, הקשורים זה לזה, מושפעים מפעילות האדם ועלולים להגיע לנקודת אל-חזור בתנאי הקיום הנוכחיים של האנושות. במקביל, המודל מתאר 12 צרכים חברתיים המושפעים

¹ NASA, Global Climate Change

² Doughnut Economics Action Lab

באופן משמעותי מתשעת גורמי האיום ודורשים התייחסות כוללת במטרה להגן על רווחת האנושות (שושן, 2021).

איור 1: "מודל הדונאט" של הכלכלנית קייט ראורת'



מקור האיור: קהילת כלכלת הדונאט בישראל

משבר האקלים והחקלאות הישראלית

משבר האקלים משפיע על כדור הארץ ברמות שונות. ישראל נמצאת באזור המהווה מוקדה (Hotspot) של השפעות קיצוניות כתוצאה משינוי האקלים (Waha et al., 2017). מדוחות של השירות המטאורולוגי ורשות המים עולה שהטמפרטורה בישראל עלתה בממוצע ב-1.4 מעלות צלזיוס ב-70 השנים האחרונות, ושמגמת העלייה צפויה להימשך, עם עלייה חזויה של 0.9-1.2 מעלות צלזיוס עד שנת 2050. על פי התחזיות והמודלים צפויה ירידה במשקעים ועלייה בתדירותן ובחומרתן של בצורות. בדומה, צפוי גם ריבוי ימים חמים ומיעוט ימים קרים (וגנר, חלפון ויצחק, 2021; יוסף ואח', 2019).

אחד התחומים שנפגעים בצורה משמעותית כתוצאה ממשבר האקלים, וצפויים להיפגע עוד, הוא החקלאות הישראלית. הפגיעה נובעת, בין השאר, מאירועי מזג אוויר קיצוניים. למשל, בחורף 2021-2022 נמדד הרצף הארוך ביותר של ימי קור מאז 1990 ונזק נגרם

לגידולי חיטה, ירקות ועצי פרי (ויינברגר, 2022). מצד שני, מגמת ההתחממות, המתרחשת גם בישראל, פוגעת במטעי עצי פרי נשירים, הזקוקים להצטברות מנות קור במהלך החורף לתנובת הפרי. מאז 1950 פחתו מספר ימי הצינה בחורף (ימים שבהם מגיעה הטמפרטורה מתחת ל-7 מעלות צלזיוס) באזורים שונים בארץ ב-3 עד 31 ימים בממוצע (טופורוב ואח', 2019).

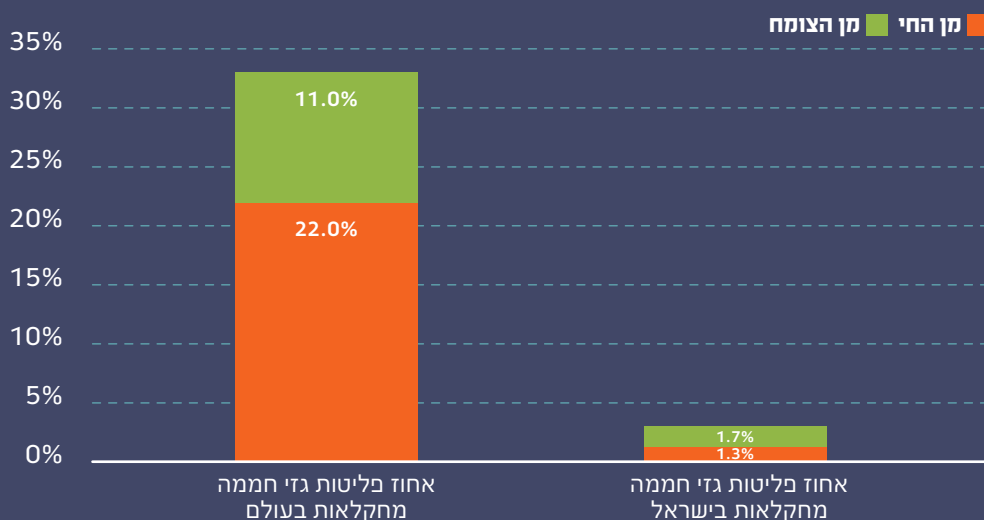
על פי דוח המנהלת הבין-משרדית להיערכות לשינוי האקלים, השפעותיו הצפויות של שינוי האקלים על החקלאות בישראל הן פגיעה ביבול ובאיכותו, שינויים בתפוקת משק החי, ירידה בדגה, עלייה בכמות המזיקים החקלאיים ופגיעה בבטחון המזון (המשרד להגנת הסביבה, 2021א). במסגרת "תוכנית יישום לאומית להתמודדות עם משבר האקלים 2022-2026" (המשרד להגנת הסביבה, 2021ב), נכתב פרק על מערכות מזון, הכולל את ההמלצות הבאות: הכנת תוכנית לאומית למערכות מזון מקיימות, בריאות ושווינויות; הגדלת ההשקעה במו"פ חקלאי מתקדם; תמיכה בחקלאות מקומית בת-קיימא; עידוד הייצור המקומי, שיווק וצריכה של מזונות מגידול מקומי; התאמת מערכות המזון לשינוי האקלים באמצעות קידום מערכות מזון בנות-קיימא; הפחתת צריכת חלבון מהחי ושיפור תנאי הגידול של בעלי החיים; וגיבוש תוכנית לאומית לצמצום בזבז מזון ולהצלת מזון. בהשוואה בינלאומית, החקלאות הישראלית ניחנה בחוסן אקלימי גבוה יחסית, כחלק מהחוסן האקלימי הכללי של ישראל, שעל אף שהיא נמצאת באזור סף מדברי ורגיש מבחינה אקלימית, היא מדינה מפותחת, בעלת תשתיות טובות, רמת השכלה גבוהה, יציבות פוליטית ועוד. כל אלה נותנים בידיה כלים להתמודדות טובה יחסית עם שינוי האקלים הצפוי (אמדור, 2022).

גם החקלאות הישראלית, מצידה, תורמת לחומרת משבר האקלים, אך בשיעור נמוך משמעותית ממדינות אחרות. בישראל, פליטות גזי החממה בענף החקלאות³ מהוות כ-3% מסך פליטות גזי החממה בישראל וכעשירית בלבד משיעור הפליטות בענף החקלאות בעולם, כאשר משק החי בישראל אחראי ל-1.3% מתוך הפליטות של החקלאות (כ-50% מכלל הפליטות מחקלאות בישראל) (הלמ"ס, 2018א). הסיבה לרמות הפליטה הנמוכות יחסית הן מיעוט השטחים החקלאיים, ניצול מי קולחים להשקיית שדות, מספר נמוך יחסית של בעלי חיים המגודלים למאכל ביחס לגודל האוכלוסייה והיעדר הצורך לברא שטחי יער לטובת גידולים חקלאיים (טופורוב ואח', 2019)⁴.

³ להוציא את רמות הצריכה, תעשיית המזון והפעילות החקלאית מחוץ לגבולות המדינה.

⁴ להרחבה על השפעת האקלים על החקלאות בעולם ראו **נספח 1**; להרחבה על ההשפעות החברתיות-כלכליות של שינוי האקלים ראו **נספח 2**.

איור 2: פליטות גזי חממה בענף החקלאות מתוך סך הפליטות, בישראל ובמדינות העולם



מקור הנתונים: הלמ"ס, 2018; עיבוד הנתונים: מכון יסודות

החלטת ממשלה בנוגע לשינוי האקלים

בשנת 2018 התקבלה בממשלה החלטה שעל ישראל להיערך לשינוי האקלים⁵. במסגרת החלטה זו הכירה מדינת ישראל בכך ששינוי האקלים אכן מתרחש, והכירה בצורך להיערך ולהסתגל אליו, תוך צמצום הפגיעה בציבור, בסביבה ובכלכלה. עוד נקבע, שכל משרד ממשלתי יבחן את אפשרויות יישום תוכנית ההיערכות לשינוי האקלים בענפים הנמצאים בחסותו ויגיש דוח שנתי על התקדמותו. את הדוח יגישו המשרדים באמצעות מנהלת בין-משרדית – המנהלת להיערכות לשינוי האקלים – בהובלת המשרד להגנת הסביבה, אשר אחראית על התיאומים בין המשרדים ועל ביצוע תוכנית אסטרטגית להיערכות לשינוי האקלים באמצעות ועדות משנה. באוקטובר 2021 אישרה הממשלה את תוכנית 100 הצעדים להתמודדות עם משבר האקלים, האמורה לספק מענה תקציבי לשלל פעולות להבטחת צמצום פליטות גזי החממה והיערכות לשינוי האקלים (קוריאל, 2021). במישור הבינלאומי קידמה ישראל באו"ם, בנובמבר 2021, החלטה לקידום חקלאות בת-קיימא (ברסקי, 2021). כמו כן, במהלך ועידת האקלים ה-26 של האומות המאוחדות הכריז ראש ממשלת ישראל על יעד של איפוס פליטות פחמן עד שנת 2050.

⁵ החלטת ממשלה 4079, היערכות ישראל להסתגלות לשינוי אקלים: יישום ההמלצות לממשלה לאסטרטגיה ותוכנית פעולה לאומית, 29.7.2018.

המושג בטחון מזון מוגדר כמצב שבו לכל אדם, בכל זמן, יש יכולת כלכלית ונגישות לאספקת מזון מספקת, בטוחה ומזינה, העומדת בצרכים ובהעדפות המזון שלו למימוש חיים בריאים ופעילים

לנוכח שינוי האקלים הרחבה הגדרת המושג בטחון מזון כך שתכלול גם את יכולתן של המערכות האקולוגיות לעמוד בזעזועים

מגפת הקורונה גרמה לעלייה מחודשת במספר האנשים הסובלים מאי-בטחון תזונתי

בפסגת המזון העולמית ברומא, שהתקיימה בשנת 1996, הוגדר המושג "בטחון מזון" כמצב שבו לכל אדם, בכל זמן, יש יכולת כלכלית ונגישות לאספקת מזון מספקת, בטוחה ומזינה, העומדת בצרכים ובהעדפות המזון שלו למימוש חיים בריאים ופעילים (FAO, 1996). לנוכח שינוי האקלים והשפעות האדם על הקרקע והסביבה, בשנת 2009 הורחבה ההגדרה כך שתכלול גם את יכולתן של המערכות האקולוגיות לעמוד בזעזועים זמניים, בין אם טבעיים ובין אם מעשה ידי אדם (FAO, 2009).

מגמות עולמיות בבטחון מזון ובביטחון תזונתי⁶

לפני מגפת הקורונה התייצב יחסית הביטחון התזונתי בעולם, ומשנת 2012 ועד 2020 מנתה האוכלוסייה המוגדרת כנמצאת במצב של אי-בטחון תזונתי כ-770 מיליון איש. מגפת הקורונה גרמה לעלייה מחודשת במספר האנשים הסובלים מאי-בטחון תזונתי, ובשנת 2020 עלה מספרם ב-118 מיליון איש בהשוואה ל-2019. כמו כן, בשנת 2020 הוגדרו 2.4 מיליארד איש כנמצאים רק מעט מעל לקו הרעב, בנוסף לאלה הנמצאים באי-בטחון תזונתי (FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2021).

רוב אוכלוסיית העולם הסובלת מאי-בטחון תזונתי חיה באזורים מרוחקים ובלתי נגישים בדרום אמריקה, באפריקה ובאסיה, אך גם במקומות אלו הבעיה העיקרית איננה ייצור המזון אלא הפצתו וזמינותו (Nally, 2016). קיימות סיבות רבות לחוסר יציבות שעלול לגרום לאי-בטחון תזונתי במקומות שבהם חיים ביום-יום בביטחון תזונתי יציב: שינוי האקלים, מצב כלכלי, אי-יציבות פוליטית, עלייה בתפוצת המזיקים, מחסור במים, מחסור

⁶ יש להבחין בין המושג בטחון מזון, שהוגדר בפסקה הקודמת ומתייחס לרמה הלאומית, ובין המושג ביטחון תזונתי, המתאר מצב שבו משק בית או פרט מקבלים גישה ישירה ויום-יומית למזון בכמות ובאיכות העונה על צורכיהם הבסיסיים. המושג ביטחון תזונתי מתבסס על כך שהמזון קיים, רק שצריך לדאוג שהוא יגיע לכולם. המושג בטחון מזון כולל גם את הביטחון התזונתי, אך הוא מתחיל כבר בשלב הבטחת עצם ייצור המזון.

באמצעי גידול ועוד⁷.

הביטחון התזונתי של אוכלוסיות רבות בעולם מושפע מאוד מכמות המשקעים ומתקופות של יובש ובצורת, וכן מסכסוכים אזוריים, הגורמים לזעזועים ולחוסר יציבות זמני (Jones et al., 2013). דוגמה לגורם זעזוע זמני היא מגפת הקורונה, אשר השפיעה, ומשפיעה עדיין, על בטחון המזון של אוכלוסיית העולם, ושל אוכלוסיית ישראל בכלל זה. על אף

על אף העובדה שמדינת ישראל נמנית עם המדינות המפותחות, אסון סביבתי (כגון עקות חום, סופות אבק או ממטרי בזק), עלול להשפיע על מצב החקלאות בישראל

העובדה שמדינת ישראל נמנית עם המדינות המפותחות, אסון סביבתי (כגון עקות חום, סופות אבק או ממטרי בזק) עלול להשפיע על מצב החקלאות בישראל, גם אם השפעה זמנית בלבד. במצב כזה, חלק מתושבי מדינת ישראל עלולים להיפגע מעליית מחירי המזון וכתוצאה מכך להידרדר לאי-בטחון תזונתי.

אתגרי בטחון המזון בישראל

בשנת 2016, כ-18% ממשקי הבית בישראל חיו באי-בטחון תזונתי, כש-8% מהם חיו באי-בטחון תזונתי ניכר (אנדבלד ואח', 2016).

ייצור מזון והבטחת בטחון מזון הם תלויי משאבים, כגון זמינות מים וקרקע, ולכן יכולים להיות מושפעים מאוד מאירועי מזג אוויר לנוכח שינוי האקלים

מספרים אלה מקבילים למספר משקי הבית בעוני. ייצור מזון והבטחת בטחון מזון הם תלויי משאבים, כגון זמינות מים וקרקע, ולכן יכולים להיות מושפעים מאוד מאירועי מזג אוויר לנוכח שינוי האקלים. מסיבה זו, ובשל העובדה שהחקלאות נסמכת על משאבים ציבוריים ומספקת גם תועלות עקיפות (חיצוניות) רבות, קיימת חשיבות יתרה ודרישה למעורבות ממשלתית להבטחת

בטחון מזון לציבור (אמדור, 2020). בנוסף, בשנת 2016 עמדה ההוצאה הממוצעת של משק בית בישראל לצורכי מזון על 18%, ההוצאה השלישית בגודלה של משק הבית. אלו הם נתונים גבוהים מהממוצע בהשוואה ל-51% ממדינות האיחוד האירופי ול-37% ממדינות ה-OECD (מבקר המדינה, 2021). עובדה זו מדגישה את יוקר המחיה, המקשה על מדינת ישראל להבטיח בטחון מזון לכל משקי הבית. קיימות דרכים שונות להבטיח בטחון מזון ולאפיין מראש את האמצעים השונים לספק בטחון מזון. אמצעים אלו כוללים, בראש ובראשונה, הכנת תוכנית אסטרטגית לאומית לבטחון מזון. תוכנית

⁷ למשל, העלייה בכמות המזיקים בחקלאות עקב שינוי האקלים ועיבוד היתר של שטחים חקלאיים משפיעה כיום על 5%-20% מהיבול של גידולי מפתח. נמצא שעל כל עלייה במעלת צלזיוס אחת, השפעת המזיקים עלולה לגרום לירידה של 10%-25% ביבולי החיטה, האורז והתירס בעולם (Deutsch et al., 2018).

מסוג זה כבר קיימת במדינות מפותחות רבות, ומתגבשת במדינות מתפתחות בסיועם של ארגונים רבים⁸. עד כה לא גובשה תוכנית אסטרטגית לבטחון מזון בישראל, אך יש לציין כי הנושא נמצא בתוכנית העבודה לשנת 2022 של משרד החקלאות⁹. אחת מהתוכניות האסטרטגיות בתחום בטחון מזון, שמהווה מודל למדינות נוספות, נכתבה על ידי חברת מקינזי עבור ממשלת יפן. התוכנית מראה את החשיבות בתמהיל נכון של שלושת רכיבי בטחון המזון: ייצור חקלאי מקומי, מלאי מזון במחסנים ויבוא. תמהיל זה משתנה בין מדינה למדינה על פי הכמות וסוגי המזון המיוצרים במדינה והתלות ביבוא להשלמת בטחון המזון (Goedde et al., 2017). בעידן של משבר האקלים, מדינה שהתלות שלה ביבוא גבוהה מדי תתקשה להבטיח בטחון מזון לתושביה אם המדינות שמהן מיובא המזון יעלו את מחיר המוצרים או יתקשו לספקם בשל מגבלות המשאבים טבעיים, פגיעה ביבולים כתוצאה משינוי האקלים, מלחמות, מגפות או חיכוכים פוליטיים (אמדור, 2022).

בעשורים האחרונים אנו עדים לקיפאון בייצור המזון בענף החקלאות בישראל, הנגרם, בין היתר, מצמצום הגידולים בחקלאות המקומית ומעלייה בתלות ביבוא, לצד טכנולוגיות פורצות דרך לייצור תחליפי חלבון ומזון אלטרנטיבי

בעשורים האחרונים אנו עדים לקיפאון בייצור המזון בענף החקלאות בישראל. קיפאון זה נגרם, בין היתר, עקב צמצום הגידולים (בעיקר הצמחים) בחקלאות המקומית ועלייה בתלות באספקת מזון מיבוא, לצד טכנולוגיות פורצות דרך לייצור תחליפי חלבון ומזון אלטרנטיבי. הגידול באוכלוסייה, העלייה בפיתוח עירוני, הצטמצמות השטחים החקלאיים והעלייה באיכות החיים ובצריכת מזון עתיר תשומות עלולים להקשות על הבטחת בטחון מזון לאומי. כיום, רק 20% מהקלוריות המסופקות לתושבי ישראל מקורן מגידולים חקלאיים מקומיים. 80% האחרות מקורן מיבוא, כולל כל המזון לגידול בעלי חיים (אמדור, 2020).

הגידול באוכלוסייה, העלייה בפיתוח עירוני, הצטמצמות השטחים החקלאיים והעלייה באיכות החיים ובצריכת מזון עתיר תשומות עלולים להקשות על הבטחת בטחון מזון לאומי

בשנת 2011 הוקמה בישראל המועצה הארצית לביטחון תזונתי, אשר נועדה לייעץ לשר הרווחה בנושא מדיניות הביטחון התזונתי. במחקר שערך

מרכז המחקר והמידע של הכנסת נמצא, שמאז 2019 מינוי חברי המועצה אינו בתוקף, ולא ברור מה תפקידה, תרומתה והאמצעים העומדים לרשותה למילוי תפקידה (מייזל, 2021). מסמך המדיניות של מכון יסודות בנושא בטחון מזון (אמדור, 2020) ממליץ על

⁸ World Food Program (WFP), [Country strategic planning](#)

⁹ אין לישראל תוכנית למקרה של משבר מזון עולמי – כך נחשף היום בוועדת החוץ והביטחון. דיון הוועדה בנושא הבטחת מלאי המזון לשעת חירום, 3.8.21, אתר הכנסת.

היערכות מקדימה והכנת תוכנית ארוכת טווח, אשר תתווה, על בסיס ניהול סיכונים, את תפקידה של החקלאות הישראלית באספקת בטחון מזון, בין היתר בעזרת תמהיל מתאים, המתבסס על התוכנית שהוכנה לממשלת יפן¹⁰.

אתגר שלישי: הבטחת ביטחון כלכלי

מעבר הוגן הוא חזון שמטרתו לייצר מערך של עקרונות, תהליכים ושיטות מקומיות ליצירת כוח כלכלי ופוליטי למעבר מכלכלה ממצה (חד-כיוונית) לכלכלה מעגלית, מתחדשת ומופחתת פחמן. על המעבר להיות צודק ושוויוני, כך שייצור שיתופי פעולה לבניית כוח עתידי, המבוסס גם על הפיצויים הנדרשים לאנשים שיאבדו את מקור פרנסתם

כאמור, מעבר הוגן הוא חזון שמטרתו לייצר מערך של עקרונות, תהליכים ושיטות מקומיות ליצירת כוח כלכלי ופוליטי למעבר מכלכלה ממצה (חד-כיוונית) לכלכלה מעגלית, מתחדשת ומופחתת פחמן. על המעבר להיות צודק ושוויוני, כך שייצור שיתופי פעולה לבניית כוח עתידי, המבוסס גם על הפיצויים הנדרשים לאנשים שיאבדו את מקור פרנסתם (Glover et al., 2019). מעבר שאינו הוגן במלוא מובן המילה, לא יממש את החזון¹¹.

מימוש חזון המעבר ההוגן מחייב ניהול תהליך בר-קיימא, הלוקח אחריות על מקצועות, אנשים וקהילות העשויים להיפגע מהתהליך ומהשינוי בתהליכי ייצור, ומוודא ש"אף אחד לא נשאר מאחור"

מימוש חזון המעבר ההוגן מחייב ניהול תהליך בר-קיימא, הלוקח אחריות על מקצועות, אנשים וקהילות העשויים להיפגע מהתהליך ומהשינוי בתהליכי ייצור, ומוודא ש"אף אחד לא נשאר מאחור" ("leave no one behind"). בתהליכי ייצור המזון שבהם עוסק הנייר הנוכחי, תשומת הלב מופנית לחקלאים ולעובדי שרשרת ייצור המזון המסורתית. בנוסף, גם חברות טכנולוגיות מזון פורצות דרך עשויות להיפגע מהתנהלות שאינה מיטבית, שעלולה לפגוע באימוץ הטכנולוגיות ובהפקת התועלת הציבורית הפוטנציאלית הגלומה בהן. מעבר לכך, מעבר לטכנולוגיות חדשות עלול ליצור פער חברתי בין אלו המסוגלים לממן צרכנות "ירוקה" ובין אלו שסיבלו מעליית המחירים ושעלולים להיחשף לאי-ביטחון תזונתי. המעבר לחקלאות מקיימת ולכלכלה בת-קיימא הוא הכרחי כחלק

המעבר לחקלאות מקיימת ולכלכלה בת-קיימא הוא הכרחי כחלק מההיערכות למשבר האקלים, אך אסור שהוא יבוא על חשבון צמצום הפערים החברתיים. החזון של מעבר הוגן מבקש לתת מענה למכשול זה

¹⁰ עוד על מצב תחום המזון בישראל והשינוי הנדרש ראו נספח 3.

¹¹ Climate Justice Alliance, [Just transition – A frame work for change](#)

מההיערכות למשבר האקלים, אך אסור שהוא יבוא על חשבון צמצום הפערים החברתיים. החזון של מעבר הוגן מבקש לתת מענה למכשול זה.

התפיסה של מעבר הוגן הופיעה לראשונה בשנות ה-70 של המאה ה-20 במדינת קנטקי, ארצות הברית, כאשר הנהגת עובדי מכרות הפחם הציעה כמה כלים לשיפור מעמד העובדים במעבר מכריית פחם לאנרגיות נקיות יותר. המושג עצמו, "מעבר הוגן", התפתח מתעשיית האנרגיה והברזל בגרמניה, כאשר המעבר לאנרגיה מתחדשת, אשר החל בתחילת שנות ה-60, הביא לכך שעיירות רבות במחוז נורדרין-וסטפליה נותרו ללא מקור הפרנסה העיקרי של תושביהן. לאחר כעשור, ובאמצעות מאמץ משותף של כל בעלי העניין, 90% מהשכירים השתלבו בטכנולוגיות החדשות (Rosemberg, 2017). הסיוע לשכירים שנותרו ללא פרנסה למצוא תעסוקה בטכנולוגיות האנרגיה המתחדשת מימש את תהליך המעבר ההוגן ויצר תנופת פיתוח כלכלי חדשה באזור, במטרה לוודא "שאף אחד לא נשאר מאחור". כיום, קיימים פרויקטים של גופים בינלאומיים אשר נשענים על תהליך המעבר ההוגן במטרה להשיב את הכורים לתעסוקה ולהפוך את המכרות וסביבתם לטבעיות (The World Bank, 2020).

כיום, תוכניות בינלאומיות מסוימות מתנות מימון פרויקטים בשימוש בכלים של מעבר הוגן, מהלכים שוויוניים ופרנסה לכל. יחד עם זאת, מדינות רבות מתקשות ליישם את עקרונות המעבר ההוגן בשל התנגשותם עם המדיניות הכלכלית הכוללת של כלכלת השוק

כיום, תוכניות בינלאומיות מסוימות, כגון ה"גרין דיל" של האיחוד האירופי¹², מתנות מימון פרויקטים בשימוש בכלים של מעבר הוגן, מהלכים שוויוניים ופרנסה לכל. יחד עם זאת, מדינות רבות מתקשות ליישם את עקרונות המעבר ההוגן בשל התנגשותם עם המדיניות הכלכלית הכוללת של כלכלת השוק, שבה התפיסה של "אף אחד לא נשאר מאחור" אינה תקפה (Holt-Gimenez and Altieri, 2013). לכן, השימוש בעקרונות המעבר ההוגן במדינות מפותחות מחייב שינוי משמעותי במדיניות הציבורית ומעבר מתפיסה של שוק חופשי ללא התערבות למדיניות של תכנון אסטרטגי.

על מנת לנסות ולשנות מצב זה פרסם ארגון העבודה הבינלאומי (International Labor Organization, ILO), מסמך חשוב ביותר, המפרט דרכי ניהול וביצוע עבור מקצועות וענפים שונים, ומצביע על החשיבות בבניית תוכנית מותאמת לכל מקצוע וענף על מנת להשיג את התועלות החברתיות, הכלכליות והסביבתיות (ILO, 2015). בימים אלה מקיים ארגון העבודה הבינלאומי מחקר חלוץ ("פיילוט") ליישום עקרונות המסמך בגאנה, בפרו ובפיליפינים.

מרבית המדינות המפותחות המיישמות כלים למעבר הוגן, ביניהן קנדה, ארצות הברית,

¹² להרחבה על תוכנית ה"גרין דיל" ראו נספח 4.

ניו זילנד ומדינות האיחוד האירופי (בעיקר ספרד וגרמניה), פועלות לטובת ביטחון כלכלי בתעשיית דלק המאובנים והמעבר לאנרגיות מתחדשות. היישום לא מתבטא בהכרח ברמת כלל המדינה, אלא ברמה מקומית, באזור גיאוגרפי מסוים שבו קיים צורך, ומתבטא יותר בתמיכה כלכלית מאשר בכלים החברתיים של מעבר הוגן, הכוללים גם שוויוניות. עובדה זו מייצרת חוסר שוויוניות אפילו בממד של התמיכות המתקבלות, שכן מהגרים ונשים, הפחות מיוצגים על ידי הגורמים המסייעים בקבלת התמיכה, לא זוכים בה כפי שזוכים גברים ומקומיים (Piggot et al., 2019). במדינות שהוזכרו נעשה שימוש במגוון כלים שונים ליישום מעבר הוגן, על פי הצרכים המקומיים של כל מקרה וכל מדינה. כלים אלה

כוללים, בין היתר, קידום כלכלי, מקור פרנסה, תמיכה חברתית, קידום אקולוגי סביבתי וקידום הפריפריה (Krawchenko and Gordon, 2021). מכאן אנו למדים, שהכלים למעבר הוגן מהווים רכיב מותאם ליעדי הפתרון בכל אחת מהמדינות ובכל אחד מהאזורים המעוניינים לקדם פיתוח כלכלי, חברתי וסביבתי.

בישראל, כמדינה קטנה, הצורך והאפשרות לספק מערך כלים לבטחון מזון ולהבטחת פרנסה כחלק מההיערכות להתמודדות עם משבר האקלים הם פשוטים יותר בהשוואה למדינות גדולות, ויכולים להוות מקרה בוחן והזדמנות לבחינת היתכנות לפתרון האתגר המשולש באופן הכולל את עקרונות המעבר ההוגן. מעבר לכך, השילוב של "אומת סטארט-אפ" לצד היישומים האגרוטכניים המתקדמים, הכוללים טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון טרי, יכול לשמש מודל לשימוש בכלים של מעבר הוגן בתחום החקלאות והמזון.

**בישראל, הצורך והאפשרות
לספק מערך כלים לבטחון מזון
ולהבטחת פרנסה כחלק מההיערכות
להתמודדות עם משבר האקלים הם
פשוטים יותר בהשוואה למדינות
גדולות, ויכולים להוות מקרה בוחן
והזדמנות לבחינת היתכנות לפתרון
האתגר המשולש, באופן הכולל את
עקרונות המעבר ההוגן**

**השילוב של "אומת סטארט-אפ" לצד
היישומים האגרוטכניים המתקדמים,
הכוללים טכנולוגיות פורצות דרך
לייצור מזון טרי, יכול לשמש מודל
לשימוש בכלים של מעבר הוגן
בתחום החקלאות והמזון**

השימוש במעבר הוגן ככלי מקיים

היום, יותר מתמיד, מדינות וקואופרטיבים גדולים מזהים את המעבר ההוגן כהזדמנות ולא כמכשול. חקלאי אשר יזהה עתיד טוב יותר בטווח הקצר או אפשרות לפיתוח מקצועי בטווח הארוך יהיה נכון יותר לשתף פעולה בתהליך (Anderson, 2019). יחד עם זאת, לא כל חקלאי מסוגל לאפשר לעצמו להתקדם במהירות לפיתוחים הטכנולוגיים, ולכן יש הצופים זינוק בשליטתן של חברות גדולות על חשבון חוות חקלאיות משפחתיות (Nuthall and Old, 2017). בנוסף, קיים חשש שהטכנולוגיה

תייטר את החקלאים השכירים, ועל כן קיימת חשיבות עליונה להקפיד על מעבר הוגן גם כלפיהם (Rotz et al., 2019; Eastwood et al., 2019).

מחקר שנערך בארצות הברית ובחן את ההזדמנויות והבעיות היכולות להיווצר ממעבר לבשר אלטרנטיבי ואת מידת היענות של חקלאי הבשר להיערך לקראת אפשרות של שינוי, מצביע על היענות לאפשרויות של גידול צמחים המשמשים לייצור תחליפי חלבון, גידול עדרים לטובת שימוש בתאים מתורבתים, מעבר לתעשיית הפרמנטציה והביו-ראקטורים ושימושים באמצעים אגרו-סביבתיים. יחד עם זאת, המחקר מצביע על חששם של החוואים מפני קריסה כלכלית בעקבות השינויים וחוסר יכולתם לקחת חלק בשינוי (Newton and Blaustein-Rejto, 2021).

מכאן עולה, שקיימת חשיבות רבה בהקניית "דרך" ו"כיוון" לחקלאים על מנת לספק מעבר הוגן ומקיים בעת הטמעת השינויים הטכנולוגיים ולאפשר התאמה נכונה לצורכי המערכת (Kemp and van Lente, 2011). בנוסף, חשוב להבדיל בין מהירות השינוי (פורץ דרך או מתון) ובין ההטמעה הסופית של הטכנולוגיה, כאשר שינויים משמעותיים עשויים להיות איטיים אך בעלי חשיבות רבה ויכולת הטמעה גבוהה. לכן, יש להסתכל על השינויים הטכנולוגיים לא רק במובן החדשני, אלא גם על יכולתם ליצור שינויים חברתיים (Geels, 2018).

מעבר לצורך העיקרי של חקלאים להתאים את עצמם לשינויים הצפויים, גם על חברות הטכנולוגיות להתאים עצמן לשינוי הצפוי. יתרה מכך, ההשתלבות של אותן חברות אינו מובטח כל עוד היחס אליהן לא יהיה כזה שייתן להן מקום ויכיר בחשיבות השתלבותן בשוק המזון לצמצום פליטות גזי החממה, לצמצום השימוש בקרקעות ולצמצום השימוש בבעלי חיים.

מן הראוי שהטכנולוגיות החדשניות, הן הקיימות כיום והן אלה שעתידות להתפתח בעתיד, ייצרו מצב שבו יהיו רק מורווחים, ללא מופסדים, בכל תחומי ענף המזון (Rose and Chilvers, 2018). יש להבין כי יצירת טכנולוגיות חדשניות, המבוססות על שיטות אגרו-סביבתיות ומתחשבות במעבר הוגן, דורשות קיום שיח עם כל המגזרים, מהחקלאים ועד לקובעי המדיניות, ובאחריותם ובאפשרותם של קובעי המדיניות לדאוג לשיח ולשיתוף כלל בעלי העניין (Kivimaa et al., 2019).

הצורך במעבר הוגן בישראל

כאמור, לענף החקלאות בישראל חשיבות מכרעת. יש לשמר את החקלאים והחקלאות בישראל ברמה שתאפשר המשך ייצור מזון טרי ואספקת מזון הולמת, תוך התחשבות בצפי גידול האוכלוסייה. במקביל, יש לנסח מדיניות שתבטיח בטחון מזון לכלל האוכלוסייה לאור האיום המתגבר של משבר האקלים. שילובן של טכנולוגיות פורצות דרך באמצעים של מעבר הוגן המתייחס לכלל בעלי העניין יכול לסייע למדינת ישראל להבטיח בטחון מזון ולצמצם את התלות ביבוא.

הכלכלה הקפיטליסטית שנהוגה בתחום החקלאות בישראל אינה מתיישבת עם תהליך המעבר ההוגן (Holt-Gimenez and Altieri, 2013). על כן, חייבת להיות הסכמה מדינית על הדרך שבה מיישמים מעבר הוגן בכלכלת ישראל, תוך התחשבות באופייה הקפיטליסטי-צרכני של המדינה. כמו כן, חשוב לנסות ולאפיין את הרפורמה שעתידה להתרחש בענף החקלאות המסורתית בישראל. הרפורמה תכלול את ביטול מכסי היבוא, ולכן תחייב רגולציה להגנה על חקלאים רבים שלא יצליחו להתחרות מול שוק היבוא. בנוסף, קיימת חשיבות עליונה להפנמת העובדה שהחקלאות המסורתית מושפעת מאוד ממזג האוויר. לעומת זאת, חקלאות בחממות, חקלאות אנכית ויצירת חלבון אלטרנטיבי באמצעות טכנולוגיות פורצות דרך מושפעות הרבה פחות ממזג האוויר ומשינוי האקלים. כתוצאה מכך, יש להבין שיש לבחון כל גוף חקלאי בנפרד, כבעל צרכים משל עצמו, ולא באופן גורף כפי שנהוג כיום (פסובסקי, 2021). עובדה זו מדגישה את הצורך בשינוי שיטת התמיכות, כפי שממליץ ה-OECD, ובמעבר מתמיכות עקיפות לתמיכות ישירות ולתמיכות הדורשות שיתופי פעולה בין בעלי עניין שונים, כפי שמתואר בתוכניות ה"גרין דיל" של האיחוד האירופי.

1.2 ענף החקלאות בישראל

בישראל, לחקלאות חשיבות לאומית, והיא תופסת מקום חשוב בערכיה הסביבתיים, התרבותיים, החברתיים והנופיים של המדינה. בנוסף, ישראל היא אחת המדינות היחידות שמשלבות מדיניות ביטחונית בשיקולים הבריאותיים, התזונתיים, הסביבתיים והכלכליים

בישראל, לחקלאות חשיבות לאומית, והיא תופסת מקום חשוב בערכיה הסביבתיים, התרבותיים, החברתיים והנופיים של המדינה. בנוסף, ישראל היא אחת המדינות היחידות שמשלבות מדיניות ביטחונית בשיקולים הבריאותיים, התזונתיים, הסביבתיים והכלכליים. התפיסה הביטחונית של החקלאות באה לידי ביטוי, למשל, בהקמת רפתות באזורי פריפריה לעידוד פיתוח האזור באמצעות יצירת מקור פרנסה, ובגידול חיטה במקומות שאינם בהכרח מותאמים לגידול זה לטובת הבטחת האחיזה בקרקע ושימורה (אביבי, 2011).

בשנת 2020 שימש ענף החקלאות מקור פרנסה ישיר לכ-98,000 איש ואישה (יהודים וערבים אזרחי ישראל, תושבי הרשות הפלסטינית ועובדים זרים). 64% מהם עסקו בגידולים צמחיים, 19% בגידול בעלי חיים והשאר בגידולים מעורבים ובחקלאות מים (הלמ"ס, 2021א). עובדים רבים נוספים התפרנסו מהענפים העוטפים את החקלאות: בתי אריזה וקירור, עיבוד תוצרת חקלאית ותעשיית המזון, מפעלי מספוא, דשן וכימיקלים ועוד (קופראק, 2020).

בעשרות השנים האחרונות נמצא ענף החקלאות בישראל במגמת דעיכה מבחינת חלקו

בכלכלה, בתעסוקה ובתוצר, בדומה למצב במדינות אחרות. הסיבה לכך היא הידלדלות הקרקעות החקלאיות ופגיעה בפוריותן כתוצאה מכך ועיור מואץ (זיידנברג, 2013). בנוסף, הממשלה מעודדת את הגדלת היבוא על ידי הורדת שיעור המכסים (ואף מקדמת לאחרונה ביטול כלל המכסים על פירות וירקות מיובאים), מה שתורם לחוסר הכדאיות של החקלאים המקומיים להמשיך ולייצר מזון. כל אלה גורמים לפגיעה בבטחון המזון בישראל לנוכח שינוי האקלים, המסכן תוצרי חקלאות רבים, שעתידיים להיפגע עוד יותר (אמדור, 2022).

בעשרות השנים האחרונות נמצא ענף החקלאות בישראל במגמת דעיכה, בעיקר בשל הידלדלות הקרקעות החקלאיות ועיור מואץ. בנוסף, הממשלה מעודדת הגדלת היבוא, מה שתורם לחוסר הכדאיות של החקלאים המקומיים להמשיך ולייצר מזון. כל אלה גורמים לפגיעה בבטחון המזון בישראל לנוכח שינוי האקלים

החקלאות המסורתית בישראל

החקלאות המסורתית נסמכת על משאב הקרקע לשם גידול התוצרת החקלאית וכוללת מגוון רחב של סוגי גידול. קיימות שתי תופעות הייחודיות לחקלאות הישראלית: האחוז הגבוה של קרקעות בבעלות המדינה (94%), והאחוז הגבוה של הייצור החקלאי שמקורו בקיבוצים ובמושבים (80%), גם לאחר שהופרטו (אסיף, 2016). עד לשנים האחרונות, המגמה בישראל הייתה של השקעה גדולה במחקר ופיתוח, הן ממקורות ממשלתיים והן ממקורות פרטיים, מה שתרם להתייעלות מתמדת בתפוקה החקלאית ולצמצום הצורך בידיים עובדות. לעומת זאת, בעשור האחרון מסתמנת ירידה חדה בפריון העבודה בחקלאות, מה שניתן להסביר במיקוד לא נכון של ההשקעות במו"פ ובצורך לייצר רפורמה מבנית במערך המו"פ בחקלאות (כספי, 2020). אף על פי כן, תחום המו"פ של החקלאות הישראלית הוא מהטובים בעולם, וכולל שיפורים ופטנטים המשרתים את החקלאות העולמית. יחד עם זאת, החקלאות מושפעת מאוד מהשינויים התנודתיים של מחירי התשומות בשווקים בין-לאומיים (אסיף, 2016).

קיימות שתי תופעות הייחודיות לחקלאות הישראלית: האחוז הגבוה של קרקעות בבעלות המדינה והאחוז הגבוה של הייצור החקלאי שמקורו בקיבוצים ובמושבים

תחום המחקר והפיתוח של החקלאות הישראלית הוא מהטובים בעולם, וכולל שיפורים ופטנטים המשרתים את החקלאות העולמית

לענף החקלאות הן תועלות ישירות - אספקת מזון טרי, מקומי ובריא - והן תועלות עקיפות רבות בתחומי החברה, הסביבה, הכלכלה, המדיניות והביטחון

לענף החקלאות הן תועלות ישירות - אספקת

מזון טרי, מקומי ובריא – והן תועלות עקיפות (חיצוניות) רבות בתחומי החברה, הסביבה, הכלכלה, המדיניות והביטחון. בין תועלות אלה חשוב לציין את התרומה הנופית, השמירה על שטחים פתוחים כמקור השבת מים לאגני הניקוז, מחזור פסולת כדשן, תרומות כלכליות לתעשיית המזון (מעבר לחקלאים המגדלים), אחיזה בקרקע כביסוס ביטחוני, תעסוקה בפריפריה וכן מחקר ופיתוח (צבן ואח', 2004). על אף ערכן הכלכלי של תועלות עקיפות אלו, החקלאים אינם מתוגמלים עליהן. לכן, למרות שבישראל לא קיים מנגנון תמיכות עבור תועלות עקיפות, חשוב מאוד לתמוך בחקלאים המספקים תועלות אלה (גינזבורג, 2014).

חקלאות וסביבה בישראל

עיקר התוצרת החקלאית בישראל מיוצרת על ידי חקלאות אינטנסיבית, אשר עושה שימוש בדשנים סינתטיים ובקומפוסט מבוצה של מכוני טיהור שפכים ומזבל בעלי חיים לעידוד היבול והתפוקה. ישראל מייבאת כ-50 אלף טונות חומרי דישון סינתטיים מדי שנה. גם בחומרי הדברה לטיפול במזיקים נעשה שימוש נרחב: כשתי טונות חומר פעיל לכל אלף דונם שטח חקלאי. ביחס לשטח ולתפוקה החקלאית, אלו רמות גבוהות של שימוש בחומרים מסוג זה בהשוואה למדינות אחרות בעולם (הלמ"ס, 2018ב).

על מנת לנטר את השפעות הפעילות החקלאית על הסביבה פיתחו ה-OECD וה-Eurostat מדדים המספקים מידע על רמות ההשפעה השונות, במטרה לסייע להתוות מדיניות שתטיב עם הסביבה ותתרום לפיתוח חקלאות מקיימת. מדדים אלו כוללים בדיקות של מאזן הזרחן והחנקן המוטמעים בקרקע והנפלטים ממנה, פליטות של אמוניה ממשק החי, גזי חממה, טיב המים וחומרי הדברה. מדדים נוספים, הנמצאים כיום בפיתוח, יתנו מענה לשימור הקרקע, לסחיפת קרקעות והמלחתן ולמצב המגוון הביולוגי. מניתוח המדדים בשנים האחרונות עולה שרמות החנקן, הזרחן וחומרי הדברה בקרקע בישראל גבוהות בהשוואה למדינות אחרות באיחוד האירופי (הלמ"ס, 2021ב). מדדים אלה יוכלו לסייע לעקוב אחר השינויים הסביבתיים כתוצאה מיישום הפעולות הנדרשות למימוש חקלאות בת-קיימא.

אחד המאפיינים הבולטים של החקלאות בישראל הוא השקיה במי קולחים. השימוש במים אלה גדל פי שלושה בשני העשורים האחרונים, וכיום כ-85% ממי הקולחים משמשים בחקלאות. כל עוד המים מוזרמים בהתאם לתקינה הישראלית, הם נחשבים בטוחים לשימוש. יחד עם זאת, ממחקרים עולה שמזהמים אורגניים, פתוגנים ושאריות של תרופות או כימיקלים אחרים הנמצאים במי קולחים עלולים להיקלט בצמחים ו/או לחלחל למי התהום ולגרום נזק סביבתי ו/או בריאותי. בנוסף, תקלה במתקני הטיפול בשפכים שתגרום להזרמת מים שאינם מטופלים בהתאם לתקינה הישראלית, עלולה גם היא לגרום נזקים לקרקע, לאגני הניקוז ולבריאות

הציבור (הקרב לבריאות וסביבה ומשרד הבריאות, 2020). באופן דומה, גם הוספת דשנים לקרקע, שינוי מבנה הנוף והגברת סחף הקרקע כתוצאה מעיבוד אינטנסיבי עלולים לגרום נזק (בן חיים, 2016). היבט נוסף של עיבוד חקלאי של שטחים נרחבים הוא שינויים במגוון המינים ודחיקת מינים מקומיים. יחד עם זאת, כפי שצוין לעיל, התרומות העקיפות של שטחי החקלאות גבוהות מהתרומות השליליות (צבן ואח', 2004), ועל כן, קיימת חשיבות לממשק חקלאי תומך סביבה, שידע לקדם סינרגיה בין ענף החקלאות לשימור הטבע (בן חיים, 2016).

טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון טרי

טכנולוגיות פורצות דרך משנות את השוק בתחום שהן מקדמות ומייצרות מוצר חדש, המשנה את כללי המסחר

לצד שיפורים טכנולוגיים, המגדילים את הפרייה בחקלאות ומאפיינים את הענף לאורך כל שנות קיומו, ולצד טכנולוגיות משלימות, אשר מביאות להתייעלות בתפוקה, לצמצום במשאבים ולשיפורים במדדים חקלאיים-סביבתיים לאורך שרשרת הערך של ייצור המזון, החלו להתפתח בשנים האחרונות טכנולוגיות פורצות דרך לייצור

מזון טרי. ככלל, טכנולוגיות פורצות דרך משנות את השוק בתחום שהן מקדמות ומייצרות מוצר חדש, המשנה את כללי המסחר. בתחום ייצור המזון כוללות טכנולוגיות אלה חקלאות אנכית (ורטיקלית), ייצור חלבון אלטרנטיבי (כולל מזון מתורבת) ועוד.

לטכנולוגיות פורצות דרך בייצור מזון טרי תועלות רבות להתמודדות עם האתגר המשולש. אל מול אתגר משבר האקלים הן מציעות צמצום השימוש בקרקע חקלאית ובחומרי דישון והדברה והשתחררות מהתלות בתנאי האקלים; אל מול אתגר בטחון המזון יש להן פוטנציאל לייצר מזון ללא חשש מפגיעה בפרייה בייצור כתוצאה ממשבר האקלים; ואל מול אתגר הביטחון הכלכלי הן מבטיחות פוטנציאל למקומות עבודה חדשים ולמקורות השתכרות חדשים

לטכנולוגיות פורצות דרך בייצור מזון טרי תועלות רבות להתמודדות עם האתגר המשולש. אל מול אתגר משבר האקלים הן מציעות צמצום השימוש בקרקע חקלאית ובחומרי דישון והדברה והשתחררות מהתלות בתנאי האקלים. יחד עם זאת, טכנולוגיות רבות עדיין דורשות אספקה גבוהה של אנרגיה ומים, מה שמקשה על העמידה בצורך לצמצם פליטות גזי חממה. אל מול אתגר בטחון המזון טמון בטכנולוגיות אלה הפוטנציאל לייצר מזון בהיקפים משמעותיים, ללא חשש מפגיעה בפרייה בייצור כתוצאה ממשבר האקלים. ואל מול האתגר השלישי – אתגר הביטחון הכלכלי – מבטיחות הטכנולוגיות פורצות הדרך פוטנציאל למקומות עבודה חדשים ולמקורות השתכרות חדשים, וזאת לצד הייצור החקלאי וכהשלמה לו.

טבלה 1: סקירת חלק מהיתרונות והחסרונות של ייצור מזון טרי בחקלאות מסורתית ובטכנולוגיות פורצות דרך על פי קריטריונים הרלוונטיים למסמך זה

| טכנולוגיות פורצות דרך | | חקלאות מסורתית | | |
|---|--|--|---|--------------------------|
| חסרונות | יתרונות | חסרונות | יתרונות | |
| תלויות חלקית בשינוי דפוסי התזונה; עדיין לא נכנסו לשוק ונדרשת הוכחת היתכנות כלכלית | בעלות פוטנציאל לייצור מקומי, נגיש, הנתמך במדיניות ממשלתית ומסייע בחיזוק בטחון המזון | אינה יכולה לספק את כל צרכי בטחון המזון של האוכלוסייה; תלויה במשאבי טבע שנמצאים בחסר או תחת משבר; מושפעת מאוד ממדיניות ממשלתית | מאפשרת ייצור מקומי, נגיש, הנתמך במדיניות ממשלתית ומסייע בחיזוק בטחון המזון | בטחון מזון |
| נסמכות על שימוש משמעותי במשאבי אנרגיה ומים | אינן תלויות בתנאי האקלים ובמצאי הקרקע; מסייעות בצמצום פליטות פחמן על ידי עידוד צריכת בשר מתורבת במקום בשר מן החי | ביגדולים שאינם מותאמי אקלים ובממשק קונבנציונלי: גורמת לפגיעה בסביבה, לבזבז מים ומשאבים נוספים, להמלחת קרקעות ולחוסר אפשרות לקבע פחמן באדמה | ביגדולים מותאמי אקלים חסכניים במים ובממשק בר-קיימא: מסייעת בהטמעת פחמן ובאצירתו בקרקע וכך תורמת לצמצום פליטות גזי חממה לאטמוספירה | משבר האקלים |
| עלויות להחליף מקורות פרנסה מסורתיים | בעלות פוטנציאל למקור פרנסה נוסף, לצד החקלאות המסורתית | מספקת מקור פרנסה לא יציב ותחת סיכון; קשיים בהכנסת דור חדש | מספקת מקומות עבודה ופרנסה; שומרת על שטחים פתוחים לטובת התיירות | פיתוח המרחב הכפרי |
| | אינן תלויות במשאב הקרקע שנמצא בחסר | מנצלת קרקעות טבעיות ופוגעת במגוון הביולוגי | מספקת תועלות עקיפות נרחבות: שיפור התזונה הבריאה, הגנה על הסביבה ומחזור המים, הבטחת שטחים פתוחים, תיירות, נוף, מורשת ועוד | תועלות עקיפות |

**באמצעות שילוב חדשנות
במערכת המזון הנוכחית, לצד
יישום עקרונות המעבר ההוגן,
יתחזק חוסן של שרשראות
האספקה, יקטנו טביעת הרגל
האקולוגית וההשפעה על מחזור
החיים של מערכת המזון ויגדלו
בטחון המזון והיציבות הכלכלית**

בשנים האחרונות הולכים ומתרבים סוגי טכנולוגיות פורצות דרך בתחום המזון והחקלאות. חדשנות במזון מאפשרת ייצור מזון טרי ואיכותי ללא תלות בעתודות מים וקרקע, משאבים אשר נהיים פחות זמינים עם התגברות משבר האקלים. באמצעות שילוב חדשנות במערכת המזון הנוכחית, לצד יישום עקרונות המעבר ההוגן, יתחזק חוסן של שרשראות האספקה, יקטנו טביעת הרגל האקולוגית וההשפעה על מחזור החיים של מערכת המזון¹³ ויגדלו בטחון המזון והיציבות הכלכלית.

להלן נסקור את טכנולוגיות המזון פורצות הדרך העיקריות.

גידולים אנכיים

קיימות כמה שיטות של גידולים אנכיים, שהמשותף לכולן הוא שהצמחים גדלים בצורה אנכית, ללא שימוש בקרקע.

🕒 **הידרופוניקה:** בשיטת גידול זו מוחדרים שורשי הצמחים לכוס גדילה, כאשר מים עם חומרי הזנה מוזרמים בתוך צינורות המערכת.

🕒 **איירופוניקה:** בשיטה זו גדלים השורשים במצע סיבי או גרגרי, תוך הבטחת לחות תמידית לשורשים התלויים באוויר (Ragaveena, Edward and Surendran, 2021).

🕒 **אקוופוניקה:** שיטה שמשלבת גידול הצמחים בצורה אנכית יחד עם סחרור המים בין הצמחים ובין מכלים או בריכות לגידול דגים. שיטה זו מאפשרת שימוש נוסף בשטח לטובת גידול נוסף – דגים – תוך ניצול חומרי הדשן הנפלטים מהדגים לטובת הזנת הצמחים, וסינון המים על ידי הצמחים ותהליכים בקטריאליים, מה שמאפשר את השימוש במים לגידול הדגים (Wilson and Goddek, 2019).

הגידול האנכי נעשה בקומות, במקומות כמו מחסנים ומבני תעשייה, גגות ומרפסות. גידולים אנכיים המתבצעים במקומות סגורים מספקים את כל צרכי הצמחים באופן מלאכותי ומבוקר: טמפרטורה, לחות, תאורה, פחמן דו-חמצני, מים ונוטריינטים (חומרי הזנה) (SharathKumar, Heuvelink and Marcelis, 2020). קיימים ארבעה סוגים של גידול אנכי, הנבדלים זה מזה במיקום הפיזי והגיאוגרפי, בהיקף גודלם, בהיקף השיווק או האספקה ובשימוש שהם עושים באמצעים מלאכותיים: מפעל גידול (מחסן), מכולה ניידת, חווה מקומית ומתקן גידול קטן. שני האחרונים מספקים בדרך כלל את תוצרי הגידול

¹³ ניתוח מחזור החיים (Life Cycle Analysis, LCA) הוא הערכת ההשפעה הסביבתית של מוצר או שירות במשך כל חייו.

באופן מסחרי מקומי (חנות ירקות או מסעדה) או כתוצר לבית או למשרד (Butturini and Marcelis, 2020).

טכנולוגיית הגידול האנכי רלוונטית וכלכלית כיום בעיקר לגידולי ירקות, עלים ירוקים למאכל (חסה, סלק עלים ועוד) וצמחי תבלין, כשהיתרון הגדול ביותר שלה הוא חיסכון בקרקע חקלאית. בכמה מקומות בעולם הוקמו מתקנים לגידול אנכי בתוך מחסני ענק, שלרוב נמצאים באזורי תעשייה בסמיכות לערים או בתוכן, ומשמשים לגידול עלים ירוקים, ירקות, פרחים וקנאביס. יש גם מקומות שבהם מוצבים מתקני הגידול בשטחים חקלאיים. במקרים אלה מופר הנוף החקלאי וקיים חשש לתועלות העקיפות הטמונות בגידולים בשטח פתוח (Burton, 2019). השימוש בשטחי גידול סגורים בתוך אזורי תעשייה עשוי לתרום לניצול מיטבי של השטח, ליעול הגידול באמצעות שימוש במקורות אנרגיה מתחדשים ובשיטות תאורה והשקיה חסכוניות, ולאפשר לשטחים החקלאיים להיבלע בתוך הנוף הטבעי. יתרון נוסף של חוסר התלות בקרקע חקלאית הוא מניעת זליגה של חומרי דישון לקרקע ויצירת עומס נוטריינטים, בעיה המהווה אתגר משמעותי ברמה עולמית (El-Nakhel et al., 2021). בנוסף, מתוצאות מחקרים עדכניים עולה שצמחים הגדלים בסביבה מלאכותית פגיעים הרבה פחות למחלות המועברות לצמחים בשטחי גידול פתוחים (Van Gerrewey, Boon and Geelen, 2021). לבסוף, לשיטת הגידול האנכי ערך נוסף, בכך שהיא מאפשרת יצירת עסקים מקומיים ואספקת מזון מקומית ומצמצמת את מרחקי השינוע של המזון ואת פליטות גזי החממה הנדרשות לאספקתו (Kozai and Niu, 2020).

מגמה טכנולוגית חדשה עושה שימוש בחממות גידול מתחת לפני הקרקע. השימוש באמצעי תאורה מלאכותיים מייצר את הצורך להעמיד חממות ענק על פני הקרקע, מה שיכול להיטיב עם משאב השטחים הפתוחים. יתרון נוסף הוא האפשרות לנצל את הטמפרטורה הקבועה השוררת מתחת לפני הקרקע ולחסוך אנרגיה רבה (Sawah, 2021). חממות מסוג זה הולכות ומתפתחות מתחת לשטחים עירוניים. למשל, מתחת לעיר לונדון באנגליה יש חממה בגודל חצי דונם, היכולה לספק מזון לכ-10,000 משקי בית (Kuypers, 2021).

האתגרים המרכזיים העומדים בפני טכנולוגיות הגידול האנכי הם מיעוט סוגי הגידולים שאפשר לגדלם כיום וההרגל לצרוך מזון ממקורות מסורתיים

בפני טכנולוגיות הגידול האנכי עומדים כמה אתגרים מרכזיים, המתבטאים באפשרויות הגידול המוגבלות יחסית. עד כה לא הצליחו לייצר מודל כלכלי לסוגי גידול נוספים, כמו חיטה, אורז ותפוחי אדמה, הדורשים תנאי תאורה מסוימים, שטח גדול והתאמות נוספות (Pattison et al., 2018).

השימוש בתאורה מלאכותית מהווה אתגר גדול ליצירת יתרון כלכלי וסביבתי, שכן הגידול האנכי צורך אנרגיה רבה ויש לבחון אמצעים להתייעלות אנרגטית בתחום זה. פתרונות אפשריים כוללים שימוש באנרגיה ממקורות מתחדשים ושימוש בתאורה חסכונית.

אתגר מרכזי נוסף טמון בהרגל לצרוך מזון ממקורות מסורתיים. התפיסה המקובלת בהקשר לגידול האנכי היא שלילית, בעיקר בשל חוסר הבנה ומחשבה שאיכות המוצר אינה יכולה להשתוות לגידול מסורתי. מסיבה זו, חשוב להעלות את המודעות ליתרונות של גידול מזון בשיטה זו וצריכתו (Allegaert, 2020).

החקלאות האנכית גדלה במהירות, והחדשנות הטכנולוגית המתפתחת סביבה משפיעה לטובה גם על פיתוח שיטות גידול מדויקות יותר בחקלאות המסורתית (Butturini and Marcelis, 2020). לחקלאות האנכית פוטנציאל גדילה משמעותי, הן מבחינת סוגי הגידול והן מבחינת שיטות הגידול והטכנולוגיות החדשניות. עם זאת, הענף עדיין מוגדר כחדשני, ויחס העלות-תועלת שלו, תפוצתו בשוק ומחזור החיים של שיטות הגידול (רמות פליטות גזי חממה לייצור), עדיין לא עולים על אלה של שיטות החקלאות המסורתיות (Tuomisto, 2019). נראה שהמשך התפתחות הענף תלוי בארבעה גורמים עיקריים: גורמים כלכליים (עלות מול תועלת), סביבתיים (תרומות ישירות ועקיפות), חברתיים (תעסוקה, כלכלה מקומית) ופוליטיים (היתרים, רגולציה וסטנדרטיזציה) (Benke and Tomkins, 2017).

תחליפי חלבון אלטרנטיבי לתעשיית הבשר והחלב

כיום קיים מגוון רחב של תחליפי חלבון לבשר ולחלב: חלבונים מהצומח, פטריות וחגבים (וחרקים אוכלי עשב נוספים). תחליף חלבון אלטרנטיבי נוסף לבשר, שמקבל לאחרונה תשומת לב רבה, הוא טכנולוגיית הדפסות תלת-ממד, הכוללות רכיבים צמחיים שונים, המדמים בשר בעזרת הדפסה של שכבות שונות, כגון שריר ושומן, ומייצרות מוצר הדומה מבחינת המרקם, הצבע והטעם לבשר מבעלי חיים.

במזרח הרחוק, צריכת חלבון צמחי מסויה נפוצה כבר שנים רבות. בשנים האחרונות היא הפכה פופולרית מאוד גם במדינות המפותחות כתחליף בריא ועשיר בחומצות אמינו לבשר ולמוצרי חלב (Smith Edge and Garrett, 2020). בנוסף לסויה, קיימים היום מזונות-על¹⁴, כגון מורינגה, מנקאי וקינואה, המספקים מגוון רחב של חומצות אמינו, ויטמינים ומינרלים.

סייטן, שהוא עיבוד של גלוטן ומדמה מאוד את צורת הבשר, נפוץ מאוד בתעשיית תחליפי הבשר במזרח הרחוק. גם אצות ים תופסות תאוצה כמוצר אלטרנטיבי לחלבון מן החי, וכיום תחום החקלאות הימית מספק מענה חשוב לייצור חלבון ומזון מקיים ומתפתח כטכנולוגיה חקלאית לכל דבר.

נראה שהתחליפים הקיימים מציעים מענה לתעשיית החלבון מבשר. הם מספקים רכיבי תזונה חיוניים, ללא ההשפעות השליליות הקיימות בצריכת חלבונים מחקלאות בעלי חיים אינטנסיבית, הצורכת משאבי קרקע ומים רבים, הן לגידול מזונם של בעלי החיים והן לגידול

¹⁴ מזון-על (superfood) הוא מונח שיווקי, המשמש לתיאור סוגי מזון מסוימים ומייחס להם יתרונות בריאותיים, הנובעים מכך שהם בעלי צפיפות תזונתית גבוהה.

**נראה שתחליפי החלבון
האלטרנטיביים מציעים מענה
לתעשיית החלבון מבשר. הם
מספקים רכיבי תזונה חיוניים, ללא
ההשפעות השליליות הקיימות
בצריכת חלבונים מחקלאות
בעלי חיים אינטנסיבית, הצורכת
משאבי קרקע ומים רבים ונעשה
בה שימוש בתוספי מזון, בתרופות
ובכימיקלים שונים**

בעלי החיים עצמם, ונעשה בה שימוש בתוספי מזון, בתרופות ובכימיקלים שונים. יתרון נוסף בצריכת חלבון מהצומח טמון בהיבט האתי: אין צורך לשלוח בעלי חיים למותם או להתישם בחליבות יום-יומיות על מנת לספק לאדם חלבון.

האתגר המרכזי בייצור תחליפי בשר הוא עיבוד החלבון, הצורך אנרגיה רבה, המגדילה את פליטות גזי החממה. אתגר נוסף נובע מכך שמדובר בתחליף "דבר האמיתי". חברות רבות בעולם מעדיפות לצרוך בשר בעלי חיים בשל שיקולים של תרבות, מסורת והרגלים ארוכי שנים. בנוסף,

מתוצאות מחקרים עולה שצריכת בשר מן החי מסייעת בגדילה פיזית ובהתפתחות קוגניטיבית, אך אין עדיין מידע על השפעתם של חלבונים אלטרנטיביים בתחום זה (Baltic and Moskovic, 2015).

**בענף החלב ניתן למצוא דוגמאות
לשינויים בהרגלי הצריכה ומעבר
מצריכת חלב פרה לצריכת חלב
אלטרנטיבי, בעיקר במדינות
המפותחות**

דווקא בענף החלב ניתן למצוא דוגמאות לשינויים בהרגלי הצריכה ומעבר מצריכת חלב פרה לצריכת חלב אלטרנטיבי, בעיקר במדינות המפותחות. הפיתוחים בענף זה כוללים, בין היתר, שימוש בסויה, שקדים, אפונה, אורז ושיבולת שועל, הן לייצור משקה והן לייצור מוצרי חלב נוספים, כגון יוגורט וגבינות (Doris, 2018). מחקר שבחן את

הסיבות והמוטיבציה לצריכת חלב מן החי ומן הצומח גילה שהסיבות לשתיית חלב מן החי כוללות יתרונות בריאותיים ותמיכה בחוות חלב (ברפתות מקומיות). הסיבות לצריכת חלב אלטרנטיבי כללו אף הן סיבות בריאותיות, אך בנוסף גם מגוון ערכים של סביבה ואתיקה (Haas et al., 2019).

חדירתם לשוק של כלל תחליפי החלבון האלטרנטיביים גדלה עם הזמן, אך עדיין נמוכה בהשוואה לצריכת בשר וחלב מן החי. בשנת 2021 הוערך שוק החלבון האלטרנטיבי בכ-49.70 מיליון דולר, והוא צפוי להגיע ל-126.84 מיליון דולר עד 2028¹⁵.

מוצרי בשר וחלב מתורבתים

ייצור מוצרי בשר וחלב מתורבתים מתבצע מחוץ לגופם של בעלי החיים, ישירות מאבני הבניין שלהם – התאים. כל שנחוץ הוא דגימה זעירה של תאים בעלי יכולת להתרבות במהירות ואחר כך להתמייין לסוגי התאים השונים המרכיבים את הבשר או החלב. דגימת

¹⁵ Vantage Market Research, 16.3.22

התאים הזעירה מתרבה וגדלה במכלים הנקראים ביוריאקטורים, שבהם חומרי מזון, כמו חלבונים, סוכרים, מינרלים וויטמינים. הייצור מתמקד בגידול רקמות הניתנות לאכילה, ובכך נחסך הצורך לגדל בעל חיים שלם, אשר חלקים רבים ממנו לא נאכלים לאחר השחיטה.

תעשיית הבשר והחלב המתורבת יכולה להשלים את חקלאות בעלי החיים, אך לא להחליף אותה. לתעשיית הבשר והחלב אחריות סביבתית, כלכלית וחברתית מרחיקה לכת, ומעבר גורף לשיטות גידול אקסטנסיביות יבוא על חשבון הקטנת התפוקה החקלאית המסורתית

תעשיית הבשר והחלב המתורבת יכולה להשלים את חקלאות בעלי החיים, אך לא להחליף אותה. לתעשיית הבשר והחלב אחריות סביבתית, כלכלית וחברתית מרחיקה לכת, ומעבר גורף לשיטות גידול אקסטנסיביות יבוא על חשבון הקטנת התפוקה החקלאית המסורתית. באמצעות שילוב שיטות גידול הדורשות משאבים רבים ופולטות פחות גזי חממה, מערכת המזון והחקלאות תצמצם משמעותית את טביעת הרגל האקולוגית שלה, תוך שמירה על תפוקה חקלאית גבוהה. על פי מחקר ניתוח מחזור החיים, בשר מתורבת, בהשוואה לבשר בקר מהחי,

צפוי להפחית ב-92% את השפעת גידול הבקר על האקלים כתוצאה מפליטת גזי חממה ולהשתמש ב-95% פחות קרקעות וב-78% פחות מים (Recht and Toubia, 2021).

תהליך הייצור של בשר מתורבת הוא קצר במידה משמעותית מגידול בעלי חיים, בקר בפרט, למטרות מזון. לדוגמה, סטייק בקר מתורבת גדל בתוך 3-4 שבועות, ואילו פרות נשחטות בגיל שנתיים עד ארבע וחצי שנים בממוצע¹⁶. נתון זה חשוב במיוחד בעת אירועי קיצון (כגון מגפה עולמית, מלחמה או אירועי אקלים), כאשר השוק משתנה באופן מהיר ומיידי, ויש צורך בגמישות בשרשרת הערך של תעשיית המזון כדי להבטיח בטחון מזון.

כדי לייצר בשר וחלב מתורבתים בקנה מידה גדול יש לפתח טכנולוגיות פורצות דרך, שיאפשרו הורדת המחיר באופן משמעותי. למשל, צריכת האנרגיה והמים וכמות הפסולת הנוצרת בתהליך יצירת מוצרי עוף מתורבת הן גבוהות יותר מאשר בגידול עוף חי. לכן, חשוב למצוא דרכים להשתמש באנרגיה מתחדשת ובכלכלה מעגלית על מנת להפחית את רמות פליטות גזי החממה ולהפוך את המוצרים למקיימים.

פיתוחים של בשר וחלב מתורבתים ותחליפי חלבון אלטרנטיביים מן הצומח מהווים טכנולוגיות פורצות דרך משמעותיות מבחינת הפוטנציאל שלהם לתרום לצמצום פליטות גזי חממה ולשינוי האקלים, לבטחון המזון הלאומי ולשמירה על יציבות כלכלית

בדומה למעבר של גידולי צמחים לתוך חממות סגורות, פיתוחים של בשר וחלב מתורבתים ותחליפי חלבון אלטרנטיביים מן הצומח מהווים

¹⁶ הטווח הגדול נובע מדרך הגידול של הפרה עד השחיטה, ברפת חלב או בחווה לגידול בקר (Vredenberg et al., 2021).

טכנולוגיות פורצות דרך משמעותיות מבחינת הפוטנציאל שלהם לתרום לצמצום פליטות גזי חממה ולשינוי האקלים, לבטחון המזון הלאומי ולשמירה על יציבות כלכלית. בתוך שנים בודדות הצליחו טכנולוגיות הייצור החדשניות להוזיל את מחירי הייצור של מוצרי בשר וחלב מתורבת באלפי אחוזים, והוזלה צפויה להימשך ולהגיע למחירי שוק אפשריים מבחינת הצרכן (Small, 2017).

הפיתוחים החדשניים בתחום זה מקבלים תמיכה כלכלית הולכת וגדלה מצד משקיעים מוסדיים, כמו קרנות העושר של איחוד האמירויות ושל סינגפור, מצד משקיעים יחידים, כמו ביל גייטס ולאונרדו דיקפרינו, ומצד חברות כמו גוגל וחברות המזון והבשר הגדולות בעולם, אשר רואות את החשיבות בחדשנות ומבינות את הפוטנציאל הרב הגלום בהשקעה בפיתוחים חדשניים בתחום זה¹⁷. בשנת 2018 עמד שוק חלבון הבשר האלטרנטיבי על 4.3 מיליארד דולר, ועד שנת 2025 הוא צפוי להגיע ל-8.3 מיליארד דולר¹⁸. להשוואה, בשנת 2020 עמד שוק הבשר העולמי על 868 מיליארד דולר, והוא צפוי לעלייה מתונה יותר של 1.157 טריליון דולר עד שנת 2025¹⁹.

לאור החשיבות הכלכלית, החברתית והסביבתית של התחום בישראל, ובראייה של "אומת סטארט-אפ", משרדי הממשלה ורשות החדשנות מעודדים חברות פורצות דרך לייצור מזון טרי בעזרת קולות קוראים למימון היבטים שונים.

ישראל מובילה עולמית בתחום החלבון האלטרנטיבי

תחום החלבון האלטרנטיבי בישראל, שמהווה את עיקר הפעילות בענף טכנולוגיות המזון, גייס בשנת 2022 454 מיליון דולר, שהם כ-15% מסך הכסף שהשקיעו קרנות הון סיכון בתחום בעולם. בשנת 2022 ניצבה ישראל במקום השני בעולם מבחינת השקעות בחלבון אלטרנטיבי: במקום הראשון היו חברות בארה"ב שגייסו 1.2 מיליארד דולר, אחריהן ישראל, ואחריה, בפער ניכר, צרפת, סינגפור, בריטניה וסין עם השקעות של בין 150 ל-200 מיליון דולר כל אחת. לפי הניתוח של GFI ישראל, תחום החלבון האלטרנטיבי מהווה 60% מכלל תעשיית הפודטק הישראלית מבחינת השקעות, וכ-29% מכלל תעשיית האקלים-טק הישראלית, שכוללת גם אגריטק, אנרגיה ירוקה, תחבורה חכמה ועוד (GFI Israel, 2023).

מה עוד נדרש על מנת להציב את ישראל כמנהיגה עולמית בתחום תחליפי החלבון? מתוצאות מודל משותף של The Good Food Institute Israel וחברת EY עולה, שבאמצעות השקעה של כמיליארד וחצי ש"ח במחקר, תשתיות ורגולציה, 55 אלף עובדים יתווספו לשוק העבודה בענף תחליפי החלבון, כאשר 22 אלף מהם יעבדו בתחומי ההייטק

¹⁷ [Is there enough meat for everyone?](#) Gates Notes, the blog of Bill Gates, April 2015.

¹⁸ Markets and Markets, [Plant-based meat market – global forecast to 2027](#).

¹⁹ Shahbandeh, M. (2021). [Global meat products market value 2020-2025](#).

ויהיו מועסקים ב-63 מפעלים קיימים וב-383 חברות סטארט-אפ בתחום. עוד מציג המודל החזרת מוחות ישראליים לשוק העבודה בישראל, רווחים נקיים ממס של 19 מיליארד שקל ומשיכה של 74 מיליארד שקל בהשקעות זרות, לצד הפחתה של 89% בפליטות גזי החממה, 87% מצריכת המים ו-60% משטחי המרעה (GFI Israel, 2022).

טכנולוגיות פורצות דרך משלימות בחקלאות

בשנים האחרונות התפתחו בתחום החקלאות טכנולוגיות השייכות למהפכה הירוקה, אשר יודעות לתת מענה חלופי לשיטות הגידול המסורתיות. אלו כוללות שימור זרעי בר, צמצום השימוש בהשקיה, דישון מושכל ושימוש בהדברה ביולוגית²⁰. טכנולוגיות חדשניות יותר יודעות גם לתת מענה פורץ דרך להתמודדות עם שינוי האקלים והצורך בהבטחת בטחון מזון. אלו כוללות טכנולוגיות טרנספורמטיביות, כגון מערכות חישה (בעזרת לוויינים, רחפנים וחיישנים), המספקות מידע ואפשרות ניהול מרחוק ליעול תפוקת הגידול של סוגי מזון רבים והשימוש בחומרי הדברה ודישון. קיימות גם טכנולוגיות משלימות, כגון שימוש ברשת האינטרנט לצורך הכשרה, הזמנת ציוד ורכש, פיתוח קשרי מסחר ועוד²¹.

הקשיים והפוטנציאל בשיתוף פעולה בין החקלאות המסורתית לטכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון

הבטחת בטחון מזון בתנאי התמודדות עם משבר האקלים דורשת שיתוף פעולה מצד כל בעלי העניין לצורך קידום מגוון הפתרונות לייצור מזון טרי הקיימים כיום, בין אם מקורם בחקלאות מסורתית ובין אם בטכנולוגיות פורצות דרך

הבטחת בטחון מזון בתנאי התמודדות עם משבר האקלים דורשת שיתוף פעולה מצד כל בעלי העניין לצורך קידום מגוון הפתרונות לייצור מזון טרי הקיימים כיום, בין אם מקורם בחקלאות מסורתית ובין אם בטכנולוגיות פורצות דרך.

כיום, אין שיתוף פעולה בין השחקנים בשני תחומים אלה. יתרה מכך, התפיסה הרווחת בחקלאות המסורתית היא שייצור מזון בטכנולוגיות פורצות דרך יתפוס את מקומה, יצמצם את חלקה ויפגע ביכולתה להתפרנס באופן יציב לאורך שנים. רבות מחברות הטכנולוגיה פורצת הדרך אינן מצליחות לייצר אמון ולהשתלב בענף החקלאות, מכיוון שהן נתקלות במכשולים ובהתנגדויות שפוגעות ביכולתן לממש את הפוטנציאל שלהן.

התפיסה הרווחת בחקלאות המסורתית היא שייצור מזון בטכנולוגיות פורצות דרך יתפוס את מקומה, יצמצם את חלקה ויפגע ביכולתה להתפרנס באופן יציב לאורך שנים

²⁰ הדברה ביולוגית היא הדברה הנעזרת באמצעים טבעיים להדברת מזיקים. לדוגמה, הצבת תיבות קינון לתנשמות, הניזונות מהמכרסמים החיים בשטח חקלאי ומצמצמות את אוכלוסיותיהם.

²¹ להרחבה על טכנולוגיות פורצות דרך משלימות בחקלאות ראו **נספח 5**.

על אף העדויות המדעיות הרבות להתחממות הגלובלית ולשינוי האקלים, בעלי העניין לא הפנימו עדיין את גודל ההשפעה הצפויה. מסיבה זו אין עדיין הסכמה על הצורך לבצע פעולות דחופות להתמודדות עם משבר האקלים. מצב זה מעמיד אתגר משמעותי בפני היכולת לחבר בין החקלאות המסורתית לטכנולוגיות פורצות דרך.

בנוסף, חקלאים רבים (בעיקר ממדינות מתפתחות ובעלי חוות קטנות) אינם מסוגלים לקיים את כל דרישות המדיניות לעמוד באינטנסיפיקציה של חקלאות מקיימת²², הכוללת התחשבות בחברה ובסביבה וצמיחה כלכלית. לחקלאים ולבני משפחותיהם צרכים נוספים, ולעיתים גם עבודות נוספות, והם מתקשים להתמודד עם השינויים הנדרשים בתחום החקלאות לצד הצורך להתמודד באופן יום-יומי עם קשיי פרנסה, בטחון מזון, כינוך, מחסור במשאבים טבעיים זמינים והצורך לעמוד בסטנדרטים חברתיים (Klapwijk et al., 2014). על כן, במקרים רבים מנסים החקלאים להתפשר ולשלב בין חקלאות לא מקיימת לחקלאות מקיימת, בעת שרמות ההכנסה שלהם, זמינות הטכנולוגיות החקלאיות וקבלת הכשרות מתאימות מגבירות או מצמצמות את הצלחתם לממש חקלאות מקיימת אינטנסיבית (Adolph, 2020). מעבר לכך, חקלאים רבים אינם ששים לשלב טכנולוגיות חקלאיות חדשניות כתוצאה מחוסר אמון במערכות וחוסר ידע. על כן, קיימת חשיבות עליונה להנגשה ולתמיכה מצד גורמים ממשלתיים או ארגונים אזרחיים כדי להצליח לשלב

טכנולוגיות פורצות דרך בחקלאות המסורתית (Woltering et al., 2019).

על אף הקשיים שמנינו לעיל, חיזוק הקשר ושיתופי הפעולה בין ענפי החקלאות המסורתית ליצרני המזון בטכנולוגיות פורצות דרך היא הדרך להצלחה ביישום צעדים של מעבר הוגן והסתכלות מקיימת על האופן שבו ניתן לספק בטחון מזון בעידן של משבר האקלים. לכן, יש לדברר את החשיבות של יצירת שיח משותף בין בעלי העניין השונים על מנת להצליח להבטיח בטחון מזון ופרנסה לכל. שיתוף הפעולה בין שני ענפי ייצור המזון (החקלאות המסורתית וטכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון) יוכל לצמצם את התלות ביבוא ולתרום להבטחת בטחון מזון.

ניהול נכון ומשולב של ייצור מזון בחקלאות מסורתית ובטכנולוגיות פורצות דרך יאפשר הגעה

חיזוק הקשר ושיתופי הפעולה בין ענפי החקלאות המסורתית ליצרני המזון בטכנולוגיות פורצות דרך היא הדרך להצלחה ביישום צעדים של מעבר הוגן והסתכלות מקיימת על האופן שבו ניתן לספק בטחון מזון בעידן של משבר האקלים

ניהול נכון ומשולב של ייצור מזון בחקלאות מסורתית ובטכנולוגיות פורצות דרך יאפשר הגעה לפוטנציאל המרבי של המדינה לספק בטחון מזון ולנהל כלכלה בת-קיימא

²² Sustainable Agricultural Intensification: תהליך שבו תפוקה חקלאית גדלה ללא השפעות סביבתיות או המרה של שטחים טבעיים לשטחי חקלאות (Pretty and Bharucha, 2014).

לפוטנציאל המרבי של המדינה לספק בטחון מזון ולנהל כלכלה בת-קיימא. המעבר לחקלאות מקיימת והצורך לערוך לשינויים, הן תפיסתיים והן יישומיים, ללא ודאות לגבי התוצאות, גורמים לנושא זה להיות טעון מבחינה חברתית, מגזרית וכלכלית. דווקא במצב זה, ניהול רב-שיח בין השחקנים השונים להשגת המטרות החברתיות, הכלכליות והסביבתיות של התמודדות מוצלחת עם האתגר המשולש יוכל להביא להגברת האמון והשקיפות בפני כלל הציבור ויאפשר תכנון מדיניות מוסכמת וארוכת טווח²³.

המדיניות הנוכחית להתמודדות עם האתגר המשולש

ישראל התחייבה לעמוד ביעדי האו"ם לשנת 2030 ולהגיע לאפס פליטות עד שנת 2050, אולם אין די במדיניות הנוכחית על מנת לעמוד ביעדים אלה. עובדה זו באה לידי ביטוי בתחומים שונים, שבהם מימון הפתרונות האפשריים אינו מקבל מענה והעשייה עצמה דלה.

**בישראל, כ"אומת סטארט-אפ",
קיימים האמצעים לייעל את
החקלאות המסורתית ולעודד
פיתוח טכנולוגיות חדשניות לייצור
מזון. המדיניות הנהוגה כיום עושה
מאמצים לעודד את החדשנות,
בישראל כחלק מהאג'נדה הכללית,
אך אין די בזה**

בישראל, כ"אומת סטארט-אפ", קיימים האמצעים לייעל את החקלאות המסורתית ולעודד פיתוח טכנולוגיות חדשניות לייצור מזון. המדיניות הנהוגה כיום עושה מאמצים לעודד את החדשנות בישראל כחלק מהאג'נדה הכללית, אך אין די בזה.

על מנת לעמוד ביעדים ולהתמודד עם האתגר המשולש יש לערוך שינויים רבים, ביניהם שינויים תרבותיים ושינוי הרגלי צריכה, וכן הקטנת הריכוזיות במשק וכוחם של התאגידים הגדולים בתעשיית המזון, יבואי המזון ורשתות השיווק (שמש ודוניץ,

2020). בעיות אלה קיימות גם במדינות רבות אחרות, אך הן דווקא רואות בהתמודדות עם האתגר המשולש נתיב להצלחה. בישראל קיימת הבנה לגבי הצורך להגדיל את מגוון מקורות המזון הטרי והכוונה לכיוון זה באמצעות הגדלת היבוא מצד אחד והשקעה ממשלתית במו"פ טכנולוגי מצד שני. אולם אין די בצעדים הננקטים, בין השאר מכיוון שאין הבנה מספקת לגבי ההכרח להתמודד באופן כולל עם האתגר המשולש. התמודדות נכונה ומוצלחת עם האתגר המשולש מחייבת הידברות משותפת בין בעלי העניין השונים והסתכלות הוליסטית על כלל התחומים הנכללים באתגר המשולש.

²³ ILO, The impact of climate change on employment: Transition management through social dialogue.

פרק 2:



מה רוצים להשיג?

מטרת המדיניות שעומדת בבסיס נייר מדיניות זה היא לייצר שיתוף פעולה בר-קיימא בין החקלאות המסורתית לטכנולוגיות פורצות דרך בתחום ייצור מזון לצורך מתן מענה לאתגר המשולש: א) התמודדות עם משבר האקלים והשפעותיו על הסביבה והחקלאות; ב) הבטחת בטחון מזון לאומי; ג) הבטחת ביטחון כלכלי לחקלאים ופיתוח המרחב הכפרי והפריפריה. כל זאת, תוך שימוש בעקרונות התפיסה של מעבר הוגן, במטרה לוודא ש"אף אחד לא נשאר מאחור".

פרק 3:

מה אפשר לעשות?

3.1 קריטריונים נורמטיביים וקריטריונים יישומיים לבחינת החלופות

על מנת לקבוע מדיניות נכונה, ישימה וצודקת נבחנו חלופות שונות, במטרה למצוא את החלופה שתשיג את מטרת המדיניות בצורה המיטבית. החלופות נבחנו לאור קריטריונים נורמטיביים וקריטריונים יישומיים, שנבחרו בטרם קביעת החלופות, במטרה להימנע מהטיה בדרך בחירתן.

בנוסף, נקבעה דרישת יסוד, שהיוותה תנאי סף לבחינת החלופות – עמידה בעיקרון של "אף אחד לא נשאר מאחור" – במטרה להבטיח פרנסה הוגנת לחקלאים ופיתוח המרחב הכפרי. חלופה שלא עמדה בדרישת היסוד נפסלה. חלופות שעמדו בדרישת היסוד נבחנו בכל אחד מהקריטריונים הנורמטיביים והיישומיים שנקבעו. שני סוגי הקריטריונים (הנורמטיביים והיישומיים) נבחנו בנפרד. חלופה שקיבלה ציון הגבוה מ-65% בקריטריונים הנורמטיביים נבחנה גם בשני הקריטריונים היישומיים שנקבעו. הקריטריונים שלאורם נבחנו החלופות השונות מפורטים בטבלה 2.

טבלה 2: הקריטריונים לבחינת החלופות

| מס' | שם הקריטריון | תיאור הקריטריון | תת-קריטריונים | משקל |
|-----|---|---|--|------|
| 1 | התאמת תהליכי ייצור המזון להתמודדות עם משבר האקלים | המידה שבה החלופה מקדמת את העמידה ביעדים המתבססים על ערכי קיימות: התאמה לשינוי האקלים וצמצום פליטות גזי חממה | א. צמצום פליטות הפחמן בתהליכי ייצור המזון בחקלאות ב. התאמות עקיפות בתהליכי ייצור מזון בחקלאות ג. חיסכון והתאמת צריכת המזון | 20% |

| מס' | שם הקריטריון | תיאור הקריטריון | תת-קריטריונים | משקל |
|-----|---|--|---|------|
| 2 | הבטחת התועלות העקיפות של החקלאות, פרנסת חקלאים ופיתוח המרחב הכפרי והפריפריה | המידה שבה החלופה מבטיחה את המשך השגתן של התועלות העקיפות של החקלאות – אפשרויות מגוונות לפרנסה הוגנת ובת-קיימא לחקלאים – וכן המשך הפיתוח הכלכלי, החברתי והקהילתי של המרחב הכפרי | א. מימוש התועלות העקיפות של החקלאות | 20% |
| | | | ב. מימוש התועלות הישירות של אספקת מזון והבטחת פרנסה | |
| | | | ג. עידוד אספקת מזון מחקלאות מקומית | |
| 3 | הבטחת בטחון המזון הלאומי | המידה שבה החלופה מחזקת את רכיבי בטחון המזון הלאומי: אספקה יציבה, מזון בריא, מחיר בר-השגה והתאמה תרבותית | א. רכיבי בטחון המזון | 20% |
| | | | ב. כלים להשגת בטחון מזון | |
| 4 | פיתוח ויישום של טכנולוגיות פורצות דרך בתחום ייצור המזון | המידה שבה החלופה מקדמת פיתוח ויישום טכנולוגיות פורצות דרך בתחום המזון | א. עידוד פיתוח טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון | 15% |
| | | | ב. יצירת שיתופי פעולה בין טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון לחקלאות המסורתית | |
| | | | ג. עידוד צריכת מזון מתורבת וחלופי לשימושי קרקע, מים ואנרגיה אינטנסיביים | |
| 5 | שימוש בכלים למעבר הוגן | המידה שבה החלופה כוללת תהליכים ושיטות שיאפשרו מעבר הוגן על בסיס יצירת כלכלה מקלילה ושיתופי פעולה בין בעלי העניין להשגת מטרה משותפת | א. הבטחת פרנסה ארוכת טווח לעוסקים כיום בייצור המזון ולתושבים במרחב הכפרי ובפריפריה | 15% |
| | | | ב. יצירת שיתופי פעולה בין כל בעלי העניין לטובת מימוש מעבר הוגן ופעולה לאור התפיסה של "אף אחד לא נשאר מאחור" | |

| מס' | שם הקריטריון | תיאור הקריטריון | תת-קריטריונים | משקל |
|-----|----------------|---|--|------|
| 6 | עלות מול תועלת | עלות החלופה אל מול התועלות (הישירות והעקיפות) שיופקו ממנה | א. יחס עלות-תועלת ישירה ועקיפה לייצור מזון בהתמודדות עם משבר האקלים | 10% |
| | | | ב. יחס עלות-תועלת ישירה ועקיפה להבטחת תועלות החקלאות, פרנסת החקלאים ופיתוח המרחב הכפרי והפריפריה | |
| | | | ג. יחס עלות-תועלת ישירה ועקיפה להבטחת בטחון המזון הלאומי | |
| | | | ד. יחס עלות-תועלת ישירה ועקיפה להבטחת פיתוח ויישום של טכנולוגיות פורצות דרך בייצור מזון | |
| | | | ה. יחס עלות-תועלת ישירה ועקיפה להבטחת כלים למעבר הוגן | |
| 7 | ישימות מעשית | המידה שבה ניתן ליישם את החלופה אל מול מכשולים וחסמים – טכנולוגיים, סביבתיים, כלכליים, תעשייתיים וחברתיים – שיכולים למנוע או לאפשר את יישומה | א. משך הזמן ליישום החלופה | 50% |
| | | | ב. מגבלות פיזיות | |
| | | | ג. מגבלות טכנולוגיות | |
| | | | ד. עלות יישום החלופה | |
| | | | ה. הון אנושי | |
| | | | ו. מגבלות נורמטיביות (חינוכיות, חברתיות וערכיות) | |
| | | | ז. אפשרות למדוד ולפקח על יישום החלופה | |

| משקל | תת-קריטריונים | תיאור הקריטריון | שם הקריטריון | מס' |
|------|--|---|----------------|-----|
| 50% | א. תמיכה של הדרג הנבחר (שלטון ארצי ומקומי) | המיידה שבה החלופה תזכה לתמיכה מצד כל בעלי העניין, החל מהתושבים והחקלאים, דרך חברות הטכנולוגיה וארגוני חברה אזרחית, ועד למקבלי ההחלטות והדרגים המקצועיים בממשלה, המשפיעים על תחומי המזון, האקלים והביטחון הכלכלי | ישימות פוליטית | 8 |
| | ב. תמיכה של הדרג המקצועי | | | |
| | ג. תמיכה של הציבור הרחב | | | |
| | ד. תמיכה של הציבור המקומי | | | |
| | ה. תמיכה של חברות טכנולוגיה פורצת דרך | | | |

3.2 כלי המדיניות והאתגר המשולש



בחמש החלופות שנבחנו בנייר זה מופעלים שישה כלי מדיניות, השמים כל אחד דגש שונה על רכיבי האתגר המשולש. בטבלה 3 מוצג הדגש שעם כל כלי מדיניות על כל אחד מהאתגרים.

טבלה 3: הדגש ששמים כלי המדיניות על כל אחד משלושת האתגרים

| מטבחון כלכלי | מטבר האקלים | מטבחון מזון | האתגר / כלי המדיניות |
|--------------|-------------|-------------|--|
| ● | ● | ● | עיצוב ויישום מדיניות לבטחון מזון לאומי |
| ● | ● | ● | עיצוב ויישום מדיניות להתמודדות עם מטבר האקלים |
| ● | ● | ● | עיצוב ויישום מדיניות לפיתוח המרחב הכפרי והפריפריה |
| ● | ● | ● | עיצוב ויישום מדיניות למקסום התועלות העקיפות של ענף החקלאות |
| ● | ● | ● | עיצוב ויישום מדיניות לפיתוח ולהטמעה של טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון |
| ● | ● | ● | עיצוב ויישום מדיניות לשימוש בכלים למעבר הוגן |

חלופה 1: "עסקים כרגיל"



בחלופה זו נמשכת המדיניות הקיימת, כאשר כל אתגר מטופל באופן נקודתי בשעת צורך ולא ננקטת מדיניות הנותנת מענה רוחבי וישיר לכלל האתגר המשולש.

חלופה זו כוללת כלי מדיניות קיימים, ביניהם:

1. המשך הרפורמה בחקלאות וביטול המכסים על יבוא מוצרי מזון טרי;
2. היערכות לשינוי האקלים בהתאם להבטחות שניתנו בוועידת האקלים COP26 (נובמבר 2021) לאיפוס הפחמן עד שנת 2050;
3. קידום מדיניות לפיתוח הכפר והפריפריה בהתאם לתקציבים ולהחלטות ממשלה בנושא;
4. קידום טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון, ללא מתווה מדיני למעבר הוגן.

חלופה 2: התמקדות במשבר האקלים ובבטחון מזון



חלופה זו מציבה במרכז קידום מדיניות לבטחון מזון לאומי ושיפור השפעתם של תהליכי ייצור המזון על ההתמודדות עם משבר האקלים, אך אינה פועלת לעיצוב וליישום מדיניות לפיתוח המרחב הכפרי והפריפריה. בחלופה זו קיימת השקעה בטכנולוגיות פורצות דרך באמצעות עידוד והשקעות ממשלתיות.

כלי המדיניות שחלופה זו כוללת:

1. עיצוב ויישום מדיניות לבטחון מזון לאומי;
2. עיצוב ויישום מדיניות להתמודדות עם משבר האקלים;
3. עיצוב ויישום מדיניות למקסום התועלות העקיפות של ענף החקלאות;
4. עיצוב ויישום מדיניות לפיתוח ולהטמעה של טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון.

חלופה 3: מעבר הוגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי



חלופה זו מציבה במרכז קידום מדיניות לבטחון מזון לאומי ודאגה לביטחון כלכלי, אך אינה פועלת לעיצוב וליישום מדיניות לשיפור השפעתם של תהליכי ייצור המזון על ההתמודדות עם משבר האקלים. בחלופה זו מיושמת מדיניות הכוללת פיתוח החקלאות ומימוש טכנולוגיות פורצות דרך כאמצעי לחיזוק בטחון המזון בעזרת שימוש בכלים של מעבר הוגן ופרנסה לכל.

כלי המדיניות שחלופה זו כוללת:

1. עיצוב ויישום מדיניות לבטחון מזון לאומי;
2. עיצוב ויישום מדיניות לביטחון כלכלי;
3. עיצוב ויישום מדיניות לפיתוח ולהטמעה של טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון;
4. עיצוב ויישום מדיניות לשימוש בכלים למעבר הוגן, תוך שמירה על העיקרון של "אף אחד לא נשאר מאחור".

חלופה 4: מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי



חלופה זו מציבה במרכז את שיפור השפעתם של תהליכי ייצור המזון על ההתמודדות עם משבר האקלים וקידום מדיניות לפיתוח המרחב הכפרי והפריפריה בעזרת שימוש בכלים של מעבר הוגן ופרנסה לכל. החלופה אינה פועלת לעיצוב וליישום מדיניות לבטחון מזון.

כלי המדיניות שהחלופה כוללת:

1. עיצוב ויישום מדיניות להתמודדות עם משבר האקלים;
2. עיצוב ויישום מדיניות לביטחון כלכלי;
3. עיצוב ויישום מדיניות למקסום התועלות העקיפות של ענף החקלאות;
4. עיצוב ויישום מדיניות לפיתוח ולהטמעה של טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון;
5. עיצוב ויישום מדיניות לשימוש בכלים למעבר הוגן, תוך שמירה על העיקרון של "אף אחד לא נשאר מאחור".

חלופה 5: מעבר הוגן, תוך התמודדות כוללת עם האתגר המשולש



חלופה זו מציבה במרכז קידום מדיניות משולבת לטיפול באתגר המשולש בעזרת שימוש בכלים של מעבר הוגן ופרנסה לכל. החלופה כוללת מדיניות של שיפור השפעתם של תהליכי ייצור המזון על ההתמודדות עם משבר האקלים, חיזוק בטחון המזון וחיזוק הביטחון הכלכלי, תוך פיתוח והטמעה של טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון.

כלי המדיניות שחלופה זו כוללת:

1. עיצוב ויישום מדיניות לבטחון מזון לאומי;
2. עיצוב ויישום מדיניות להתמודדות עם משבר האקלים;
3. עיצוב ויישום מדיניות לביטחון כלכלי;
4. עיצוב ויישום מדיניות למקסום התועלות העקיפות של ענף החקלאות;
5. עיצוב ויישום מדיניות לפיתוח ולהטמעה של טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון;
6. עיצוב ויישום מדיניות לשימוש בכלים למעבר הוגן, תוך שמירה על העיקרון של "אף אחד לא נשאר מאחור".

טבלה 4: סיכום כלי המדיניות שנכללים בחלופות השונות

| חלופה 5 מעבר הוגן, תוך התמודדות כוללת עם האתגר המשולש | חלופה 4 מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי | חלופה 3 מעבר הוגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי | חלופה 2 התמקדות במשבר האקלים ובבטחון מזון | חלופה 1 "עסקים כרגיל" | כלי המדיניות |
|---|---|---|--|-----------------------------|--|
| + | - | + | + | - | עיצוב ויישום מדיניות לבטחון מזון לאומי |
| + | + | - | + | - | עיצוב ויישום מדיניות להתמודדות עם משבר האקלים |
| + | + | + | - | - | עיצוב ויישום מדיניות לביטחון כלכלי |
| + | + | + | - | - | עיצוב ויישום מדיניות למקסום התועלות העקיפות של ענף החקלאות |
| + | + | + | + | - | עיצוב ויישום מדיניות לפיתוח ולהטמעה של טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון |
| + | + | + | - | - | עיצוב ויישום מדיניות לשימוש בכלים למעבר הוגן, תוך שמירה על העיקרון של "אף אחד לא נשאר מאחור" |

חלופה 1: "עסקים כרגיל"

הרצינול

חלופה זו מדמה מצב שבו לא קיימת יוזמת מדיניות לשינוי המצב הקיים, וכל מצב חירום או צורך שמתעורר נפתר באופן נקודתי, ללא ניהול בצורה מושכלת ומשולבת.

הסבר מפורט

בבחינת הדגש ששמים כלי המדיניות על האתגרים השונים (טבלה 3), ניתן לצפות מחלופה זו שלא תיישם אף אחד מהכלים באופן גורף, מלבד פיתוח והטמעה של טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון, בשל יכולותיה המתקדמות של מדינת ישראל בתחום האגרו-טק. יחד עם זאת, על אף ההשקעה בפיתוחים ישראליים על ידי גופי מימון שונים (רשות החדשנות ומשרד החקלאות), ניתן לצפות שאם מחירי המזון החליפיים המיוצרים בחו"ל יהיו נמוכים משמעותית ממחיר ייצורם בארץ, לא תיושם מדיניות לשימור חברות מקומיות. כתוצאה מכך, קרוב לוודאי שלא תימצא הצדקה למדיניות של "אף אחד לא נשאר מאחור", ולכן החלופה אינה עומדת בדרישת היסוד.

חלופה 2: התמקדות במשבר האקלים ובבטחון מזון

הרצינול

המדיניות הננקטת בחלופה זו מייחסת חשיבות רבה לחיזוק בטחון המזון, תוך התאמת דרכי ההתמודדות עם משבר האקלים.

הסבר מפורט

המדיניות בחלופה זו כוללת, בין היתר, שימוש בשטחים חקלאיים לתועלות עקיפות, כגון שמירה על שטחים פתוחים, עידוד מגוון ביולוגי, יישום פתרונות לקיבוע פחמן (הטמעת פחמן דו-חמצני בקרקע כחלק מתהליך התחדשותן של קרקעות חקלאיות) ויישום שימושים הצורכים פחות משאבים ואנרגיה. אולם החלופה אינה מעודדת גידולים מקומיים הדורשים משאבים רבים ואנרגיה רבה ותעדיף לייבא אותם, אינה עולה בקנה אחד עם צמצום משאבים והתמודדות עם משבר האקלים, ומתמקדת בייצור מזון התואם את האקלים הישראלי. חלופה זו מעודדת טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון, אך אינה מעדיפה חברות ישראליות דווקא כל עוד אין להן יתרון בהתמודדות עם משבר האקלים. כמו כן, החלופה אינה רואה יתרון בקידום מדיניות של פיתוח הכפר והפריפריה ותמיכה בחקלאים, ולכן בפועל מעודדת מינימום השקעה בייצור מזון מקומי תוך השלמות נדרשות

מיבוא, בכפוף לאפשרויות צמצום פליטות גזי החממה כתוצאה משינוע המזון ממדינות אחרות. חלופה זו אינה עומדת בדרישת היסוד, מכיוון שאינה מיישמת מדיניות של "אף אחד לא נשאר מאחור".

חלופה 3: מעבר הוגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי

הרציונל

חלופה זו משתמשת בכלי המעבר ההוגן במטרה ליישם מדיניות של בטחון מזון ודאגה לביטחון כלכלי.

הסבר מפורט

לאור השימוש בכלי המעבר ההוגן ובכלי מדיניות המבטיחים ביטחון כלכלי, חלופה זו תעמוד בדרישת היסוד של הבטחת פרנסה לכל ובעיקרון של "אף אחד לא נשאר מאחור". יחד עם זאת, הכלים למימוש המדיניות אינם כוללים התאמות למשבר האקלים. ייצור המזון והחקלאות יקבלו אומנם תנופה ועידוד, אך לא בהיבטים של צמצום פליטות גזי חממה או שימור הסביבה.

המדיניות בחלופה זו רואה חשיבות בכך שלכל אדם תהיה פרנסה ראויה, כך שניתן להניח שהחקלאות תזכה לתמיכות ולהשקעות משמעותיות על מנת לחזק את בטחון המזון, וכן שההשקעות בעידוד טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון יהיו גבוהות גם הן.

על אף חוסר ההתייחסות לשינוי האקלים, החלופה מחייבת הבטחת אספקת מזון מיבוא, גם בעת משברים מקומיים במדינות היבוא. על כן, התלות ביבוא עלולה לגרום להוצאות גדולות והולכות לתושבי המדינה עם התייקרות היבוא או עקב ניסיונות לפתח מענה למקורות המזון החסרים בארץ. מצב זה עלול להביא לירידה בבטחון המזון וביציבות הכלכלית של אזרחי המדינה.

יתרונות מרכזיים

- ❖ שאיפה ליצירת חברה המאפשרת לכל אדם (בדגש על חקלאים) לחיות ברמה כלכלית הוגנת.
- ❖ הבטחת בטחון מזון בעזרת פיתוח טכנולוגיות פורצות דרך, שמאפשרות אספקת חלבון זול ונגיש.
- ❖ השמת דגש רב על פיתוח הפריפריה והכפר ויצירת איכות חיים גבוהה יותר לכל. בכך, המדיניות תתרום לצמצום פערים כלכליים-חברתיים ולקידום אוכלוסיות הנמצאות כיום תחת איום בכל הקשור למצבן הכלכלי-חברתי.

⦿ הקניית בטחון מזון באופן גורף לכלל האוכלוסייה, בניגוד לחלופה 2, אשר אינה שמה דגש על פיתוח הכפר והפריפריה.

חסרונות מרכזיים

- ⦿ אי התמודדות עם משבר האקלים, וזאת בניגוד למדיניות העולמית.
- ⦿ עלות גבוהה למתן פתרונות בזק בהתמודדות עם אירועי אקלים קיצוניים, ותועלת נמוכה בשל אי נקיטת אמצעים מקדימים ומניעתיים להתמודדות עם משבר האקלים.
- ⦿ ירידה בשטחים הפתוחים ובמגוון הביולוגי, מה שישפיע ישירות על המשך הפחתת יכולות החקלאות לבדה לספק מזון לכל.
- ⦿ עלייה בזיהום האוויר ובתחלואה כתוצאה מאי התמודדות עם משבר האקלים, במקביל לשיפור בבריאות כתוצאה מחיזוק בטחון המזון.
- ⦿ קבלת תמיכה פוליטית לשימוש בכלים של מעבר הוגן תהיה מאתגרת כשלעצמה.

הציון הכולל של חלופה זו: 74

חלופה 4: מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי

הרציונל

חלופה זו משתמשת בכלי המעבר ההוגן במטרה ליישם מדיניות של התמודדות עם משבר האקלים ודאגה לביטחון כלכלי.

הסבר מפורט

חלופה זו משתמשת בכלי המעבר ההוגן ומיישמת מדיניות של "אף אחד לא נשאר מאחור", ובכך עומדת בדרישת היסוד. החלופה מקנה חשיבות רבה ליישום מדיניות להתמודדות עם משבר האקלים ורואה בפיתוח הכפר והפריפריה גורם משלים להצלחת המדיניות.

החלופה אינה רואה צורך בהתמקדות מיוחדת בבטחון המזון, ומאמינה שהשילוב של התמודדות עם משבר האקלים ופיתוח הכפר והפריפריה יאפשרו שגשוג כלכלי, ייצור מזון ובטחון מזון.

מעבר למדיניות שמתמקדת בצמצום גזי החממה, חלופה זו מקדמת באופן מובהק את התועלות העקיפות הסביבתיות של החקלאות, ומעודדת חקלאים להתמיד בייצור מזון מקומי שאינו דורש משאבי אנרגיה רבים. באופן משלים, החלופה מעודדת פיתוח טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון חלופי של מקורות חלבון מן החי. החלופה אינה רואה הכרח בהבטחת בטחון מזון, ובכך מחלישה את הישימות הפוליטית שלה.

יתרונות מרכזיים

- ⦿ שאיפה ליצירת חברה המאפשרת לכל אדם (בדגש על חקלאים) לחיות ברמה כלכלית הוגנת.
- ⦿ התאמות והיערכות להתמודדות עם משבר האקלים.
- ⦿ פיתוח הפריפריה והכפר כתועלת מדינית וביטחון כלכלי.
- ⦿ פיתוח ויישום טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון כחלק אינטגרלי מההתמודדות עם משבר האקלים.
- ⦿ שמירה על השטחים הפתוחים והמגוון הביולוגי.
- ⦿ חיזוק הפיתוח החקלאי לצמצום השימוש במשאבי אנרגיה גבוהים לייצור מזון.

חסרונות מרכזיים

- ⦿ נדרשת חשיבה מהפכנית של מקבלי ההחלטות, אשר מזניחים את הצורך בבטחון מזון ומאמינים שבטחון המזון יקבל מענה עקיף עם פיתוח הכפר והפריפריה וההתמודדות עם משבר האקלים.
- ⦿ קבלת תמיכה פוליטית לשימוש בכלים של מעבר הוגן תהיה מאתגרת כשלעצמה.
- ⦿ עלות גבוהה כתוצאה ממתן מענה לפיתוח הכפר והפריפריה ולהתמודדות עם משבר האקלים

הציון הכולל של חלופה זו: 76

חלופה 5: מעבר הוגן, תוך התמודדות כוללת עם האתגר המשולש

הרציונל

חלופה זו משתמשת בכלי המעבר ההוגן במטרה ליישם מדיניות שתתמודד באופן כולל עם שלושת האתגרים: בטחון מזון, משבר האקלים וביטחון כלכלי.

הסבר מפורט

חלופה זו רואה חשיבות במתן מענה לשלושת האתגרים בעזרת כלים של מעבר הוגן ויישום העיקרון של "אף אחד לא נשאר מאחור". החלופה מאפשרת קיום שיח בין כל בעלי העניין וחשיבה כוללת על תוכנית פעולה מקיפה. החלופה נשענת על ייצור מזון הדורש השקעה אנרגטית נמוכה, תוך עידוד טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון.

החלופה מעודדת שיח ותיאום בין החקלאות, התעשייה והמחקר, על מנת לתת מענה מיטבי ואינטגרטיבי של שילוב כוחות, להפקת תועלת מרבית, בעלת ישימות פוליטית גבוהה.

יתרונות מרכזיים

- נקודת מבט הוליסטית ומתן מענה לשלושת האתגרים גם יחד.
- פיתוח ויישום טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון כחלק אינטגרלי מההתמודדות עם משבר האקלים, הבטחת בטחון מזון ודאגה לביטחון כלכלי.
- שמירה על השטחים הפתוחים והמגוון הביולוגי.
- בטוח הארוך, תועלת גבוהה ועלות נמוכה.
- ישימות פוליטית גבוהה בזכות מתן מענה מלא לבעלי עניין רבים ומגוונים.

חסרונות מרכזיים

- נדרשת חשיבה יצירתית לצורך התמודדות מקבילה עם שלושת האתגרים, תוך ראייה כוללת ואינטגרטיבית.
- נדרש סנכרון ותיאום בין בעלי עניין רבים.
- קבלת תמיכה פוליטית לשימוש בכלים של מעבר הוגן תהיה מאתגרת כשלעצמה.
- בטוח הקצר נדרשת השקעה גבוהה.

הציון הכולל של חלופה זו: 87

טבלה 5: הציון המשוקלל של החלופות

| מספר החלופה ושמה | ציון משוקלל |
|---|---------------------------------------|
| חלופה 5: מעבר הוגן, תוך התמודדות כוללת עם האתגר המשולש | 87 |
| חלופה 4: מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי | 76 |
| חלופה 3: מעבר הוגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי | 74 |
| חלופה 2: התמקדות במשבר האקלים ובבטחון מזון | החלופה אינה עומדת בדרישת היסוד |
| חלופה 1: "עסקים כרגיל" | החלופה אינה עומדת בדרישת היסוד |

נייר זה עוסק בצורך ובהיגיון הטמון בשיתוף פעולה החקלאות המסורתית לטכנולוגיות פורצות דרך בתחום טרי, וזאת לנוכח האתגר המשולש שמולו עומד העולם: משבר האקלים, הצורך החיוני במגמות לחיזוק בטחון המזון בהתחשב במגמות גידול האוכלוסייה, והבטחת ביטחון כלכלי לכולם.

בשנים האחרונות אנו עדים לעוד ועוד תופעות מזג אוויר קיצוניות, דוגמת שריפות ושיטפונות, המתרחשות במקומות רבים בעולם כתוצאה מההתחממות הגלובלית. במקביל מתחוללות מלחמות שמשפיעות אף הן על מערכת המזון הגלובלית, ובשנים האחרונות היינו עדים להשפעתה של מגפה כלל-עולמית, שפגעה בתהליכי ייצור המזון ובבריאות האוכלוסייה ושינתה את כללי המשחק.

מדינת ישראל, שנמצאת באזור אקלים ייחודי, על שטח קטן וצפי לגידול של כ-75% באוכלוסייה בתוך כשלושה עשורים, אינה יכולה עוד להמתין ולצפות מהצד בנעשה ולהמשיך לטפל בבעיות אלה באופן נקודתי בלבד, כפי שנעשה עד היום.

נייר מדיניות זה מציע לאמץ גישה שונה, הן לבעיה והן לפתרונה. אנו מציעים להסתכל על אתגרי העתיד כאתגר משולש ומשותף, וזאת בשונה מהתפיסה המקובלת שמתמודדת עם כל אחד מהם בנפרד, ולבסס את הפתרון על העקרונות של מעבר הוגן ו"אף אחד לא נשאר מאחור".

אנו מציעים להסתכל על אתגרי העתיד כאתגר משולש ומשותף, וזאת בשונה מהתפיסה המקובלת שמתמודדת עם כל אחד מהם בנפרד, ולבסס את הפתרון על העקרונות של מעבר הוגן ו"אף אחד לא נשאר מאחור"

יישום עקרונות המעבר ההוגן מוכר ממדינות ומקהילות ברחבי העולם בהקשר של משבר האקלים, צמצום השימוש בדלקי מאובנים והצורך בצמצום פליטות גזי חממה. יחד עם זאת, השימוש בצעדי מדיניות המבוססים על עקרונות המעבר ההוגן במטרה לתת מענה לאתגרי בטחון המזון והביטחון הכלכלי לכל נמצא עדיין בחיתוליו.

מקומן של טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון כנדבך משמעותי ביכולת להתמודד עם

רכיביו של האתגר המשולש אינו ברור מאליו, וכך גם לא מקומן בתהליך המעבר ההוגן. אספקה נרחבת של מוצרי בשר וחלב אלטרנטיביים והרחבת השימוש בחקלאות מנותקת קרקע יכולות לחולל שינוי דרמטי בשחרור קרקעות המשמשות כיום לייצור מזון מן החי, ובכך ליצור יתרונות משמעותיים, הכוללים הפחתת הפליטות שמופקות בגידולי המזון הקיימים, צמצום הצריכה של משאבים טבעיים, כולל מים, ועמידה ביעדי פליטות הפחמן²⁴. יחד עם זאת, על מנת לטפל גם בהיבט של הביטחון הכלכלי מתוך האתגר המשולש, הטמעת טכנולוגיות פורצות דרך במערך ייצור המזון הכולל מחייבת הידברות ושיתוף פעולה נרחב עם החקלאים.

בהמשך לסקירה ולניתוח רכיבי האתגר המשולש בהקשר המקומי של ישראל, ומתוך ההבנה שקיימת חשיבות עליונה לגבש מהלכים שיאפשרו היערכות מלאה של המדינה מול המשברים הצפויים בעתיד הקרוב, בחנו בנייר זה חמש חלופות של יישום תמהילים שונים של כלי מדיניות להתמודדות עם האתגר המשולש. בכל אחת מהחלופות בחנו את

המידה שבה היא צפויה לתת מענה להתמודדות עם כל אחד מרכיביו של האתגר המשולש וכן עם האתגר המשולש כמכלול.

החלופות שבחנו הן: "עסקים כרגיל" (חלופה 1), תמהיל כלי מדיניות שלוקח בחשבון שניים מהאתגרים ללא מעבר הוגן (חלופה 2), שני תמהילי מדיניות המתחשבים, כל אחד, בשניים מהאתגרים בשילוב פעולה על פי עקרונות המעבר הוגן (חלופות 3 ו-4), ותמהיל מדיניות המתמודד עם כל שלושת רכיבי האתגר המשולש יחד, תוך שימוש בכלים של מעבר הוגן (חלופה 5).

ניתוח החלופות לאור הקריטריונים שהגדרנו לבחינת השגת מטרת המדיניות העלה שהחלופה שמתמודדת עם שלושת האתגרים יחד (חלופה 5) צפויה להניב את התועלת הגבוהה ביותר מבין החלופות שנבחנו. על אף ההשקעה המתחייבת בטווח הקצר ליישום חלופה זו, שבה מוטמעים כלים של מעבר הוגן, יש לה תועלות משמעותיות ומשתלמות בטווח הארוך. יתרה מכך, אנו סבורים שעל

ניתוח החלופות שנבחנו בנייר זה העלה שהחלופה שמתמודדת עם שלושת האתגרים יחד צפויה להניב את התועלת הגבוהה ביותר. על אף ההשקעה המתחייבת בטווח הקצר ליישום חלופה זו, שבה מוטמעים כלים של מעבר הוגן, יש לה תועלות משמעותיות ומשתלמות בטווח הארוך

אנו סבורים שעל מדינת ישראל לקחת חלק מוביל ומנהיג בחלוציות הטכנולוגית של ייצור מזון בריא ובר-קיימא, שיוכל לתת מענה לאתגרי ייצור המזון העולמיים ומשבר האקלים, וזאת תוך הוכחת ההיתכנות של מהלך מתואם בהתאם לעקרונות המעבר ההוגן

²⁴ בהתחשב בצורך של אותן טכנולוגיות לספק גם הן מענה לצמצום פליטות הפחמן בתחשיב מחזור חייהן.

מדינת ישראל לקחת חלק מוביל ומנהיג בחלוציות הטכנולוגית של ייצור מזון בריא ובר-קיימא, שיוכל לתת מענה לאתגרי ייצור המזון העולמיים ומשבר האקלים, וזאת תוך הוכחת ההיתכנות של מהלך מתואם בהתאם לעקרונות המעבר ההוגן.

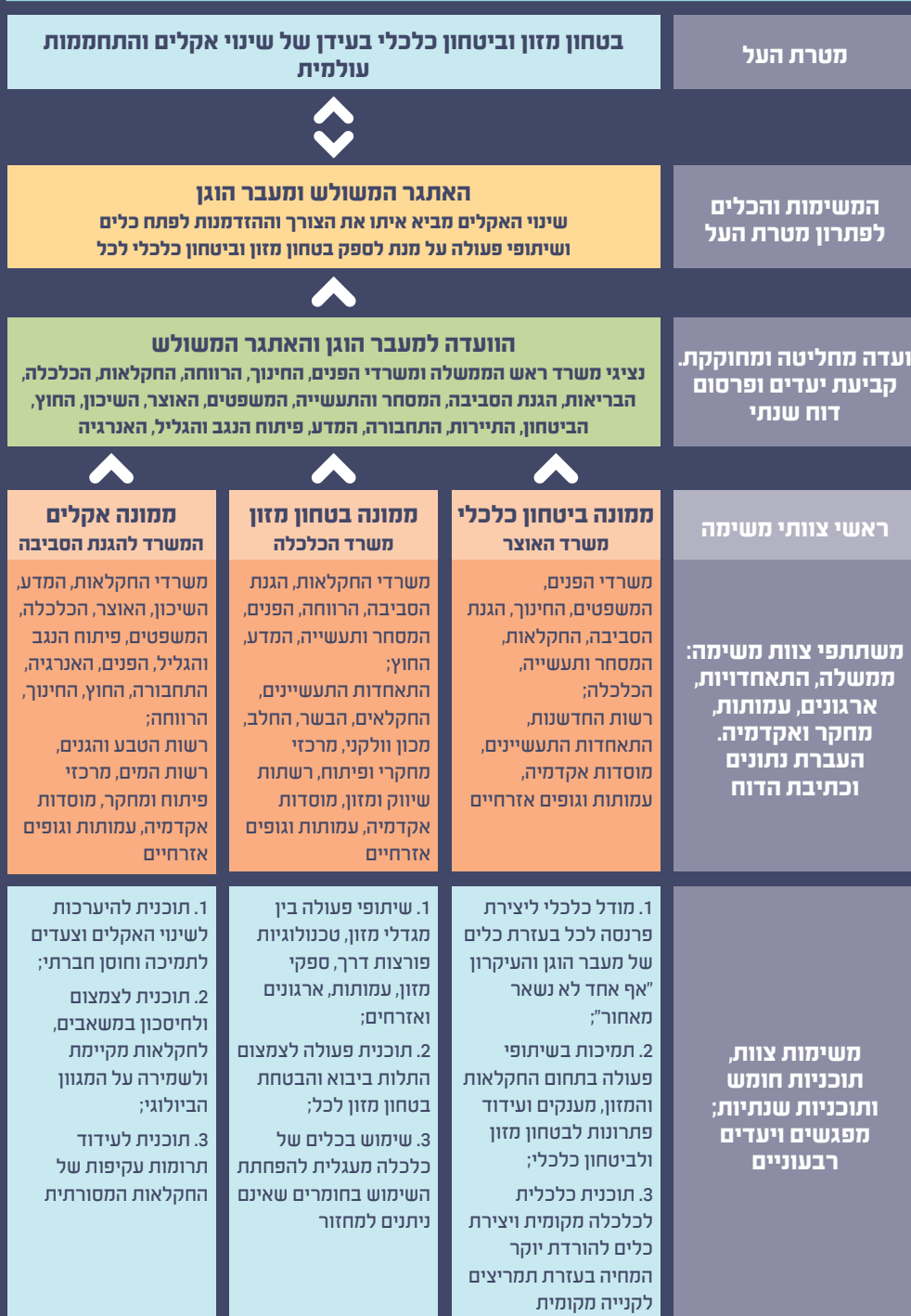
פעולה על פי המודל "מדיניות מוכוונת משימה"

יישומה של החלופה המומלצת, המוכוונת למתן מענה לאתגר רב-תחומי ומורכב, ראוי שייעשה בהתבסס על מודל מתאים של עיצוב ויישום מדיניות. אנו ממליצים על אימוץ המודל של "מדיניות מוכוונת משימה", המבוסס על עבודתה של פרופ' מריאנה מזוקטו (Miedzinski, Mazzucato and Ekins, 2019). מודל זה עוסק בפתרון בעיות ציבוריות מורכבות בעלות אתגר-על אסטרטגי, והוא בנוי על מעורבות של מגוון ענפים ותחומי ידע, שימוש בכלים של מדע, טכנולוגיה ויזמות ושיתופי פעולה בין המגזר הציבורי והפרטי כיסוד מנחה ובעל חשיבות מרכזית.

נקודת המוצא של המודל היא שהמשלה היא הגורם המוביל, צופה פני העתיד, שיוצר ומעצב שווקים, וזאת מתוך ידיעה שקידום חדשנות והתמודדות עם אתגרי-על דורשים נטילת סיכונים, שאת חלקם רק המשלה יכולה לקחת על עצמה. תהליך כזה ראוי שיוביל לעיצוב מדיניות שמבוססת על שילוב של הכוונה מלמעלה על ידי המשלה, יחד עם מתן מרחב לניסוי וטעייה מלמטה למעלה של הכוחות במגזר הפרטי, וזאת תוך קידום צמיחה כלכלית מכלילה, שמתייחסת לא רק לעצם הצמיחה אלא גם לכיוונה ולשותפים ביצירתה ובפירותיה.

עקרון מפתח במודל "מדיניות מוכוונת משימה" הוא פירוק אתגר-העל המורכב למשימות בעלות מטרות ברורות ומדידות. לכל משימה נדרשת הכנת תוכניות עבודה ממוקדות, חוצות ענפים ותחומים, תוך יצירת שיתופי פעולה בין המשלה, המגזר הפרטי, האקדמיה, ארגוני חברה אזרחית והציבור הרחב, הן בשלבי התכנון והן בשלבי הביצוע.

איור 3: תרשים פעולה להתמודדות עם האתגר המשולש על פי מודל "מדיניות מכוונת משימה" של פרופ' מזוקטו



התרשים פורש את אופי הפעולה המתבקשת, מתוך ההבנה שפתרון הבעיה אינו נמצא באחריותו של משרד יחיד זה או אחר. על מנת לספק את הפתרון הטוב ביותר נדרש שיח רב-תחומי משותף, הכולל גופים ציבוריים רבים, שחקנים מהמגזר הפרטי, מהאקדמיה ומארגונים אזרחיים, וזאת בנוסף למשרדי הממשלה שמובילים את המהלך.

הממשלה תקדם תוכנית רב-שנתית, הכוללת יעדי ביצוע מדידים. היעדים יחולקו לשלושה צוותי משימה – בטחון מזון, משבר האקלים וביטחון כלכלי – שיקיימו ביניהם מגעים שוטפים להפריה הדדית ולתיאום. ראשי הצוותים יהיו אמונים על ביצוע המשימות, תיאום הקשר הרב-משימתי וכתובה משותפת של דוח התקדמות שנתי.

טבלה 6: לוח זמנים לצוותי המשימה לשנתיים הראשונות

| רבעון 1 | רבעון 2 | רבעון 3 | רבעון 4 | רבעון 5 | רבעון 6 | רבעון 7 | רבעון 8 |
|--|---|--|---|--|---------|---------|---------|
| מפגשי הכשרה: 1. בטחון מזון 2. משבר האקלים 3. החקלאות בישראל ובעולם 4. מעבר הוגן ופרנסה לכל 5. טכנולוגיות מזון 6. כלכלה מעגלית | מפגשים עם בעלי עניין, מדענים, וארגונים אזרחיים למיקוד המטרות | קביעת מטרות לכל אחת מהמשימות וחלוקה לקבוצות משימה | כתיבת תוכנית פעולה לכל משימה; הכנת דוח מאגד לכל צוות והעברה לוועדה | הנחיות לשינויי חקיקה ותקנות, דרישות תקציב | | | |
| | | | | הכנת תוכניות פעולה מקומיות לפיילוטים | | | |
| | | | | יצירת שיתופי פעולה בין בעלי עניין שונים | | | |
| | | | | עיבוד תוכניות המשימה והטמעה בפיילוטים | | | |

על השימוש הנכון בכלי המעבר ההוגן להיות מתורגם לבניית שיח וליצירת שיתופי פעולה בין בעלי העניין השונים. עידוד ייצור מזון טרי מחקלאות מסורתית מקומית, שנעזרת בשימושים טכנולוגיים רבים, לצד טכנולוגיות פורצות דרך שמספקות מענה משלים, יוכלו לתת מענה להבטחת בטחון המזון. השילוב של ייצור מזון טרי עם שינוי בהרגלי התזונה יוכל להוביל לצמצום פליטות גזי חממה במקביל לשגשוג הכלכלה המקומית. כך תוכל להתפתח צמיחה כלכלית מכלילה, תוך התמודדות מוצלחת עם משבר האקלים.

אנו מאמינים שאימוץ המודל של "מדיניות מוכוונת משימה" יוכל להעביר את המיקוד של התמודדות עם האתגר המשולש מעיסוק בשיפורים מצומצמים, שמטרתם המרכזית היא לייצר "ערך לכסף", לעבר פתרונות שמונעים ממטרה ציבורית רחבה ומושגת על "ערך ציבורי" חוצה מגזרים. פתרון כזה יאפשר לישראל להיות מובילה עולמית בהוכחת ההיתכנות של התמודדות אפקטיבית ויעילה עם האתגר המשולש, תוך הבטחת קיומו של מעבר הוגן.

נספח 1: השפעת האקלים על החקלאות בעולם

עיקר פליטות גזי החממה בחקלאות מקורן בשלבי העיבוד ובניצול שטחי הקרקע הנרחבים, אך יש גם פליטות שמקורן בשרשרת האספקה: תהליכי שיווק, הובלה ושיונוע, קירור, עיבוד ואריזה, צריכה, ניהול פסולת ועוד. ככל שהמוצר הסופי מעובד יותר, כך רבות יותר פליטות גזי החממה במהלך ייצורו וטביעת הרגל האקולוגית שלו גדולה יותר

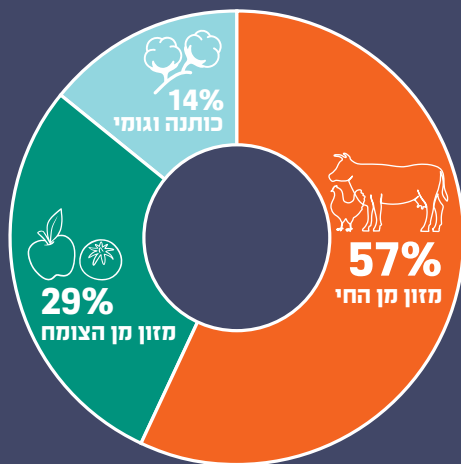
34% מכלל גזי החממה הנפלטים כתוצאה מפעילות האדם מקורם בפעילות חקלאית לייצור מזון, אולם נראה שהשפעת החקלאות הולכת ומתמתנת, שכן בשנת 1990 עמד אחוז הפליטות מפעילות חקלאית על 44% (Crippa et al., 2021). עיקר פליטות גזי החממה בחקלאות מקורן בשלבי העיבוד (מינוע, הדברה, דישון) ובניצול שטחי הקרקע הנרחבים, אך יש גם פליטות שמקורן בשרשרת האספקה: תהליכי שיווק, הובלה ושיונוע, קירור, עיבוד ואריזה, צריכה, ניהול פסולת ועוד. ככל שהמוצר הסופי מעובד יותר, כך רבות יותר פליטות גזי החממה במהלך ייצורו וטביעת הרגל האקולוגית²⁵ שלו גדולה יותר. עוד נמצא שכמות

גזי החממה הנפלטת מגידול ומעיבוד מוצרי מזון מן החי גדולה פי שניים (57%) מכמות גזי החממה הנפלטת מגידול ומעיבוד מזון מהצומח (29%). 14% הנותרים מקורם מייצור כותנה וגומי (איור 4)²⁶.

²⁵ טביעת רגל אקולוגית היא גודל השטח, על משאביו, שאדם או גוף צורכים. טביעת הרגל האקולוגית הממוצעת בישראל עומדת על 2.5 דונם לנפש.

²⁶ מתוך כלל גזי החממה הנפלטים מגידול ומעיבוד מוצרי מזון מן החי, 25% מקורם בתעשיית הבקר ו-8% בתעשיית החלב. בגידול ובעיבוד מזון מהצומח, 12% מכלל פליטות גזי החממה מקורם בגידול אורז. בשל הצפי שדות האורז במים למניעת צמיחת עשבים מתפתחים תנאים לשגשוג חיידקים הפולטים מתאן.

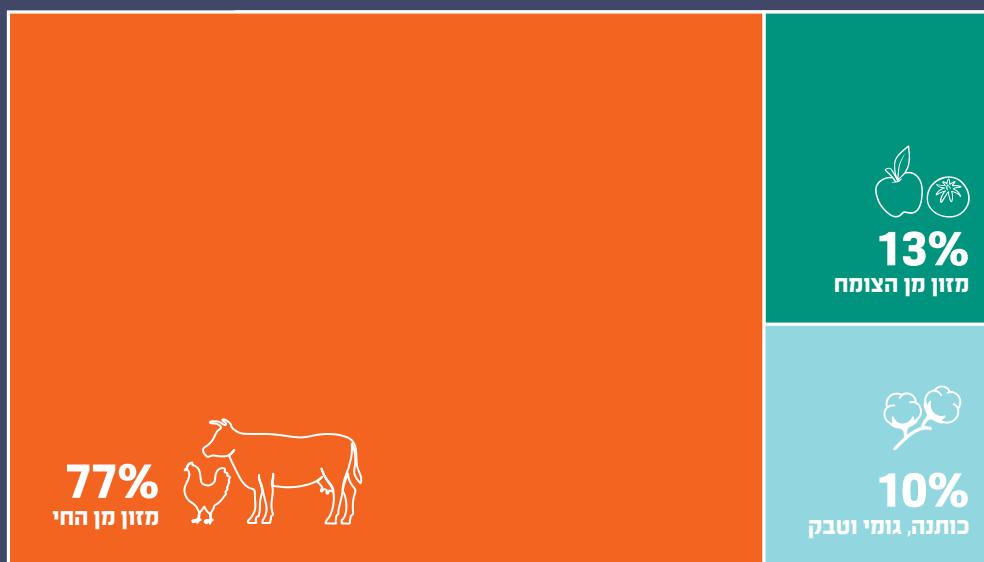
איור 4: אחוז פליטות גזי חממה מעיבוד שטחים וגידולים חקלאיים בקרקעות העולם



מקור הנתונים: XU et al., 2021
עיבוד הנתונים: מכון יסודות

בהסתכלות על היקפי שטחים עולה ששליש משטחי היבשה בכדור הארץ מנוצלים לטובת גידולי חקלאות, כאשר 77% מהם מנוצלים לצורך ייצור מזון מן החי, 13% לייצור מזון מהצומח וכ-10% לייצור טקסטיל, גומי וטבק (איור 5).

איור 5: שטח היבשה בכדור הארץ המנוצל לצורך גידולים חקלאיים



מקור הנתונים: XU et al., 2021; עיבוד הנתונים: מכון יסודות

מכל האמור לעיל עולה הצורך לצמצם את הצריכה ואת גידול המזון מן החי על מנת להקטין משמעותית את פליטות גזי החממה בעולם. על מדינות אשר שואפות להגיע לאיפוס פליטות עד 2050 להבין שהגעה לירידה של 80% מכלל פליטות גזי החממה תתבצע רק עם צמצום צריכת הבשר ב-74% (Buckwell and Nadeu, 2018).

השפעות חברתיות-כלכליות של שינוי האקלים

השפעותיו של שינוי האקלים על החקלאות וייצור המזון עתידות להיות משמעותיות, שכן ניכר שיהיו להן גם השלכות חברתיות-כלכליות נרחבות. ממחקרים היסטוריים סטטיסטיים עולה ששינוי האקלים יגרום לירידה בתפוקת הגידולים החקלאיים, מה שישפיע על מחירי המזון, יעורר בעיות באספקה ובאיכות התוצר, ובסופו של דבר יוביל לאי-ביטחון תזונתי. בעיקר יושפעו החקלאים וצרכני מזון בעלי הכנסה שאינה מאפשרת להם להשקיע במזון בריא ומזין. קיימים פתרונות מעשיים אשר יכולים לצמצם את הפערים ולבסס את בטחון המזון באזורים רגישים, כמו עידוד חקלאות מקיימת, צמצום הפסולת והתייעלות בניצול באנרגיה, אך לשם כך נדרשת התערבות אמיתית של הממשלות וניהול קפדני (Vermeulen, Campbell and Ingram, 2012).

אם שינוי האקלים יימשך ללא התערבות מדינית, עלייה של שתי מעלות צלזיוס תביא לכך ש-200 מיליון איש נוספים עלולים למצוא את עצמם בחוסר בטחון מזון, ואילו עלייה בארבע מעלות צלזיוס תביא לכך שמיליארד איש נוספים עלולים לסבול מחוסר בטחון מזון.

אם שינוי האקלים יימשך ללא התערבות מדינית, עלייה של שתי מעלות צלזיוס תביא לכך ש-200 מיליון איש נוספים עלולים למצוא את עצמם בחוסר בטחון מזון, ואילו עלייה בארבע מעלות צלזיוס תביא לכך שמיליארד איש נוספים עלולים לסבול מחוסר בטחון מזון²⁷.

על אף צמצום מספר העניים בעולם (בעיקר בשל האצת המשק במזרח אסיה), 80% מהעניים "הקשים" (המשתכרים פחות מ-1.9\$ ליום)

ו-75% מהעניים "המתונים" (המשתכרים פחות מ-3.1\$ ליום) מתגוררים בשטחי הכפר ובפריפריה, כאשר 45% מתוכם הם ילדים מתחת לגיל 15. למעלה משני שלישי מהעניים "הקשים" החיים באפריקה, בדרום אמריקה ובדרום מזרח אסיה עובדים בחקלאות. כמו כן, רבים מהעניים ה"מתונים" החיים באזורים אלה בעולם הם אנשים שיצאו ממעגל העוני הקשה לאחר שעזבו את החקלאות (Castaneda et al., 2016).

הצורך לצמצם את הפערים בין אוכלוסיות באזורים שונים בעולם עולה באופן חריף מתוך העובדה הבאה: בעוד ששני מיליארד איש חיים באי-ביטחון תזונתי, שליש מהמזון המיוצר בכל חלקי העולם אינו נאכל והופך לפסולת²⁸. מכאן שניצול יעיל של מזון מבוזבז יכול לספק מזון לחצי מהאוכלוסייה החיה באי-ביטחון תזונתי²⁹.

²⁷ WFM, What a 2°C and 4°C warmer world could mean for global food insecurity.

²⁸ UN Environmental Programme, Worldwide food waste.

²⁹ FAO, Food loss and food waste.

היבט נוסף הוא שאנשים רבים הסובלים מחוסר ביטחון תזונתי סובלים גם מעודף משקל. הסיבה לכך היא שהם אינם מסוגלים לשלם על אוכל מזין ובריא – ירקות, קטניות, זרעים וכדומה – ולכן מעדיפים לצרוך מנת בשר לא בריאה ולא מזינה בחנות המזון מהיר הסמוכה לביתם (Hall, 2019).

מצב תחום המזון בישראל והשינוי הנדרש

בשנת 2011, לאחר מחאת הדיור, מונה פרופ' מנואל טרכטנברג לעמוד בראש ועדה ציבורית לשינוי חברתי כלכלי, שהתבקשה להמליץ על פתרונות למצוקת יוקר המחיה. בתחום המזון המליצה הוועדה להגביר את היבוא בעזרת הורדה הדרגתית של המכס על מגוון מוצרים, עד לביטולו כליל (טרכטנברג, 2011). אולם נראה כי ההשפעה המצטברת של הרפורמות שנערכו בתחום המזון הייתה שולית, וכי הממשלה לא עקבה באופן ממצה אחר האפקטיביות של צעדיה ולא השתמשה בהמלצות ה-OECD לחשיפת המשק ליבוא (כרם-גילה, 2019). כמו כן, התמיכות הממשלתיות הישירות בענף נמוכות מהממוצע במדינות ה-OECD, והן כוללות תמיכות עקיפות שאינן מגיעות ישירות לחקלאים. על כן ממליץ ה-OECD לשנות את מבנה התמיכות הקיים בישראל (OECD, 2016).

כשליש ממשקי הבית בישראל חיים כיום בחוסר בטחון מזון, בעוד שלפני תקופת הקורונה עמד נתון זה על כחמישית ממשקי הבית. עובדה זו מצטרפת למגמת עליית מחירי הירקות והפירות בישראל ולמגמת העלייה ביבוא. כפועל יוצא, נוצר קיפאון בגידולים החקלאיים בישראל אל מול מחסור בקרקע להתחרות במשק היבוא. העלייה במחירי הירקות והפירות יכולה לגרום לירידה בצריכתם, לשינוי דפוסי התזונה ולפגיעה בבריאותם של אזרחים רבים, הסובלים מאי-בטחון כלכלי ותזונתי

כשליש ממשקי הבית בישראל חיים כיום בחוסר בטחון מזון, בעוד שלפני תקופת הקורונה עמד נתון זה על כחמישית ממשקי הבית (לתת, 2020). עובדה זו מצטרפת למגמת עליית מחירי הירקות והפירות בישראל בשני העשורים האחרונים, ולמגמת העלייה ביבוא כתוצאה מהסכמי סחר. כפועל יוצא, נוצר קיפאון בגידולים החקלאיים בישראל אל מול מחסור בקרקע להתחרות במשק היבוא (משרד החקלאות ופיתוח הכפר, 2019). העלייה במחירי הירקות והפירות יכולה לגרום לירידה בצריכתם, לשינוי דפוסי התזונה ולפגיעה בבריאותם של אזרחים רבים, הסובלים מאי-בטחון כלכלי ותזונתי (לתת, 2020).

מעבר לפגיעה הצפויה בחקלאות, חשוב לקחת בחשבון את גידול האוכלוסייה הצפויה בישראל בשלושים השנים הקרובות. עד שנת 2050 צפויה אוכלוסיית ישראל לעמוד על 16 מיליון תושבים

(הלמ"ס, 2017), מה שאומר שלא יהיה די באספקת המזון הנוכחית כדי לספק בטחון מזון לכל תושבי המדינה (אמדור, 2020). עובדה זו מחייבת את מקבלי החלטות לשנות את הגישה בתחום החקלאות, בהרגלי התזונה והצריכה, באופי יבוא המזון ובקידום טכנולוגיות חקלאיות. מדוח של פורום צפוף עולה שקיים הכרח לייבא על מנת להשלים אספקת דגנים

וסיבים צמחיים שאינם גדלים בישראל, ומהעובדה שהיצע החקלאות הקיים לא יוכל לספק את צורכי האוכלוסייה (אבינרי ואח', 2021). אולם לנוכח משבר האקלים, מדינות המייבאות דגנים וסיבים עלולות להיתקל במצב של אי-ביטחון תזונתי ויעדיפו להשאיר את התוצרת שלהן במדינה, לטובת אזרחיהן (קופראק, 2020). מצב כזה עלול להוביל לקריסת בטחון המזון של ישראל, אם לא יימצא לכך פתרון.

אחת הדרכים לחזק את בטחון המזון היא שינוי הרגלי התזונה והאכילה. כחלק משינוי זה, יש להקטין את בזבז המזון, המתבטא בצריכה מופרזת של מזון, בישול מזון בכמות עודפת ואחסנה לא ראויה. בשנת 2019 עמד אובדן המזון בישראל על כ-2.5 מיליון טונות, כמות המהווה כ-35% מייצור המזון בישראל. כמות זו כוללת אובדן מזון בשלבים שונים, ביניהם בשטחי הגידול, בשלבי הטיפול, האריזה וההפצה, אך יותר מ-50% מאובדן המזון מתרחש בקצה השרשרת, אצל הצרכן – משקי הבית ומוסדות (לקט ישראל והמשרד להגנת הסביבה, 2019; לתת, 2020). משפחות ישראליות רבות רגילות לערוך קניות שבועיות ואף דו-שבועיות, ולאחסן מזון רב במקרר ובמזווה. הרגל זה, לצד תרבות האירוח והתפיסה שעל המזון להיות זמין בכל רגע נתון, יוצרים מצב שבו משפחות רבות מכינות כמויות גדולות של מזון, שבחלקו מוצא את דרכו לאשפה לאחר כמה ימים. חוסר המודעות באשר לתוקפם של מוצרים אף הוא יוצר בזבז מזון, שכן משפחות רבות חוששות להמשיך ולאכול מזון מבושל שאוחסן במקרר הרבה לפני שהמזון התקלקל, ולעיתים זורקות לפח מוצרים ומזון שעדיין אפשר לאכול. בנוסף, מוצרים רבים שתאריך התפוגה שלהם חלף מושלכים לאשפה לאחר שנעשה בהם שימוש מועט, אם בכלל. מדוח של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה עולה שבמשך שנה משליך משק בית בישראל מזון בשווי של 4,200 ₪ בממוצע (הלמ"ס, 2014).

בניגוד לענפים יצרניים אחרים, ענף החקלאות מושפע במידה מכרעת משינויים במשאבי הטבע, כמו זמינות המים ואיכות הקרקע, שינויים שצפויים להחריף כתוצאה ממשבר האקלים. הסדרתם של משאבים טבעיים המוגדרים כציבוריים דורשת מעורבות ממשלתית, ויכולה גם להשפיע על התועלות הציבוריות הנובעות מנובעות מבטחון מזון לאומי, כגון בריאות, חוסן לאומי, פיתוח כלכלי ושמירת טבע

בניגוד לענפים יצרניים אחרים, ענף החקלאות מושפע במידה מכרעת משינויים במשאבי הטבע, כמו זמינות המים ואיכות הקרקע, שינויים שצפויים להחריף כתוצאה ממשבר האקלים. הסדרתם של משאבים טבעיים המוגדרים כציבוריים דורשת מעורבות ממשלתית, ויכולה גם להשפיע על התועלות הציבוריות הנובעות מבטחון מזון לאומי, כגון בריאות, חוסן לאומי, פיתוח כלכלי ושמירת טבע. לישראל אין תוכנית אסטרטגית לבטחון מזון, ולכן מומלץ להכין תוכנית אסטרטגית, הכוללת מדדים כמותיים של יעדי הייצור בישראל, כדי שאפשר יהיה לאזן בצורה נכונה בין ייצור המזון באספקה מקומית לאספקת מקורות מזון מיובאים, על בסיס ניהול

סיכונים (אמדור, 2020). בשנת 2014 פרסמה המועצה הלאומית לביטחון תזונתי מסמך בשם "תכנית לאומית להבטחת ביטחון במזון לבתי אב בישראל", המתייחסת לפן הרווחתי של בטחון המזון³⁰, ובימים אלו שוקדים במשרד החקלאות על תוכנית מבורכת וחשובה לפתוח חטיבה בין-משרדית להקמת תוכנית לאומית לבטחון מזון.

³⁰ המועצה הלאומית לביטחון תזונתי, תכנית לאומית להבטחת ביטחון במזון לבתי אב בישראל

נספח 4: תוכניות ותקציבים לפעולה

תוכנית ה"גרין דיל" (Green Deal) של האיחוד האירופי, השואף להיות היבשת הראשונה שתגיע לאיפוס פחמני עד שנת 2050, חלוצה בהתמודדות עם משבר האקלים בראייה של פיתוח והזדמנות לאור הצורך המתגבר בצמצום פליטות גזי החממה (European Commission, 2019). התוכנית מכירה בקשר ההדוק בסחר המזון בין מדינות מיבשות שונות, ועל כן מתכננת לתמרץ מדינות מחוץ לאיחוד האירופי להניע תוכניות לצמצום טביעת הרגל האקולוגית, לשוויון ולבטחון מזון (European Commission, 2020). התוכנית שמה דגש גם על המשך אספקה וגידול של מזון, אך בתעודף מזון שיוצר בתנאים סביבתיים הולמים. בעזרת תמריצים כגון שימוש בשיפורים טכנולוגיים והקצאות תקציביות ומשאבים, מזון זה יימכר במחיר נמוך יותר מהחלופות הפחות סביבתיות. על אף שתוכנית ה"גרין דיל" מתבססת על שיתוף פעולה מצד כל בעלי העניין, מ"החקלאי ועד למזלג", קיים צורך בהגדלת העניין הציבורי והפרטי ברפורמות לשוויון בין החקלאים למפעלי המזון ולרשתות השיווק ובמאמץ המשותף לשיפור הסביבה (Malorgio and Marangon, 2021).

איור 6: המדיניות החקלאית באיחוד האירופי לשנים 2023-2027 על פי תוכנית ה"גרין דיל"



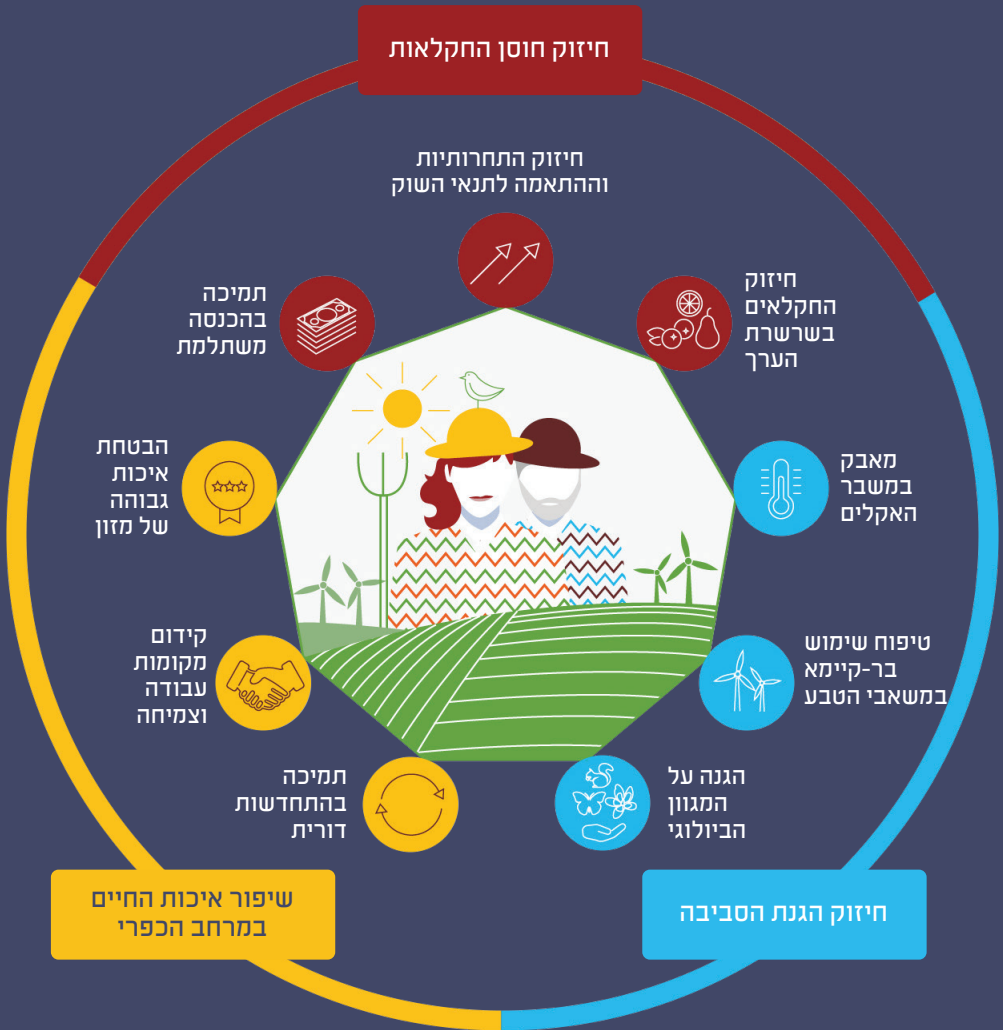
מקור האיור: EU & ASEAN Strategic Partnership 2022
תרגום: מכון יסודות

בנוסף, באיחוד האירופי משתמשים ב"תוכנית המדיניות החקלאית המשותפת" (The Common Agricultural Policy, CAP), המקצה משאבים לחקלאות, ובמהלך השנים בוצעה רפורמה בשיטת התשלום, מעקיפה לישירה, לשם חיזוק הביטחון הכלכלי ופיתוח הפריפריה בממד הכלכלי והסביבתי (Nazzaro and Marotta, 2016). אולם, נראה שתוכנית CAP לא כיוונה מספיק אל עבר יעדים לשיפור הסביבה, והקצתה משאבים במידה שווה גם לחקלאים הממשיכים לפעול בענפי חקלאות מזהמים, בניגוד ליעדי האו"ם לשנת 2030 (SDG's). כמו כן, תוכנית ה-CAP הייתה אמורה לספק מענה לפיתוח תשעה מהיעדים, אולם היא סיפקה מענה רק לשניים מהם – מיגור העוני (SDG1), ואפס רעב (SDG2) (Pe'er et al., 2019). יחד עם זאת, תוכנית ה-CAP ומדינות אירופאיות השקיעו עוד טרם הקמת האיחוד, ומשקיעות גם היום, תקציבי עתק בתמיכות לחקלאים ולחקלאות. תוכניות התקציב הנוכחיות של תוכנית CAP לשנים 2021-2027 כוללות 386.6 מיליארד אירו, המחולקים לשתי קטגוריות עיקריות: תוכניות הבטחת הכנסה לחקלאים בעלי חוות קטנות ובינוניות ופיתוח הפריפריה³¹. מכאן אנו למדים, שעל מנת להגיע לביטחון כלכלי תזונתי חייבת להיות מחויבות מדינית-חברתית מלאה, שתגרור אחריה מחויבות כלכלית וסביבתית. במטרה לחבר בין כל בעלי העניין, ובידיעה שהאתגר קשה, מציע האיחוד האירופי תוכנית למחקר ויזמות למתן פתרונות במגוון נושאים בתחום המזון, הנקראת Bioeconomy (דרך תוכנית Horizon Europe), הקוראת לשיתופי פעולה בין המדע לתעשייה. התוכנית מעודדת ומתמרצת שילוב בעלי עניין כגון רשתות מזון ושיווק כחלק מתוכנית ההגשה לקבלת המענקים³². בנובמבר 2021 אושרה תוכנית חדשה של ה-CAP, ובה המלצות ברורות למתן תשומת לב לשלושת האתגרים שבהם עוסק הנייר הנוכחי, כשהם מתורגמים לתשע פעולות בתחומים שונים (איור 7)³³.

³¹ European Commission, Agriculture and rural development, [Common agricultural policy funds](#).

³² European Commission, Research and innovation, [Horizon 2020](#)

³³ European Commission, Agriculture and rural development, [The new common agricultural policy: 2023-2027](#)



מקור האיור: The Future of EU Agricultural Policy, European Council
 תרגום: מכון יסודות

טכנולוגיות פורצות דרך משלימות בחקלאות

א. עולם הרכש המקוון והתפתחות המסחר האלקטרוני

עולם הרכש המקוון, אשר תופס תאוצה אדירה בשנים האחרונות (ועוד יותר עם פרוץ מגפת הקורונה), נותן מענה בעל חשיבות עליונה לבטחון מזון בכמה רבדים: יצירת קשר ישיר בין החקלאי לצרכן והקטנת הצורך לשנע את המזון למרחקים גדולים, ירידה משמעותית בכמות המזון המובל ומשווק דרך רשתות שיווק וקמעונאים, והגדלת יכולתם של חקלאים המתגוררים בפריפריה לרכוש אמצעים טכנולוגיים פשוטים וזולים יחסית המסוגלים ליעל את הגידול ולהעלות את התפוקה באופן משמעותי (Voegelé, 2018).

התפתחות המסחר האלקטרוני (e-commerce) יוצרת הזדמנויות לשיתופי פעולה בין חקלאים בעלי תפוקה חקלאית ללא יכולת לשווק את התוצר ובין הביקוש הקיים בערים שכנות או בכל מקום בעולם. בנוסף, אזרחים צעירים המהגרים מהפריפריה אל הערים מוצאים את דרכם חזרה אל הפריפריה לאחר שהאפשרויות שנפתחו בפניהם דרך רשת האינטרנט מאפשרות להם לבסס את מקור הפרנסה של משפחותיהם. דוגמה לכך ניתן לראות במחוז שנקסי בצפון סין, שם הצליחו למכור 20,000 טונות תמרים דרך האינטרנט (Hau, 2016).

ב. טיפול בפסולת חקלאית ובפחת ושימוש באנרגיה ללא פליטת גזי חממה

הטיפול בפסולת חקלאית ובפחת והשימוש באנרגיה ממקור טבעי אשר אינו פולט גזי חממה מהווים טכנולוגיה משלימה פורצת דרך, הן מבחינת החיסכון האנרגטי והן מבחינת צמצום הפחת ובזבוז מזון, השלכות המתבטאות לאורך כל שרשרת ייצור המזון ואספקת המזון. השיפורים הטכנולוגיים בתחום האנרגיה והפסולת עשויים להבדיל בין גידולים חקלאיים מקיימים ובין גידולים בעלי טביעת רגל אקולוגית גבוהה ולא מקיימת (Scarlat et al., 2015; OECD, 2019).

ג. כלכלה מעגלית

אחת הדרכים היעילות ביותר להעלות את תפוקת המזון ולצמצם משאבים ופליטות גזי חממה היא שימוש בכלכלה מעגלית בתחום החקלאות, המאגדת את התפיסה של אפס פסולת ושימוש חוזר בכל תוצר לוואי הנוצר ממשק חקלאי כזה או אחר. תפיסה זו מאמצת את העיקרון שפסולת של אדם אחד יכולה להיות "זהב" של אדם אחר, וכי בעזרת ממשק נכון אפשר לנתב בין הצרכנים השונים. קיימות דוגמאות רבות לפעולות

שניתן לעשות בחקלאות בתחום הכלכלה המעגלית, ובהולנד החליטו לעשות שימוש מיטבי בכלכלה מעגלית על מנת לעמוד בהצהרה להפחית את פליטת גזי החממה ב-3.5 מגה-טונה עד 2030 (Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality of the Netherlands, 2018).

ד. תיוג כמענה להשפעות סביבתיות

לתיוג (labeling) עשויה להיות השפעה משמעותית על אנשים שמעוניינים לקבל מידע נוסף על המוצר שהם רוכשים. בענפי החקלאות והמזון קיימות דוגמאות רבות לתיוג של מוצרים אורגניים, ארץ ייצור המוצר ותיוגים הקשורים לתנאי הגידול, לתנאי העובדים ולסחר הוגן. בנוסף, התיוג יכול לשמש גם את החקלאים לגבי סוגי החומרים שבהם הם משתמשים (למשל, אי שימוש בחומרי הדברה) (Verbeke, 2005). התיוגים מאפשרים לצרכנים לקבל מידע חשוב על ההשפעות הסביבתיות והחברתיות, דהיינו, תרומות או השפעות עקיפות של המוצר שהם מתכוונים לרכוש, ומאלצים חברות וחקלאים לעמוד בתנאי גידול הולמים (Ziesener, 2007). יחד עם זאת, חשוב להשתמש בתיוג באופן מועיל ולהימנע מהצפה במידע, אשר מובילה לחוסר עניין ולחוסר ביטחון לגבי המוצרים הנרכשים (Verbeke, 2005). בנוסף, חשוב מאוד שהתיוגים יהיו מפוקחים ולא ישמשו דרך להתיירקות (green-wash) של חברות. העלאת המודעות לשינוי האקלים ולהשפעות הסביבתיות של החקלאות, במקביל לשימוש בתיוג מפוקח, הגורם לחקלאים לעמוד בסטנדרטים התואמים את צרכי הסביבה והחברה, יכולים לשמש מנוף חשוב ליצירת הרגלי תזונה חדשים ומעבר למזון מקיים יותר ולקדם בטחון מזון לכל. על מנת שהתיוג יהיה אמין ומשפיע יש לחשב את מחזורי החיים של מוצרים חקלאיים רבים ככל האפשר, משלב הייצור ועד לרכישת המוצר החקלאי על ידי הצרכן (Ziesener, 2007).

ה. שימוש בחיישנים ובמוסתי מדדים פיזיקליים

אחד השינויים המשמעותיים הצפויים בעתיד הקרוב הוא אופן קבלת המידע על השטח החקלאי והגידולים. אפשר לצפות לחיישני טמפרטורה, לחות, חוזק השורשים ומבנה השורשים, לרובוטים שמטפחים צמחים אשר נצפו כזקוקים לטיפול מיוחד ולביקורת מהאוויר, שתספק מידע מלא על כל צמח בנפרד. מידע זה יאפשר להגיע לתנובה גבוהה יותר וביעילות רבה יותר ולחסוך הוצאות ושימוש בחומרים יקרים המזיקים לסביבה (De Clercq, Vats and Biel, 2018).

נספח 6: פירוט ניתוח החלופות

סרגל הציונים

| | |
|---|----------------|
| 1 | ללא השפעה |
| 2 | במידה מועטה |
| 3 | במידה בינונית |
| 4 | במידה רבה |
| 5 | במידה רבה מאוד |

קריטריון 1. התאמת תהליכי ייצור המזון להתמודדות עם משבר האקלים

| תת-קריטריונים | הסבר תת-הקריטריונים | חלופה 1: "עסקים כרגיל" | חלופה 2: התמקדות במשבר האקלים ובטחון מזון | חלופה 3: מעבר תוך הוגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי | חלופה 4: מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי | חלופה 5: מעבר הוגן, תוך כוללת עם האתגר המשולש |
|---|--|------------------------|---|--|---|---|
| א. צמצום פליטות הפחמן בתהליכי ייצור המזון בחקלאות | תהליכי ייצור מזון המקטינים את פליטות הפחמן ומשפרים את ההתמודדות עם משבר האקלים, כגון שימוש באמצעים של חדשנות וכלכלה מעגלית: שיתופי פעולה בין חברות, חקלאות מדייקת, הפחתת הדברה ודישון, מעבר לשינוע ומיכון יעילים מבחינה אנרגטית ועוד | 2 | 5 | 4 | 5 | 5 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|--|
| 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | שימוש בשטחים חקלאיים להפקת אנרגיה מתחדשת, התייעלות אנרגטית ושימוש בכלים ובפעולות אדפטיביות, כגון שימור יערות, קיבוע פחמן, שתילת עצים ושיפור המרחב הציבורי, ומתן דגש לפיתוח בר-קיימא | ב. התאמות עקיפות בתהליכי ייצור מזון בחקלאות |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | התוויית מדיניות לצמצום ולחיסכון בצריכה להקטנת טביעת הרגל הפחמנית והאקולוגית: עידוד צריכת מקורות מזון מקיימים (מקומיים, ללא דישון וריסוס, שלא מן החי), שאינם דורשים השקעה אנרגטית גבוהה, ושחשוב לצרוך אותם על פני מקורות שליצירתם נדרשת השקעה אנרגטית גבוהה יותר | ג. חיסכון והתאמת צריכת המזון |

קריטריון 2: הבטחת התועלות העקיפות של החקלאות, פרנסת החקלאים ופיתוח המרחב הכפרי והפריפריה

| תת-קריטריונים | הסבר תת-הקריטריונים | חלופה 1: "עסקים כרגיל" | חלופה 2: התמקדות במשבר האקלים ובבטחון מזון | חלופה 3: מעבר תוך התמקדות בבטחון ובביטחון כלכלי | חלופה 4: מעבר תוך התמקדות האקלים ובביטחון כלכלי | חלופה 5: מעבר תוך התמודדות כוללת עם האתגר המשולש |
|---|--|------------------------|--|---|---|--|
| א. מימוש התועלות העקיפות של החקלאות | עידוד השמירה על שטחים פתוחים, שיפור מצב המזיקים, יישום תוכניות הכוללות פיתוח נופי, שמורות טבע קטנות, שלוליות חורף ותועלות עקיפות נוספות, כגון קיבוע פחמן. שימוש באמצעים להפחתת פליטות גזי חממה. דוגמאות: שמירה על שטחים פתוחים קיימים, שימור מסדרונות אקולוגיים ועידוד השבה של שטחים מופרים; מתן תקציבים, עידוד ופיתוח מחקר; העלאת המודעות והפיקוח על מזיקים; הפחתת פליטות פחמן באמצעות מעבר למינוע חשמלי, ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות, הימנעות מריסוס ודישון ומשריפת פסולת וגזם חקלאי | 2 | 4 | 2 | 5 | 5 |
| ב. מימוש התועלות הישירות של אספקת מזון והבטחת פרנסה | הפקת תועלות ישירות מעידוד פיתוח הפריפריה בתחום הפרנסה והבטחת פרנסה לחקלאים, ובתוך כך הבטחת אספקת מזון | 2 | 3 | 5 | 5 | 5 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|------------------------------------|
| 5 | 4 | 5 | 4 | 2 | עידוד צריכת מזון מקומי, יישום פתרונות ליעול אספקת מזון טרי, הפגת חסמים ועידוד צריכת מזון בריא, הקניית ידע ושיתוף הציבור בחשיבות הבטחת המשך התוצרת מהפיתוח החקלאי ומפיתוח אזורי הכפר והפריפריה | ג. עידוד אספקת מזון מחקלאות מקומית |
|---|---|---|---|---|---|------------------------------------|

קריטריון 3: חיזוק בטחון המזון הלאומי

| תת-קריטריונים | הסבר תת-קריטריונים | חלופה 1: "עסקים כרגיל" | חלופה 2: התמקדות במשבר ובבטחון מזון | חלופה 3: מעבר תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי | חלופה 4: מעבר תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי | חלופה 5: מעבר התמודדות האתגר המשולש |
|--------------------------|---|------------------------|-------------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| א. רכיבי בטחון המזון | המידה שבה החלופה מחזקת את הרכיבים הבאים: התאמת מחירי המזון לרמות הכנסה, תכנון בטחון מזון בהתאם לגידול האוכלוסייה, מניעת בזבז מזון, שינוי הרגלי צריכה, מעבר לתזונה ים-תיכונית והפגת חסמים להקניית בטחון מזון | 1 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| ב. כלים להשגת בטחון מזון | הקניית אמצעים לשיתופי פעולה ולעידוד השיח בין כל בעלי העניין העוסקים בייצור מזון ובצריכת מזון, לחיזוק בטחון המזון | 1 | 3 | 4 | 4 | 5 |

קריטריון 4: הבטחת פיתוח ויישום של טכנולוגיות פורצות דרך בייצור המזון

| תת-קריטריונים | הסבר תת-הקריטריונים | חלופה 1: "עסקים כרגיל" | חלופה 2: התמקדות במשבר האקלים ובבטחון מזון | חלופה 3: מעבר הוגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי | חלופה 4: מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי | חלופה 5: מעבר הוגן, תוך התמודדות עם האתגר המשולש |
|---|---|------------------------|--|--|---|--|
| א. עידוד פיתוח טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון | השמת דגש על טכנולוגיות לייצור מזון חלופי לחלבון מן החי ולאדמה חקלאית על מנת לצמצם את היקפי פליטות גזי החממה מייצור מזון ולקדם פיתוח טכנולוגיות ישראליות | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| ב. יצירת שיתופי פעולה בין טכנולוגיות פורצות דרך לייצור מזון לחקלאות מסורתית | הוצאת קולות קוראים לשיתופי פעולה בין חקלאות מסורתית לטכנולוגיות פורצות דרך בייצור מזון, כולל פיתוח משותף ורגולציה מתאימה, מתן כלים לשיח משותף | 2 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| ג. עידוד צריכת מזון מתורבת וחלופי לשימושי קרקע, מים ואנרגיה אינטנסיביים | עידוד צריכת מזון מתורבת ומזון שנוצר באמצעות טכנולוגיות פורצות דרך, למשל דרך מתן סובסידיות למזון מתורבת הנותן מענה לצמצום פליטות גזי חממה וחיסכון אנרגטי בהשוואה לחלבון מן החי | 2 | 4 | 5 | 4 | 5 |

קריטריון 5: הבטחת שימוש בכלים למעבר הוגן

| תת-קריטריונים | הסבר תת-הקריטריונים | חלופה 1: "עסקים כרגיל" | חלופה 2: התמקדות במשבר ובבטחון מזון | חלופה 3: מעבר הוגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי | חלופה 4: מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי | חלופה 5: מעבר הוגן, תוך התמודדות עם האתגר המשולש |
|---|--|------------------------|-------------------------------------|--|---|--|
| א. הבטחת פרנסה ארוכת טווח לעוסקים כיום בייצור המזון ולתושבים במרחב הכפרי ובפריפריה | שימוש בכלים של מעבר הוגן לפרנסה לכל ולכלכלה מעגלית. דוגמאות: יישום כלים לפרנסה לכל, כגון הכשרות ועידוד עבודה; עידוד מצד משרדים ממשלתיים, בהנהגת משרד הכלכלה, לכלכלה מעגלית וליצירת אפס פסולת להטמנה והתייעלויות נוספות ברמה האזורית והמקומית | 1 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| ב. יצירת שיתופי פעולה בין כל בעלי העניין לטובת מימוש מעבר הוגן ופעולה לאור התפיסה של "אף אחד לא נשאר מאחור" | שימוש בכלים של מעבר הוגן ליצירת שיתופי פעולה בין בעלי עניין, הכנת תוכניות וקביעת יעדים ברורים לקיום שיח בין בעלי עניין במטרה לשפר תהליכים ויצירת יעדים לשיתופי פעולה, לאור העיקרון של "אף אחד לא נשאר מאחור" | 1 | 3 | 5 | 5 | 5 |

קריטריון 6: עלות מול תועלת

| תת-קריטריונים | הסבר תת-הקריטריונים | חלופה 1: "עסקים כרגיל" | חלופה 2: התמקדות במשבר ובטחון מזון | חלופה 3: מעבר תוך הזגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי | חלופה 4: מעבר תוך הזגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי | חלופה 5: מעבר תוך הזגן, תוך כוללת עם האתגר המשולש |
|--|---|------------------------|------------------------------------|--|---|---|
| א. יחס עלות-תועלת ישירה ועקיפה לייצור מזון בהתמודדות עם משבר האקלים | עלויות גבוהות ראשוניות לפיתוח ייצור מזון העונה על צרכי ההתמודדות עם משבר האקלים, תועלות ישירות בהבטחת בטחון מזון ומתן מענה למשבר האקלים, עלויות נמוכות לפיתוח מסחר ותעשייה מקבילה לייצור המזון, תועלות גבוהות בעידוד מסחר ותעשייה נוספת, המקבילה לצרכי פיתוח וייצור מזון והתמודדות עם משבר האקלים | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 |
| ב. יחס עלות-תועלת ישירה ועקיפה להבטחת תועלות החקלאות, פרנסת החקלאים ופיתוח המרחב הכפרי והפריפריה | עלויות גבוהות לשיפור החקלאות, הכפר והפריפריה בחלוקת תקציבים בטווח הקצר, הן לפיתוח החקלאות והן לתשתיות, פיתוח תרבות ופנאי בפריפריה ובכפר, תועלות הנובעות מפריין עבודה גבוה, עלויות גבוהות בתחומים הנושקים לפיתוח הכפר והפריפריה, כגון ענף התחבורה, תשתיות ואנרגיה | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|---|
| 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | <p>עלות גבוהה להבטחת בטחון מזון, להקניית משאבים למחקר ופיתוח בתחום בטחון מזון, ולהקטנת התלות ביבוא; תועלת בפיתוח ושיפור האמצעים המקיימים לבטחון מזון לאומי ועולמי, עלות גבוהה בצרכים משלימים לבטחון מזון לכל; תועלת עקיפות במתן פרנסה למספר רב של אנשים ללא צורך בתקצוב נוסף</p> | <p>ג. יחס עלות-תועלת ישירה ועקיפה להבטחת בטחון המזון הלאומי</p> |
| 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | <p>עלויות גבוהות לעידוד הפיתוח והיישום של טכנולוגיות פורצות דרך, תועלות ישירות ביישום המעבר לצריכת חלבונים בעלי פליטות פחמן קטנות יותר, עלויות נמוכות לפיתוח מסחר ותעשייה מקבילה לייצור המזון, תועלות גבוהות בעידוד מסחר ותעשייה נוספת, המקבילה לצרכי פיתוח וייצור מזון מטכנולוגיות פורצות דרך</p> | <p>ד. יחס עלות-תועלת ישירה ועקיפה להבטחת פיתוח ויישום של טכנולוגיות פורצות דרך בייצור המזון</p> |
| 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | <p>עלויות גבוהות למתן כלים למעבר הוגן, תועלות ישירות בתחילת פיתוח חברה המושתת על מעבר הוגן, עלויות עקיפות נוספות הנדרשות להבטחת מימוש הכלים למעבר הוגן, תועלות המתבטאות בפיתוח מקיים והקניית ביטחון חברתי</p> | <p>ה. יחס עלות-תועלת ישירה ועקיפה להבטחת כלים למעבר הוגן</p> |

קריטריון 7: ישימות מעשית

| תת-קריטריונים | הסבר תת-הקריטריונים | חלופה 1: "עסקים כרגיל" | חלופה 2: התמקדות במשבר ובבטחון מזון | חלופה 3: מעבר הוגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי | חלופה 4: מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי | חלופה 5: מעבר הוגן, תוך התמודדות עם האתגר המשולש |
|--|---|------------------------|-------------------------------------|--|---|--|
| א. משך הזמן ליישום החלופה | משך הזמן שנדרש ליישום אפקטיבי של החלופה | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| ב. מגבלות פיזיות | קיום מגבלות פיזיות של קרקע ותשתיות שמונעות את יישום החלופה | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| ג. מגבלות טכנולוגיות | המידה שבה החלופה מסתמכת על פיתוחים טכנולוגיים קיימים וריאליים | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 |
| ד. עלות יישום החלופה | עלות יישום החלופה | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 |
| ה. הון אנושי | המידה שבה החלופה מסתמכת על כוח אדם קיים או כזה שניתן להכשירו, הן בפן האיכותי והן בפן הכמותי | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| ו. מגבלות נורמטיביות (חינוכיות, חברתיות וערכיות) | המידה שבה החלופה נוגדת את הערכים המקובלים | 3 | 4 | 2 | 2 | 5 |
| ז. אפשרות למדוד ולפקח על יישום החלופה | המידה שבה ניתן למדוד ולפקח על יישום החלופה ועל השגת יעדיה | 1 | 3 | 2 | 4 | 5 |

קריטריון 8: ישימות פוליטית

| תת-קריטריונים | הסבר תת-הקריטריונים | חלופה 1: "עסקים כרגיל" | חלופה 2: התמקדות במשבר האקלים ובבטחון מזון | חלופה 3: מעבר הוגן, תוך התמקדות בבטחון מזון ובביטחון כלכלי | חלופה 4: מעבר הוגן, תוך התמקדות במשבר האקלים ובביטחון כלכלי | חלופה 5: מעבר הוגן, תוך התמודדות עם האתגר המשולש |
|--|---|------------------------|--|--|---|--|
| א. תמיכה של הדרג הנבחר (שלטון ארצי ומקומי) | מידת התמיכה בחלופה מצד נבחר הציבור ברמה הארצית והמקומית | 2 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| ב. תמיכה של הדרג המקצועי | מידת התמיכה בחלופה מצד הדרג המקצועי ומצד הממשלה. השיקולים לתמיכה יכולים לכלול היבטים סביבתיים, אידיאולוגיים או כלכליים | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| ג. תמיכה של הציבור הרחב | מידת התמיכה בחלופה מצד הציבור הרחב (שאינו חקלאי או תושב במרחב הכפרי), לרבות ארגוני חברה אזרחית הפעילים בתחומים הרלוונטיים. השיקולים לתמיכה יכולים לכלול היבטים סביבתיים, חברתיים, תרבותיים, חינוכיים או כלכליים | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|--|
| 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | מידת התמיכה בחלופה מצד ארגונים חקלאיים ותושבי המרחב הכפרי. השיקולים לתמיכה יכולים לכלול היבטים סביבתיים, חברתיים, וכלכליים | ד. תמיכה של הציבור המקומי |
| 5 | 5 | 3 | 4 | 2 | מידת התמיכה בחלופה מצד חברות טכנולוגיה פורצת דרך לייצור מזון. השיקולים לתמיכה יכולים לכלול היבטים סביבתיים, חברתיים, תרבותיים, חינוכיים או כלכליים | ה. תמיכה של חברות טכנולוגיה פורצת דרך |



- <
אביבי, ש' (2011). בחינת מדיניות המכסים ביבוא מוצרי חקלאות ותעשייה. החטיבה לתכנון ולכלכלה, רשות המיסים.
- <
אבינרי, א', אילון-בקשי, ע', בנסון, ט', גולדווסר, ס', יצחק, נ', לב-ארי, נ', לובנוב, מ', נעמת, ל', עמר, ר', פרי, א', צחור שי, א', קסיר, נ', קסלר, מ', קרמר, א' רות, מ' ושורק, מ' (2021). *כושר נשיאה לאומי: עתיד צפוף – תחזיות גידול אוכלוסיית ישראל בשנים 2050-2030 והשלכותיהן על תחומי חיים מרכזיים*. צפוף – הפורום לאוכלוסיה, חברה וסביבה.
- <
אמדור, ל' (2020). *בטחון מזון לאומי בישראל - מהם העקרונות ושיקולי היסוד למדיניות אסטרטגית ומה תפקידה של החקלאות הישראלית? מכון יסודות*.
- <
אמדור, ל' (2022). *משבר האקלים והצלחת שלנו – איך ישפיע שינוי האקלים בעולם על אספקת המזון בישראל? מכון יסודות*.
- <
אנדבלד, מ', היר, א', ברקלי, נ' וגוטליב, ד' (2018). *סקר ביטחון תזונתי 2016, ממצאים סוציו כלכליים עיקריים*. המוסד לביטוח לאומי.
- <
אסיף ש' (2016). *אגרו-טכנולוגיה בישראל – חסמי צמיחה וכלים לתמיכה*. מכון ירושלים לחקר ישראל ומרכז מילקן לחדשנות.
- <
בן חיים, א' (2016). *חקלאות ישראל בעידן החדש – אגרואקולוגיה. אקולוגיה וסביבה*, 7(2), 155-156.
- <
ברסקי, א' (2021). *רוב סוחף: האו"ם אישר את הצעת ישראל לקידום חקלאות*. מעריב, 24.11.21.
- <
גינזבורג א' (2014). *תרומות ישירות וחיצוניות של החקלאות ושילוב תמיכות אגרו-סביבתיות בתמהיל התמיכות בחקלאות ישראל*. החטיבה למחקר כלכלה ואסטרטגיה, משרד החקלאות.
- <
הלמ"ס (2021א). *נתונים מתוך מפקד החקלאות 2017*.
- <
הלמ"ס (2021ב). *חומרי הדברה בישראל, 2017-2019*.
- <
הלמ"ס (2019). *סקר כוח אדם*.
- <
הלמ"ס (2018א). *שנתון סטטיסטי לישראל 2017 – מספר 68*.
- <
הלמ"ס (2018ב) *לוח 5: היחס שבין חומר פעיל לשימוש בחקלאות, לתפוקה צמחית, והיחס שבין חומר פעיל לשטח חקלאי; מדינות נבחרות*.
- <
הלמ"ס (2017). *תחזית אוכלוסיית ישראל עד שנת 2065*.

- ◀ הלמ"ס (2014). *מאזן אספקת מזון 2012*.
- ◀ המשרד להגנת הסביבה (2021א). *היערכות מדינת ישראל לשינוי האקלים – דוחות המנהלת. דוח מספר 1*.
- ◀ המשרד להגנת הסביבה (2021ב). *תוכנית יישום לאומית להתמודדות עם משבר האקלים 2022-2026*.
- ◀ הקרן לבריאות וסביבה ומשרד הבריאות (2020). *בריאות וסביבה בישראל, 2020*.
- ◀ ויינברגר, ר' (2022). *בשל משבר האקלים: נזקי החורף לחקלאות עלו ב-8% לכ-140 מיליון שקל. גלובס, 8.5.22*.
- ◀ וגנר, ד', חלפון, נ' ויצחק, י' (2021). *מגמות היסטורית ומגמות חזויות בדפוסי המשקעים בישראל עד סוף המאה הנוכחית. דו"ח מסכם – רשות המים*.
- ◀ זיידנברג, ר' (2013). *תנועת האדמה – מבט מן השטח על מצב קרקעות ישראל. אקולוגיה וסביבה, 4(1), 17-19*.
- ◀ טופורוב, ג', פרל, מ', גרינהוט, צ' ולוינגרט, ע' (2019). *היערכות חקלאות ישראל לשינוי האקלים. אקולוגיה וסביבה, 10(4), 39-45*.
- ◀ טרכטנברג מ' (2011). *לקראת עיצובה של חברה ישראלית צודקת יותר. דוח הוועדה לשינוי כלכלי חברתי*.
- ◀ יוסף, י', בהר"ד, ע', אוזן, ל', אוסטינסקי-צדקי, א', כרמונה, י', חלפון, נ', פורשפן, א', לוי, י' וסתיו, נ' (2019). *שינוי האקלים בישראל: מגמות עבר ומגמות חזויות במשטר הטמפרטורה והמשקעים. דו"ח מחקר מס' 4000-0804-2019-0000075, השירות המטאורולוגי הישראלי*.
- ◀ כספי, נ. (2020). *בחזרה לצמיחה – כיצד ניתן למנף את מערך המו"פ הציבורי להחזרת החקלאות למסלול של צמיחה? מכון יסודות*.
- ◀ כרם-גילה, י' (2019). *במחשבה תחילה – תכנון, הערכה ומדיניות יישום בישראל. מכון יסודות*.
- ◀ לקט ישראל והמשרד להגנת הסביבה (2019). *הדו"ח הלאומי 2019: אובדן מזון והצלת מזון בישראל – היבטים כלכליים, חברתיים, סביבתיים*.
- ◀ לתת (2020). *דוח העוני האלטרנטיבי*.
- ◀ מבקר המדינה (2021). *הטיפול במונופולין ובריכוזיות בענף המזון. דוח ביקורת שנתי 71ג*.
- ◀ מייזל, י' (2021). *מערך הביטחון התזונתי בישראל. מרכז המחקר והמידע של הכנסת*.
- ◀ משרד החקלאות פיתוח הכפר (2019). *ענף החקלאות בישראל – תמונת מצב כלכלית לשנת 2018*.

- פסובסקי, א' (2021). לפני שממירים לשנות את מודל החקלאות הישראלי, כדאי לרגע להביט על המשבר הנוכחי באירופה. גלובס, 18.10.2021.
- צבן, ח', פלר, נ', אמדור, ל', אבנימלך, י' ואילון, א' (2004). חקלאות בת-קיימא: כיצד להביא למימוש ערכים חיצוניים של החקלאות כחלק מהכנסות החקלאי באזורי הארץ השונים. מוסד שמואל נאמן, הטכניון.
- קופראק, נ' י' (2020). ענף החקלאות: הזדמנויות ואתגרים. מרכז המחקר והמידע של הכנסת.
- קוריאל, א' (2021). חשיפה: תוכנית 100 הצעדים של הממשלה להתמודדות עם משבר האקלים. Ynet, 24.10.21.
- שושן, ר' (2021). "אם נמשיך ככה – נקרוס": האם נמצא המודל הכלכלי שיציל את כדור הארץ? דה מרקר, 3.9.2021.
- שמש, א' ודוניץ, ד' (2020). ישראל 2050 – עמדת החברה האזרחית ברוח עקרונות המעבר הצודק. מרכז השל לקיימות.
- Adolph, B. (2020). Trade-offs in sustainable agricultural intensification: The farmers' perspective. International Institute for Environment and Development.
 - Allegaert, S.D. (2020). The vertical farm industry: Exploratory research of a wicked situation. Wageningen University and Research.
 - Anderson, T. (2019). *Principles for a Just Transition in agriculture*. ActionAid.
 - Baldwin-Cantelo, W., Clark, M., Cornelius, S., Francis, A., Ghazoul, J., Gordon, J., Halevy, S., Matthews, N., Smith, P., Tickner, D., Wright, M. and Young, L. (2020). The 'triple challenge' and tackling trade-offs between climate, food and biodiversity goals. White Paper. Food in the time of crises. Glb Bonn Digital Conference, 2-5 June 2020.
 - Baltic, M.Z. and Boskovic, M. (2015). When man met meat: Meat in human nutrition from ancient times till today. *Procedia Food Science*, 5, 6-9.
 - Benke, K. and Tomkins, B. (2017). Future food-production systems: Vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 13(1), 13-26.
 - Buckwell, A. and Nadeu, E. (2018). *What is the safe operating space*

for EU's livestock? Rise Foundation.

- Burton, R.J.F. (2019). The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: the new “war against agriculture”? *Journal of Rural Studies*, 68, 33-45.
- Butturini, M. and Marcelis, L.F.M. (2020). Vertical farming in Europe: Present status and outlook. In Kozai, T. and Niu, G. (Eds.) *Plant Factory – An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production* (pp. 77). Elsevier.
- Castaneda, A., Doan, D., Newhouse, D., Nguyen, M.C., Uematsu, H. and Azevedo, J.P. (2016). *Who are the poor in the developing world?* Policy Research Working Paper No. 7844, World Bank Group.
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F.N. and Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2, 198–209.
- de Clercq, M., Vats, A. and Biel, A. (2018). *Agriculture 4.0: The future of farming Technology*. World Government Summit.
- Deutsch, C.A., Joshua, J., Tewksbury, J.J., Tigchelaar, M., David, S., Battisti, M.D., Merrill, S.C., Huey, R.B. and Naylor, R.L. (2018). Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 361(6405), 916-919.
- Doris, C. (2018). *Mimicking meat, seafood, and dairy*. *Food Technology Magazine*, 72(5).
- Eastwood, C., Klerkx, L., Ayre, M. and Dela Rue, B. (2019). Managing socio-ethical challenges in the development of smart farming: From a fragmented to a comprehensive approach for responsible research and innovation. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 32, 741-768.
- Smith Edge, M. and Garrett, J.L. (2020). The nutrition limitations of mimicking meat. *Cereal Foods World*, 65(4).
- El-Nakhel, C., Geelen, D., De Paepe, J., Clauwaert, P., De Pascale, S. and Roupheal, Y. (2021). An appraisal of urine derivatives integrated in the nitrogen and phosphorus inputs of a lettuce soilless cultivation system. *Sustainability*, 13(8), 4218.

- European Commission (2019). *The European Green Deal*. Communication from the commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Document 52019DC0640.
- European Commission (2020). *Farm to fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Document 52020DC0381.
- FAO (1996). *Rome declaration on world food security*. World Food Summit, 13-17 November 1996, Rome, Italy.
- FAO (2009). *Declaration of the World Summit on food security*. World Summit on Food Security, 16-18 November 2009, Rome, Italy.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2021). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021*.
- Geels, F. (2018). Disruption and low-carbon system transformation: Progress and new challenges in socio-technical transitions research and the multi-level perspective. *Energy Research & Social Science*, 37, 224–231.
- GFI Israel (2022). *Israel state of alternative proteins innovation report 2022*.
- GFI Israel (2023). *Israel state of alternative proteins -February 2023*.
- Glover, D., Sumberg, J., Ton, G., Andersson, J. and Badstue, L. (2019). *Rethinking technological change in smallholder agriculture*. *Outlook on Agriculture*, 48(3), 169-180.
- Goedde, L., Denis, N., Tanaka, M., Yamada, Y. and Nakada, K. (2017). *Food security in Japan: Building a strategy in an age of global competition, 2017*. McKinsey & Company.
- Hass, R., Schnepps, A., Pichler, A. and Meixner, O. (2019). *Cow milk versus plant-based milk substitutes: A comparison of product image and motivational structure of consumption*. *Sustainability*, 11(18), 5046.

- Hau, F. (2016). Will China's 'Taobao Villages' spur a rural revolution? China Dialogue.
- Hall, S. (2019). These plants Can replace meat –but will doing so help the environment? *Scientific American*.
- Holt-Gimenez, E. and Altieri, M.A. (2013). Agroecology, food sovereignty, and the new Green Revolution. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1), 90-102.
- ILO (2015). Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all.
- Jones, A.D., Ngure, F.M., Pelto, G. and Young, S.L. (2013). What are we assessing when we measure food security? A compendium and review of current metrics. *Advances in Nutrition*, 4(5), 481–505.
- Kemp, R. and van Lente, H. (2011). The dual challenge of sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 121-124.
- Kivimaa, P., Boon, W., Hyysalo, S. and Klerkx, L. (2019). Towards a typology of intermediaries in sustainability transitions: A systematic review and a research agenda. *Research Policy*, 48(4), 1062-1075.
- Klapwijk, C.J., van Wijk, M.T., Rosenstock, T.S., van Asten, P.J.A., Thornton, P.K.T. and Giller, K.E. (2014). Analysis of trade-offs in agricultural systems: Current status and way forward. *Current opinion in Environmental sustainability*, 6, 110-115.
- Kozai, T. and Niu, G. (2020). Role of the plant factory with artificial lighting (PFAL) in urban areas. In Kozai, T. and Niu, G. (Eds.) *Plant Factory – An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production* (pp. 7-34). Elsevier.
- Krawchenko, T.A. and Gordon, M. (2021). How do we manage a just transition? A comparative review of national and regional just transition initiatives. *Sustainability*, 13(11), 6070.
- Kuypers M. (2021). Underground agriculture in London is gearing up. *Innovationorigins.com*.
- Malorgio, G. and Marangon, F. (2021). Agricultural business economics: The challenge of sustainability. *Agricultural and Food Economics*, 9, 6.

- Miedzinski, M., Mazzucato, M. and Ekins, P. (2019). *A framework for mission-oriented innovation policy roadmapping for the SDGs: The case of plastic-free oceans*. UCL Institute for Innovation and Public Purpose, Working Paper Series (IIPP WP 2019-03).
- Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality of the Netherlands (2018). *Agriculture, nature and food: Valuable and connected - The Netherlands as a leader in circular agriculture*.
- Nally, D. (2016). *Against food security: On forms of care and fields of violence*. *Global Society*, 30(4), 558-582.
- Nazzaro, C. and Marotta, G. (2016). *The Common Agricultural Policy 2014-2020: Scenarios for the European agricultural and rural systems*. *Agricultural and Food Economics*, 4, 16.
- Newton, P. and Blaustein-Rejto, D. (2021). *Social and economic opportunities and challenges of plant-based and cultured meat for rural producers in the US*. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 624270.
- Nuthall, P.L. and Old, K.M. (2017). *Will future land-based food and fibre production be in family or corporate hands? An analysis of farm land ownership and governance considering farmer characteristics as choice drivers. The New Zealand case*. *Land Use Policy*, 63, 98-110.
- OECD (2016). *Agricultural policy monitoring and evaluation*.
- OECD (2019). *Improving energy efficiency in the agro-food chain*. OECD Green Growth Studies.
- OECD (2021). *Food systems and the triple challenge*.
- Pattison, P.M., Tsao, J.Y., Brainard, G.C. and Bugbee, B. (2018). *LEDs for photons, physiology and food*. *Nature*, 563, 493-500.
- Pe'er, G., Zingrebe, Y., Moreira, F., Sirami, C., Schindler, S., Müller, R., Bontzorlos, V., Clough, D., Bezák, P. and Bonn, A. (2019). *A greener path for the EU Common Agricultural Policy*. *Science*, 365(6452), 449-451.
- Pickett, J.A. (2013). *Food security: Intensification of agriculture is essential, for which current tools must be defended and new sustainable technologies invented*. *Food and Energy Security*, 2(3),

167-173.

- Piggot, G., Boyland, M., Down, A. and Torre, A.R. (2019). *Realizing a just and equitable transition away from fossil fuels*. Stockholm Environment Institute.
- Pretty, J. and Bharucha, Z.P. (2014). *Sustainable intensification in agricultural systems*. *Annals of Botany*, 114, 1571-1596.
- Ragaveena, S., Edward, A.S. and Surendran (2021). Smart controlled environment agriculture methods: A holistic review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 20, 887-913.
- Recht, L. and Toubia, D. (2021). *An inclusive transition to a sustainable and resilient meat sector*. White Paper, Aleph farms.
- Rose, D.C. and Chilvers, J. (2018). *Agriculture 4.0: broadening responsible innovation in an era of smart farming*. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 87.
- Rosemberg, A. (2017). *Strengthening just transition policies in international climate governance*. Stanley Foundation.
- Rotz, S., Gravely, E., Mosby, I., Duncan, E., Finnis, E., Horgan, M., LeBlanc, J., Martin, R., Neufeld, H.T., Pant, L., Shalla, V. and Fraser, E. (2019). *Automated pastures and the digital divide: how agricultural technologies are shaping labour and rural communities*. *Journal of Rural Studies*, 68, 112-122.
- Sawah, M. (2021). *GreenForges digs deep to farm underground*. *TrendFool.com*.
- SharathKumar, M., Heuvelink, E. and Marcelis, L.F.M. (2020). Vertical farming: Moving from genetic to environmental modification. *Trends in Plant Science*, 25(8), 724-727.
- Scarlat, N., Dallemand, J.F., Monforti-Ferrario, F. and Nita, V. (2015). *The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts*. *Environmental Development*, 15, 3-34.
- Small, B. (2017). *Synthetic foods: A technological disruption to the agricultural production of food*. *Proceedings of ISER 88th International Conference*, Venice, Italy.

- The World Bank (2020). *Coal mine closure and a just transition for all*. 10.11.2020.
- Tuomisto, H.L. (2019). *Vertical farming and cultured meat: Immature technologies for urgent problems*. *One Earth*, 1(3), 275-277.
- Van Gerrewey, T., Boon, N. and Geelen, D. (2021). *Vertical farming: The only way is up?* *Agronomy*, 12(1), 2.
- Verbeke, W. (2005). *Agriculture and the food industry in the information age*. *European Review of Agricultural Economics*, 32(3), 347-368.
- Vermeulen, S.J., Campbell, B.M. and Ingram, J.S.I. (2012). *Climate change and food systems*. *Annual Review of Environment and Resources*, 37, 195-222.
- Voegelé, J. (2018). *The fourth industrial revolution is changing how we grow, buy and choose what we eat*. World Economic Forum.
- Vredenberg, I., Han, R., Mourits, M., Hogeveen, H. and Steeneveld, W. (2021). *An empirical analysis on the longevity of dairy cows in relation to economic herd performance*. *Frontiers in Veterinary Science*, B. 646672.
- Waha, K., Krumpalauer, L., Adams, S., Aich, V., Baarsch, F., Coumou, D., Fader, M., Hoff, H., Jobbins, G., Marcus, R., Mengel, M., Otto, I.M., Perrette, M., Rocha, M., Robinson, A. and Schleussner, C.-F. (2017). *Climate change impacts in the Middle East and Northern Africa (MENA) region and their implications for vulnerable population Groups*. *Regional Environmental Change*, 17, 1623-1638.
- Wilson, L. and Goddek, S. (2019). *Aquaponics: The basics*. In: Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B. and Burnell, G.M. (Eds.) *Aquaponics Food Production Systems* (pp. 113-143). Springer.
- WMO (2021). *The state of the global climate 2021*.
- Woltering, L., Fehlenberg, K., Gerard, B., Ubels, J. and Cooley L. (2019). *Scaling – from “reaching many” to sustainable systems change at scale: A critical shift in mindset*. *Agricultural Systems*, 176.
- Xu, X., Sharma, P., Shu, S., Lin, T. -S., Ciais, P., Tubiello, F.N., Smith, P., Campbell, N. and Jain, A.K. (2021). *Global greenhouse gas emissions*

from animal-based foods are twice those of plant-based foods. *Nature Food*, 2, 724-732.

- › Ziesener, J. (2007). *Energy use in organic food systems*. Natural Resources Management and Environment Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO.

יסודות - למדיניות ציבורית ולציונות מעשית (ע"ר) הוא מכון לעיצוב מדיניות, העוסק באתגריה של מדינת ישראל בתחומי הכלכלה והחברה. המכון נוסד בשנת 2019 על ידי התנועה הקיבוצית, תנועת המושבים, התאחדות הארגונים הכלכליים הקיבוציים וקרן ברל כצנלסון. פעילות יסודות נטועה בציונות המעשית – ההתיישבות החקלאית – ובערכים שהיא משרתת, והיא מבוססת על עקרונות היסוד של הציונות החברתית: סולידריות, מעורבות המדינה במשק מתוך אחריותה לרווחת כלל אזרחיה, חיזוק הפעילות הקואופרטיבית ושאיפה מתמדת להגברת השוויון החברתי והכלכלי.

עוד על מכון יסודות: www.yfpp.org.il

 [/yesodotorg](https://twitter.com/yesodotorg)

 [/yesodot.org](https://www.facebook.com/yesodot.org)

 [/company/yesodotorg](https://www.linkedin.com/company/yesodotorg)

