



חקלאות בת-קיימא בסביבה משתנה

מאת: נעם זליגמן ואסתר לחמן

עריכה: אבי פרבולוצקי



נקודת ח"ן

2008



1	דברי פתיחה
1 תהפוכות בעולם החקלאי במאה השנים האחרונות – בעולם ובישראל	
2	1.1 טכנולוגיה וייצור חקלאי
2	1.2 ייצור חקלאי ודמוגרפיה
2	1.3 עיור והמעמד הפוליטי של החקלאות
3	1.4 קיימות אנושית בחקלאות
2 חקלאות בת-קיימא: הגדרות של קיימות (sustainability)	
4	2.1 הקיימות בחקלאות
4	2.2 קיימות כלכלית
5	2.3 קיימות של גידולים וענפי חקלאות
5	2.4 קיימות טכנולוגית
5	2.5 קיימות של קנה מידה
6	2.6 קיימות אקולוגית
7	2.7 קיימות של המרחב החקלאי
7	2.8 קיימות של מורשת
3 קיימות כלכלית	
8	3.1 יחסי עבודה, הון ומשאבים
8	3.2 השוק המקומי
9	3.3 השוק הבינלאומי
10	3.4 רמת ייצור ומחירי תשומות ותוצרת חקלאית
10	3.5 סובסידיות לתמיכת החקלאות
11	3.6 מחירי צל של חקלאות אינטנסיבית

4 קיימות של ענפים

- 12 4.1 ענפים "קבועים"
- 12 4.2 ענפים "קבועים למחצה" (ירקות, גד"ש, ענפי בע"ח)
- 12 4.3 ענפים חולפים וגידולי מותרות

5 קיימות טכנולוגית

- 14 5.1 מיכון ומחשוב: צמצום הצורך בעבודת ידיים
- 18 5.2 פוריות קרקע: דשנים תעשייתיים וייצור חקלאי
- 18 5.3 כימיה: חומרי הדברה; פרמונים; הורמונים
- 19 5.4 גנטיקה: קלאסית; ביוטכנולוגיה; ביולוגיה מולקולארית
- 20 5.5 בריאות (וטרינריה): חיסונים, אנטיביוטיקה

6 קיימות של קנה מידה

- 22 6.1 משקים קטנים, משקים גדולים; חקלאות משפחתית
- 25 6.2 אגרי-ביזנס - חקלאות "תעשייתית"
- 26 6.3 חקלאות אלטרנטיבית - חקלאות אורגנית
- 27 6.4 חקלאות כעיסוק משלים

7 קיימות אקולוגית

- 28 7.1 זיהום וקיימות
- 28 7.2 מקורות הזיהום
- 28 7.2.1 חומרי הדברה
- 30 7.2.2 הפרשות של בעלי חיים
- 32 7.2.3 אנטיביוטיקה, הורמונים וסטרואידים במשק החי
- 32 7.2.4 דשנים
- 34 7.2.5 מי קולחים ומים מליחים
- 35 7.2.6 בתי בד
- 36 7.2.7 שאריות מפעילות חקלאית ועודפי ייצור
- 36 7.3 שימור ביולוגי

8 קיימות של המרחב החקלאי

- 37 8.1 לחץ דמוגראפי (מרחב מחייה)
- 38 8.2 לחץ פיתוח
- 39 8.3 תכנון יעדי שימוש בקרקעות
- 40 8.4 מעמד סטטוטורי של שטחי חקלאות

9 אספקת צורכי החקלאות לאוכלוסייה (העירונית בעיקרה)

- 42 9.1 אספקת מוצרי יסוד
- 43 9.2 אספקת תוצרת מקומית (פרות, ירקות,...)
- 43 9.3 מגבלות ייצור ומחסורים עולמיים אפשריים
- 44 9.4 ארצות צרכניות, ארצות יצרניות

10 חקלאות כסביבה ("חקלאות נופית")

- 46 10.1 חקלאות ושטחים פתוחים – חפיפות וניגודים
- 46 10.2 שטחי חקלאות כנוף
- 47 10.3 שימור מורשת חקלאית: חשיבות אמתית ומדומה
- 48 10.4 מודעות במעגלים הפוליטיים לחיוניות הסביבה החקלאית
- 49 10.5 קיימות של חקלאות רצויה שאינה רווחית
- 49 10.6 חקלאות תקינה
- 50 10.7 חקלאות תקינה ו"הנוף הרצוי"

51 סיכום

55 מקורות וחומר קריאה להרחבת הדעת

58 אתרי אינטרנט

59 תודות

1. איור 1. השינויים בתשומות הבסיסיות לחקלאות מאז קום המדינה לעומת ערך הייצור
2. איור 2. גודל השטח המעובד בישראל (מקור: למ"ס)
3. איור 3. הפקה וצריכה של מים בישראל (מקור: למ"ס)
4. איור 4. שיעור הייצור המקומי והייבוא ביחס לצריכה המקומית לפי הענפים הראשיים בשנת 2005 (מקור: למ"ס)
5. איור 5. שנויים בהיקפם של שטחי גידולים מקום המדינה ועד היום (מקור: למ"ס)
6. איור 6. מספר הטרקטורים בשימוש בישראל ובכמה ארצות בעולם במאה הקודמת (FAOSTAT; USDA)
7. איור 7. חקלאות בת־קיימא במשך הדורות: זריעה, דיש, איסוף.
8. איור 8. a – ייצור עולמי של גרעינים.
b – שימוש עולמי בדשן חנקני וזרחני ושטח עולמי של קרקע מושקית (בלי ברית המועצות).
c – ייצור (במיליוני טונות) וערך הייצוא העולמי (במיליארדי דולרים) של חומרי הדברה של מזיקים.
(מתוך Tilman et al. 2002)
9. איור 9. השימוש בדשנים בישראל (N – חנקן; K_2O – אשלגן; P_2O_5 – פוספטים). (ECODAT-Fertilizer Use)
10. איור 10. a – יבולי גרעינים עולמיים בדציגרמים (ק"ג*0.01) לדונם. – יעילות הניצול של חנקן בק"ג גרעינים לק"ג דשן
11. איור 11. ייצור עולמי שנתי ממוצע לראש של גרעינים ובשר שחוט – ממוצע עולמי לראש (Tilman et al. 2002)
12. איור 12. שינויים בגודל הממוצע של חוות בהקטרים בשנים 1969, 1980, 1990, ו־2002 באירופה וארה"ב (איור עליון) ובמדינות מסוימות באסיה ובאפריקה (Nagayets 2005).
13. איור 13. גודל ממוצע של חווה ומספר החוות בארה"ב ב־150 השנים האחרונות. שימו לב, סימון הנתונים התהפך: קו שחור – מספר חוות; קו אפור – גודל ממוצע של חוות בהקטרים לחווה (מקור: Hoppe 2000)
14. איור 14. הקשר בין היקף הייצור של החוות בגודל שונה בארה"ב וסך כל הייצור, הרכב הגידולים והרווחיות שלהם. [איור עליון (Figure 1) – ייצור חקלאי עובר לחוות גדולות יותר; איור אמצעי (Figure 2) – ייצור גידולים ומשק חי עובר לחוות משפחתיות גדולות מאד (מכירות של מעל \$500,000); איור תחתון (Figure 3) – רווח תפעולי לפי גודל חווה, 2003]
15. איור 15. חלוקת מספר החוות בארה"ב (Farms) וחלוקת ערך הייצור הכללי (Value of production) בין החוות בגודל שונה
16. איור 16. השטח החקלאי וההוצאות על חומרי הדברה בישראל בשנים 1986-1996.
17. איור 17. התקדמות הרפורמה בענף הרפת. (המשרד להגנה על הסביבה)
18. איור 18. תכנית הרחבת הייצור של שמן זית בישראל
19. איור 19. הייצור של שמן זית בישראל לפי נתוני המועצה הבינלאומית לשמן זית
20. איור 20. הייצור והצריכה של שמן זית בישראל
21. איור 21. שטחי החקלאות וההפרשה לבינוי ולפיתוח המתוכננים עד שנת 2020 (הדס 2002)
22. איור 22. הבדלים בשימושי קרקע בצפון ובדרום בישראל (מקור: למ"ס)
23. איור 23. תלותה של ישראל בייבוא של רוב מוצרי המזון העיקריים (מקור: למ"ס)
24. איור 24. ייצוא מוצרי החקלאות העיקריים מישראל (מקור: למ"ס)
25. איור 25. ייצור ענפי חקלאות בישראל בשנת 2005 (מקור: למ"ס)
26. איור 26. שימושי קרקע בשלשה אזורים ראשיים בישראל (למ"ס)
27. איור 27. נופי חקלאות, אגירת מים וסחף קרקע
28. איור 28. נופים מגוונים, גידולי שדה, חקלאות פלסטיק

1. טבלה יעדי השימוש של חומרים אנטיביוטיים בענפי בע"ח ובבני אדם והופעה של עמידות לחומרים אלה אצל חיידקים
2. טבלה גודל היחידות העתידי בישראל לאחר יציאת שטחים מעיבוד (הדס 2002)
3. טבלה כבשים ועזים במגזר היהודי ובמגזר המיעוטים
4. טבלה תקני איכות של מי קולחים במוצא של מתקני הטיהור (ועדת ענבר)
5. טבלה שימושי קרקע במחוזות בישראל (באחוזים, אלא אם כן צוין אחרת)
6. טבלה תחזית יציאת שטחים מעיבוד עד שנת 2020 (באלפי דונם)
7. טבלה הגידולים העיקריים בישראל בשנת 2005
8. טבלה הנוף החקלאי בעיני הציבור

”... לסוף שבעים שנה נעור (חוני המעגל) משנתו, יצא לו מן המערה וראה עולם מוחלף – במקום שהיו כרמים עושה זיתים, מקום שהיה זיתים עושה תבואה..” (ירושלמי, תענית פ”ג ה”י)

“Precise and absolute definitions of sustainability and therefore of sustainable agriculture are impossible. Sustainability itself is a complex and contested concept.” (J.N. Pretty 1998)

Some terms defy definition. “Sustainable agriculture” has become one of them. In such a quickly changing world, can anything be sustainable? What do we want to sustain? How can we implement such a nebulous goal? If nothing else, the term “sustainable agriculture” has provided “talking points,” a sense of direction, and an urgency, that has sparked much excitement and innovative thinking in the agricultural world. (USDA)

“The criteria for a sustainable agriculture can be summed up in one word -- permanence, which means adopting techniques that maintain soil fertility indefinitely.” -- Lady Eve Balfour, “Towards a Sustainable Agriculture -- The Living Soil”

“One field at Rothamsted, Broadbalk, has been growing wheat for 161 years and soil samples are taken annually, in what was one of the original experiments, Prof Goulding said. “Broadbalk shows that our agriculture is sustainable because yields keep going up.” What we are getting is more food for the same amounts of fertiliser year after year, by better agronomy, better agricultural practice.”

“It’s easy to understand why key individuals and organizations in agriculture have flocked to this term. After all, who would advocate a ‘non-sustainable agriculture?’” Charles A. Francis, “Sustainable Agriculture: Myths and Realities,” Journal of Sustainable Agriculture (1990) 1(1): p.97. NAL Call # S494.5.S86S8]

“More recently, I have come to the conclusion that we may never have a generally accepted definition of sustainability, and perhaps, we don’t need one.” John Ikerd, On Not Defining Sustainability (SANET-mg post, May 1998).

דברי פתיחה

בפרה־היסטוריה היו בני האדם ציידים־מלקטים – צורת חיים שיכלה לכלכל אוכלוסייה עולמית של כארבעה מיליון איש. התפתחות החקלאות אפשרה לאוכלוסיית בני האדם לגדול לממדים עצומים. כיום, החקלאות המודרנית מכלכלת יותר משישה מיליארד בני אדם. מהמאה ה־19 גדל הייצור החקלאי עקב בירוא יערות והפיכת שטחי מרעה לשטחי עיבוד. השטחים ששימשו לחקלאות גדלו פי חמישה עד אמצע המאה ה־20, במקביל לגידול באוכלוסייה. בין שנות הארבעים לשנות השישים של המאה ה־20 התרחשה "המהפכה הירוקה", שהכפילה את יכולי הגרעינים בעולם ותוך כדי כך הרסה בתי גידול טבעיים עם המינים הייחודיים להם. נוסף על כך, השימוש המוגבר בחומרי הדברה ובדשנים גרם לזיהום מקורות המים והקרקע. היקף הכחדת המינים בחצי המאה האחרונה מתקרב לסדרי הגודל שהביאו לידי היעלמות הדינוזאורים לפני 65 מיליון שנים. הדילמה הניצבת בפני החקלאות העולמית היא כיצד לספק מזון לאוכלוסייה הולכת וגדלה תוך פגיעה מזערית במשאבי היסוד של החקלאות. כלומר, איך להבטיח חקלאות בת קיימא.

ישראל תלויה בחקלאות העולמית בעיקר לאספקת גרעינים לרפת, ללול ולעדרי הבקר לבשר. חלק ניכר מכוח העבודה בחקלאות בישראל מורכב מפועלים זרים זולים, ולכן משברים עולמיים בייצור החקלאי ותהפוכות פוליטיות עלולים לפגוע בחקלאות בארץ. אמנם נוכל לספק את רוב הדרישה המקומית לירקות ולפרות, אבל גם בתחום הזה, הפן הסביבתי של החקלאות יבלוט יותר מבעבר.

לחקלאות בישראל מורשת היסטורית רבת תהפוכות, מימי התנ"ך ועד למאה ה־20. בתולדות הציונות, וגם לאחר קום המדינה, היה לחקלאות מעמד ייחודי ואף יוקרתי, והיא זכתה לתמיכה נדיבה מצד המוסדות הלאומיים. היו לכך כמה סיבות: התיישבות, הגנה, אספקת מזון וסיבים, ומתן מקומות עבודה. כל אלה הביאו לידי כך שהחקלאות בישראל התפתחה במהירות. למערכות ההדרכה והמחקר של משרד החקלאות והסוכנות היהודית היה תפקיד נכבד בפיתוח החקלאות, והיא הייתה מלווה גם בהשקעה רבה של המדינה באשראי, בהקלות מפליגות במחיר המים ובסובסידיות ישירות ועקיפות.

בסוף שנות ה־80 חל מפנה במצב החקלאות בארץ בגלל הפחתת הסובסידיות והרעת תנאי הסחר של גידולי הייצוא העיקריים: הדרים וכותנה. מספר האנשים שפרנסתם בחקלאות המשיך לרדת, וקרקעות חקלאיות, בעיקר במרכז הארץ, ננטשו וחלקן הופשרו לבנייה. עם זאת, החקלאות והמחקר החקלאי המשיכו להתפתח. פותחו גידולים זונים חדשים לייצוא. התוצר החקלאי הלאומי המשיך לגדול למרות הירידה בתשומות היסוד. לעת עתה, החקלאות כספק של תוצרת טרייה וכמקור של ייצוא מצליחה לשרוד בכבוד, מצב שמעודד אופטימיות בדבר הקיימות שלה ותפקידה כחלק חיוני מדמות הארץ. עם זאת, האינטנסיביות הגדלה והולכת של המעשה החקלאי מסכנת את קיומה מבחינת נזקים לקרקע, למים, לאוויר ולמגוון הביולוגי. יש מודעות לאתגרים של חקלאות בתיקיימא במערכות ההדרכה והמחקר בישראל, והן משקיעות מאמצים להתמודד עמם.

1. תהפוכות בעולם החקלאי במאה השנים האחרונות – בעולם ובישראל

1.1 טכנולוגיה וייצור חקלאי

המהפכה התעשייתית של התקופה המודרנית הפכה את החקלאות מעיסוק עתיר עבודה לעיסוק עתיר הון (מיכון, ציוד חקלאי, תחבורה מקומית ובינלאומית מהירה, חומרים כימיים תעשייתיים – דישון, חומרי צמיחה והדברה – מערכות ממוכנות וממוחשבות ועוד). כל אלה הגדילו את היבולים והורידו את מחיריהם של מוצרי החקלאות תוך הורדה מתמדת של תשומות העבודה. ב"מהפכה הירוקה" שהתחוללה בין שנות הארבעים לשנות השישים של המאה ה-20 הוכפלו היבולים העולמיים של החיטה, התירס והאורז, פותחו זנים עתירי יכול וגדל השימוש בדשנים, בחומרי הדברה ובמיכון. אלה דחקו את המערכות החקלאיות המסורתיות ויצרו תלות גדלה והולכת של החקלאות העולמית במקורות של אנרגיה פוסילית, ובכך העלו שאלות לגבי הקיימות העתידית של ההישגים. ברבות השנים שינו הטכנולוגיות החדשות את הסביבה הפיזית והאקולוגית של הייצור החקלאי, שינוי שיצר בעיות סביבתיות של זיהום מים, קרקע ואוויר, ובעיות של צמצום המגוון הביולוגי. פגעים אלה מציבים אתגרים מורכבים בפני המשך הייצור ברמה גבוהה בדורות הבאים. התקדמות נוספת של הטכנולוגיה תפתור את מקצת הבעיות, אבל קרוב לוודאי שפתרון מלא ידרוש גם שינוי ממשי בגישתם של החקלאים והמוסדות הממלכתיים אל סוגיית הקיימות בחקלאות (Ruttan 1999). בעיות הקיימות של החקלאות בישראל שונות מהבעיות העולמיות אבל גם קשורות בהן, בגלל התלות הגדולה בייבוא של מזונות רבים, ובעיקר גרעינים.

1.2 ייצור חקלאי ודמוגרפיה

בזכות החידושים הטכנולוגיים גדל הייצור החקלאי העולמי והדביק את גידול האוכלוסייה במאה השנים האחרונות, אף שמספר האנשים שעסקו בחקלאות ירד ירידה חדה. התעשייה, המסחר והשירותים העניקו אלטרנטיבות תעסוקה בארצות המתועשות (ובכללן בישראל). במדינות אלו ירד שיעור העוסקים בחקלאות משישים אחוזים ויותר, עד לאחוזים בודדים. תעשיות שייצרו את התשומות החקלאיות (מיכון, ציוד, דשנים, חומרים כימיים אחרים, וייעוץ) וגם תעשיות שעסקו בעיבוד התוצרת, בהובלתה ובהפצתה תרמו להורדת תשומות העבודה בשדה ובחצר המשק. התפתחויות אלה הביאו לידי עיור אינטנסיבי ולשינוי דרמטי במבנה החברה – מחברה שבה רוב האוכלוסייה עסקה בחקלאות לחברה עירונית, המנותקת ברובה מן המרחב וההוויה החקלאיים. אין לדעת מה יהיה דגם החברות התעשייתיות בעתיד, אבל ברור ששינוי ממשי במבנה החברה וחזרה לשיעור גדול יותר של מועסקים בחקלאות, אם אכן יתרחשו, יארוך כמה דורות ויהיה קשור למשבר חריף במשק האנרגיה, במשטר האקלים או בכלכלה העולמית. בעתיד הנראה לעין חלק קטן מן האוכלוסייה ימשיך לספק את המוצרים החקלאיים הדרושים לקיום החברה העירונית.

1.3 עיור והמעמד הפוליטי של החקלאות

השינוי במבנה החברה עקב המהפכה התעשייתית חל גם ביחסים הפוליטיים בחברות המתועשות. כאשר מרבית האוכלוסייה צורכת מוצרי חקלאות בלי שיש לה קשר ישיר עם הייצור החקלאי, והחקלאים אינם אלא מיעוט מזערי, בעל כוח פוליטי מוגבל, הדאגה הציבורית מופנית בעיקר לאיכותם ולמחירים של המוצרים החקלאיים, ובמידה גדלה והולכת גם להשפעת הייצור על איכות מי השתייה ועל איכות הסביבה. בארצות המתועשות גברה בשנים האחרונות ההתערבות הציבורית בענייני חקלאות, ומטרתה להבטיח שתהליכי הייצור לא יפגעו במשאבי הקרקע, המים, הנוף והאוויר, ושאלה יכבדו ערכים אקולוגיים ואתיים אחרים (כמו

מגוון מינים ורווחת חיות המשק). גם איגודים של חברות קמעוניות פרטיות החלו לדרוש עמידה בתנאי גידול בריאים. גם בישראל המודעות להשפעות הציבוריות של החקלאות גדלה, אם כי במידה פחותה מבאירופה ובארה"ב. נוסף על פיתוח המודעות, הדאגה לחקלאות תקינה תצטרך לעמוד בפני הלחץ הגובר והולך של פיתוח, המאיים על שטחי חקלאות ועל שטחים פתוחים אחרים, בעיקר באזורים מטרופוליניים.

1.4 קיימות אנושית בחקלאות

השינויים הגדולים בחקלאות של המדינות המתועשות במאות הקודמות לא רק צמצמו את חלקה של האוכלוסייה במעשה החקלאי אלא גם שינו את הרכבם האנושי של החקלאיים מן הקצה אל הקצה. אם בעבר "חקלאי" היה האדם שעיבד את נחלתו, כיום, בחקלאות המודרנית, אם יש צורך בידיים עובדות, הרי מדובר במרבית המקרים בעבודה שכירה אחרי מלחמת העולם השנייה, ובמיוחד בעשורים האחרונים, העבודה השכירה מורכבת יותר ויותר מעובדים זרים - באירופה, בארה"ב וכידוע גם בישראל. השינוי בישראל דרמטי במיוחד, משום שמיעוד לאומי, מאידאולוגיה של נורמליזציה של העם היהודי, ממעמד של כבוד לתפקיד החקלאי, כמעט התרוקנה החקלאות בארבעים השנים האחרונות מעובדים יהודים, והמעטים שנשארו עוסקים בעיקר בניהול צוות של עשרות פועלים זרים. אך השינוי הבטיח את הקיימות של החקלאות בימינו, ואולי אפילו העלה את הרמה הטכנולוגית, שכן העבודה נעשית בקנה מידה גדול יותר והניהול מקצועי יותר. מצב זה יכול להימשך כל עוד נשמר הפער בין שכרם של העובדים הזרים בישראל ובין השכר בארץ מוצאם, וכפי הנראה מצב זה יימשך בעתיד הנראה לעין, אבל דמותו של החקלאי אינה עוד דמות של עובד אדמה מסורתי.

2. חקלאות בת-קיימא: הגדרות של קיימות (sustainability)

2.1. הקיימות בחקלאות

המודעות הגוברת לגורמים המאיימים על המשך הקיום של אזורי חקלאות רבים מעוררת דיון כלל-עולמי על קיימותן של המערכות האקולוגיות בכללן ושל המערכות החקלאיות בפרט. ההגדרות של 'קיימות' ושל 'חקלאות בת-קיימא' רבות, אבל בכולן מובעת דאגה להמשך קיומן התקין של המערכות האקולוגיות והחקלאיות לאורך זמן. בחקלאות, הדגש הוא על רמת ייצור נאותה תוך שמירה על משאבי הקרקע, המים, האוויר והגנטיקה שעליהם היא מושתתת. לעתים כלול בהגדרות גם הצורך להבטיח את קיומם של שיטות חקלאיות מסורתיות, נוף חקלאי ייחודי, אתרי מורשת, ואף שימור סביבה כפרית נאותה. יש מי שמגדירים חקלאות בת-קיימא כחקלאות אורגנית. ריבוי ההגדרות נובע מן האופי הרב-ממדי והדינמי של הפעילות החקלאית ושל ההקשרים הסביבתיים והחברתיים הייחודיים לכל מקום ומקום. גם הבדלים בקנה המידה, מן השדה הבודד עד לנושאים גלובליים, משפיעים על ההגדרה. התמורות בכל התחומים, גם מחוץ לתחום החקלאות עצמו, גורמות לקיומם או לחיסולם של גידולים וענפי חקלאות ולשינויים בייעוד קרקעות חקלאיות במידה כזאת שקשה לעתים לדעת על מה אפשר לשמור באופן 'מקיים'. גם כאשר הפעילות החקלאית נראית יציבה באופן יחסי, יש דאגות בדבר השפעות מצטברות של תופעות שליליות שפגיעתן הרעה טרם באה לידי ביטוי מלא. תוכן הגדרת הקיימות תלוי גם בנקודת המבט. החקלאי דואג בעיקר לפרנסתו, אבל החקלאות קובעת את אופי הסביבה הכפרית שלציבור העירוני יש עניין בה בתור "ריאה ירוקה" וכאתר לבילוי ונופש. לכן, על-פי העניין הנדון, הגדרת הקיימות בחקלאות יכולה להדגיש את הפן הכלכלי, הבריאותי, האקולוגי-הסביבתי או הציבורי.

2.2. קיימות כלכלית

חקלאות היא בעיקרה פעילות כלכלית שמטרתה לקיים את החקלאי על-ידי יצירת רווחים. אלה תלויים במחירי התשומות והמוצרים שהוא משווק. רמת הרווחים שתספק את החקלאי צריכה לעמוד במבחן החלופות המעשיות האחרות הקיימות בסביבתו. כמו כן, יכולתו של החקלאי (או החברה החקלאית) לעמוד בהפסדים כספיים זמניים קובע את יכולתו להמשיך להתקיים לאורך זמן. לכן, אין ערך קבוע לרמת רווחיות סבירה – פעילות רווחית במקרה אחד יכולה להיות בלתי מספיקה בהקשר אחר. למשל, משק המגדל ירקות ומבוסס על עבודת משפחה עשוי לשרוד בשעה שמשק התלוי בעבודה שכירה יקרה יקרוס. גם המצב ההפוך שכיח: שינויים במחירי התשומות והתפוקות יכולים להביא לידי אי-רווחיות של ענף כדוגמת ענף ההדרים בישראל, שראה ימים טובים יותר. זמינות של קרקע מתאימה, של עבודה זולה, של הון, של מים באיכות טובה, ושוק זמין (גם לייצוא) יכולים להיטיב את מצבם הכלכלי של ענפים ומשקים. עקב כך אנו עדים לשינויים, עם הזמן, של הרכב הגידולים, גודל החוות וצורות הניהול של הפעילות החקלאית. כל עוד שינויים כאלה יכולים לקיים רווחיותה של הפעילות החקלאית, יש בסיס לקיימות שלה. במקרים שבהם אין די בשינויים בתוך הפעילות החקלאית להבטחת הרווחיות, אך יש עניין ציבורי בהמשך קיומו של הייצור החקלאי או הסביבה החקלאית, מקובל בארצות רבות (וגם בישראל) לתמוך בחקלאות באמצעות סובסידיות ישירות ועקיפות, הורדת מסים והטבות אחרות. התערבותם של גורמים ציבוריים בכלכלת החקלאות הופכת אותה לנושא פוליטי הקשור לערכיה של החברה ולסדרי העדיפות שלה. התערבות הציבור בפעילות החקלאית גוברת כאשר על סדר היום עולים היתרונות הסביבתיים הבלתי סחירים שלה, ולהפך: הנזקים הסביבתיים האפשריים מפעילות חקלאית בלתי תקינה.

2.3. קיימות של גידולים וענפי חקלאות

מוצרים חקלאיים מספקים הן מזון והן חומרי גלם לפעילויות כלכליות אחרות. גידולים וענפים חקלאיים עולים ויורדים (ולפעמים עולים מחדש) עם השינויים בדרישה למוצרים שונים. הדרישה מתבטאת במחירים, וההכרעה אם להמשיך לקיים ענף מסוים מוכרעת בסופו של דבר על-ידי שיקולים כלכליים. הסיבה לשינויים בדרישה מקורה בשינויים בטעם השוק, בהופעתם של מינים או זנים חדשים בעלי יתרונות מבחינת היבול הפוטנציאלי או תכונות רצויות אחרות, ובשינויים טכנולוגיים שיוצרים אפשרויות ניצול חדשות של המוצרים החקלאיים, כמו השימוש בביומאסה צמחית לייצור דלק אתנול. התוצאה היא שגידולים מסורתיים רבים נעלמים, ועמם גם הדרך המסורתית לגידולם. צמצום מגוון המינים והזנים החקלאיים, והצמצום התרבותי המתלווה, מעוררים לעתים דרישה, במיוחד באירופה, לעודד את קיומם של הפעילות והגידולים המסורתיים, לפחות באזורים נבחרים. אבל ככלל, מגוון המינים, ובמיוחד הזנים והגזעים שבבסיסו של הייצור החקלאי המסורתי, מצטמצם ככל שהזנים והגזעים המודרניים מחליפים אותם. גם התפתחויות בתחומים שמחוץ לחקלאות יכולים להשפיע על קיומם של גידולים: הלפתית, למשל, ששימשה במשך מאות שנים כמקור של שמן תעשייתי, כמעט נעלמה כאשר החליפו אותה שמנים פוסיליים. באותה תקופה לא שימשה הלפתית לייצור שמן מאכל בגלל תכולה של רעלנים (בעיקר חומצה אַרוסית). כאשר פותחו בקנדה זנים עם ריכוזים נמוכים מאוד של הרעלן, חזרה הלפתית בתור שמן "קנולה", כמקור של שמן מאכל איכותי, והיא כיום אחד מצמחי השמן למאכל המובילים בעולם.

בגלל החשש מאובדן תכונות רצויות (עמידות בפני מחלות, חומרי לוואי ייחודיים ותכונות אחרות) נעשים מאמצים במקומות שונים בעולם (וגם בישראל) לשמר את החומר הגנטי המסורתי בשדה ובמתקנים (בנקי זרעים/גנים), וכך לצמצם את הנזק של ממדי האובדן.

2.4. קיימות טכנולוגית

החלפת השימוש בבהמות בשימוש במכונות, שהולכות ונעשות מתוחכמות ויקרות יותר, שינתה את פני החקלאות יותר מכל גורם יחיד אחר (איור 7, עמ' 15). הציוד החקלאי, הכולל כיום מערכות המנוהלות על-ידי מחשבים ורובוטים, השתנה אף הוא מן הקצה אל הקצה במאה השנים האחרונות. הטכנולוגיה חדרה עד לבסיס הגנטי של החקלאות, ויוצרת מינים בעלי תכונות שלא היו קיימות בגידולי החקלאות בעבר. חידושים אלה מקדמים את החקלאות ומאפשרים שינויים מרחיקי לכת בדמוגרפיה של המדינות המתועשות: הם משנים את הנוף החקלאי ואת הגידולים שאפשר לגדל. גידולי המספוא הירוק והמרעה, שעליהם התקיימו בהמות העבודה, חדלו להיות חלק בלתי נפרד מן המשק. באזורים רבים נעשו גידולים אינטנסיביים מתחת ליריעות פלסטיק חלק בולט מן הסביבה החקלאית. תוחלת החיים של ההמצאות הטכנולוגיות התקצר בגלל ההתקדמות הטכנולוגית הרצופה. DDT למשל, שהיה ההבטחה הגדולה להיפטרות ממכות המזיקים בשנות החמישים של המאה הקודמת, יצא כמעט לגמרי מן השימוש בימינו בגלל נזקי לוואי אקולוגיים. ישנן אסכולות אורגניות ואלטרנטיביות הדוגלות בשימור הטכנולוגיות המסורתיות בתור אמצעים להבטיח את הקיימות של החקלאות, אבל חוץ מהשימוש בחקלאות המסורתית והצגתן במוזיאונים, אין קיימות לטכנולוגיות שאבד עליהן הכלח.

2.5. קיימות של קנה מידה

הצירוף של הגדלת הייצור עם הקטנת מספר החקלאים בעולם המתועש הביא לידי הגדלת קנה המידה של הייצור החקלאי ושינוי יסודי של צורת הארגון והניהול שלו. בעזרת המיכון, אדם אחד שולט על שטח גדול פי כמה מבתקופה הטרנס-תעשייתית. הגדלת השטח מביאה עמה חקלאות יעילה יותר, בדרך-כלל עם צמצום המגוון הביולוגי. עם הזמן גדל קנה המידה אל מעבר ליכולתה של משפחה אחת להשתלט על תפקוד המערכת

החקלאית, וחוות משפחתיות חברו זו לזו והעסיקו פועלים רבים או הוחלפו על-ידי חברות חקלאיות (לעתים קרובות משפחתיות) המעסיקות עובדים שכירים רבים ומתנהלות כחברות חקלאיות על-פי כללים של יעילות כלכלית. תהליך ההגדלה של קנה המידה טרם מיצה את עצמו, אבל אין להניח שהוא יימשך ללא הגבלה. ישנם ארגונים המעודדים את החזרה לחקלאות משפחתית כדרך בטוחה יותר לשימור חיוניות הקיום של החקלאות, להחזרת עושר המינים המסורתי וגם להבטחת הקיום של חברה בריאה ותקינה בקנה מידה אזורי ולאומי, וייתכן שזו תשוב להיות צורת הפעולה החקלאית המקובלת בעתיד הרחוק יותר. לפיכך, גם קנה המידה של הייצור החקלאי אינו בהכרח ב-ר-קיימא, במיוחד אם נביא בחשבון את ההשפעות האקולוגיות השליליות של המשק המסחרי הגדול.

2.6. קיימות אקולוגית

החקלאות מטבעה היא פעילות אקולוגית אינטנסיבית המשפיעה על הסביבה ועל הטבע בדרכים מגוונות ומורכבות – לטוב ולרע. עיקר העיסוק העולמי בחקלאות בתיקיימא נוגע לקיימות אקולוגית, כלומר השפעת החקלאות המודרנית על האיזון האקולוגי של הסביבה ועל סכנות הזיהום והידלדלות משאבי הקרקע, המים והגנטיקה. ניצול יתר של מים, מעל יכולתם של המקורות המתחדשים לשמור על אספקה סדירה, נעשה חזיון נפרץ בעולם וגם בישראל. בשטחים נרחבים גדלו סכנות אלה, עם תוספות עודפות של דשנים וחומרי הדברה מחד, והקטנת הבסיס גנטי של הזנים המשופרים מאידך. המלחת קרקעות; זיהום מי תהום, מעיינות ונהרות בעודפי דשן וחומרי הדברה; דלדול המיקרו-אורגניזמים בקרקע עקב עיבודים תכופים עם כלים כבדים; סחף קרקע וצמצום המגוון הביולוגי מעל ומתחת לפני האדמה – כל אלה מאיימים על כושר הייצור של שטחי החקלאות. גידולן בצפיפות ובתנאים אינטנסיביים של מאות אלפי חיות משק (בקר, חזירים ועופות) מעלה את הדאגה האתית לרווחת בעלי החיים. ריכוזים אלה של בעלי חיים יוצרים כמויות גדולות של הפרשות שסילוקן יקר, וכשאין הן מטופלות כראוי, הן נהפכות למפגע סביבתי חמור. הפרשות הגזים מבעלי החיים ומפירוק הפרשות שלהם "תורמות" 18% מערך החימום של גזי החממה העולמיים. חלק מן הפרשות יכולות לשמש לשימור פוריות הקרקע, אבל ניצולן המלא במרחב מחייב השקעות יקרות. בארצות מתועשות הותקנו תקנות המגבילות את התשומות המזיקות ואף מחייבות יבואנים של מוצרי חקלאות לוודא שבארצות המקור מקפידים על קיומן של תקנות להבטחת השמירה על משאבי הסביבה ועל בריאות התוצרת.

כדי לצמצם את הנזק למגוון הביולוגי, ובתור אמצעי הדברה, פותחו אמצעים לשימור ולשילוב אויביהם הטבעיים של המזיקים. מערכות השקיה מתוחכמות מסוגלות לפקח על כמויות המים והדשנים כדי למנוע שימוש עודף שיפגע בקרקע ובמים הניגרים מעל ומתחת לפני השטח החקלאי. עם זאת, תקנות ואמצעי שימור אינם מיושמים במלואם בכל מקום, והדאגה מפני פגיעה במשאבי הקרקע והמים ובמגוון הביולוגי מעסיקה אקולוגים, חקלאים ואנשי ציבור ומדע ברוב ארצות העולם. החקלאות האורגנית, הדומה יותר לחקלאות המסורתית, מציעה דרך לשמור על קיימות החקלאות, אבל היבול הנמוך יחסית, המחיר הגבוה של המוצרים ותשומות העבודה הגבוהות יותר, מגבילים את יישומה לאחוזים בודדים של הייצור החקלאי. יש שכוללים את המרעה הטבעי האקסטנסיבי במגזר החקלאות האורגנית, דבר המגדיל את חלקה של זו בסטטיסטיקה, אבל גם בארצות שבהן מסורת החקלאות האורגנית מפותחת מאד, כמו גרמניה, חלקה בייצור החקלאי לא עולה על אחוזים בודדים.

2.7. קיימות המרחב החקלאי

גידול האוכלוסייה ועליית רמת החיים יוצרים דרישה להקצאת קרקעות לפיתוח: מגורים, הרחבת יישובים, תשתיות ותעשיות. לרוב, הקרקעות הנוחות ביותר לפיתוח הן קרקעות חקלאיות, לעתים הקרקעות הפוריות ביותר. היקף הפיתוח הנדל"ני אינו מאיים על רוב הקרקעות החקלאיות, ומתרכז באזורים מסוימים בהתאם לצפיפות האוכלוסייה. זחילת השטח הבנוי לתוך האזור החקלאי היא חד-כיוונית, כי ברוב המקרים אי-אפשר להחזיר את השטח הבנוי לייעוד חקלאי. אמנם השלטון נוקט אמצעים לשמירה על הקרקע החקלאית, אבל כאשר הלחץ הדמוגרפי גובר, אי-אפשר למנוע את אובדנם של שטחי קרקע חקלאית (כפי שבולט במגזר הערבי בישראל היום). במובן זה, קיימות של המרחב החקלאי אינה אפשרית כל עוד האוכלוסייה גדלה או רמת החיים עולה. כאמור, שימור של שטחים חקלאים נחוץ כדי ליצור "ריאות ירוקות" באזורי פיתוח צפופי אוכלוסין, לפעמים בצורה של פארקים מטרופוליניים גדולים אשר יכולים לכלול גם פעילות חקלאית. שטחים פתוחים כאלה אף מעלים את ערכם של בנייני המגורים בקרבתם. בעתיד הנראה לעין יגדל השטח הבנוי ויכרסם בשולי השטח החקלאי, ומבחינה זו אי-אפשר להבטיח את קיום המרחב החקלאי כפי שהוא לאורך זמן.

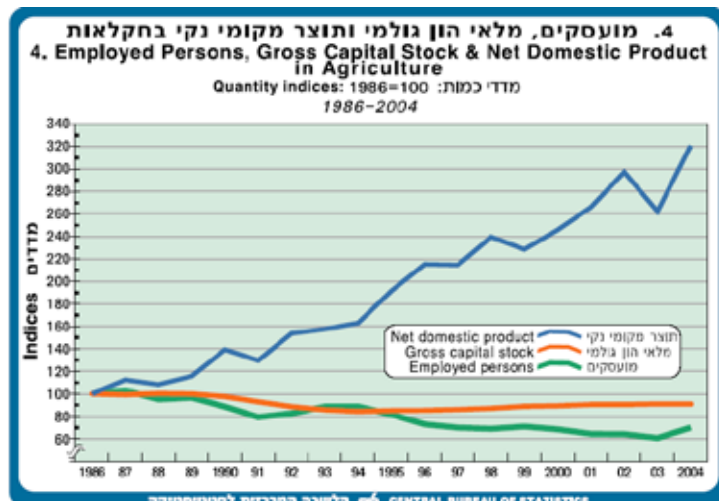
2.8. קיימות של מורשת

כל דור וזיכרונות הנוצרים שלו, הקשורים לסביבה שבה גדל. לרבים זיכרונות אלה קשורים לתמונת החקלאות כפי שהתנהלה באותם הימים. כאשר השינויים מהירים, כפי שהיו במאה השנים האחרונות, תוחלת חיים של תמונת סביבה מסוימת קצרה מכדי להיחקק בנפשו של דור כמורשת מוצקה הראויה לשימור. עקב השינויים המפליגים בתקופה המודרנית, ברור שקשה לשימור על חקלאות מסורתית, על כליה, על גידוליה ועל אורח חייה. נעשים ניסיונות, במיוחד באירופה, לשמר גידולים חקלאיים מסורתיים על-ידי תמיכה כלכלית, אך לשיקולי שימור המורשת החקלאית מתווספים שיקולים של עידוד התיירות ושל מניעת נטישה של אזורים שוליים בעלי איכויות נופיות ותרבותיות מיוחדות. בשנים האחרונות קמה באנגליה תנועה המעודדת את שימור החקלאות המסורתית כדרך לשימור המגוון הגדול של מיני צמחים וגזעי בעלי חיים מסורתיים. המורשת כוללת גם שרידי חקלאות מן העבר, הקרוב והרחוק יותר, בעלי עניין היסטורי או תרבותי כללי יותר. אלה נשמרים בשמורות, בפארקים לאומיים או במוזיאונים. אבל ההשתנות המתמדת בחקלאות של ימינו דוחקת את קיימות המורשת החקלאית לפינה שולית, אמנם בעלת חשיבות תרבותית בתנאים ובאזורים מיוחדים, אך לא מעבר לכך.

3. קיימות כלכלית

3.1. יחסי עבודה, הון ומשאבים

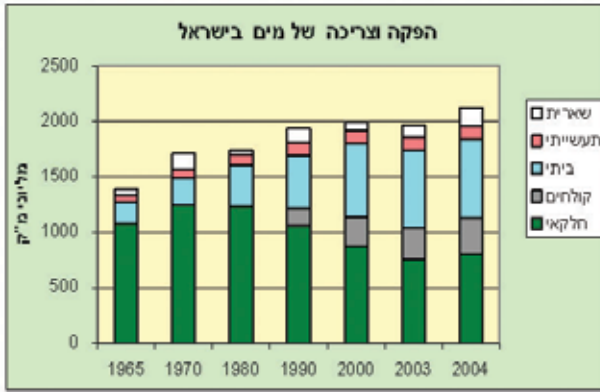
בשנים האחרונות חל צמצום בתשתיות החקלאיות בישראל: מספר המועסקים בחקלאות, ההון הגולמי וכמות מי ההשקיה ירדו. השטח המעובד הצטמצם מ-3.8 מליון דונם בשנים 1965-1975, שנות השיא, ל-3.3 מליון דונם בתחילת שנות האלפיים (איורים 1, 2, 3). מקצת ההפרש מוסבר בבנייה, מקצתו בשטחים שלא עובדו כחלק מן המחזור, ומקצתו בנטישה של שטחי חקלאות שוליים. למרות הירידה בהיקפן של התשומות הבסיסיות, ערך התפוקה החקלאית גדל בצורה מרשימה – פי 3.2 בשנים 1986-2004. התוצרת שהופקה משטחי העיבוד באותה תקופה גדלה פי 1.7 בלבד, וההפרש טמון בעיקר במחירים ובהרכב הגידולים. כסלו (2003) זוקף את העלייה בייצור החקלאי לזכות הטכנולוגיה. על כל פנים, החקלאות במגזרים הרווחיים יותר נעשתה אינטנסיבית ואף אינטנסיבית מאוד. בחקלאות החממות המתרחבת, הייצור מתקיים בתנאי בקרה מלאה ודומה יותר לביור-עשייה מלחקלאות, והיבולים גדולים פי כמה מבשדה הפתוח. גם השליטה במזיקים השתפרה. מסיכומים אלה יש להסיק שחקלאות ישראל הראתה, ברובה, קיימות מרשימה, למרות (ואולי בגלל) צמצום באמצעי הייצור הבסיסיים. עד כמה מצב כזה יכול להימשך בעתיד לנוכח השינויים האקולוגיים והדמוגרפיים הצפויים? נדון בכך בהמשך.



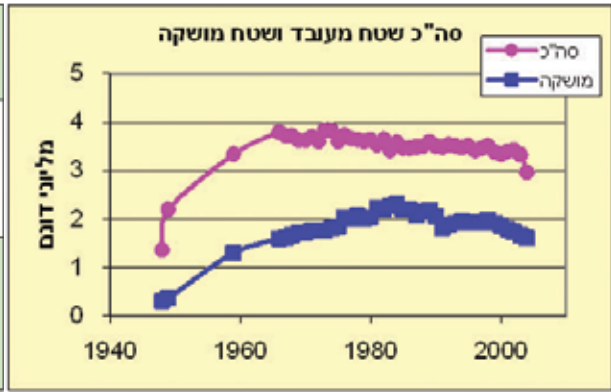
איור 1. השינויים בתשומות הבסיסיות לחקלאות מאז קום המדינה לעומת ערך הייצור

3.2. השוק המקומי: יתרונות ומגבלות

בארץ קטנה וצפופת אוכלוסין כמו ישראל, המשאבים החקלאים אינם יכולים לספק את כל צורכי המזון שלה. בכל זאת, כמעט 40% מערך הייצור החקלאי מישראל מיועד לייצוא, רובו המוחלט מענפי הגידולים, ושיעורו מענפי בעלי החיים זניח (איור 4). בכמה ענפים, כמו פרחים, פרי הדר ומיני ירקות שונים, רוב הייצור מיועד לייצוא. מכאן שלמרות משאבי הקרקע והמים המוגבלים, החקלאות המקומית מספקת את רוב הביקוש לתוצרת טרייה לאוכלוסייה (מעל 7 מיליון) ובאופן עקרוני מסוגלת לספק את הדרישה לירקות ולפרות של יותר מ-10 מיליון נפשות לפי הנתונים של היום. לעומת זאת (לפי ה-FAO), בשנים 1961-1998 היו כ-94% מן הגרעינים בישראל מיובאים כמזון לרפת וללול, וערך הייצור שלהם הגיע ל-40% מסך כל ערך



איור 3. הפקה וצריכה של מים בישראל (מקור: למ"ס)



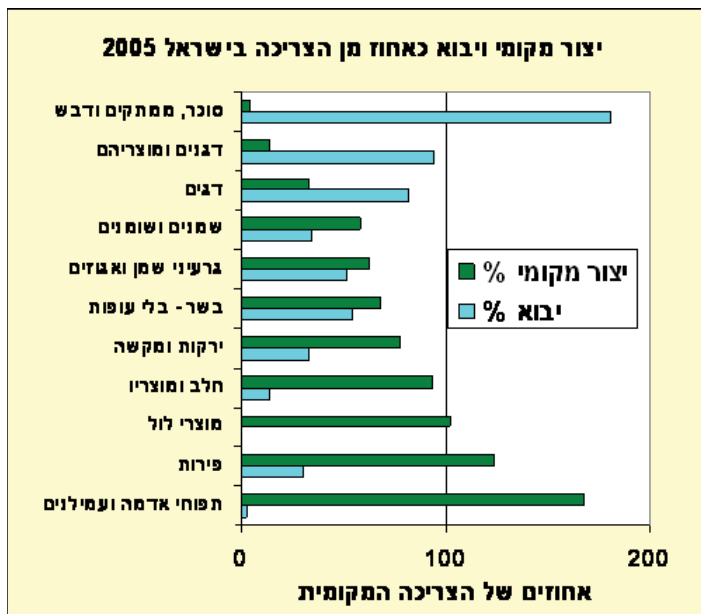
איור 2. גודל שטח המעובד בישראל (מקור: למ"ס)

הייצור החקלאי. צריכת הגרעינים גדלה ב-50% בעשרים השנים האחרונות. לכן, מבחינת השוק המקומי, אין לקיימות של החקלאות המקומית עתיד חד-משמעי: מבחינת התוצרת הטרייה יש לה היכולת לקיים את האספקה לתקופה ארוכה בעתיד, לפחות עד שהאוכלוסייה תגיע ל-10 מיליון נפש; אך מבחינת ייצור הגרעינים, ישראל אינה מסוגלת לספק את הצרכים שלה, לא היום, ועוד פחות מזה בעתיד.

3.3. השוק הבינלאומי

בימינו, זמינות אמצעי התחבורה הבינלאומיים מאפשרת העברה של מוצרי חקלאות בין מדינות בכל העולם. ביטולן של מגבלות הייבוא ברוב המדינות החופשיות מאפשר גם סחר חופשי של רוב המוצרים החקלאיים. הייצוא החקלאי מישראל מגיע בעיקר לאירופה, אך גם לארה"ב וליפן, ושווקים אלה, במיוחד מדינות האיחוד האירופי, מקפידים על ייצור השומר על ערכי סביבה. הדבר מחייב גם את החקלאי הישראלי ותורם לשיפור

איכות הסביבה ולקיימות הייצור של גידולי הייצוא לשווקים אלה. ישראל מייצאת מוצרי איכות יקרים, והדרישה למוצרים אלה תמשיך להתקיים כל עוד תישאר רמת החיים בארצות הייבוא גבוהה, כך שהקיימות של ענפי הייצוא שלנו תלויה בעתיד הכלכלי שלהן. גם תחרות ממדינות אחרות שיש להן יתרונות על פני ישראל בכל הנוגע למשאבים, יכולה להשפיע על הייצוא מישראל, כמו שקרה עם פרי ההדר אחרי שנות השמונים (איור 24). ישראל מייבאת גרעינים מהשוק הבינלאומי, בעיקר מקנדה ומארה"ב. פרות יבשים, אגוזים, תבלינים וכמות קטנות של פרות טריים מיובאים מארצות קרובות ורחוקות. בטווח הקרוב, הסחר הבינלאומי ימשיך להיות מקור הגרעינים ההכרחיים לקיום משק בעלי החיים והעופות. התחזיות



איור 4. שיעור הייצור המקומי והייבוא ביחס לצריכה המקומית לפי הענפים ראשיים בשנת 2005 (מקור: למ"ס)

לעתיד ורודות פחות, בגלל גידול האוכלוסייה העולמית ומגבלות קרקעות העיבוד. גורמים אלה, נוסף על הדרישה הגוברת במזרח הרחוק – יעלו את המחירים ושפיעו על הייצור בארץ. לעומת זאת, ישראל צורכת חלק מזערי מן הייצור העולמי של גרעינים (שווה ערך ל-5% מייצוא החיטה מארה"ב), כך שיש להניח שיעברו שנים רבות עד שמחסור עולמי בגרעינים ישפיע על קיימות האספקה לישראל.

3.4. רמת ייצור ומחירי תשומות ותוצרת חקלאית

רמת הייצור החקלאי גדלה ככל שגדלה הבקרה על גורמי הצמיחה. כל התשומות מטרותן לצמצם את מגבלות הסביבה (פוריות הצמחים והקרקע, הדברת מזיקים ומחלות, השקיה באזורי יובש) עד כדי בקרה כמעט מלאה גם על הטמפרטורה וריכוז ה- CO_2 באוויר בחממות מבוקרות. לתשומות אלה יש מחיר, וכדי להצדיק את השימוש בהן דרושים יבולים טובים ומחירים גבוהים. אפשרויות טכנולוגיות אלה והמחירים הגבוהים של התוצרת המשווקת באירופה הם שדחפו את החקלאות בישראל לאינטנסיפיקציה בכמה וכמה גידולים. כך גדלו והלכו היבולים על שטח קטן יותר מהשטח החקלאי הזמין. אחרי עלויות דישון, הדברת מזיקים ומחלות והקמת מבנים מתאימים, הגורם שמגדיל את עלות הגידולים יותר מכל הוא ההשקיה במים שפירים. בתנאים האקלימיים של הארץ, השקיה זו נשענת על מקורות מוגבלים שנעשים יקרים יותר ויותר עם הזמן. עם הגברת הדרישה הבייתית למים, קטנה כמות המים השפירים הזמינה לחקלאות והתרחב השימוש במים ממוחזרים – מי קולחים (איור 3). אבל למי הקולחים תכונות כימיות ותברואתיות המגבילות את השימוש שלהם לגידולים שאינם למאכל אדם, לגידולים שבהם המים אינם באים במגע עם המוצר הנאכל, או לגידולים שאינם רגישים לתכונות כימיות חריגות. ההשפעה ארוכת הטווח של מי קולחים על תכונות הקרקע וזיהום מי התהום עדיין אינה ברורה, ותלויה ברמת הטיהור של המים. התפלת מים מליחים ומי ים עשויה לספק מים איכותיים, אבל במחיר שלא כל הגידולים יוכלו לשלם ולהישאר רווחיים. עליית מחיר המים והורדת האיכות הקטינו את רווחיות הגידולים, במיוחד של גידולי שדה, אבל גם של מטעים. המחיר והאספקה הבלתי סדירה של המים מקטינים את הקיימות של גידולי השדה המושקים ומפנים את המים השפירים לגידולים אינטנסיביים רבים בתנאי חממה.

3.5. סובסידיות לתמיכה בחקלאות

מאז קום המדינה, ועל רקע הרוח החלוצית שראתה בחקלאות ערך מרכזי של המדינה שבדרך, תמכה הממשלה בחקלאות משיקולים של עידוד ההתיישבות, ביטחון המזון ויצירת מקומות עבודה. התמיכה התבטאה בדרכים שונות, בהן סובסידיות על תוצרת והגנה על גידולי ייצוא, הורדת מחיר המים וויתור על תשלומים בעבור השימוש בקרקעות הלאום. בשנים האחרונות, בגלל צמצום הסובסידיות וירידת הרווחיות של גידולים רבים, נטשו מגדלים רבים את החקלאות כמקור של פרנסה, במיוחד במושבים. חלק גדול מעובדי האדמה המקומיים הוחלפו בפועלים זרים, זולים יותר. נשאר רק מעט גידולים המסובסדים באופן ישיר, כמו גידולי החיטה, הנהנים מ"רשת ביטחון", במיוחד בשנות בצורת. ירידת הרווחיות בחקלאות הסיטה את תשומת הלב במוסדות ממשלתיים שונים, בכללם משרד החקלאות, לערכים הנוספים הבאים לידי ביטוי בחקלאות בריאה. בסקר שנערך באחרונה בקרב תושבים כפריים (קמחי 2004), השיבו יותר מ-50% מהנשאלים תשובה חיובית על השאלה "האם החקלאות תורמת לאיכות חייכם?" ויותר מ-75% אמרו ש"יש לעגן את הייעוד החקלאי באמצעים חוקיים". זאת למרות העובדה שפחות מ-10% מהנשאלים התפרנסו מחקלאות בלבד. יש להניח שבעתיד תתבסס התמיכה בחקלאות יותר על התרומות לאיכות הסביבה, לאיכות החיים ולתיירות כפרית מאשר על התרומה לכלכלת המדינה. אם כן, קיימות החקלאות, במיוחד בתנאים של ישראל, תלויה במידה רבה בגישת הציבור והמוסדות הציבוריים לתפקיד המורכב יותר של החקלאות כחלק חיוני מנוף הארץ.

3.6. מחירי צל של חקלאות אינטנסיבית (externalities)

נוסף על תרומה למגוון הנוף במרחב ובזמן ול"שירותים האקולוגיים" האחרים (קליטת מי גשם ו- CO_2 , תשתית לתיירות כפרית ועוד), יש לחקלאות גם השפעות שליליות על הסביבה. אלה כוללות זיהום קרקעות ומים על-ידי שימוש עודף בדשנים ופגיעה בצומח הטבעי ובמגוון הביולוגי בגלל עיבוד ושימוש בלתי מושכל בחומרי הדברה. ריחות והפרשות של ענפי בעלי החיים, טיפול רשלני בשאריות אורגניות ופולסטיקות ומבנים נטושים הנוצרים תוך כדי הייצור החקלאי, יכולים ליצור מטרדים ציבוריים וזיהומי סביבה מכוערים. השימוש בטרקטורים ובכלים כבדים אחרים ללא נקיטת אמצעי זהירות מתאימים עלול לפגוע במבנה הקרקע ולעודד את סחיפתה לאחר גשמים חזקים או השקיה עודפת. סכנת הנזקים, במיוחד למגוון הביולוגי, גוברת ככל שהטכנולוגיה משתפרת ומצליחה לצמצם את התחרות מעשבי בר, ממוזיקים וממחלות. גם הגדלת קנה המידה של הפעילות החקלאית מקטינה את המגוון הסביבתי, אבל גם יוצרת אפשרויות כלכליות יעילות יותר לפיקוח על התשומות. בטווח הארוך, הנזקים גוררים הוצאות שיקום, ואולי אף אובדן כושר הייצור. חלק מן הנזקים יוצאים מן השדה של החקלאי ומופיעים במי התהום או באוויר. עלות הטיפול בנזקים כאלה אינה נופלת על החקלאי, ולעתים הוא אפילו אינו מודע להם. אם מביאים את כל הגורמים החיוביים (אם הוא מקבל תמורה בעבורם) והשליליים בחשבון כלכלי, אפשר לחשב את "מחיר הצל" – המחיר "האמיתי" של מוצר חקלאי. כל היתרונות שהחקלאי אינו נהנה מהם והנזקים שהוא אינו משלם בעבור תיקונם נקראים "עלויות חיצוניות" (נגזר מ־externalities באנגלית), אבל אולי המונח "עלויות ציבוריות" ראוי יותר. בימים אלה, ויש להניח שבמידה גדולה יותר בעתיד, משקלן של ההשפעות הציבוריות יהיה גדול יותר בקביעת הקיימות של החקלאות.

4. קיימות של ענפים

4.1. ענפים "קבועים" (מטעים, כרמים, יער)

בשנים עברו היה על החקלאות המקומית לספק כמעט את כל צורכי המזון הבסיסיים, הסיבים ומוצרי בעלי החיים ששימשו חומר גלם לביגוד ולמגורי אוהלים. מחסומי המרחק מנעו העברה של מוצרים בסיסיים על פני מרחקים גדולים. מוצרים יקרי ערך אך קלי משקל שלא ניזוקו בזמן ההובלה (צמר, שמנים, יין, בשמים ולעתים גם גרעינים) הועברו בין ארצות בעיקר לשם הספקת הצרכים של ערים מרכזיות ("דרך המשי", "דרך הבשמים", "דרך המלח"). החקלאות המסורתית התקיימה בכל מקום במשך אלפי שנים עם שינויים קטנים עד למהפכה התעשייתית והמשכה – תהליך הגלובליזציה של החקלאות. היום, אם יש לכך דרישה, אפשר להעביר כמעט כל מוצר חקלאי לכל מקום על כדור הארץ. מחסומי המרחק בעבור מוצרים רבים בוטלו. עקב כך נעלמו גידולים שהתקיימו במקומות מסוימים במשך דורות, ורק גידולים שנהנו מיתרונות מקומיים נשארו. בישראל, גידולים "קבועים" כמו הדורים התפשטו והפכו להיות גידול הייצוא החקלאי העיקרי, אך בסופו של דבר הכריעה התחרות עם ארצות אחרות את הענף, וייצוא ההדרים ירד לכדי 12% מן הייצוא הכולל מישראל. שטחי הפרדסים הצטמצמו בהתאם (איור 5). ענפים אחרים, כמו כרמי יין, שהיו משניים מאוד בעבר הלא רחוק, מתפשטים כיום ונהפכים לענפים מרכזיים בגולן, בגליל, בשפלת יהודה ואפילו בנגב. מינים חדשים של אבוקדו, מנגו, אפרסמון ובגנות ועוד, שינו את מבחר הפרות בישראל, וגם את הפרות לייצוא. עם זאת, אין דרך לקבוע מראש את יכולת הקיום שלהם לאורך ימים.

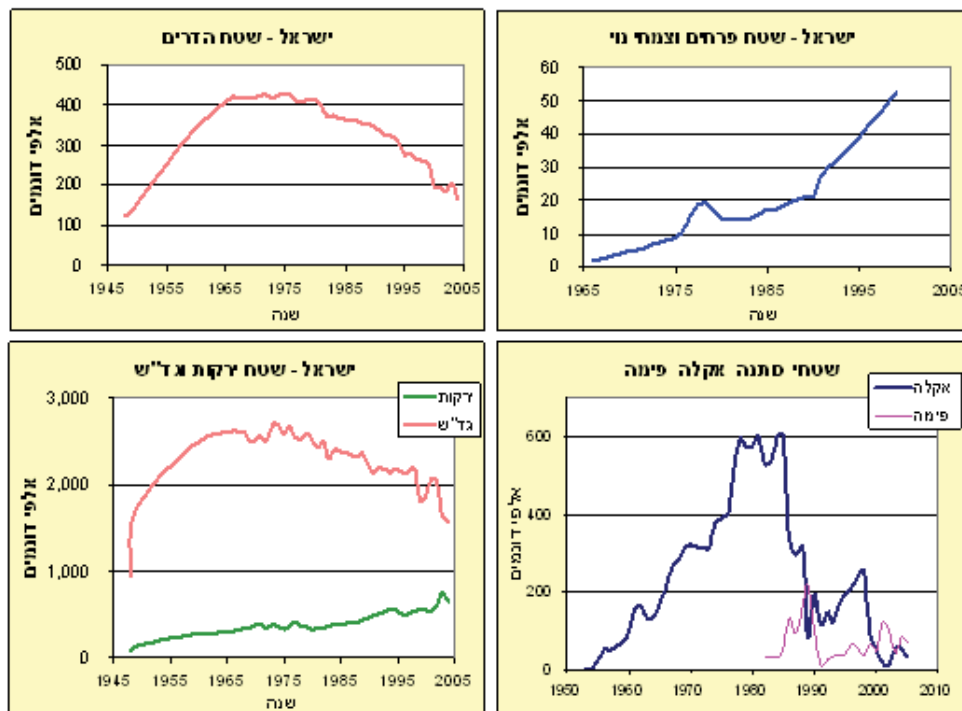
4.2. ענפים "קבועים למחצה" (ירקות, גז"ש, ענפי בעלי חיים)

ענפים המספקים צורכי מזון טריים בסיסיים הם חלק קבוע מרוב המערכות החקלאיות, וההבדלים ביניהם מתבטאים במינים ובשיטות ממשק, בהתאם לתנאי המקום ואופיו התרבותי (Pretty 2002). בישראל כמה מינים, כמו עגבניות, מלפפונים, פלפלים, חצילים, קישואים ואבטיחים, תופסים מקום קבוע ומערכות הייצור האינטנסיביות והאקסטנסיביות ממשיכות להתפתח ולספק את הצרכים המקומיים, ואף לייצר כמויות גדולות לייצוא (איור 4). גידולים אלה נראים כגידולים בני קיימא כמעט בכל תרחיש עתידי. גרעיני תבואה, החיוניים לקיומם של בני אדם ושהיו חלק קבוע ממגוון הגידולים בחקלאות המסורתית, ממשיכים להיות חלק ניכר מן הנוף החקלאי, אבל הייצור המקומי של חיטה מגיע רק לרבע עד לשליש מתצרוכת החיטה הלאומית (כלל ייצור הגרעינים, כולל גרעיני המספוא, מגיע רק ל-7% מכלל צריכת הגרעינים בארץ). בכל זאת, יש להניח שהחיטה, אחד הגידולים העתיקים ביותר, תמשיך להיות חלק מהנוף החקלאי גם בעתיד הרחוק יותר.

4.3. ענפים חולפים וגידולי מותרות

ענפים שהיו חלק בלתי נפרד מן המערך החקלאי המסורתי, כמו שטחי מרעה זרוע רב-שנתיים, שסיפקו ירק לענפי בעלי החיים, נעלמו כמעט לגמרי מן הנוף החקלאי בישראל. במקרה זה, הסיבות היו יוקר המים, במיוחד במקרה של גידולים שגדלו והושקו בעיקר בקיץ. גידולי מספוא, שהחליפו את המרעה הזרוע הרב-שנתי, היו בעיקר גידולים חד-שנתיים עתירי יבול כמו תירס ואפילו חיטה, שנקצרה לתחמיץ בשלב ההשתבלות. נוסף על כך, האינטנסיפיקציה הגוברת של הרפת הגדילה את שיעור המזון המרוכז במזון של הפרות, והיציאה למרעה נעשתה פעולה יקרה מדי שלא אפשרה את תנובות החלב הגבוהות המאפיינות את הרפת הישראלית כיום.

גידול הכותנה הוא דוגמה דרמטית יותר. בשנות החמישים של המאה הקודמת התבססו גידולי הכותנה בארץ עקב העידוד המקצועי הנלהב של סם המבורגר, חוואי אמריקאי. בשנות השמונים הפך גידול זה לפאר גידולי השדה בארץ, עם הישגים מקצועיים מרשימים ותשתית גדולה של מנפטות ואמצעי שווק. הזן "אקלה" קצר הסיב, בעל היבולים הגבוהים (גם בקנה מידה עולמי), שלט בכיפה. בגלל ירידות מחירי התוצרת, מגבלות המים וייקור תשומות שונות, התמעטו מאוד שטחי הכותנה (איור 5). אחר כך תלו תקוות בזן ה"פימה" האיכותי יותר, ארוך הסיב, שיבוליו אמנם נמוכים יותר משל "אקלה", אבל מחירים גבוה יותר. בסוף שנות השמונים גדלו מאוד שטחי הגידול "פימה", אבל מגמת השיפור לא המשיכה והענף לא התאושש. לעומת זאת, ענף הפרחים וצמחי הנוי התפתח מענף זניח לענף גדול ומשגשג, שתורם לייצוא החקלאי של ישראל ועדיין אינו מראה סימני היחלשות (איור 5). עם זאת, אין לדעת מה יהיה בעתיד. בכל מקרה, ברור למדי שהקיימות של ענפים חזקים, שתלויים בשוקי ייצוא, אינה מובטחת לאורך זמן.



איור 5. שנויים בהיקפם של שטחי גידולים מקום המדינה ועד היום (מקור: למ"ט)

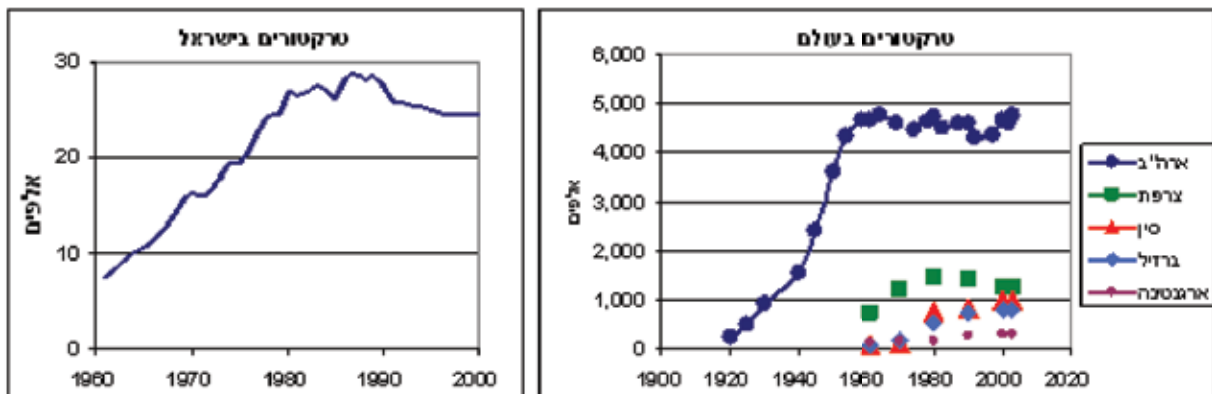
5. קיימות טכנולוגית

5.1. מיכון ומחשוב: צמצום הצורך בעבודת ידים

המהפכות הגדולות בחקלאות בתחום הטכנולוגיה המכאנית החלו עם מנוע הקיטור במאה ה־18. מנוע הבערה הפנימית (internal combustion engine), שהופיע במאה ה־19, הוביל להמצאת הטרקטור המודרני וכלי חקלאות מכאניים מגוונים. עם הזמן החליפו הכלים הרבים הנוספים שהומצאו, ביניהם מכונות זריעה, קציר והקומביין, את רוב הידיים העובדות בחקלאות ובכפר. התפתחות זו סיפקה את כוח העבודה למהפכה התעשייתית והייתה הגורם לשינויים הדמוגרפיים האדירים שבאו בעקבותיה (איור 7). המיכון השפיע גם על הרכב מיני עשבי הבר בשדות – מינים שהיו נפוצים כמעט נעלמו, ולהפך. עם התחכום גדל גם הדיוק בביצוע; הספקי העבודה גדלו, ובזכותם (לצד גורמים נוספים) גם היבולים. החוות גדלו, ובמאה הקודמת כבר התארגנו חברות חקלאיות גדולות (במקרים רבים משפחתיות) שנוצרו מחיבור של חוות משפחתיות קטנות. חלקן גדלו עד כדי כך שהם מנהלות מחקר ופיתוח עצמאיים.

ההתפתחות הטכנולוגית נמשכה בעידן המחשבים, בתחילה בעיקר בהנהלת חשבונות, אבל עם הזמן גם בהפעלת מערכות השקיה, רפתות חלב, מכונות מיון תוצרת, ובאחרונה שליטה בכמויות הדשן וחומרי הדברה (חקלאות מדייקת). כך משתפרת היעילות ומצטמצם השימוש העודף בחומרים אלה. המחקר והפיתוח בתחום המיכון והמחשוב לא פסקו, וימשיכו לשנות את פני החקלאות, במיוחד בארצות התעשייתיות, ובהן ישראל. לכן, אף שההתפתחויות הטכנולוגיות הגדולות אולי מאחורינו, אין להניח כדבר מובן מאליו שהטכנולוגיה הקיימת תשקוט על שמריה. גם הטכנולוגיה תשנה צורה, וטכנולוגיה חקלאית בת־קיימא אפשרית רק כאשר היא מוגדרת כתהליך מתמשך ומתחדש.

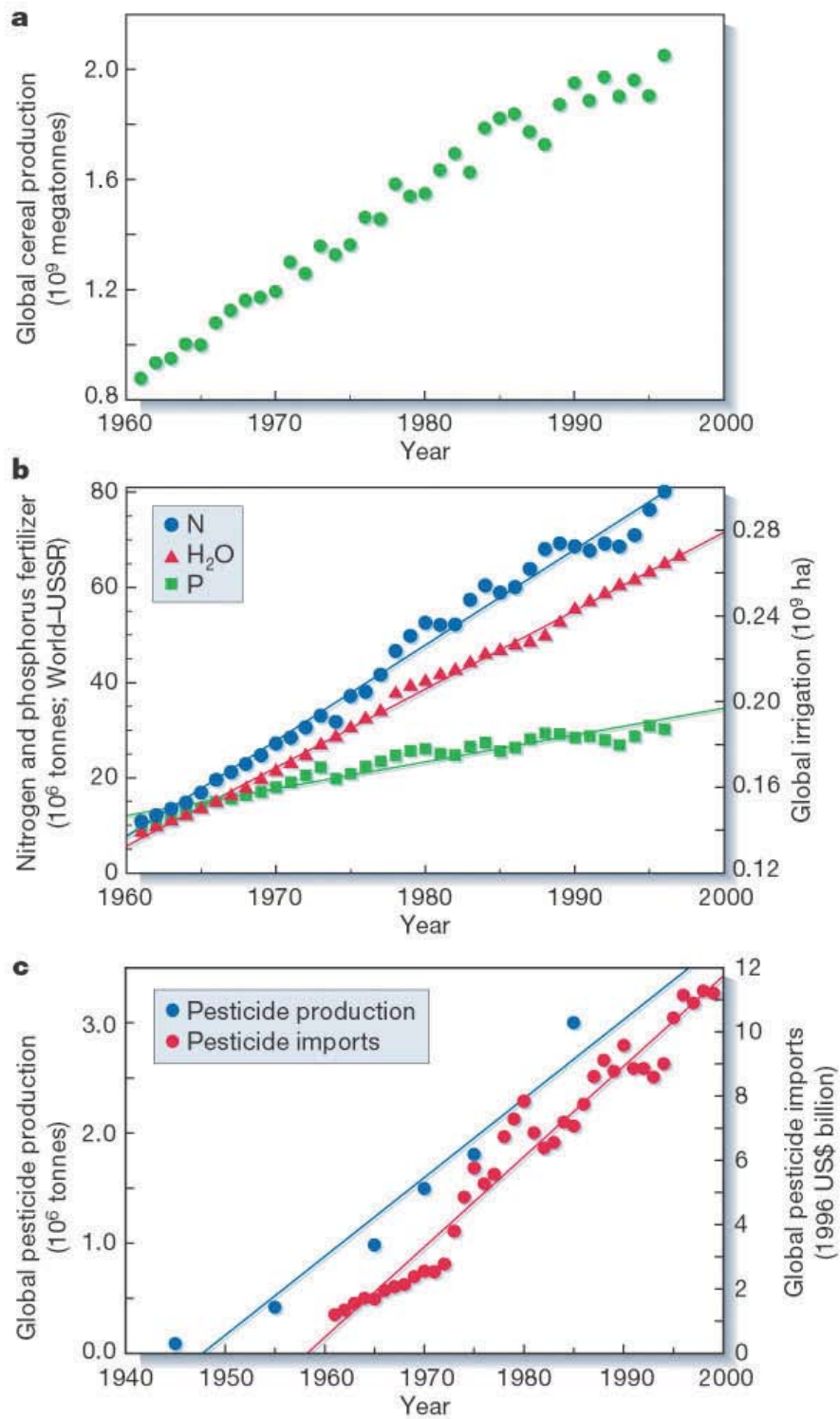
לייצור המיכון ולשימוש דרושות כמויות גדולות של דלק פוסילי, ודרךן מתווספות כמויות נכבדות של CO₂ וחומרי זיהום אחרים לאטמוספירה. מספר הטרקטורים (והכלים המלווים) בארה"ב, בצרפת, וגם בישראל, עלה בהתמדה במאה הקודמת עד שנות השמונים, ואחר כך התייצב ואפילו ירד. בארצות המתפתחות כמו ברזיל וסין, המספר ממשיך לגדול (איור 6).



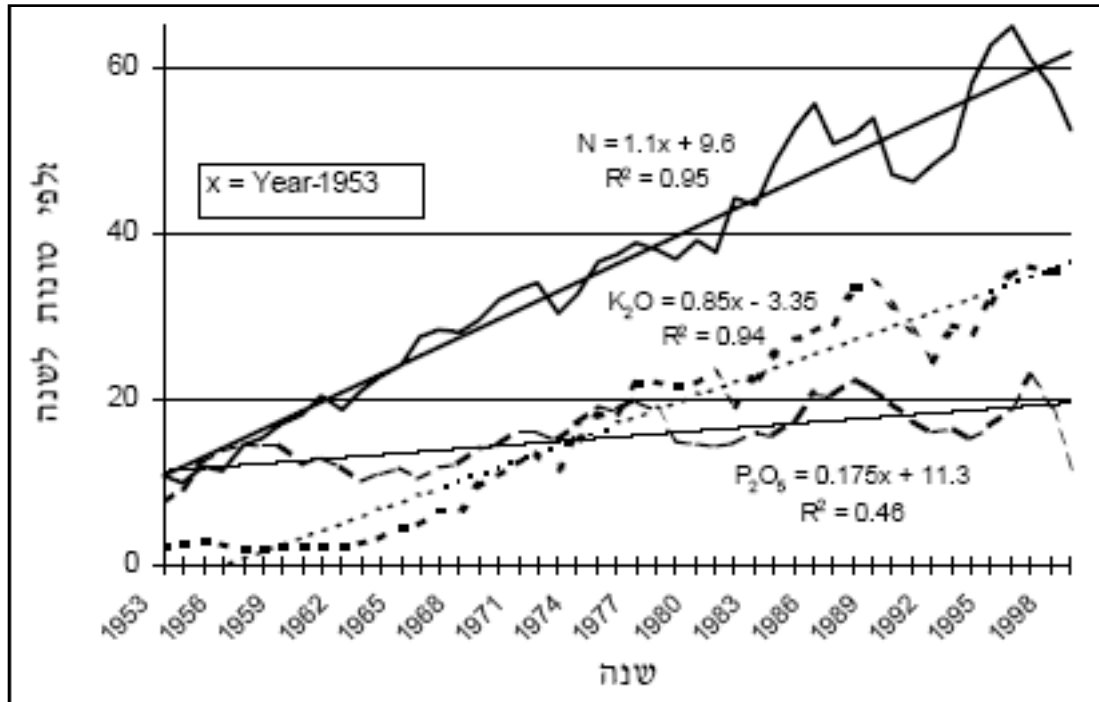
איור 6. מספר הטרקטורים בשימוש בישראל ובכמה ארצות בעולם במאה הקודמת (FAOSTAT; USDA)



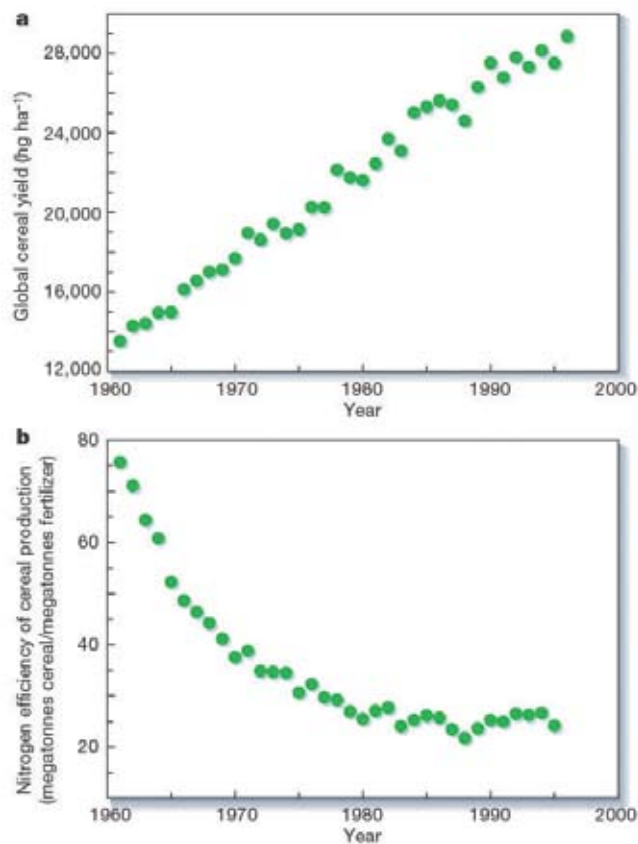
איור 7. חקלאות בתיקיימא במשך הדורות: זריעה, דיש, איסוף.



איור 8. a: ייצור עולמי של גרעינים. b: שימוש עולמי בדשן חנקני וזרחני ושטח עולמי של קרקע מושקית (בלי ברית המועצות). c: ייצור (במיליוני טונות) וערך היצוא העולמי (במיליארדי דולרים) של חומרי הדברה. (מתוך Tilman et al. 2002)



איור 9. השימוש בדשנים בישראל (N-חנקן; K_2O -אשלגן; P_2O_5 -פוספטים) (ECODAT-Fertilizer Use)



איור 10. a: יבולי גרעינים עולמיים בדציגרמים (ק"ג*0.01) לדונם. b: יעילות הניצול של חנקן בק"ג גרעינים לק"ג דשן

5.2. פוריות קרקע: דשנים תעשייתיים וייצור חקלאי

כאשר פרופ' ק"ט "קייס" דה ויט הדגול מהאוניברסיטה החקלאית של ואכנינגן שבהולנד בא לישראל לחגוג אתנו את הישגים והחידושים של חמישים שנות מחקר חקלאי בישראל, הוא התבקש לדבר על הישגי המחקר החקלאי העולמי בחמישים השנים האחרונות. הוא פתח את הרצאתו בהצהרה שלדעתו לא היו הישגים מדעיים משמעותיים בתחום המחקר החקלאי העולמי ב-50 השנים האחרונות שהשתוו לגילוי של ליביג (Justus von Liebig) לפני 150 שנה, שהוכיח את התפקיד של מינרלים בגידול צמחים! ואכן, מחסור בחומרי מזון לצמחים בקרקע מגביל את היבולים, ובמיוחד בקרקעות דלות ומנוצלות. הפיכת הסופר-פוספט באנגליה לקראת סוף המאה ה-19 לדשן מסחרי התחילה את עידן השליטה ההולכת וגדלה בהזנת הצמח. אבל ההתפתחות שהפכה את הדשן למנוע המרכזי של הייצור החקלאי הייתה המצאתו של פריץ האבר (Fritz Haber) בגרמניה, בשנות מלחמת העולם הראשונה. הוא גילה איך לקבץ חנקן אינרטי השופע באוויר לאמוניה, שיכולה להתחבר בקלות לאלמנטים רבים ולהפוך למקור חנקן זמין לצמחים (ובעיקר, להיות מוצר בסיסי לייצור חומר נפץ!).

התפתחות זו הובילה לייצור תעשייתי של מוצרי חנקן ושחררה את העולם מן התלות בדשן חנקני טבעי כמו גואנו (guano, לשלשת של ציפורים שהובאה מחופי צ'ילה ומפרו), או צ'ילי סלפטר (חנקת נתרן) שהופק בכרייה במדבריות בצפון צ'ילה. אחד האלמנטים המגבילים את הייצור החקלאי נהפך בתוך חמישים שנה (ושותי מלחמות עולם!) למוצר זמין שהקפיץ את הייצור החקלאי העולמי (איור 8) וגם את הייצור בישראל (איור 9). אמנם ייצור הגרעינים בעולם גדל עם תוספת הדשנים (וההשקיה), אבל ברבות הימים ירדה היעילות השולית של ניצול הדשן (איור 10). היבולים יכולים לעלות עוד, אבל בסופו של דבר, גם יכולתו של הדשן להגדיל יבולים היא סופית. הצריכה הגדלה של בשר, עם הגידול באוכלוסייה העולמית ועליית רמת החיים, מסיטה כמויות גדולות של גרעינים להזנת בעלי חיים וגורמת לירידה של צריכת הגרעינים כמזון לבני אדם (איור 11). אספקת הדשן החנקני לא מוגבלת, אבל האספקה של דשני הזרחן והאשלגן תלויה במשאבים סופיים. אלה דאגות של קיימות ברמת הייצור החקלאי העולמי העתידי, שבסופו של דבר ישפיעו גם על חקלאות ישראל. הדבר שנוגע לישראל בטווח המידי הוא העובדה שהשימוש המופרז בדשנים יוצר עודפים שמזהמים את הקרקע, את המים העליים ואת מי התהום. נושאים אלו יידונו בהמשך.

5.3. כימיה: חומרי הדברה; פרומונים; הורמונים

ככל שהיבולים גדלים בחקלאות האינטנסיבית, גדלה גם פוריות הקרקע ועמה גם כמויות הצומח והמזון לחרקים, החיידקים והעשבים הרעים. בעבר היו מעט אמצעים להילחם במזיקים, אבל נוצר שיווי משקל בין האויבים הטבעיים לנהלים החקלאיים, שאפשר השגת יבולים צנועים אך סבירים במשך דורות רבים. בתקופה המודרנית נכנסו לשימוש חומרים כימיים מורכבים להדברת מזיקים וגם לעידוד תהליכים פיזיולוגיים רצויים בצמחים ובבעלי חיים. חומרים אלה הביאו לידי שיפור היבולים של גידולים רבים, ובמיוחד בגידולים אינטנסיביים ובבעלי חיים מבויתים. אבל אליה וקוץ בה: המזיקים פיתחו התנגדות לחומרי הדברה, מצב שהביא לידי שימוש מוגבר בחומרי הדברה ופיתוח של חומרים אפקטיביים עוד יותר, וחוזר חלילה. חומרים אלה אינם ספציפיים למזיק מסוים, אלא פוגעים גם בחרקים מועילים, ביניהם אויבים טבעיים של המזיקים, ומאביקים.

כבר במאה ה-17 היה ידוע שיש תקשורת כימית בין חרקים, אבל רק בשנות החמישים המאוחרות של המאה הקודמת סונתזו לראשונה בגרמניה הפרומון המיני של עש המשי (*Bombyx mori*). משנות השישים ועד היום אותרו וסונתזו יותר מאלף פרומונים ספציפיים למינים ולמטרות שונות, ביניהם חומרים מיניים שמאפשרים משיכה וגילוי של בן זוג, חומרים שמודיעים על סכנות, חומרים שמכנסים אוכלוסיות של חרקים לפני נדידה או בשעת גילוי של מקורות מזון שונים, וכן חומרים המסמנים טריטוריה או דרכים. הפרומונים ספציפיים למיני

חרקים שונים, ופתחו אפשרויות של הדברה יעילה יותר עם פחות נזקים אקולוגיים. אבל הם לא פתרו את כל הבעיות, והחליפו את חומרי ההדברה רק בחלק מן המקרים אלה שבהם היה אפשר למשוך חרקים למלכודות. פרומונים תרמו ליעול ההדברה על-ידי איתור כמויות של חרקים מזיקים בשדה, ואפשרו להגביל את הטיפול לריכוזי מזיקים.

בשנות ה-50 של המאה הקודמת הצליחו בפלורידה שבארה"ב להדביר את ה־screw worm (זבוב חרר העור – *Cochliomyia hominivorax*) על-ידי הפצת זכרים מעוקרים באזורים נגועים. הטכניקה של עיקור חרקים זכריים (SIT sterile insect technique) התפתחה וישמה בהדברת זבוב הים-התיכון, מיני עש לילה, וזבוב הטסה-הטסה. תכנית ליישום SIT נגד הזבוב הים התיכון בארץ, בירדן וברשות הפלסטינית הצליחה להשיג תוצאות נאות בעשור האחרון. השנה נפתח בוולנסיה שבספרד מרכז גדול לגידול זבובי ים-תיכון מעוקרים בקנה מידה שישרת את כלל האזור הים-תיכוני. שיטת ה-SIT אינה פוגעת בסביבה או במגוון הביולוגי. זו אחת השיטות הבודדות שאין לה חסרונות אקולוגיים, דבר שמבטיח את הקיימות שלה לאורך זמן.

אמצעי הדברה נוסף התגלה בחיידק *Bacillus thuringiensis* (Bt) כאשר הוא מגיע למערכת העיכול של חרקים שונים, הוא מפריש רעלנים שפוגעים בחרק. התכונה הזאת התגלתה ביפן ב-1901 ובגרמניה ב-1911, וכבר ב-1920 התחילו להשתמש בחיידק בתור חומר הדברה. בשנת 1938 יצרו בצרפת באופן תעשייתי נבגים של החיידקים. היתרון הגדול בשימוש ב-Bt הוא בכך שאין הוא רעיל לבני אדם או לבעלי חיים, ופוגע רק בחרקים שאוכלים מהצמח הפונדקאי. ה-Bt השפיע רק על זחלים של עשי לילה, ובגלל מגבלות אחרות לא זכה להצלחה רבה. בארה"ב החל השימוש המסחרי בחיידק ה-Bt ב-1958, ובמשך הזמן התגלו זנים שונים שהיו יעילים נגד מיני זבובונים וחיפושיות. משנות השמונים, עם התגברות הנזקים של חומרי הדברה כימיים והתגברות העמידות של חרקים לחומרים אלה, התרחב העניין ב-Bt. עם הרחבת המחקר התגלו אלפי זנים של Bt, אבל השימוש בתכשירי Bt היה מוגבל בעיקר לגידולים אורגניים וכמעט לא השפיע על מידת השימוש בחומרי ההדברה הכימיים. עם התקדמות המחקר בביולוגיה מולקולרית הצליחו להעביר את הגנים האחראים לייצור הרעלן של Bt לצמחי תרבות. ב-1995 אושר לשימוש תירס שכלל גנים שיצרו את הרעלנים של חיידק ה-Bt. כיום קיימים זני Bt גם בתפוחי אדמה ובכותנה, והשימוש בזנים אלה מגיע לידי מאות אלפי הקטרים (1 הקטר=10 דונמים). דוגמא נוספת היא יצירת זן של פפאיה העמיד לוורוס (PRSV Papaya Ring Spot Virus), שאיים לחסל את כל הגידול באי הוואי. החשש שמטיל צל על הפתרון הזה הוא היכולת של המזיקים לפתח עמידות לרעלן הספציפי הזה.

כמו כן אותרו וסונתזו חומרי גידול השולטים על קצב התפתחות של צמחים ועל מועדי הפריחה. השימוש בהם נעשה שגור בגידולים רבים, ובעיקר במטעים, בירקות ובפרחים. חומרים אחרים משמשים לייבוש הצמח כדי להקדים את הקציר, למשל הריסוס לייבוש עלי הכותנה, המקל על איסוף היבול ומשפר את ניקיונו.

5.4. גנטיקה קלאסית; ביוטכנולוגיה; ביולוגיה מולקולרית

תחילת החקלאות, לפני 10,000 שנים, התאפשרה עקב ברירת זנים של חיטה, שעורה וקטניות בר בעלי תכונות רצויות לגידול חקלאי. השלב החשוב הראשון בפיתוח זני תרבות היה מציאת זנים בעלי שיבולת או תרמיל שלא מתפרקים בהבשלה, דבר שאפשר איסוף גרעינים יעיל יותר. במשך אלפי שנים, על-ידי ברירת תכונות רצויות, נוצר מבחר עצום של זנים מגידולים רבים. הברירה נעשתה על-ידי החקלאים עצמם והתקדמה מדור לדור.

כאשר התפתחה הגנטיקה המנדליאנית בסוף המאה ה-19 ובראשית המאה ה-20, הובהרו תהליכי המעבר של התכונות התורשתיות של אורגניזמים רבים. התפתחות מדע הגנטיקה והתבססותן של תחנות מחקר

חקלאיות בסוף המאה התשע־עשרה ובתחילת המאה העשרים החישו את תהליך הפיתוח של זנים חדשים ואיכותיים יותר, עם יבולים גבוהים יותר, עמידות גבוהה בפני מחלות ומזיקים והתאמה לתנאי בתי גידול שונים. הגנטיקה החדשה עבדה בעיקר על שיפורים בתוך מינים. הכלאות בין מינים היו נדירות מאוד ומוגבלות למינים קרובים זה לזה (כדוגמת חיטה ושיפון, ובבעלי חיים: הפרד, הנוצר מהכלאה בין סוס לחמור, וקוריוז כמו היעז – הכלאה בין יעל לעז). התפתחות הביולוגיה המולקולארית, הן בתאוריה והן בפעילות במעבדה, אפשרה לאתר ולבודד גנים האחראים לתכונות רבות בצמחים ובבעלי חיים. בעשורים האחרונים פותחו שיטות ביוטכנולוגיות להעברת גנים בודדים לא רק מזן לזן, אלא אפילו בין מינים שונים מאוד (ואפילו מבעלי חיים לצמחים), בכללם גנים המעניקים עמידות בפני מחלות ומזיקים. העברת גנים שהעניקו לגידולים מתורבתים עמידות לגליפוסט (Glyphosate – חומר פעיל בקוטלי עשבים רבים כמו Roundup) אפשרה שימוש חופשי יותר ב-Roundup להדברת עשבים רעים בגידולים כמו כותנה, סויה, לפתית ואחרים. התפתחויות אלה תרמו רבות לשיפור היבולים, אבל גם ליתרונות משמעותיים אלה יש צד אפל.

הפיתוח של זנים מעולים דחק את השימוש בזנים נחותים יותר אבל בעלי תכונות מגוונות. עקב כך ירד בימינו מספר הזנים הנמצאים בשימוש, מאגר הגנים הצטמצם ותכונות רבות שעשויות להיות רצויות נעלמו. מצב זה עלול לפגוע ביכולתה של החקלאות להתמודד עם בעיות שיתעוררו בעתיד. שטחים עצומים נזרעו במין אחד (חיטה, אורז, תירס, סויה, כותנה...) ויחד עם חומרי ההדברה הביאו לידי צמצום חמור של המגוון הביולוגי על גבי שטחים נרחבים. נוסף על כך התעוררו ספקות לגבי התועלת הרב־שנתית של הזנים החדשים שבהם הושתלו גנים של עמידות ל-Roundup, כי אלה מאפשרים השמדה של מינים רצויים שהיו נפוצים בשטחי עיבוד, אם כי כעשבי בר. ולעומת זאת, על הגידולים עלולים להשתלט זנים של עשבי בר בלתי רצויים ובעלי עמידות טבעית ל-Roundup. עשבים כאלה כבר התגלו בארה"ב ובאוסטרליה. זנים שבהם הושתלו גנים של Bt עוררו חשדות שהגן יעבור גם לעשבי בר, ויושמו חרקים מועילים.

כל התהליכים האלה מאיימים על קיימות החקלאות בעתיד, אבל גם מציבים אתגרים לפני גנטיקאים, ביולוגים מולקולאריים, אקולוגים וחקלאים. במקרים רבים יש פתרונות לבעיות שלא היו מוכרות לפני כן, אך פתרונות אלה כרוכים לרוב בהוצאות גדולות יותר, בויתורים על יבולי שיא ובצורך לנקוט באמצעים שמגבירים את המורכבות של ניהול השטחים. ברור היום שחלק מנהלי העבר (כמו מחזורי זרעים, הסתמכות על אויבים טבעיים להדברת מזיקים, השארת שטחי מפלט לעשבי בר ולחרקים רצויים) יגויסו לשמירה על הקיימות של המינים המשופרים המודרניים.

5.5. בריאות (וטרינריה): חיסונים, אנטיביוטיקה

זמן קצר לאחר שגילה לואי פסטר במאה ה־19 את החיסון בתור אמצעי יעיל נגד מחלות בבני אדם, החלו ליישם זאת גם למניעת מחלות בבעלי חיים – יונקים ובעלי כנף. היום הידע הווטרינרי מפותח עד כדי כך שמחסנים בעלי חיים ביתיים נגד מגוון רחב של מחלות כדבר שבשגרה. בדרך כלל אין בעיות המאיימות על קיימות הנוהג, למרות מקרים בודדים של הדבקות במחלות עקב חיסון. באנגליה, לדוגמה, התעורר ויכוח ציבורי בדבר נחיצות החיסון בהשוואה לסיכונים שבו, כאשר מדובר במחלת הפה והטלפיים.

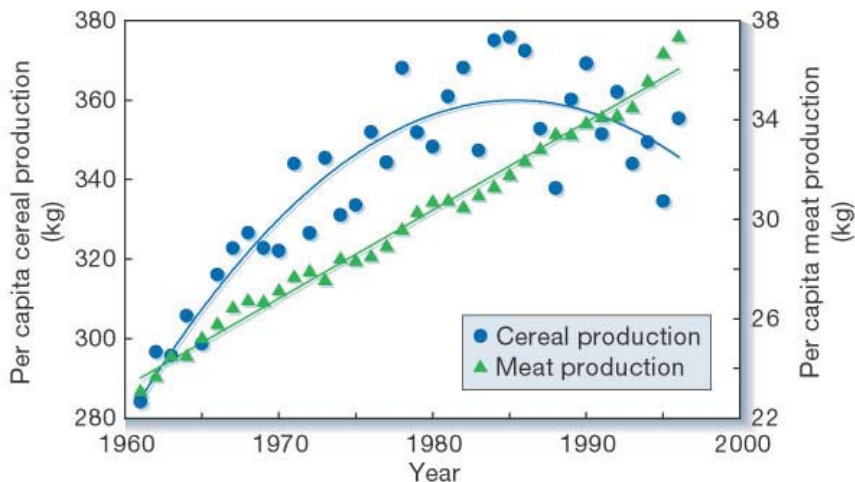
טבלה 1. יעדי השימוש של חומרים אנטיביוטיים בעופות, בעלי החיים ובבני אדם, והופעה של עמידות לחומרים אלה אצל חיידקים.

בעלי חיים בריאים, אנשים לא בריאים? תרופות אנטיביוטיות נפוצות בחקלאות ובבתי מרקחת

תנגודת בקטריאלית	שימוש ע"י בני אדם	שימוש בבעלי-חיים			מיני בעלי חיים	סוג	קבוצת אנטיביוטיקה
		מזרזי גדילה	מניעת מחלות	טיפול במחלות			
✓	✓		✓	✓	בקר, עופות, צאן, חזירים	Gentamicin, Neomycin, Streptomycin	אמינוגליקוזידים
✓	✓	✓	✓	✓	בקר, עופות, צאן, חזירים	Penicillins (Amoxycillin, Ampicillin)	בטה-לאקטמינים
✓	✓		✓	✓	בקר, עופות, צאן, חזירים	Cephalosporins (דור שלישי)	
✓		✓	✓		בקר, עופות, צאן		יונופורים
✓	✓	✓	✓	✓	בקר, עופות, חזירים	Erythromycin, Tilmicosin, Tylosin	מקרולידים
✓	✓	✓	✓	✓	עופות, חזירים	Bacitracin	פוליפטרידים
✓	✓		✓	✓	בקר, עופות	Enrofloxacin	פלאורוקווינולון
✓	✓	✓	✓	✓	בקר, עופות, חזירים		סולפונאמידים
✓	✓	✓	✓	✓	בקר, עופות, צאן, חזירים		טטרהציקלינים

מעובד מתוך: Environmental Health Perspectives, July 2002, Vol. 1101, No. 71

אחרי מלחמת העולם השנייה נכנסו התרופות האנטיביוטיות לשימוש בגידול בעלי חיים ופתרו בעיות תברואה קשות. בארה"ב נעשה כיום שימוש ב-12 מיליון ק"ג של אנטיביוטיקה לבעלי חיים מדי שנה, שהם 70% מכלל האנטיביוטיקה המיוצרת בארה"ב, ופי שמונה מהכמות המנוצלת לתרופות לבני אדם (Union of Concerned Scientists, 2001). רוב התרופות האנטיביוטיות מתפקדות גם בתור אמצעי לזירוז קצב הגידול של בעלי חיים, על-ידי השמדת חיידקים במערכת העיכול המפריעים לספיגה יעילה של מזון. עליית קצב הגידול בשיעור של 3-11 אחוזים יכול לפעמים להיות ההבדל בין רווח להפסד בעבור המגדל. כבר כיום קיימים חיידקים העמידים בפני סוגי האנטיביוטיקה הנמצאים גם בשימוש בבני אדם (טבלה 1). גם הורמוני גדילה המגבירים את יבולי הבשר מעוררים דאגות בנוגע לבריאות האדם, למרות הטענות שלא נשארים שרידים שלהם בבשר המגיע לשוק. תקנות האוסרות או מגבילות את השימוש בחומרים אלו קיימות כבר היום בארצות רבות וגם בישראל, ויש להניח (לקוות!) שהאכיפה של תקנות כאלה תהיה יעילה יותר ככל שהמודעות לנזקו של השימוש המופרז בחומרים אלה תגבר בקרב הצרכנים. על כל פנים, ההשפעות השליליות של השימוש המופרז באנטיביוטיקה מאיימות על הקיימות של ייצור מוצרי בעלי חיים ברמתה הנוכחית.



איור 11. ייצור עולמי שנתי ממוצע לראש של גרעינים ושל בשר שחוט (Tilman et al. 2002)

6. קיימות של קנה מידה

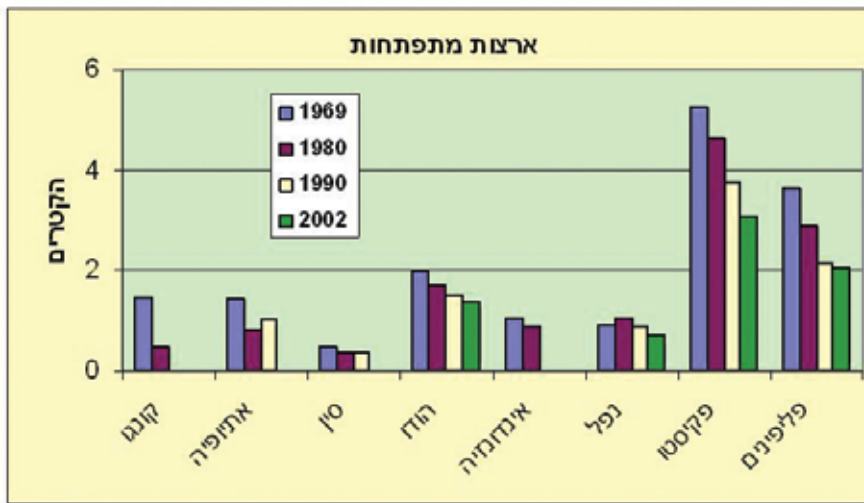
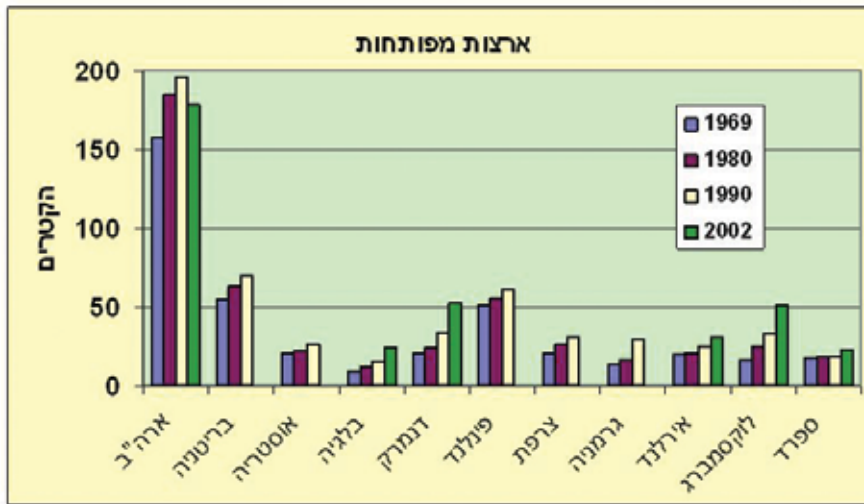
6.1. משקים קטנים; משקים גדולים; חקלאות משפחתית

חוות גדולות (latifundia), המבוססות על קשרים פוליטיים, על עבודה זולה או על עבדות היו קיימות באימפריה הרומית, הסינית והמצרית כבר לפני אלפי שנים, ובמושבות הספרדיות במאה ה-18-20. בארצות רבות הן קיימות גם היום, אם כי העבדות, במובנה המסורתית, נעלמה מן העולם. בתקופות אחרות ובמקומות שונים התרבו חוות משפחתיות קטנות (איור 12). גידול החוות או חלוקתן לחלקות משפחתיות היו תלויים גם בגורמים תרבותיים, טכנולוגיים וכלכליים. בהיסטוריה היו מגבלות טכנולוגיות שהגבילו את השפעת גודל החווה על הסביבה ועל הקיימות החקלאות. עם זאת, יש עדויות לסחף קרקע בתנאי בעל באזור היס-התיכון, והמלחה היסטורית בארצות שבהן הייתה חקלאות השקיה בתקופה העתיקה. כיום, רוב המשקים באסיה ובאפריקה קטנים, ולרוב משפחתיים. גם בארצות המפותחות רוב החוות משפחתיות, אבל הן גדולות הרבה יותר, בהתאם לרמה הכלכלית של הארצות העשירות יותר. גם בימינו, הנטייה של גידול החוות שונה באזורי העולם השונים – הגודל הממוצע גדל בארצות המפותחות וקטן בארצות מתפתחות (איור 12). ישראל עברה, ועדיין עוברת, תהליכים דומים.

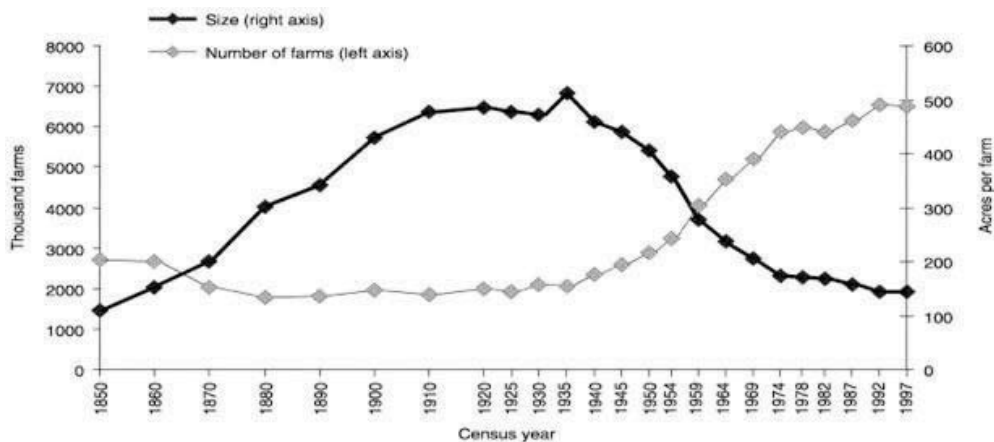
השינויים מתרחשים בקצב מהיר, לא רק אצלנו, ומטילים ספק באפשרות לדבר בימינו על קיימות של צורות החקלאות. בארה"ב גדל מספר החוות בקצב מתמיד מאמצע המאה ה-19 עד לשנות ה-40 של המאה הקודמת, ומאז ירד מספרן כמעט עד לרמה של המאה ה-19 (איור 13). תוך כדי כך, גודלן הממוצע של החוות גדל. בשנת 2003 היו החוות הגדולות המשפחתיות והלא משפחתיות (בין 1,200 ל-6,000 הקטר בממוצע) 8.8% מכלל החוות בארה"ב, אבל הן תרמו 40.8% מערך הייצור (איור 15). כמו כן, החוות הגדולות הן רק 4% ממספר החוות בארה"ב, אבל הן מכסות כ-50% משטחי החקלאות. גודלן הממוצע מעל 1,300 הקטרים. הנטייה להגדלת החוות נתמכה בסובסידיות גדולות (לפעמים מעל \$500,000 לחווה), ויש טענות לזיהום מים עקב שימוש בדישון ובחומרי הדברה, אבל בעיקר מפרש בעלי חיים בחוות הגדולות, המגדלות חזירים ובקר ומדשנים בעודף. שטחי "ranches" לגידול אקסטנסיבי של בעלי חיים גדולים עוד יותר. חוות King Ranch בטקסס היא בין הגדולות מכולן, ומתפרסת על כ-200,000 הקטר. עם זאת, עדיין יש בארה"ב יותר מ-1,700,000 "חוות קטנות", שגודלן בין 2 ל-200 הקטר, מקצתן ברשות פנסיונרים שמפעילים את החוות באופן חלקי, מקצתן חוות קטנות המספקות פלחי שוק מיוחדים – מגידול דבורים ועד לגידול אלפקות. בגלל סיבות כלכליות (איור 14) ודמוגרפיות (העיור הנמשך) התאחדו חלק מחוות קטנות אלה לחוות גדולות יותר, אבל נשארו משפחתיות מבחינה עסקית. רוב החוות הגדולות מאורגנות כעסקים מסחריים לכל דבר, לעתים עם מספר גדול של שותפים. באנגליה היו חוות גדולות כבר לפני המאה ה-19, אבל אלה קטנו, בעיקר אחרי מלחמות העולם, ולאחר מכן גדלו מחדש והמצב השתווה לכפי שהיה לפני 150 שנה. בשנים האחרונות, בהתאם לנטייה בארצות המערב (איור 12), התרבו מספר החוות הגדולות. באסיה גודלו הממוצע של משק משפחתי הוא פחות מ-2 הקטרים, והוא מצטמצם עם הגידול במשפחה (איור 12).

טבלה 2. גודל היחידות העתידי בישראל לאחר יציאת שטחים מעיבוד (הדס 2002).

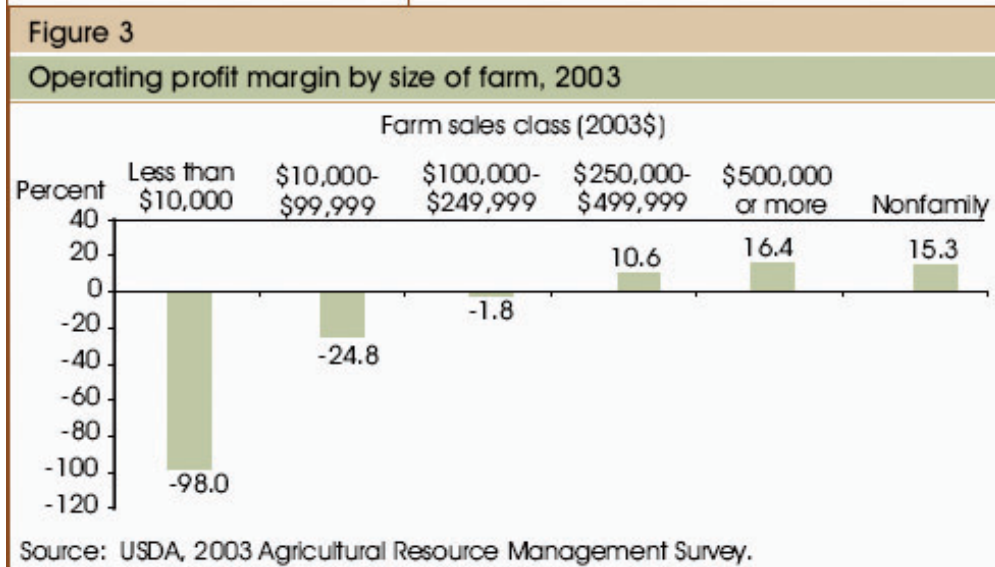
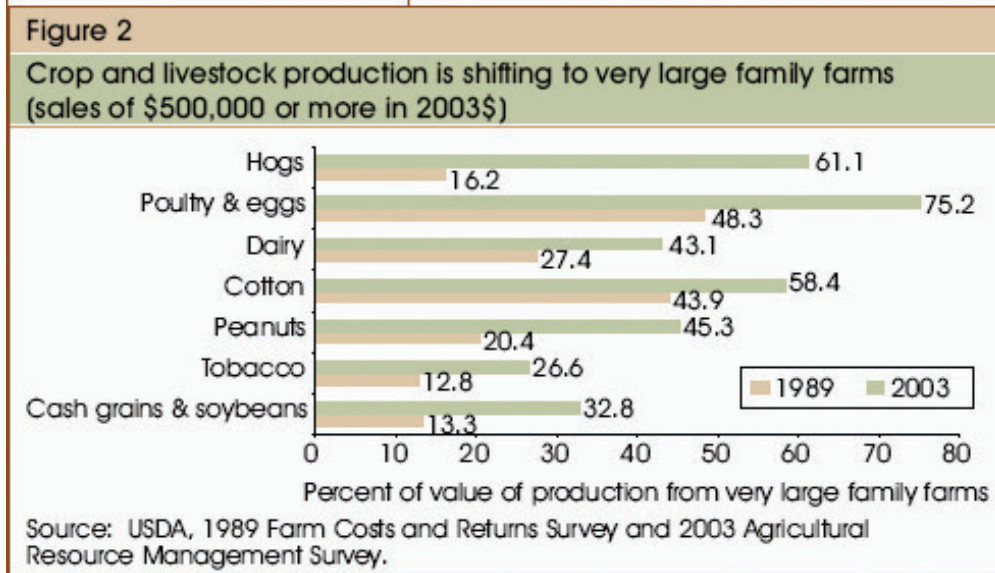
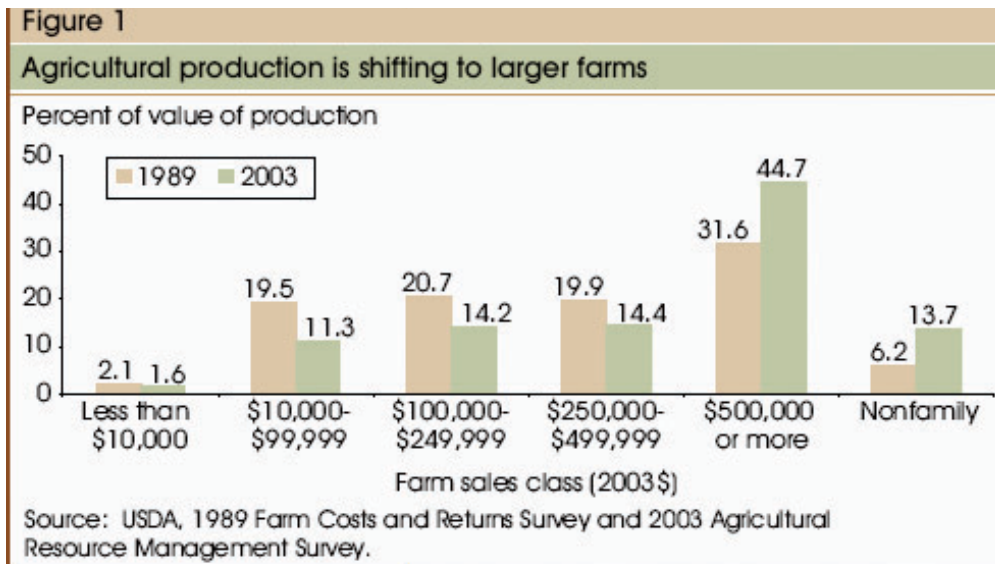
עתידי	היום	
8,633	61,806	מס' יחידות משקים
260	48	גודל יחידה (דונם)



איור 12. שינויים בגודל הממוצע של חוות בהקטרים בשנים 1969, 1980, 1990, ו-2002 באירופה, בארה"ב (איור עליון) ובמדינות מסוימות באסיה ובאפריקה (Nagayets 2005).



איור 13. הגודל הממוצע לחווה ומספר החוות בארה"ב ב-150 השנים האחרונות (שימו לב, סימון הנתונים התהפך: קו שחור-מספר חוות; קו אפור-גודל ממוצע של חוות בהקטרים לחווה. (מקור: Hoppe 2001)



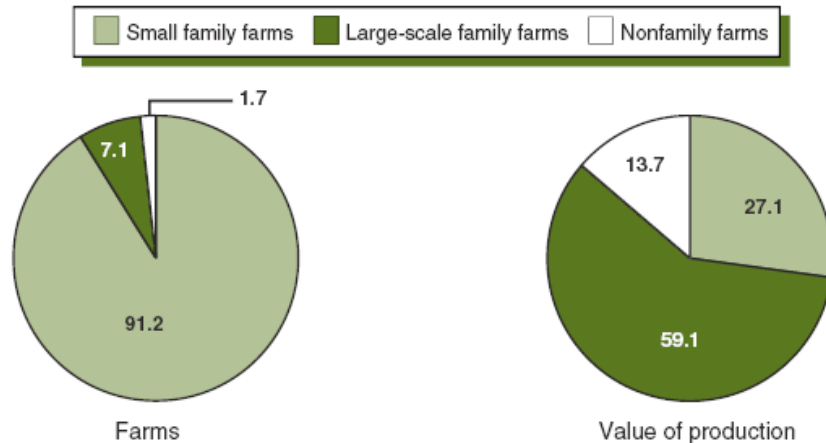
UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE

איור 14. הקשר בין היקף הייצור של חוות בגודל שונה בארה"ב וסך כל הייצור, הרכב הגידולים והרווחיות שלהם. [איור עליון (Figure 1) - ייצור חקלאי עובר לחוות גדולות יותר; איור אמצעי (Figure 2) - ייצור גידולים ומשק חי עובר לחוות משפחתיות גדולות מאוד (מכירות של מעל \$500,000); איור תחתון (Figure 3) - רווח תפעולי לפי גודל חווה, 2003]

Share of total farms and value of production, 2003

Large-scale family farms and nonfamily farms account for 73 percent of production

Percent of U.S. farms or production



Source: USDA, Economic Research Service, 2003 Agricultural Resource Management Survey, Phase III.

איור 15. חלוקת מספר החוות בארה"ב (Farms) וחלוקת ערך הייצור הכללי (Value of production) בין החוות בגודל שונה.

בישראל, גודלה הממוצע של נחלה משפחתית הוא כ-4 הקטרים. הממוצע בקיבוצים הוא כ-500 הקטר לקיבוץ, ובהם בממוצע 90 משפחות (בארה"ב, 96% מן החוות קטנות מ-500 הקטר). כיום יש בארץ כ-62,000 נחלות במושבים, לא כולן פעילות וחלקן אינן מקור ההכנסה היחיד של בעל הנחלה (הדס 2002). במקרים רבים, חקלאי אחד מעבד כמה נחלות, חלקן באופן אינטנסיבי מאוד. לפי אומדן הרשות לתכנון החקלאות והכפר, הגודל העתידי של היחידה המשפחתית הפעילה יהיה בממוצע 260 דונם (טבלה 2), דבר שמחייב סידורי קרקע וחקיקה מתאימים. במנהל מקרקעי ישראל כבר החלו לשנות החלטות ישנות ולקבל החלטות אשר יקלו על השינויים. אם ארה"ב יכולה לשמש דוגמה למגוון גודל החוות ולמגוון הפעילות בהן, יש להניח שהקיימות של שהחקלאות בישראל תהיה גם היא מגוונת ותכלול חוות מתמחות גדולות וחוות משפחתיות מכל הסוגים.

6.2. אגרי-ביזנס - חקלאות "תעשייתית"

לחקלאות מתלוות תעשיות "במעלה הזרם", כלומר תעשיות המספקות את התשומות הדרושות לחקלאות (דשנים, ציוד מכני, חומר ריבוי, שתילים, חומרי הדברה וכו'), ותעשיות "בתחתית הזרם" - תעשיות המעבדות ומשווקות את התוצרת החקלאית (שיווק, תחבורה, עיבוד התוצרת וכו'). רוב התעשיות האלה בישראל, אם לא כולן, צמחו מתוך החקלאות ומצורכי החקלאות המיוחדים של ישראל, ומבחינה זו, הן תלויות בקיימות של החקלאות בישראל ובמומחיות שהתפתחה תוך כדי התמודדות עם האתגרים המקומיים. חלק מן התעשיות התפתחו מעבר לצרכים המקומיים ונעשו ענפי תעשייה או ביו-תעשייה בפני עצמם, וחלקן עדיין מושרשות במעשה החקלאי עצמו, כמו חברת "חישתיל", המספקת שתילים מתוחכמים לחקלאות בישראל ואף פתחה סניפים בדרום אירופה ובדרום אפריקה. ציוד ייחודי שצמח בחקלאות בישראל, בעיקר מערכות הטפטוף ומערכות ממוחשבות לניהול רפתות - רכש לעצמו מוניטין בינלאומיים, וסניפים של החברות הישראליות התפשטו בארה"ב ובארצות רבות אחרות בעולם. החקלאות עצמה, במיוחד החקלאות האינטנסיבית בחממות, הגיעה להיקפים גדולים של ייצוא. החקלאות של הערבה, לדוגמה, מצאה לה שווקים עונתיים בארצות הצפוניות, והיינות מהגליל ומהגולן יצרו לעצמם שם ושוק מכובדים מעבר לים.

ההתפתחות העסקית המקומית והבינלאומית מוסיפה ממד כלכלי חשוב לקיימות של החקלאות בישראל. התפתחויות אלה מרחיבות את מרחב השיווק של חקלאות ישראל, אבל הן גם פתוחות לתחרות. בשנת השמונים

של המאה הקודמת, למשל, נפגע שיווק ההדרים מההתקדמות בחקלאות בספרד ובמרוקו, ומהתחרותיות שהם גילו. המומחיות עוברת ממקום למקום, ויתרונות עכשוויים עלולים להיעלם בעתיד. קיימות השוק החקלאי הבינלאומי מציעה תמיד הזדמנויות, אבל הישארות בשוק הזה לאורך זמן דורשת התמודדות מתמדת עם מצבים משתנים.

6.3. חקלאות אלטרנטיבית – חקלאות אורגנית

אחד הפתרונות המוצעים כדי להפוך את החקלאות של ימינו לחקלאות בת־קיימא היא חקלאות המבוססת על התהליכים האקולוגיים בקרקע, בצומח, בבעלי חיים ובשילובים ביניהם, תוך שימוש מינימלי בתוספות תעשייתיות מבחוץ – דשן, דלק, חומרי הדברה, אנטיוביוטיקה וכו'. רודולף שטיינר (1861-1925) פיתח בגרמניה, כחלק מהאגנטרופוסופיה – הפילוסופיה ההוליסטית הכלל־אנושית שלו – שיטה של חקלאות אורגנית שכונתה 'חקלאות ביו־דינאמית', וזו התפשטה למקומות רבים בעולם והגיעה גם לישראל. בקיבוץ הרדוף מעובדים היום כאלף דונמים של פלחה ומטעים בשיטה הביו־דינאמית, למרות הדרישות המכבידות על ייצור בקנה מידה גדול. בכפר רפאל, קהילה שיקומית ליד באר שבע, מגדלים שקדים ואבוקדו ביו־דינאמיים, וגן ירק המספק את צורכי המוסד. הצורך לדאוג לקיימות של החקלאות מקובל כדבר מובן מאליו: השיטה מדגישה את הייחודיות של כלל המערכת החקלאית ותכונותיה הרוחניות. היא עוסקת במחזור זרעים ובחומר אורגני, בשימוש בדשן אורגני, בשילוב של גידולים ומרעה, בהדברת מזיקים באמצעות אויבים או חומרים טבעיים, ובהדברת עשבים באמצעים מכאניים. צמצום התשומות מבחוץ והשימוש בשיטות אקולוגיות אמורים להבטיח את קיימותה של החקלאות הביו־דינאמית, בדומה לקיימות של מערכות טבעיות. יש גם עדויות ליבולים משופרים. אבל מעבר לעבודה הרבה הדרושה ולמגבלות על סדרי השימוש בקרקע ומועדי הזריעה, לחקלאות הביו־דינאמית יש דרישות ותנאים נוספים, וקשה לעמוד בכולם ולשמור על רווחיות מתקבלת על הדעת. למרות ההיכרות הנרחבת עם השיטה, השטח המעובד על־פיה נשאר קטן מאוד הן בארץ והן בעולם. בעבר, בטרם היו בשימוש תשומות חיצוניות (טרקטורים, כלים מכאניים, דשנים וחומרי הדברה כימיים), השימוש בבעלי חיים להפעלת כלים חקלאיים כבדים ולתחבורה חייב את קיומם של שטחי מרעה ומספוא נרחבים. רוב החקלאות הייתה דומה למה שאנו מכנים היום "חקלאות אורגנית".

הארגון הבינלאומי המאחד את כל העוסקים בחקלאות אורגנית נקרא International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). לפי נתוני הארגון, ברוב הארצות, כולל בגרמניה, אחוז השטח החקלאי שמוקדש לחקלאות אורגנית לא גדול מאחוז אחד. אמנם בשנים האחרונות התרחבה החקלאות האורגנית בארצות אחדות, אבל היא נשארה בתחום של אחוזים בודדים. על־פי נתוני הלמ"ס, בישראל בשנת 2004 עובדו בחקלאות אורגנית 57.7 אלף דונם (1.9% מהשטח החקלאי). הגידולים כללו פרי הדר, מטעים, ירקות (שטח גלוי וחממה), גידולי שדה ותבלינים. מתוך כל הייצור האורגני, 31.3% הופנו לייצוא, והם 4.9% מערך הייצוא החקלאי. מתברר אפוא שיש דרישה למוצרים אורגניים בנישה קטנה אבל משמעותית של השוק. ברור שהחקלאות האורגנית, הכללית והביו־דינאמית, מקדשת את רעיון הקיימות בחקלאות ומציעה פתרון לבעיות הקיימות של החקלאות המודרנית למרות התשומה הגדולה של עבודה ליחידת ייצור, היבולים הקטנים יותר, ועקב כך המחיר הגבוה לתוצרת, המגבילים את התרחבותה. כמה מן הרעיונות של החקלאות האקולוגית, כמו ההדברה הביו־לוגית והשימוש המוגבר בקומפוסט, כבר חדרו לחקלאות הקונבנציונלית.

6.4. חקלאות כעיסוק משלים; חקלאות כתחביב; חקלאות עירונית; חקלאות כאורח חיים.

עיקר ההכנסה של מרבית בעלי החוות הקטנות בארצות המפותחות איננו מחקלאות אלא מעיסוקים שמחוץ לחווה (איור 15). באנגליה, יותר מ-100,000 חוות מוגדרת חוות "ללא תמורה כלכלית". סידורי התחבורה המפותחים מאפשרים ניידות מן החווה לעיר, ומשום כך אורח החיים הכפרי, עם או בלי עיסוק בחקלאות, מועדף על-ידי רבים במקומות מתאימים בארצות המפותחות. עקב כך התרחב מאוד שטח הפריפריה של הערים. המשך העיסוק בחקלאות בתור תחביב כאשר העבודה לא נחשבת כתשומה, נובע מצורך כלכלי, ממסורת משפחתית או מנטיות אישיות, גם כאשר אלה מבוססים על משק קטן מאוד ואין בהם רווח כלכלי. עבור מי שמעוניינים בחקלאות ואין ביכולתם להחזיק חווה בתור תחביב, יש ערים רבות (בהן ירושלים וראשון לציון) שבהן חלקות אדמה בשולי העיר מחולקות למגרשים קטנים, ואזרחי העיר עוסקים בגידול ירקות, תבלינים, פרחים ופרות. במקרים רבים קשה לספק את הדרישה לחקלאות עירונית בגלל מחסור בקרקע זמינה ומגבלות של בעלות. התוצרת מחקלאות עירונית בארצות המפותחות מוגבלת בדרך כלל לשימוש אישי או משפחתי ואינה פתרון לאספקת תוצרת חקלאית לאוכלוסייה העירונית. זו מקבלת את אספקתה מחוות מסחריות. בימי הצנע, בשנות החמישים של המאה הקודמת, הייתה מחלקה במשרד החקלאות שנקראה "מגן דוד ירוק". זו עודדה גידול של ירקות ופרות בחלקות קטנות עירוניות עד שהאספקה משדות החקלאים הצליחה לספק את כל הדרישה. אין ספק שהחקלאות כאורח חיים יכולה להעשיר את מגוון הקיימות של חקלאות ישראל, אם כי בהיקף צנוע.

7. קיימות אקולוגית

עיקר הדיון העולמי על חקלאות בתיקומא סובב סביב ענייני הקיימות האקולוגית, כלומר הקשר שבין החקלאות לסביבה. הדגש מושם על ההשפעה השלילית של החקלאות המודרנית על האיזון התקין בטבע, ועל עלות הנזק מבחינה ציבורית. הנושאים כוללים זיהום סביבתי, הרס משאבי הטבע, צמצום המגוון הביולוגי, וכן גם פתרונות ירוקים לקידום הקיימות של החקלאות: שליטה בצריכת המים והדשנים, טיהור טבעי של מי שפכים, טיפול מתוחכם במזיקים וצמצום השימוש בחומרי הדברה, מחזור של חומר אורגני, והיתרונות הכלכליים והציבוריים של "חקלאות תקינה" (ראו סעיף 6.10). נושאים אלו רלוונטיים גם לחקלאות בארץ.

7.1. זיהום וקיימות

הפעילות החקלאית, מטבעה, הורסת את המערכות הביולוגיות הטבעיות ומשפיעה על הקרקע, על המים ועל האוויר. בארץ מדובר בעיקר בהשפעה על מי התהום, אבל גם בניקיון הנחלים המעטים. ההשפעה מתחילה להיות שלילית, כלומר מזהמת, כאשר השינויים בקרקע, במים ובאוויר עוברים את הסף שבין השפעה סבירה להשפעה בלתי רצויה. כאשר מבנה הקרקע וריכוז החומר האורגני בה נשמרים וריכוז המינרלים המסיסים אינו מגיע לרמות הגורמות לפגיעה בצומח או לדליפה של מינרלים וחומר אורגני תעשייתי למי התהום או למים עליונים, יוגדר מצב הקרקע כרצוי. המצב הראוי של המים הוא שאין בהם ריכוזים בלתי רצויים של מינרלים, מתכות כבדות או חומרים רעילים, ואין בהם שינויים שיביאו למצבים בלתי רצויים כאלה בעתיד. המצב הרצוי באוויר הוא שאין בהם ריחות רעים, ואין פליטות של גזי חממה שמפרים את המאזן המונע את התחממות כדור הארץ. כאשר הפעילות החקלאית מזהמת וגורמת לתהליכים המובילים את המשאבים אל מעבר לסף הבטיחות, היא עלולה להרוס את הבסיס לקיומה.

7.2. מקורות הזיהום

7.2.1. חומרי הדברה

בישראל רשומות יותר מ-700 תרכובות כימיות המותרות לשימוש חקלאי. הן כוללות קוטלי חרקים, אקריות, נמטודות, פטריות, עשבים, חיידקים, רכיכות ומכרסמים, וגם מושכי חרקים, דוחי ציפורים ויונקים, חומרי עישון, מווסתני גידול צמחים, גורמי שילוך ועוד. עיקר החומרים הם קוטלי עשבים, קוטלי פטריות וקוטלי חרקים. באמצע שנות ה-40 הוכנסו ה-DDT ותרכובות אורגנו-כלוריות אחרות לשימוש רחב בחקלאות, ובשלב מאוחר יותר גם אורגנו-פוספאטים וקרבאמטים. אלה הביאו את החקלאות לידי תלות כמעט מוחלטת בחומרי הדברה כימיים. כאמור, לחומרי הדברה אלו השפעה ישירה על איכות הסביבה החקלאית ומעבר לה. רוב חומרי ההדברה אינם בררניים, ומשמידים לא רק את המזיק אלא גם את אויביו הטבעיים. מחזור החיים של המזיקים קצר בדרך-כלל, ובתוך כמה דורות, לפעמים אפילו בתוך שנה, מתפתחת עמידות בפני חומרי ההדברה. דבר זה מחייב פיתוח של חומרי הדברה חדשים, לעתים חריפים יותר. כך מונצח מעגל של פיתוח עמידות, עם נזקים חמורים לאויבים הטבעיים ופגיעה במגוון של החי מסביב, בכללם בבעלי החוליות. בישראל התגלו הנזקים האלה:

- דורסים: כמעט כל 39 המינים בארץ נפגעו מהצטברות של חומרי הדברה ברקמות. לאחר איסור השימוש ב-DDT, בפחמניים כלוריים אחרים ובגפרת התליום, חלה התאוששות חלקית.
- ציפורים אוכלות חרקים: נפגעו בעיקר מינים החיים בקרבת שדות. לעומתם, התרבו מינים עמידים יחסית לחומרי הדברה, כגון אנפית הבקר והשחרור.

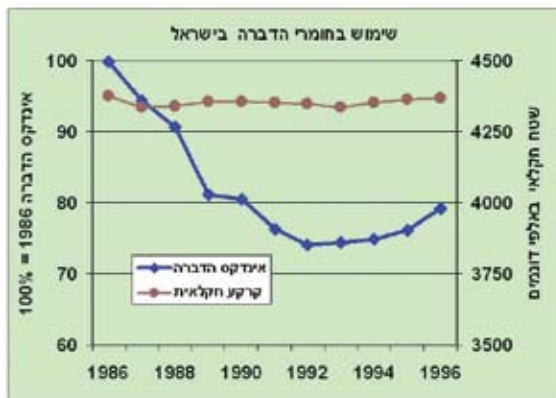
- עטלפי חרקים: קבוצת היונקים שנפגעה ביותר. הפגיעה העיקרית הייתה ישירה, מאיוד מערות להשמדת עטלפי פרות. העטלפים נפגעו גם מהרעלה משנית, עקב אכילת זחלי עשים – מזיקים של גידולי חקלאות.
- יונקים טורפים: נפגעו בעיקר מפעילות לביעור כלבת ומהרעלת תנים שפגעו בצינורות פלסטיק. רוב המינים התאוששו כאשר נאסרו ההרעלות.

אמנם שימוש בקוטלי עשבים מסלק את העשבים הרעים הרגישים, אבל משאיר את העשבים העמידים לחומר, ואלה משתלטים על השדה ומגוון המינים בשדות נפגע. עם הזמן, הסלקציה מעלה את רמת העמידות של מיני עשב בר לקוטלי העשבים, ואת שיעור העמידים באוכלוסייה.

השימוש בחומרי הדברה משפיע גם על בריאות בני האדם: במישרין על האנשים שמפזרים את החומרים, ובעקיפין על ידי אכילת מזונות או שתיית מים שיש בהם שאריות של חומרי הדברה. בישראל יש מקרים רבים של הרעלה מחומרי הדברה, אבל אין על כך נתונים מדויקים. האורגנו־פוספאטים וקרבאמטים הם נזיקי טוקסיים הפוגעים במערכת העצבים, במיוחד של ילדים. חומרים אחרים הם קרצינוגניים – מחוללי סוגי סרטן מסוימים – ויש בהם שמשפיעים על המערכת האנדוקרינית, מערכת החיסון, מערכת הרבייה, ועוד.

"הצד האפל" של חומרי ההדברה נכנס לדיון הציבורי בצורה דרמטית ב־1962, עם ההוצאה לאור של "אביב דומם" – ספרה של רייצ'ל קרסון שתיאר את המעבר של DDT מהשדה לתוך מארג המזון בטבע והשפעתו ההרסנית על החי. נוסף על כך, העול הכלכלי הכרוך בשימוש בחומרי הדברה הלך וגדל. בסוף שנות ה־60 של המאה הקודמת החלה להתפתח תנועה לפיתוח שיטות הדברה ידידותיות יותר לסביבה ולחי. בשנות ה־70 החלו מדענים לפתח שיטות הגנה על גידולים המבוססות על שילוב של כמה שיטות – ממשק הדברה משולב (IPM-Integrated Pest Management). אלה צמצמו את השימוש בחומרי הדברה ועודדו את הפעילות של אויבים טבעיים של המזיקים. ההדברה המשולבת מבוססת על האמצעים האלה:

- הדברה כימית המתמקדת בחומרים בררניים, שפוגעים במזיק בלבד.
- הדברה באמצעים חקלאיים, המנתקים את מהלך ההתרבות של מזיקים ומעודדים התרבות של אורגניזמים מועילים על ידי מחזור זרעים, שיטות עיבוד, חיטוי סולרי, גידולי מלכודת וכו'.
- הדברה ביולוגית – חומרי הדברה שמווסתים תהליכי גידול חרקים, שימוש בזכרים עקרים כדי להקטין את אוכלוסיית המזיק, שימוש בטפילים ובטורפים להדביר פגעים. בעמק בית שאן, לדוגמה, מתנהל פרויקט (בשיתוף עם ממשלת ירדן) להדברת מכרסמים בעזרת תנשמות.
- שימוש בפרומוני מין לצורכי ניטור או לכידה.
- הנדסה גנטית – הכנסת גנים המייצרים רעלנים האופייניים למדבירים ביולוגים למבנה הגנטי של צמחים. כיום, מאות אלפי הקטרים של כותנה ותירס טרנסגניים נושאים גנים שיוצרים את הרעלנים של



איור 16. שטח החקלאי וההוצאות על חומרי הדברה בישראל בשנים 1986-1996.

חיידי הקרקע *Bacillus thuringiensis* כפי שפורט לעיל (סעיף 5.3).

במקרים רבים, הגישה המשולבת הביאה לידי הקטנת השימוש בחומרי הדברה, אבל הייצור העולמי (והיקף השימוש) של חומרי הדברה עדיין עולה (איור 8). פיתוח שיטות וחומרים חדשים ומתוחכמים לצמצום נזקי השימוש המופרז בחומרי הדברה מעסיק את המחקר ואת החקלאים היום ובוודאי יעסיק אותם עוד יותר בעתיד. אין להניח שאפשר יהיה לוותר על השימוש בחומרי הדברה שמספקים ביטחון ביבולי החקלאות וגם

מגדילים אותם. ברם, הפיקוח על השימוש הבלתי תקין בהם יצטרך להיות יעיל יותר כדי להבטיח את קיימות החקלאות בעתיד.

במדינת ישראל, משרד החקלאות והמשרד להגנת הסביבה משקיעים מאמצים רבים כדי להפחית את השימוש בחומרי הדברה בחקלאות, והתוצאות ניכרות בשטח (איור 16). המגמה היא שהמשק יעבור בהדרגה לממשק הדברה משולב (IPM) במספר גדל והולך של גידולים.

חברת Bio-Bee מקיבוץ שדה אליהו, למשל, מציעה אויבים טבעיים להדברת מזיקים בתות שדה, מלפפון רגיל ואורגני, פלפל רגיל ואורגני ובעגבנייה. כל אזור הערבה, מסדום ודרומה, הוכרז כאזור נקי מחומרי הדברה, ושני מו"פים חקלאיים, בערבה המרכזית ובערבה הדרומית, עוסקים במחקר יישומי בתחום. בעמק בית שאן מתנהל פרויקט הדברה משולבת בין-ענפית (המבי"ע). הפעילות הזאת תורמת לקיימות החקלאות.

ב-1997 קם, ביוזמת המוכרים הקמעונאים הגדולים באירופה, ארגון שמטרתו להבטיח מזון בריא, נקי משאריות של חומרי הדברה ודשנים, והמיוצר בתנאים השומרים על הסביבה ועל רמת החיים של העובדים החקלאיים. נוסף על אירופה התפשט בשנים האחרונות רעיון הבקרה על-ידי גורמי המכירה הפרטיים גם לשווקים של יפן, תאילנד, אוסטרליה, מרכז ודרום אמריקה, וארצות מסוימות באפריקה. הארגון נקרא EUREPGAP (Good Agricultural Practice European Retailer Produce) ובספטמבר 2007 שינה את שמו ל-GLOBALGAP כדי לשקף את ההתפשטות העולמית של בקרת איכות, וידידותיות לסביבה ולחברה המבוססת על חקלאות תקינה (Good Agricultural Practice). מטרת התקנות בעיקר לשמור על בריאות התוצרת באמצעות הדברה משולבת, דישון מבוקר ודאגה לתנאי עבודה ומגורים נקיים לעובדים. התוצרת מן הערבה, שרובה מיועדת לייצוא לאירופה ורובה גדלה בחממות, כפופה לתקנות מחייבות של EUREPGAP. העמידה בתקנות התפשטה גם לחוות בנגב המערבי, בעיקר בגלל דרישות הייצוא. אגרקסו יזמה כבר לפני עשר שנים את תכנית ECOFRESH, אשר במקורה כללה גם תקנות מעבר לדרישות התקנות האירופיות. בשנת 2006 נולדה יוזמה חדשה משותפת לאגרקסו ולחברה להגנת הטבע – "אקופרש טבע" (פרלברג 2006), ובה הושם דגש על ענייני הסביבה הטבעית והתחשבות באלמנטים כמו פרודורים אקולוגיים, משוכות צומח, טרסות, שולי שדות, שלוליות, נתיבי מים, מאגרי מים, חורש, סבך שיחים, שדות בור ושטחי מרעה טבעיים שנשמרים ומנוהלים באופן אחראי בהתאם לתקנות הרלוונטיות. תכנית זו טרם יצאה לפועל. כיום הדגש הוא על הדברה משולבת ושימוש בחומרי ריסוס מאושרים, צמצום דישון שניתן בעודף, קומפוסטציה, ניקיון בבתי אריזה והדרכת צוות העובדים – בשפתם. הצוות של ECOFRESH ומדריכי משרד החקלאות פועלים בכל אזורי הארץ במטרה לקדם את הייצור המכוון לשוק המקומי לקראת עמידה בתקנות EUREPGAP. למרות המאמצים שלהם, היישום עדיין חלקי. חלק מן התקנות עבור השוק המקומי הותאמו למציאות בארץ. השימוש בבוצה לזיבול אדמות, למשל, אסור בתקנות EUREPGAP אבל מאושר לשימוש על-ידי המשרד להגנת הסביבה, אם כי עם תקנות מגבילות מאוד של שינוע. הרחבת היישום של התקנים תתרום, ברבות השנים, לקיימות של החקלאות בארץ.

7.2.2 הפרשות של בעלי חיים

ברפת החלב בארץ יש כ-124,000 פרות חולבות. נוסף על פרות ישנם 230,000 עגלים ועגלות המפוטמים בתנאים אינטנסיביים. אלה באים מעדר החלב, מעדר הבקר לבשר ומייבוא, תחילה מפולין ובשנים האחרונות מאוסטרליה. רוב הכבשים והעזים במגזר היהודי (טבלה 3) מוחזקים בדירים בתנאים אינטנסיביים. במגזר המיעוטים הממשק מעורב: עדר אמהות אקסטנסיבי במרעה, ופיטום טלאים אינטנסיבי בדיר. על-פי נתוני המשרד להגנת הסביבה, כל אלה מייצרים 300 אלף טונות של זבל מוצק (שמכילים 7,000 טונות של חנקן צרוף) – כמות השווה להפרשות כלל האוכלוסייה האנושית בארץ. סך כל השפכים והתשטיפים הנוצרים

בתהליך הייצור ברפת נאמד ביותר מחמישה מיליון טונות בשנה. אלה גורמים פגיעה חמורה בסביבה אם אינם מטופלים כראוי. בעיה נוספת היא מיקום הרפתות: כמחציתן ממוקמות בצפון הארץ, אזור רגיש מבחינת משק המים של ישראל בגלל השטח הקרסטי של הגליל, שמעביר מים במהירות דרך הסדקים והמחילות למי התהום, ובגלל הרגישות של אגן ההיקוות של הכנרת. המפגעים הסביבתיים העיקריים בענף הם זיהום קרקע ומקורות מים וחומרי הזנת הצמח (בעיקר זרחות וחנקות), מלחים, חומר אורגני ופתוגנים, וכן מפגעי ריח, זבובים ומפגעים חזותיים. כל אלה מאיימים על הקיימות של החקלאות בשטחים שאליהם הזיהום מופנה.

טבלה 3. כבשים ועזים במגזר היהודי ובמגזר המיעוטים (השירותים הווטרינריים, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, 2005)

מגזר	כבשים	עזים
מיעוטים	311,857	56,435
יהודים	195,454	20,881
סה"כ	507,311	77,316

בישראל כ-6.6 מיליון תרנגולות מטילות, 24 מיליון תרנגולות לפיטום ו-4 מיליון תרנגולי הודו. כמות הפרש המוצק בענף זה גדולה מכמות הפרש המוצק ברפתות: יותר ממיליון טונות זבל בשנה, מהן 10,000 טונות חנקן צרוף. עם זאת, הפרש מלולים בעייתי פחות מזה של רפתות ודירים משום שהוא מוצק, ולא נוצרים ממנו שפכים המהווים סכנה לזיהום מים. בכל זאת, סילוק הכמויות הגדולות של הפרש אינו נטול בעיות. זבל לולי הפטם בעייתי פחות מלולי מטילות משום שהוא מורכב מלשלת ומחומרי ריפוד, ומשמש להזנת בעלי חיים וכדשן לגידולים חקלאיים. קשה יותר למחזר זבל מלולי מטילות, שהוא ברובו נוזלי ואין לו כיום שימוש.

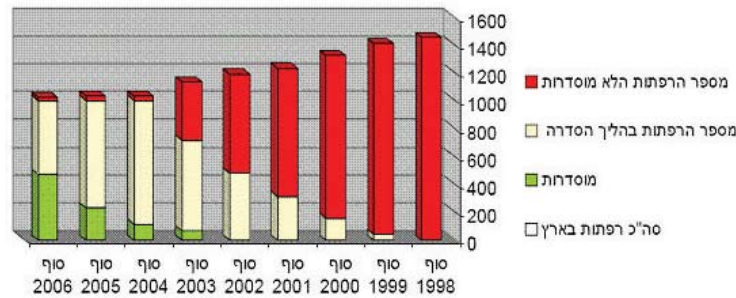
כאמור, עיקר בעיות הזיהום הן מרפת החלב והמפטמות. המודעות לבעיה והצורך לייעל את הייצור הביאו לידי ארגון מחדש של הענף – הרפורמה שהחלה ב-1999 ואמורה להסתיים עד 2008. היא בוצעה עקב יוזמה משותפת של מועצת החלב, משרד החקלאות ומשרד האוצר. המשרד לאיכות הסביבה הצטרף לתהליך כדי להבטיח את ביצוע הרפורמה בהתאם לתקנים סביבתיים מתקדמים. בתהליך הייעול צומצם מספר הרפתות ב-30% (איור 17), בעיקר על-ידי איחוד רפתות. רוב הזיהום הנוזלי הופסק במהלך הרפורמה בזכות השקעות בתשתיות להגנת הסביבה, והענף צועד לקראת הסדרה מלאה. כ-53% מהמענקים הוקצו לנושא הסביבתי.

כיום כמעט 97% מרפתות החלב עומדות בדרישות מודל "רפת בועה" – דבר לא מחלחל החוצה וכל השפכים מנותבים בצורה מסודרת לפתרון קצה, למערכת הביוב או לשדות לדישון. מי הגשם הנקיים היורדים על גגות הרפתות ומסביבן מנותבים החוצה בעזרת מרזבים ותעלות ניקוז. הוקמו מערכות אזוריות המפנות את הזבל מהרפת בתדירות גבוהה. בשלב זה, כ-50% ממצבת הבקר במשק החלב קשורים למיזמים אזוריים של פינוי וטיפול בזבל. בזכות תהליך זה ירד הזיהום לכנרת מהרפתות ב-70% עד 80%.

בקיבוצים זיקים, יגור וכפר גלעדי הוקמו מתקנים להפקת ביוגז מזבל פרות. כ-36,000 חולבות קשורות למתקנים אלה. ישנם מתקנים אזוריים כגון מטב"ח (מתקן לטיפול בזבל בעלי חיים) בעמק חפר, הקולט זבל מ-12,000 חולבות. אך עלות הובלת הזבל מכבידה על כלכליות המפעל.

הישגים סביבתיים נוספים של הרפורמה:

- נשמר הפיזור של הרפתות ברחבי הארץ, דבר שמבטיח את המשך גידול שטחי המספוא, לא רק לאספקת מזון לרפת אלא כיעד לקולחים וגם לבוצות המופקות משפכים עירוניים.
- הוכנסו לרפתות טכנולוגיות ייחודיות מפיתוח מקומי שיוצרות אוויר יבש ברפת, ובעקבותיו ריפוד יבש וצמצום פגעי ריח וזבובים.



איור 17. התקדמות הרפורמה בענף הרפת. (המשרד להגנת הסביבה)

הרפורמה ברפת היא דוגמה של התארגנות המקדמת את התאמת הענף לדרישות המחמירות של הכלכלה והסביבה ובכך תורמת לקיימות שלו. יתרה מזאת, הרפורמה החלה בזכות יוזמה מקומית ישראלית של המגדלים והממשלה, שראשיתה לא בלחץ חיצוני הדורש שיפור סביבתי כתנאי להמשך הייצוא, אלא בהבשלת המודעות הסביבתית והיענות לצורכי סביבה מקומיים.

7.2.3. אנטיביוטיקה, הורמונים וסטרואידים במשק החי

אנטיביוטיקה במשק החי (עופות ומקנה) משמשת לטיפול במחלות, לטיפול מונע במחלות ולשיפור קצב הגדילה של בעלי החיים (כפי שצוין לעיל). כאמור, אחת הבעיות בשימוש באנטיביוטיקה היא בהתפתחות זני חיידקים עמידים. בעיות נוספות הן שאריות הנמצאות בבשר ובביצים הנאכלים על-ידי בני אדם, ובשפכים מרפתות ומלולים שעלולים לזהם מקורות מים.

גם הורמונים וסטרואידים משמשים כממריצי גידול במשק החי. בארה"ב ובמדינות אחרות טוענים שהסכנה ששאריות יימצאו בבשר ויגיעו בצורה כזאת לבני אדם מזערית. באיחוד האירופי לא מקבלים גישה זו, ומשום כך אסרו על ייבוא בשר מארה"ב.

מאז 1998 נאסר באיחוד האירופי השימוש בסוגי אנטיביוטיקה המשמשים בני אדם, כממריצי גידול בבעלי חיים. מאז 2006 חל שם איסור כללי על שימוש באנטיביוטיקה מכל סוג ובהורמונים בתור ממריצי גידול.

7.2.4. דשנים

לדשנים כימיים, שעליהם מתבססים היבולים הברוכים של החקלאות המודרנית, יש גם השפעות שליליות: כאשר משתמשים בהם בכמות עודפת, הם עלולים לזהם את הקרקע ומי התהום, ובסופו של דבר גם את הגידולים החקלאיים עצמם (במיוחד דישון חנקני). הם ניתנים בעודף כי הם זולים ביחס לתשומות אחרות, ולעתים, כשלא יודעים מה יש בקרקע, נוטים לדשן יתר על המידה – ליתר בטחון! שינוי הסביבה הכימית בקרקע משנה את הרכב האורגניזמים שבתוכה, ולא תמיד לטובה. השפעות דישון היתר על איכות הקרקע מתגלות רק בטווח הארוך, ובארץ אין נתונים רבים. ברותמסֶט שבאנגליה יש שדה ניסוי שעליו מגדלים חיטה ברציפות מדי שנה משנת 1843, והיבולים דווקא עולים עם תוספת קבועה של דשנים (אולי בגלל עליית ריכוז ה- CO_2 באוויר?). אין שם בעיית המלחה, סחף קרקע או פגיעה במבנה הקרקע, מצב שאיננו קיים בהכרח בכל מקום. עם זאת, מתברר שמתכות כבדות, שנמצאות בכמויות מזעריות בדשן, מצטברות בקרקע, ועדיין אין נתונים על השפעתן על חיינו. הפגיעה המידית יותר של דישון יתר מתגלה במי התהום. יותר חנקן מתנקז משטח שדושן עם זבל אורגני מאשר משטח שדושן עם דשן אנאורגני במינון מתאים. באקוויפר החוף, ריכוז החנקות בשנים האחרונות הוא מעל 50 חלקים למיליון (חל"מ). אמנם זה נמוך מהתקן הישראלי – 90 חל"מ – ולכן אינו נחשב בעיה חמורה, אבל באירופה התקן מחמיר יותר ועומד על 50 חל"מ. עודפי חנקות במי השתייה הופכים לניטריטים במערכת העיכול ושם מתחברים עם אמינים לייצור ניטרוסמינים. אלה גורמים

טבלה 4: תקני איכות של מי קולחים במוצא של מתקני הטיהור (ועדת ענבר)

לנחלים	ללא מגבלות*	יחידות	פרמטר
	1.4	dS/m	מוליכות חשמלית (מלחים)
10	10	mg/L	תצרוכת חמצן ביולוגי BOD
10	10	mg/L	סה"כ מוצקים מרחפים TSS
70	100	mg/L	תצרוכת חמצן כימיקלי COD
1.5	20	mg/L	חנקן אמוניאקלי
10	25	mg/L	חנקן כללי
1	5	mg/L	זרחן כללי
400	250	mg/L **	כלוריד
200	150	mg/L	נתרן
200	10	יח' ל 100 מ"ל	קולי צואתי
3 <	0.5 <	mg/L	חמצן מומס
8.5-7.0	8.5-6.5		PH
0.05 >	1	mg/L	כלור נותר
0.5	2	mg/L	דטרגנט אניוני
	5	(mmol/L) ⁰³	יחס נתרן/מגנזיום SAR
	0.4	mg/L **	בורון
0.2	2	mg/L	אבץ
	2	mg/L	ברזל
	2.5	mg/L	ליתיום
	1 >	mg/L	מרכיבי קורט חשובים לחקלאות

לסרטן ולמחלות נדירות בתינוקות – אבל השפעתם מנוטרלת ע"י ויטמין C. (De Roos et al. 2003; Grosse et al. 2006; WHO. 2006) דשן זרחני מתקשר לקומפלקס הקרקע ואינו נע בקלות דרכה. לכן הוא מסוכן פחות מחנקן כמזהם של מי התהום. הידע הדרוש לשם התאמת כמויות הדשן לצורכי הצמחים קיים, ולכן דישון תקין לא אמור לאיים על קיימות החקלאות או על טיב המים. לעומת זאת, הכמויות הגדולות של דשנים ומלחים שכבר נמצאים בקרקע ומחלחלים לאט לאט למי התהום, יוסיפו להמליח את מי התהום במשך שנים רבות. לכן בקרה על כמויות הדשן ושיפור האיכות של מי ההשקיה הם אמצעים דחופים שיש לנקוט כבר היום כדי לקיים את חקלאות העתיד ולשמר את איכות מי השתייה באזור החוף.

7.2.5 מי קולחים ומים מליחים

בישראל קיימים שלושה מקורות מים עיקריים: מים שפירים (המגיעים ישירות מהכנרת ומן האקוויפרים) ומים שוליים (קולחים, שיטפונות ומליחים) ולאחרונה, מי ים מותפלים לשימוש עירוני. כמות המים השפירים מוגבלת: בשנת 2005 השתמש המגזר החקלאי ב־1221.5 מיליון מ"ק מים, מתוכם 543.8 מיליון מ"ק מים שפירים ו־582.7 מיליון מ"ק מים שוליים. עם גידול האוכלוסייה, יותר מים שפירים מוקצים לשימוש עירוני, ויותר מי קולחים עומדים לרשות החקלאות. הצריכה לחקלאות ב־2005 הייתה כ־62% מצריכת המים הכללית בישראל, והיא מחזיקה בשיא העולמי בשימוש במי קולחים לראש. באופן כללי, המגמה היא של

עלייה בשימוש במי קולחים. חלק מהמים המטוהרים מוחזרים לנחלים. חרף המגמה, השימוש בקולחים מוגבל כמעט לגמרי למגזר החקלאי היהודי. במגזר הערבי באופן כללי קיימת רתיעה מהשבת שפכים ושימוש חוזר בהם. עם זאת, לאחרונה החל בעיר סכנין פרויקט הדגמה לניצול מי הקולחים מהיישוב.

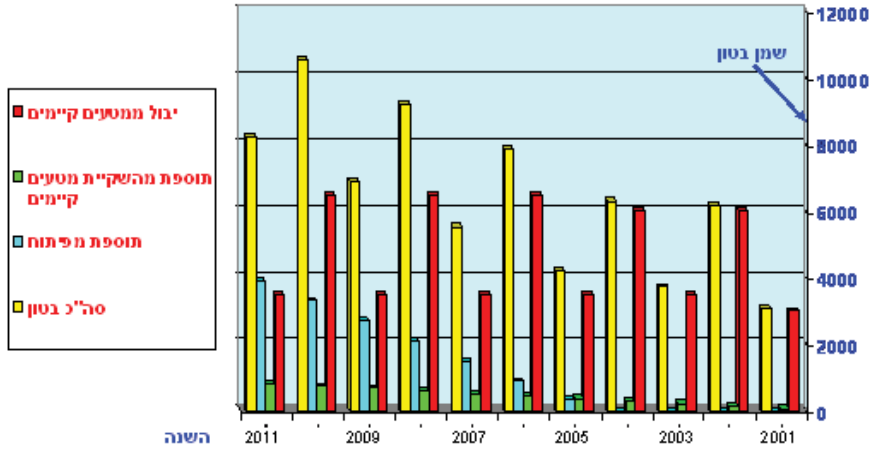
תכולת החומר האורגני בשפכים העירוניים בישראל גבוהה עד פי שלושה ויותר מהערכים המאפיינים שפכים בארצות הברית ובמערב אירופה. זאת עקב שימוש בכמויות מים קטנות יותר לנפש בארץ והרגלי חיים שונים. לעובדה זו יש משמעות רבה בתכנון מכוני טיהור, האמורים להרחיק בעיקר את החומרים האורגניים: מי שופכים אינם ניתנים לשימוש בחקלאות כמו שהם, ועליהם לעבור טיהור. ככלל, הם יכולים לעבור שלוש רמות של טיהור: טיהור ראשוני, הכולל סינון גס של השפכים ושיקוע של חלקיקים כבדים. מים אלה עדיין אינם ראויים לשימוש בחקלאות (או להזרמה לנחלים). השלב הבא, טיהור שניוני, מבוסס על טיהור ביולוגי המפרק את החומר האורגני בשפכים, הרחקת המוצקים המרחפים, שיקוע הבוצה וחיטוי הקולחים לסילוק מיקרואורגניזמים פתוגניים. מותר להשתמש במים אלה בחקלאות, אך בהגבלות חמורות (בגידולים שאינם באים במגע ישיר עם הצרכן – כותנה, בוטנים, מטעים המושקים בטפטוף ועוד). טיהור שלישוני כולל סילוק חנקן וזרחן בתהליכים ביולוגיים וכימיים, סינון נוסף של מוצקים מרחפים והחדרה לתת-קרקע חולית. תהליך זה יוצר קולחים באיכות גבוהה ומרחיק למעלה מ-95% מהמזהמים שבמים (בורון, מלחים, חומצות, שמנים, תרכובות חנקן אורגניות וחומרים סינתטיים). תהליך זה דורש משאבי קרקע חולית גדולים, והוא נעשה כיום רק במכון הטיהור של שפכי גוש דן – השפד"ן. מים אלה מותרים לשימוש ללא מגבלות בחקלאות, ומותר להזרים לנחלים. מי קולחים אחרי טיהור שלישוני צריכים לעמוד בתקנים שנקבעו ע"י ועדת ענבר (טבלה 4), שהוקמה על-ידי המשרד להגנת הסביבה ומסקנותיה אושרו על-ידי הממשלה ב-2005.

שפכים עירוניים כוללים גם דטרונטים וחומרים סינתטיים רעילים שונים. בורון, חומר שמקורו בדטרונטים, מזיק לגידולים רבים אם ריכוזו מעל 0.4 מ"ג לליטר. ריכוז המלח במים שפירים גבוה (מעל 200 מ"ג לליטר), ובמי קולחים מטוהרים עד רמה שניונית גבוהה עוד יותר. כאשר הם מגיעים למי התהום, בעיית ההמלחה מחמירה. התהליך חמור במיוחד באקוויפר החוף, שבו ההמלחה ממי הקולחים מתווספת להמלחה שמקורה בכניסה של מי ים בגלל שאיבת יתר. טיהור מי שופכים להסרת כל המרכיבים המזיקים דורש משאבים כבדים ומעורר את השאלה: מי משלם – המזהם או מי שמנצל את הקולחים המטוהרים? בעולם המתועש מקובל מקובל שהמזהם משלם, אבל בארץ השאלה טרם הוכרעה סופית. עקב כך, רק חלק ממי השופכים מגיעים לטיהור שלישוני, וחלק ניכר מהקולחים השניוניים לא מנוצל. יום יבוא ולא תהיה בררה אלא להיטיב את איכות המים המגיעים למי התהום. שהמזהם משלם, אבל בארץ השאלה טרם הוכרעה סופית. עקב כך, רק חלק ממי השופכים מגיעים לטיהור שלישוני, וחלק ניכר מהקולחים השניוניים לא מנוצל. יום יבוא ולא תהיה בררה אלא להיטיב את איכות המים המגיעים למי התהום.

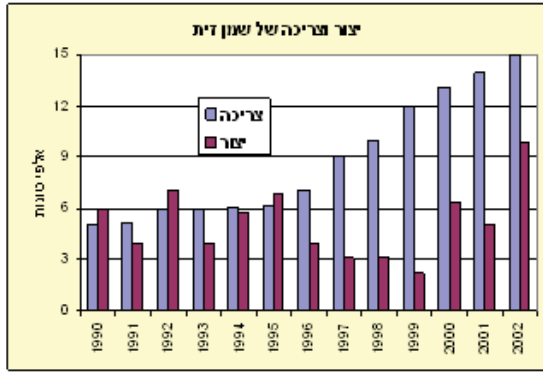
7.2.6. בתי בד

בישראל יש 180,000 דונמים של מטעי זיתים לשמן ו-22,000 דונמים של זיתי מאכל, והענף הולך ומתפתח (איור 18) בזכות נטיעות בכל הארץ, בכלל זה בנגב. היבול בשנים האחרונות משתנה במחזוריות, סביב 25 אלף טונות זיתים בשנה, והייצור השנתי של שמן זית משתנה בהתאם (איורים 19 ו-20, לפי מקורות שונים), אך הביקוש גדל בעקביות והייצור המקומי אינו משיג אותו. לגידול זיתים יתרונות רבים (אפשר להשקות במים שוליים, השוק בלתי רווי, הריסוסים מועטים והעיץ מתאים לרוב סוגי קרקע והאקלים, ולנוף הארץ). הבעיות המאיימות על הרחבת הענף נובעות בעיקר מרווחיות נמוכה (בעיקר בחלקות קטנות) ומחומרי הלוואי הנוצרים מתהליך הפקת השמן: תגובות אלרגיות לאבקת הזיתים עלולות להגביל את הנטיעות באזורים מאוכלסים בצפיפות. בישראל קיימים כמאה בתי בד, כשבעים מהם בגליל. הם מייצרים בממוצע כ-40 אלף מ"ק שפכים ('עקר'

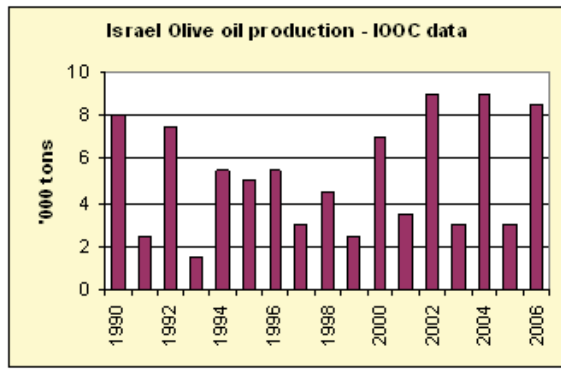
פרייקט פיתוח ענף הזית יבול שמן בעשור הקרוב.



איור 18. תוכנית הרחבת ייצור שמן הזית בישראל



איור 20. הייצור והצריכה של שמן זית בישראל



איור 19. הייצור של שמן זית בישראל לפי נתוני המועצה הבין-לאומית לשמן זית

– המוהל העכור שיוצא מבית הבד) בשנה. נוסף על כך, כמות הגפת (הפסולת המוצקה הנותרת לאחר הפקת השמן) מגיעה לכעשרה אחוזים ממשקל הזיתים. הכמות הגדולה של העקר מבתי הבד בגליל מהווה סכנה ממשית למי התהום. בשפכים, תרכובות פנוליות נעשות רעילות בריכוז של 3.54 גרמים לליטר שפכים (3.54 ק"ג למ"ק). חומציות השפכים (pH = 5.4-5.5), תכולת החנקן (0.98 ק"ג למ"ק), והזרחן (0.39 ק"ג למ"ק) מגבילים את השימוש בשפכים להשקיה, במיוחד בשטחים הקרסטיים של הגליל, המובילים את השפכים במהירות למי התהום דרך המחילות והסדקים בסלעים. עדיין זכור זיהום הנביעות בנחל כזיב, כנראה עקב זרימת שפכים מבתי בד במעיליא. גם הגפת מעוררת בעיות סילוק.

הטיפול בשפכים הוא כיום הבעיה העיקרית שמטרידה את ענף שמן הזית הגדול באיטליה ובספרד. התקנים הסביבתיים המחמירים של האיחוד האירופי דוחקים החוצה את היצרנים הקטנים והבינוניים, שאינם יכולים לעמוד בעלויות הגבוהות של הטיפול התקני בשפכים. עקב כך החלה עבודה על תכנית כוללת שלא תפגע ביצרנים הקטנים. בארץ הטיפול בבעיה רק החל, ויש להניח שהיא תזכה לתשומת לב רבה יותר בעתיד, עם הרחבת שטחי הזיתים לשמן. טיפול נאות בגפת ובשפכים ישפיע על הקיימות של הענף ויקבע אם הוא יתרחב לפי התכניות.

7.2.7. שאריות מפעילות חקלאית ועודפי ייצור

עיקר הפסולת שמכערת את הנוף החקלאי היא פסולת פלסטיק – יריעות של בתי צמיחה ומנהרות לגידול ולחיטוי (10-20 אלף טונות), צנרת טפטפות ($5 \cdot 10^{-5}$ אלף טונות), ואריזות (כ-200 טונות). חומרי פלסטיק עמידים מאוד בפני פירוק ביולוגי, ואם שורפים אותם, רוב התרכובות המשתחררות אינן מתפרקות ונשארות כזיהום קבוע באוויר. הטיפול הרצוי הוא המחזור, שנמצא כפתרון יעיל בארץ. יש גם פלסטיק מתכלה, שאמור להיות פתרון רצוי, אבל הפירוק אטי, ובתנאים מסוימים לא מתרחש. משנת 1993 קיימות תקנות שמחייבים איסוף של שאריות הפלסטיק והבאתם למרכז מחזור. מלבד בערבה, ברוב הארץ תקנות אלה אינן מיושמות.

שאריות של תוצרת חקלאית נוצרות מעודפי ייצור או מפעילות חקלאית תקינה (למשל גזם). בחלק מן השאריות אפשר להאכיל בהמות, חלק אפשר למחזר בקומפוסט או להעביר לאתר סילוק פסולת מורשה. טיפול סדיר בניקיון השדות הוא סימן לחקלאות בריאה.

7.3. שימור ביולוגי

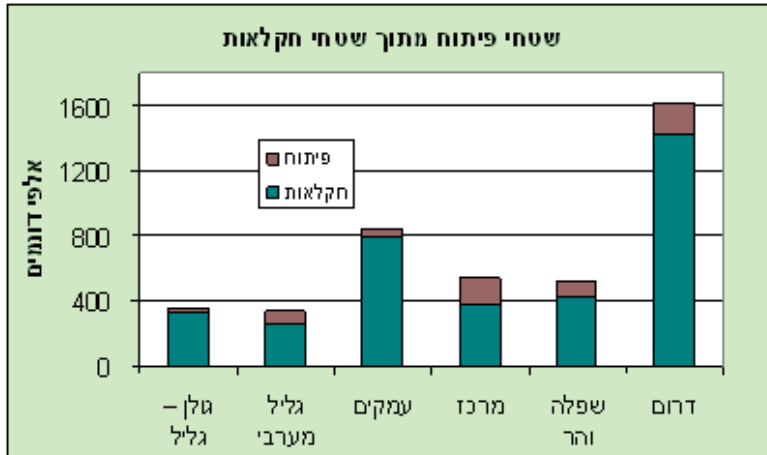
הקדמה הטכנולוגית בחקלאות צמצמה את המגוון הביולוגי בשטחי העיבוד. שימור בתי הגידול של חרקים ואורגניזמים רצויים והקמת מסתור לאויבים טבעיים יכולים להקטין את נזקי המזיקים החקלאיים תוך כדי הגדלת עושר המינים באזור השדה. באירופה מתייחסים ברצינות להשלכות האקולוגיות של עושר המינים ונוקטים אמצעים שונים כדי לעודד את הקיום של מיני בר רצויים. בין האמצעים – השארת מיני בר בתוך שטחי העיבוד; שימור של עשבים רב שנתיים בסמוך לגידולים בתור "אי או בנק חיפושיות"; גידול צמחים עשירי צוף ואבקה בשולי השדות כדי למשוך חרקים רצויים; זריעת "מלכודות" לחרקים מזיקים (באוסטרליה זורעים אספסת בתוך שדות כותנה כדי למשוך אליה מזיקים של כותנה); זריעת קטניות במחזור זרעים להגדלת פוריות הקרקע וגם לשימור מגוון חסרי חוליות וציפורים.

כל הפעולות האלה מוסיפות הוצאות אבל חוסכות חומרי הדברה ואף מגדילות יבולים. הן גם תורמות למגוון הנוף ולשיפור האטרקטיביות עבור תיירים. עם זאת, כדי שתיושמנה, עדיין יש צורך בסבסוד לפעולות מאין אלה.

8. קיימות של המרחב החקלאי

8.1. לחץ דמוגרפי (מרחב מחיה)

גידול האוכלוסייה מחייב מקום למגורים ולמחיה. חלק גדול מהשטח הדרוש לבנייה ולתשתיות בא על חשבון שטחי חקלאות, אם בגלל הסמיכות לערים ואם בגלל הרצון לחיות בסביבה כפרית. בארבעים השנים

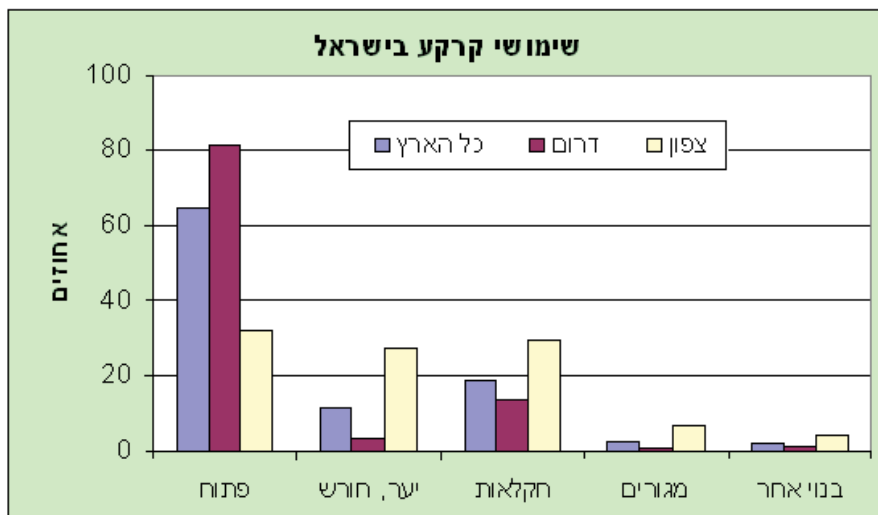


איור 21. שטחי החקלאות וההפרשה לבינוי ופיתוח המתוכננים עד שנת 2020 (הדס 2002)

האחרונות הצטמצמו ברוב מדינות אירופה שטחי חקלאות בקצב של 0.2%-0.5% בשנה. אין זה קצב שמאיים על שטחי החקלאות בטווח קצר, אבל הוא משפיע על הפריפריה של האזורים המבוגרים, במיוחד במרכזי האוכלוסייה הגדולים. משפותחו, שטחים אלה לא יכולים עוד לחזור לחקלאות. השטח הבנוי כיום בישראל קטן מהשטחים הפתוחים, אבל התכנון לעתיד מאיים ביותר. הגדלת שטח הפיתוח/בינוי המתוכנן עד לשנת 2020 אינו שווה בכל האזורים ונע

בין 24% ל-30% במרכז ובגליל המערבי, ובין 4% ל-7% בעמקים ובגולן (איור 21). לעומת קצב חיסול קרקעות החקלאות באירופה, הקצב בארץ באמת מאיים – במיוחד אם נביא בחשבון ששנת 2020 כבר אינה כה רחוקה. הייתכן שהתכנון לא מביא בחשבון את ההתפתחויות לטווח רחוק יותר?

התפשטות העיר על חשבון השטחים החקלאיים מאפשרת חיים צמודי קרקע, סגנון חיים המבוסס על תחבורה פרטית ושירותים של מרכזי מסחר ובילוי גדולים. הפיזור מגדיל את הזיהום הכללי של הנסיעות היומיומיות. גם הבנייה הצפופה מתפשטת על חשבון שטחים חקלאיים, אבל במידה צנועה יותר, אם כי שינוי הנוף דרסטי



איור 22. הבדלים בשימושי קרקע בצפון ובדרום בישראל (מקור למ"ס)

יותר. כדי לצמצם את השפעת התפשטות העיר על-ידי בניית בתים על שטחי קרקע גדולים (פרבור urban-sprawl) קמו בארה"ב ארגונים הטוענים נגד התופעה מכמה סיבות: הוצאות תשתיות יקרות יותר, תחבורה ציבורית יקרה יותר, שימוש באנרגיה רבה יותר, התפוררות של קשרים חברתיים, פחות הזדמנויות להליכה או לרכיבה על אופניים לעבודה, ויתר השמנה.

בארץ, ההבדל בין ערך הקרקעות לבנייה לבין ערך הקרקע לחקלאות גדול כל כך, שמי שיכול למכור את הקרקע החקלאית לבנייה מתקשה לעמוד בפיתוי. נוצר מצב שחקלאים רבים מחכים להזדמנות לשנות את ייעוד הקרקע – מחקלאית לבנייה. הדרך היחידה לשמור על קרקע חקלאית היא באמצעות חקיקה ואכיפה של תקנות השומרות על מעמדה. אבל כל זמן שהאוכלוסייה גדלה, שטחי הקרקע החקלאית הם העתודה העיקרית לפיתוח (איור 22). גם תשתיות כמו כבישים ראשיים ומסילות ברזל פוגעות בשטחי הקרקע החקלאית ולרציפות בין השטחים. בגלל ההפיכה של קרקעות חקלאיות לקרקעות לבינוי ולפיתוח, השטח החקלאי יצטמצם עד שהאוכלוסייה תפסיק לגדול. קיימות של החקלאות, כמובן, לא תתקיים על קרקעות שתיהפכנה לשטחים בנויים.

8.2. לחץ פיתוח: עיור, בנייה רוויה, מגורים צמודי קרקע, תעשייה, תשתיות

לשטחי חקלאות תכונות המתאימות גם לבנייה ולפיתוח תשתיות – רוב השטחים מישוריים או עם שיפועים קלים, ועומקם מספיק בדרך-כלל לחפירה נוחה לשם בניית מקלטים, מרתפים לחניית מכוניות, יסודות לבניינים רבי קומות והנחת תשתיות. הם גם מתאימים למגורים צמודי קרקע. כאשר שטחי חקלאות נמצאים בקרבת אזורי פיתוח, נוצר לחץ עז על הגורמים שיש בסמכותם להתיר הפשרת קרקע לפיתוח. תהליך זה מחסל את יכולתן של קרקעות אלה לשמש קרקע חקלאית בעתיד, ולכן יש לשקול היטב מתן אישור להפשרת קרקע חקלאית. ואכן, יש מודעות לערך הקיומי של קרקע חקלאית בארץ קטנה שחציה מדבר. כבר בשנות השישים של המאה הקודמת הוקמה הוועדה לשמירת קרקע חקלאית (ולק"ח), ומאוחר יותר נוספו גם "שטחים פתוחים" – ולקחש"פ) שמנעה הפשרה של קרקעות חקלאיות איכותיות. בשנות התשעים פחת כוחה של ועדה זו, והשפעתה במינהל מקרקעי ישראל (ממ"י) נחלשה עקב ההפרטה הגוברת במדינה והלחצים של חקלאים ותיקים ושל קבלנים לזרז את תהליך הפשרת הקרקעות לפיתוח – למרות התקנה הראשונה של ממ"י, שהקרקעות שייכות למדינה לעד. העלייה הגדולה מחבר העמים והצורך לספק שיכון למאות אלפים עולים, סיפקו רוח גבית ללחצים האלה. הפיתוח העיקרי היה בערים הגדולות ובמרכז הארץ (טבלאות 5 ו-6), אבל גם במושבים ובקיבוצים הגבירה תופעה זו את תהליכי הפרבור. לעומת זאת, קמו גם קבוצות לחץ נגדיות שטענו

טבלה 5: שימושי קרקע במחוזות בישראל (באחוזים אלא אם צויין אחרת)

מחוז	מגורים	תעשייה	פיתוח אחר	שטח חקלאי	שטחים פתוחים	שטח המחוז (אלפי דונם)
ירושלים	7.0	1.5	2.1	15.7	73.7	663
הצפון	3.1	2.0	0.8	29.0	65.1	4,473
חיפה	10.1	4.0	2.1	25.5	58.2	866
המרכז	12.4	4.3	2.3	43.8	37.2	1,294
תל-אביב	40.0	6.9	15.5	11.7	25.9	172
הדרום	0.7	0.7	0.3	13.5	84.8	14,185
סה"כ (אלפי דונם)	600	295	167	4,128	16,454	21,643
באחוזים	2.8	1.4	0.8	19.1	76.0	100.0

מעובד מתוך: זמירי-אברהם, 2004

תעשייה, ותשתיות. פיתוח אחר: חינוך והשכלה, בריאות ורווחה, תרבות ופנאי, שירותים, מסחר. תחבורה, פיתוח ציבורי. חקלאות: שדות, מטעים, מבנים חקלאיים. פיתוח: יער וחורש, מרעה, שמורות טבע, שטחי אימונים, פיתוח אחר

שסידורי ההפשרה אינם תקינים ומפלים לרעה את השכבות החלשות וקבוצות אתניות מסוימות במדינה (קרן ויפתחאל 1999). בראש מעייניהן לא הייתה הדאגה לשמירת קרקעות חקלאיות, אלא רצון ליהנות מן ההפרטה גם בדיוור הציבורי. בשנת 2005 שינו את התקנות בממ"י בדבר הפשרת קרקעות חקלאיות, והחזירו במידה רבה את הולקחש"פ למעמדה.

ההתפלגות של שימושי הקרקע אינה אחידה בין המחוזות. ההבדלים בין המחוזות כה גדולים (טבלה 5) עד שאין להניח שישתנו במידה גדולה בעתיד הקרוב. עם זאת, צפויים שינויים. משרד החקלאות מעריך ש-363,000 דונמים של שטחי חקלאות יופשרו עד שנת 2020. זה אמנם שטח גדול, אבל באותו הפרסום (הדס 2002) מצוין שנוסף על 3,357,000 דונמים של קרקעות מעובדות, קיימים 693,000 דונמים בלתי מעובדים. מכאן מתברר שלא רק שהיקף השטח החקלאי יקטן בשנים הקרובות, אלא שכבר קיימת נטישה בהיקף גדול יותר ממה שצפוי להפשרה. אמנם אפשר לצמצם את אובדן הקרקע החקלאית במידה מסוימת באמצעים חוקיים, אבל לנוכח האירועים בשנים האחרונות, ספק אם זה יקרה. החקלאות מבחינת היקף המרחב החקלאי איננה אפוא בתיקימא. עם זאת, מחוץ למרכזים המטרופוליניים, השטח הבנוי קטן למדי, לעומת השטחים הפתוחים: 19% בנויים במרכז, 6% בצפון, 2% בדרום; ומגורים במרכז 12%, 3% בצפון ו-1% בדרום. לפיכך, השטח הפתוח, ובתוכו השטח החקלאי, יישארו אלמנט נופי מרכזי בעתיד הנראה לעין.

טבלה 6. תחזית יציאת שטחים מעיבוד עד שנת 2020 (אלפי דונם)

האיזור	סך כל השטח באזור	יציאת שטחים מעיבוד חקלאי	יציאת שטחי מרעה	יציאת שטחי בור ואחר	סך כל יציאת שטחים
גולן - גליל	1822	13	8	1	22
גליל מערבי	935	40	14	41	94
עמקים	1721	53	27	5	84
מרכז	1835	116	13	49	178
שפלה והר	1127	28	5	68	101
דרום	14231	114	0	82	195
סה"כ	21671	363	67	244	674

מקור: הדס 2003

8.3. תכנון יעדי השימוש בקרקעות

ממשלת ישראל, בהמשך לתנועה הציונית לפניה, התייחסה לקרקע החקלאית כאל משאב שיש לשמור עליו. עם קום המדינה, הדגש בתחום הפיתוח היה הקמת יישובים חדשים שבהם החקלאות הייתה הבסיס לקיום. התכנון נעשה לפי תקנות החוק המנדטורי ב-1936 פקודת בניין ערים שהוחלפה ב-1965 על-ידי חוק התכנון והבנייה. הגוף האחראי לתכנון ייעוד הקרקעות במדינה הוא "המועצה הארצית לתכנון ובנייה" הפועלת במסגרת של מינהל התכנון, שהוא חטיבה במשרד הפנים. תפקידי מינהל התכנון כוללים גיבוש המלצות למדיניות בתחום התכנון והבנייה במדינת ישראל ומעקב אחר מימושו, סיוע והנחיה מקצועית לשר הפנים ולמוסדות התכנון, ייזום תכניות מתאר ארציות, מחוזיות ומקומיות, טיפול בתכניות מפורטות, טיפול בהכנת

תקנות מתוקף חוק התכנון והבנייה, וביצוע תפקידים נוספים הנגזרים מהחוק. כמו כן משמש המינהל גוף מטה המפעיל את מוסדות התכנון הארציים: המועצה הארצית וועדות המשנה שלה, הוועדה לשמירה על קרקע חקלאית ושטחים פתוחים (ולקחש"פ), הוועדה לתשתיות לאומיות והוועדה לשמירה על הסביבה החופית. המועצה הארצית לתכנון ובנייה מציעה את החוקים הדרושים ליישום מדיניותה.

התכנית הנוגעת לייעוד קרקעות שאושרה בינואר 2005 על־ידי המועצה הארצית לתכנון ובנייה, היא תכנית מתאר ארצית (תמ"א) 35 (חסון ושחר 2006). מטרתה הראשונה של התכנית היא "מתן מענה תכניתי לצורכי הבנייה והפיתוח של מדינת ישראל תוך הכוונת הפיתוח למרקמים העירוניים וצמצום תופעת הפרבור" (מרקמים: אזורים מוטי פיתוח לעומת אזורים מוטי שימור, ולהפך. הוגדרו חמישה מרקמים: עירוני, שמור משולב, כפרי, חופי, ושימור). מטרה נוספת: "שמירת קרקע לדורות הבאים תוך כדי שמירה על ערכי הטבע, חקלאות, נוף ומורשת. שמירה על האופי הכפרי של ההתיישבות החקלאית ומתן מענה לצורכי מערכת הביטחון". התכנית מכירה בחשיבותם של השטחים הפתוחים ובכללם שטחי החקלאות כריאות ירוקות שמן הראוי לשמור עליהן, במיוחד במרכז הארץ. קביעת 'מרקמים עירוניים' אמנם קובעת גבולות לערים, אבל ביד רחבה המאפשרת להפשיר שטחים חקלאיים נרחבים בתוך המרקם העירוני והמרקם השמור המשולב. האלטרנטיבה לשיפור השימור של שטחי החקלאות היא קביעת גבולות ברורים לערים, דבר שיחייב פיתוח של העיר וציפוף האוכלוסייה בתוכה. יש טענות שצפיפות האוכלוסייה ברוב הערים בישראל קטנה מברוב הערים הגדולות באירופה. עם זאת, מספרם הגדול של האנשים המעדיפים בתים צמודי קרקע, זוללי קרקעות חקלאיות, עומד כמשקל נגד לשמירה עליהן, במיוחד כאשר החקלאות סובלת ממגבלות המקשות על קיומה הכלכלי. הפער הגדול בין הערך החקלאי של הקרקעות לבין ערכן כנדל"ן גורם לחקלאים רבים לרצות בהפשרה. באופן רשמי, הולקחש"פ שומרת על הקרקעות החקלאיות, אבל ברור שהכרסום בקרקעות אלו ימשך בעתיד.

מבחינת התכנון, ברור שאי אפשר לשמור על היקף השטחים החקלאיים, ומבחינה זו, אין סיכוי לחקלאות בת־קיימא בהיקף הדומה לשל היום.

8.4 המעמד הסטטוטורי של שטחי החקלאות כשטחים פתוחים

ברוב מדינות העולם השטחים החקלאיים שייכים לחוואים פרטיים, והם שקובעים מה לעשות עם הקרקע – לעבד אותה, למכור את כולה או את חלקה. הגדלת החווה תלויה בעיקר בזמינות השטח להרחבה ובכדאיות הרכישה. בארץ, 93% מן האדמות שייכות למדינה, לרשות הפיתוח ולקק"ל. משנת 1960, כל השטח הזה מנוהל על־ידי מינהל מקרקעי ישראל (ממ"י) על־פי חוק מקרקעי ישראל. ב־1961 נחתמה אמנה שקבעה שקרקע תימסר רק בחכירה, והבעלות לא תועבר לגורם אחר. מהקמת המדינה ועד 1990 היו שר האוצר ושר החקלאות אחראים לקרקעות, אבל מ־1990 היו השרים האחראים שרי השיכון, התשתיות הלאומיות, ראש הממשלה, שר התמ"ס, ושר הבינוי ושיכון. מדיניות ממ"י נקבעת על־ידי מועצת מקרקעי ישראל. על־פי החוק, שינוי ייעודן של קרקעות חקלאיות לפיתוח (מגורים, תעשייה או תשתיות) מצריכה את אישור הוועדה לשמירה על קרקע חקלאית ושטחים פתוחים (ולקחש"פ). עד שנות התשעים הייתה לוועדה סמכות למנוע הפשרות שטחי חקלאות, והיא אכן אישרה פיתוח על אדמות חקלאיות רק במקרים הכרחיים (טבלה 6). עם גל העלייה מברית המועצות בשנות התשעים שונתה מדיניות ההפשרה בממ"י, וכוחה של הולקחש"פ נחלש. בתקופה זו פשטה הבנייה הבלתי חוקית על קרקע חקלאית, בעיקר במושבים, אבל גם בקיבוצים.

מעמד שטחי החקלאות מבחינה סטטוטורית השתנה בעבר בהתאם לשינויים בגודל ובמבנה האוכלוסייה, או עקב לחצים פוליטיים של גורמים אינטרסנטיים (טבלה 6). בעשור האחרון הפשירו הוועדות המוסמכות שטח בהיקף של כ־642,000 דונם, מהם כ־40% (יותר מ־255,000 דונם) בשנים 1997–2000. עיקר ההפשרות היו

במחוז המרכז והצפון. כמחצית מכלל השטחים שהופשרו נועדו לבינוי ולפיתוח, ומחציתם האחרת לשימושים פתוחים. שיעורים גבוהים במיוחד של הפשרה למטרות מגורים ופיתוח היו במחוז תל אביב (75.3% מכלל השטחים שייעודם במחוז שונה) והצפון (71.4% מכלל השטחים שייעודם במחוז שונה). במחוז ירושלים היה שיעור ההפשרה גבוה במיוחד (88% משינויי הייעוד היו משימוש חקלאי לשימושים אחרים). סך כל השטח שהופשר לא היה כה גדול, וחלקו היה שטחי חקלאות שוליים, אבל השיעורים הגבוהים של קרקע חקלאית שהופשרה מעידים על מעמדה כ"עתודה לפיתוח", במיוחד בקרבת האזורים המטרופוליניים. אין שום ביטחון שתהליכים אלה לא יחולו על המעמד הסטטוטורי של קרקעות חקלאיות נוספות בעתיד. לכן, לשם שמירה על הקיימות של שטחי החקלאות, יש לפעול לחיזוק גורמים כמו הולקחש"פ, ולהפשיר קרקעות חקלאיות רק כשהדבר באמת הכרחי. גידול האוכלוסייה ולחצים של קבלנים ימשיכו לכרסם בתשתית החקלאית, ובכל זאת, עד שנת 2020, אופק התכנון של תמ"א 35, יישארו בארץ יותר משלושה מיליון דונם של שטחי חקלאות. יש להניח שאופק התכנון של הדור הצעיר, שכבר חי אתנו ומתרבה, עובר בהרבה את אופק התכנון הזה.

9. אספקת צורכי החקלאות לאוכלוסייה (העירונית בעיקרה)

9.1. הספקת מוצרי יסוד

אשר להספקה של מוצרי החקלאות הבסיסיים, ישראל, המוגבלת במים ובקרקע, תלויה בייבוא. המים הם מגבלה חמורה יותר מקרקע, משום שגם אם היו כל המים השפירים הטבעיים הזמינים מוקדשים לחקלאות, הם היו מספקים בקושי את צורכי המים של השטח הניתן לעיבוד. מוצרי היסוד (גרעינים, חלב, בשר, פרות וירקות) מקורם בייצור מקומי ובשוק העולמי. אמנם עלינו לדאוג לחקלאות בריאה בארץ, אבל גם לקוות שהחקלאות העולמית תמשיך לספק לנו את עיקר המזון שלנו. לפני המהפכה התעשייתית היה סחר בין ארצות רחוקות רק במוצרים יקרי ערך. כיום, היעילות של אמצעי התחבורה הבינלאומיים ביטלה את מחסומי המרחקים של העולם, אם כי במחיר של הגדלת רמת זיהום האוויר בעולם, שחיקת תשתיות התחבורה והגברת הצפיפות בדרכים. באנגליה ובארה"ב החלו להתייחס למוצרים המחייבים הובלה למרחקים, ולחשב את מדד ה־food miles: הכפלת המרחק בין מקור הייצור לבין הצרכן, והמשקל של כל פרטי המזון מחולק בסך כל המשקל, בתור מדד של קיימות, במטרה לעודד ייצור מקומי. לדוגמה, במרכז ארה"ב ה־food miles הממוצע לכלל המוצרים הוא 56 מיילים לתוצרת המקומית, לעומת 1,494 מיילים למזון מיובא כפי שנהוג היום. שיקולים כלכליים שאינם מביאים בחשבון את המחיר הסביבתי של ייבוא ממקורות מרוחקים ימשיכו לקיים את המצב המקובל, אבל בעתיד המצב עשוי להשתנות.

תמונה אופטימית של התלות שלנו בייבוא מצרכי מזון מתקבלת מאיור 23. אופטימית – בגלל האשליה שאנחנו לא תלויים בייבוא של מוצרי עוף והודו, וכמעט עצמאיים באספקת החלב ומוצריו. אשליה – משום ששני התחומים, מוצרי העוף והחלב, מבוססים על מזון שמקורו בעיקר בגרעינים (חיטה לתצרוכת של בני אדם, תירס, סויה, שעורה, וסורגום לבעלי חיים), וכמעט כולם מיובאים (איור 23), בעיקר מארה"ב ומקנדה. נוסף על כך, גרעינים הם חלק חשוב בייצור בשר הבקר והדגים המקומיים. הערך השנתי של הגרעינים המיובאים למאכל בעלי חיים (תירס, סויה, סורגום, שעורה ואחרים) הוא 200-300 מיליון דולר; ערך גרעיני החיטה והקמח מסוגים שונים הוא 200-250 מיליון דולר (ITC 2006). ישראל מייבאת כמות חיטה השווה לכ־5% מהחיטה שמייצאת ארה"ב לבדה. ייצור הגרעינים בארץ מוגבל בגלל ההיקף הקטן של השטח החקלאי, מצב שלא ישתנה בעתיד. בסיכומו של דבר, רוב מוצרי המזון בישראל תלויים בייבוא.

אבל לא לגמרי: ירקות, פרות ותפוחי אדמה, שמנים וקטניות, כל אלה מושתתים בעיקר על חקלאות ישראל (טבלה 7). אלה תחומים שתורמים גם לייצוא. פרי ההדר היה חלק עיקרי בייצוא – יותר מ־150 מיליון דולר בשנה – עד לנפילה בשנות השמונים (איור 24). בשנים האחרונות החלה התאוששות בענף ההדרים, עם הכנסה של זנים חדשים ומוצלחים, בעיקר קליפים. התלות שלנו בייבוא מצרכי מזון בסיסיים כאילו מבטיחה את הקיימות של הספקת מזון. מחיר הייבוא מהשוק העולמי נתון לתנודות, ואלה משפיעות על רווחיות הגידולים בארץ. כאשר מחירי החיטה בעולם יורדים, גם מחירי החיטה בארץ יורדים, וההכנסה אינה מכסה את הוצאות הגידול. הממשלה מסבסדת גידול חיטה כהגנה מפני קריסת ענף הפלחה. אבל עם הגידול באוכלוסיית העולם, יש להניח שהמחירים יאמירו. כבר בשנת 2007 חלו עליות חדות במחירי החיטה בעולם, ועקב כך גם בישראל. חקלאות בת־קיימא בארץ תלויה לעתים בגורמים שאין לחקלאי המקומי כל שליטה עליהם.

9.2. הספקת תוצרת מקומית (פרות, ירקות,...)

הייצור החקלאי בישראל ממשאבי הקרקע והמים הזמינים הוא בעיקר ירקות, פרות וייצור המזון הגס הנצרך על־ידי משק החי (איור 25), ואלה מספקים את רוב הצריכה המקומית. הייצור (בטונות) של הגד"ש, המספק חלק ממוצרי היסוד (חיטה, גרעינים, מספוא וסיבים), תופס מקום שולי בייצור הכללי, אבל תופס 59% מן השטח המעובד וקצת יותר משליש ממי ההשקיה. מקום הגד"ש (על בסיס משקל יבש) בלוח המוצרים המקומיים מכובד יותר, כי רוב מוצרי הגד"ש מורכבים מכ־90% של חומר יבש, לעומת ירקות ופרות טריים, המכילים בדרך־כלל יותר מ־90% של מים. עם זאת, האספקה המקומית של גרעינים מגיעה רק לכ־7% מן הצריכה.

הקיימות של אספקת ירקות ופרות ותחמיץ לרפת אינה מאוימת מבחינת זמינות הקרקע, כי מבחינה זו, קרקעות הגד"ש הן רזרבה לשנים רבות. המחסור החמור יותר הוא במים איכותיים. האיום של מחלות ומזיקים מטופל כיום בעיקר בעזרת חומרי הדברה, אבל ממשק של הדברה משולבת מיושם במידה הולכת וגוברת. הצרכנים לא סובלים ממחסור במוצרים טריים, וגם לא נראות בעיות של מחסור בעתיד הקרוב. אבל החקלאים סובלים לעתים מעודפים, שמביאים לידי ירידות מחירים ומביאים להשמדת יבולים ועקירת מטעים. וגם להפך! מועצת הירקות מנסה לווסת את אספקת הירקות ולהתאים אותה לצריכה, ועם זאת נוצרים עודפים, ואותם משתדלים להפנות לתעשייה ולייצוא, ולעתים רחוקות נוצרים גם מחסורים. הגורמים המאיימים – בעיקר על ענף הירקות – לטווח ארוך נובעים מהאינטנסיפיקציה, בעיקר בחממות, במנהרות ובבתי רשת, שבהם משתמשים בכמויות גדולות של דשן וחומרי הדברה. אבל המודעות לבעיות אלה ולהשפעתן על הקיימות של הענפים קיימת. האמצעים לטפל בהן הם בעיקר הדרכה, ניטור, והדברה משולבת (שמיר וחוב' 2003).

9.3. מגבלות ייצור ומחסורים עולמיים אפשריים

חקלאות ישראל מושתת בעיקר על השקיה, אבל אם לא יחול שיפור משמעותי במי ההשקיה, אפשר לראות בהמשך ההשקיה במי קולחים את כריתת הענף שהחקלאות יושבת עליו. זה לא יגיע לסוף הדרך בקרוב, אבל הכיוון ברור. המלחת אקוויפר החוף היא אולי האיום הטבעי הגדול ביותר לקיימות של חקלאות ישראל במתכונתה הנוכחית. פתרון אפשרי הוא שיפור איכות הקולחים והתפלת מי ים לשימוש עירוני.

גם לאחר העלאת מחירי המים נקבע למים השפירים המוקצים לחקלאות בישראל תעריף מוזל, דבר שאינו מעודד חסכון. כדי לעודד שימוש במי קולחים נקבע להם תעריף נמוך הרבה יותר ממים שפירים. התעריפים מדורגים כך שככל שהצריכה גדלה, המחיר לקוב יורד. כמו כן אין הגבלה על שימוש במי קולחים בשנות בצורת, וברשות המים אף יש קרן לתמיכה במפעלים פרטיים המשיבים קולחים לחקלאות. עקב גידול האוכלוסייה הצטמצמה כמות המים השפירים לחקלאות, והמחסור הושלם רק באופן חלקי על־ידי מי קולחים, מי שיטפונות ומים מליחים.

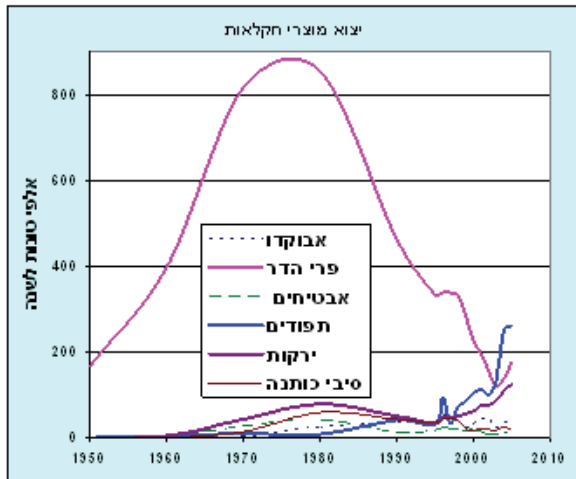
במרכז הדיון העולמי בענייני חקלאות בת־קיימא בולטת לא רק שאלת הפגיעה במערכות האקולוגיות שעליהן מבוססים החיים התקינים על פני הארץ, אלא גם ההשלכות הכאובות של הפגיעה באספקת מוצרי מזון יסודיים בקנה מידה עולמי. נראה שאין מדובר בבעיה של השנים הקרובות, למרות קנה המידה של הרס הקרקעות בימינו, וקשה לחזות את העתיד הרחוק, אבל אם התחזיות החמורות אכן תתממשנה, תהיינה להן השלכות על אספקת מוצרי היסוד בישראל, או לפחות על המחירים של מוצרי היבוא הבסיסיים, אם לא על האספקה עצמה. לכן הקיימות של החקלאות העולמית, במיוחד בארצות המייצאות הגדולות (ארה"ב, קנדה, ארגנטינה, אוסטרליה), תשפיע על הרווחיות של חקלאות ישראל ועל מחירי הלחם, מוצרי החלב והבשר.

9.4. ארצות צרכניות, ארצות יצרניות

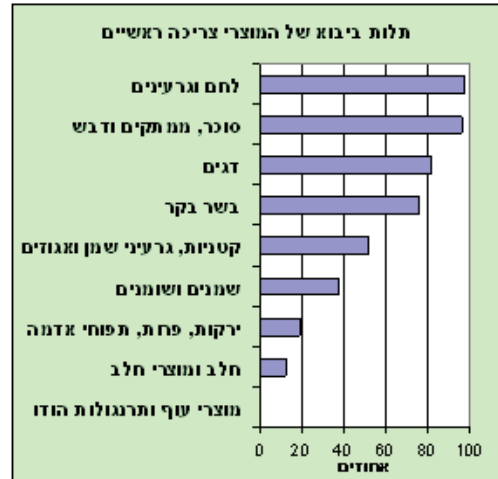
אין גבול חד בין ארצות צרכניות לארצות יצרניות, שכן ארץ אחת יכולה להיות שתיהן גם יחד, אם כי במוצרים שונים. כך ישראל, הנחשבת צרכנית במוצרי יסוד, אבל גם יצרנית ואף יצואנית בגידולים מסוימים, כגון תפוחי אדמה וירקות אחרים, פרחים ופרות (איור 24). ישראל יצרנית גם בתשומות לחקלאות: ציוד השקיה, חממות ודשנים. עם זאת, ישראל היא שחקנית קטנה בשוק העולמי של מוצרי חקלאות (ייבוא התירס לישראל הוא 3% מערך התירס שמייצאת ארה"ב), אבל גם אם ההיקף קטן בהשוואה לסחר הבינלאומי, הוא חשוב לנו וקשור לקיימות של החקלאות של היצרנים העולמיים. יש לנו יתרונות יחסיים מסוימים המאפשרים קיום עצמי של אספקה טרייה ויכולת לפתח מינים מיוחדים המתאימים לתנאי הגידול שלנו ואף לייצוא. יש לנו גם הידע והטכנולוגיות להתמודד עם בעיות של איכות מים ירודה, מחלות ומזיקים. בתור מדינה המייצאת לאירופה, הייצור החקלאי המיועד לייצוא צריך לעמוד בתקנות הולכות ומחמירות של השווקים האירופיים. האילוצים האלה, לצד המודעות הגוברת בדבר הצורך להתחשב בצורכי הסביבה ובבריאות התוצרת, תורמים לקיימות של חקלאות ישראל. יוזמות כמו ה-ECOFRESH והרפורמה ברפת שהוזכרו לעיל הן סימן למודעות האקולוגית הגוברת, אם כי יש לשפר את היקף הביצוע.

10. חקלאות כסביבה ("חקלאות נופית")

למרחב החקלאי משמעות שונה בעיני החקלאי המעבד את הקרקע לפרנסתו ובעיני הציבור הרחב המתייחס לנוף הכפרי כמקום לנופש ולפעילות פנאי. עבור המתכננים, המרחב הכפרי/החקלאי הוא שטח פתוח המבדיל בין אזורים בנויים ומספק שטחי נופש ו"ריאות ירוקות". עם הירידה במספר העוסקים במישורין בחקלאות (יותר מ-20% בשנות החמישים, ופחות מ-2% בימים אלה), נעשה העניין הציבורי בנוף החקלאי בעל משמעות פוליטית שיש להתחשב בה. הדבר בולט בתמ"א 35, שהקצתה אזורים שבהם הנוף החקלאי הוא השיקול התכנוני העיקרי, ובתמ"מ 21/3, שבה "הנוף הכפרי הפתוח" מוגדר "אזור בעל איכות חזותית ואופי כפרי, כאשר ייעודו כולל שימוש חקלאי, יישובים כפריים, מתקני תיירות ונופש, מתקנים ומוסדות הקשורים להתיישבות הכפרית ומתקנים אחרים המשתלבים בשטח כפרי/פתוח".



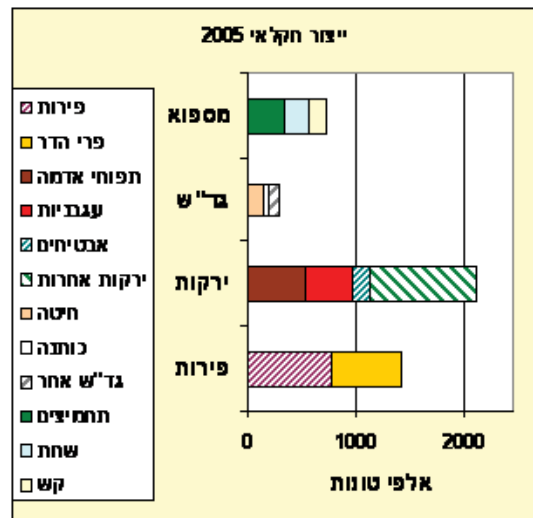
איור 24. יצוא מוצרי חקלאות מישראל העיקריים (מקור: למ"ס)



איור 23. התלות של ישראל ביבוא של רוב מוצרי המזון העיקריים (מקור: למ"ס)

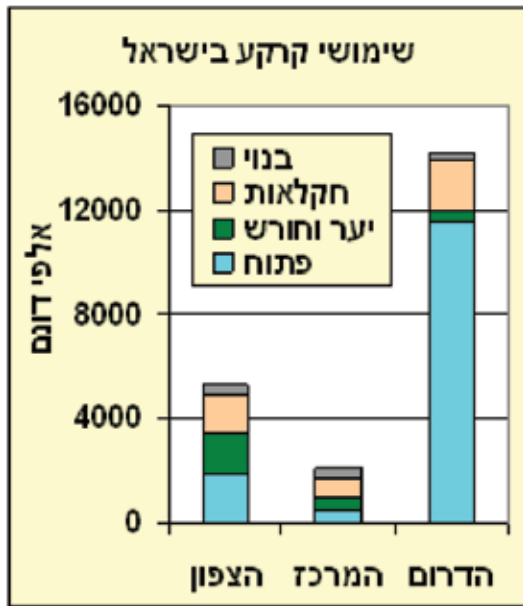
טבלה 7. הגידולים העיקריים בישראל בשנת 2005

גידול	Ave	CV	גידול	Ave	CV
פחת	2000-06	%	פחת	2000-06	%
פרותגלי פרי הדר	527	20	תפוחי אדמה	8	8
פרי הדר -סך הכל	445	12	עגבניות	18	18
	156	15	אבטיחים		
	144	17	ירקות שונות		
גחלשדה					
חטיה	133	7	מלפפונים	35	142
כותנה	127	20	פלפל	19	52
סורגום	100	22	גזר	34	28
אגוז אדמה	97	9	בצל יבש	6	25
קטניות, גרגרים					
יבשים	76	18	תירס, קלחים	41	18
חמניות	53	17	מלונים	15	16
שעורה	48	27	כרוב	51	8
תירס, גרגרים	47	4	חצילים	42	2
	37	4	חסה		
מספא	30	10	קישואים		
תחמיצים	26	2	כרובית	11	348
שחת	17	4	תות שדה	11	212
קש	13	11	כרפס (לרי)	14	160
	12	1	סלק		
	11	12	אפונה לשימורים		
	9	14	פטריות		



איור 25. הייצור של ענפי חקלאות בישראל בשנת 2005 (מקור: למ"ס)

10.1. חקלאות ושטחים פתוחים – הפיפות וניגודים



איור 26. שימושי קרקעה בשלשה אזורים ראשיים בישראל (למ"ס)

השטחים הפתוחים, במובנם הרחב, כוללים את השטח החקלאי, יער וחורש, שטחי מרעה, שמורות טבע וגנים לאומיים, חופים, צדי דרכים ואיים של קרקע רדודה וסלעית בתוך שטחי עיבוד, וכן שטחי אימונים של הצבא. התפלגות שימושי הקרקע השונים משתנה באזורי הארץ השונים (איור 26). השטח הפתוח הגדול ביותר ושטח היער והחורש הקטן ביותר נמצאים בדרום הארץ ובנגב. במרכז הארץ, שבו האוכלוסייה צפופה ביותר והשטח הפתוח קטן מיתר האזורים, השטח הבנוי גדול מיתר האזורים אבל השטחים הפתוחים, כולל החקלאות והיער, הם בכל זאת כ-80% משטח האזור. בדרום, השטחים הפתוחים הם 98% משטח האזור, ובצפון הם 92%. במרכז ובצפון, שטחי החקלאות הם חלק נכבד מן השטחים הפתוחים, אבל גם בדרום הם משמעותיים – 14% משטח האזור. מבחינה אקולוגית, הפעילות החקלאית, הכוללת עיבודים, דישון, שימוש נרחב בחומרי הדברה, השקיה ומגוון גדול של גידולים, הורסת

את הסביבה הטבעית של שטחי החקלאות ויוצרת בתי גידול שהיו קיימים בעבר רק באופן חלקי בכתמי קרקע קטנים שהופרו על-ידי תהליכים טבעיים (לדוגמה: חולדים וחזירי בר, עצים שנפלו, והפרעות אחרות). הסביבה שנוצרת עקב הפעילות החקלאית יוצרת מערכות אקולוגיות שונות מאוד מיתר השטחים הפתוחים, ומאפשרת את קיומם של מיני צומח וחי שאינם קיימים בשטחים פתוחים אחרים.

בשלת האזורים, לצומח ולחי המלווים את הגידולים החקלאיים יש ייחוד משלהם – תכונה שעשויה להגדיל את המגוון הביולוגי של הארץ (פאר וחוב' 2006). במקרים רבים שטחי החקלאות יוצרים רצף בין שטחים פתוחים אחרים, בכללם שמורות הטבע, שהן קטנות ומקוטעות. אבל מעבר למגוון הביולוגי, המגוון הנופי ששטחי החקלאות מעניקים לאזור מעשיר את הנוף בעיני רוב הציבור. בעיני מתכננים רבים, זאת ההצדקה העיקרית לתמיכה בקיום החקלאות. בכל מקרה, זאת אחת הסיבות המקובלות בציבור הרחב לתמיכה בהמשך קיומה של החקלאות. מבחינת הציבור, השילוב הייחודי של שטחי החקלאות בין יתר השטחים הפתוחים נהפך להיות אחת התכונות התומכות בקיימות של החקלאות בישראל (טבלה 8). דעה זו תתחזק ככל שהעבודות החקלאיות ייעשו בצורה תקינה יותר ולא ישאירו עקבות של רשלנות. בארצות רבות, ובמיוחד באירופה, התפקיד הנופי של החקלאות כבר נעשה שיקול במדיניות התכנון והתקוב של גורמים ממשלתיים ומקומיים. יש להניח שהיחס לנוף החקלאי לא ישתנה במהרה וימשיך להיות גורם המשמר את קיומה של החקלאות.

10.2. שטחי חקלאות כנוף

מגוון הנופים בחקלאות משתנה על-פי הגידולים, טכנולוגיות העיבוד, גודל החלקות, הקרקעות, האזור האקלימי והטופוגרפיה. מספר הצירופים גדול מאוד וכולל וריאציות שונות של מטעי נשירים, כרמי זיתים, כרמי גפן, שטחי כותנה, חיטה וגידולי שדה שונים. כל אלה, בבעל ובהשקיה, מרכיבים את הנוף המסורתי של האזורים החקלאיים. בשנים קודמות היה לבעלי החיים – פרות חלב ועגלות שרעו במרעה טבעי ובמרעה מושקה – תפקיד חשוב בנוף, והם הוסיפו אלמנט חי ומגוון. כיום, רק בקר לבשר, ובמידה קטנה בהרבה כבשים ועזים, רועים במרעה טבעי בשטחים הפתוחים וגם בחורש וביער. מרעה מושקה שגדל בקיץ כבר לא קיים, בעיקר בגלל מגבלות המים.

טבלה 8. הנוף החקלאי בעיני הציבור

סוג הנוף	שיעור התומכים בשימור הנוף (%)	שיעור הנכונות לשלם בש"ח לשנה	מוכנים לשלם בש"ח לשנה
פרדסים ומטעים	83	55	63
חממות	67	41	42
שדות	83	49	56
משק חי	79	49	57
ישובים כפריים	81	45	56
נוף חקלאי משולב	83	51	63

מקור: פליישר וחובי, 2006

בשנים האחרונות התווספו שטחים ניכרים של חקלאות מכוסה בפלסטיק – חממות, כיסויים שונים ורשתות על מטעים להצללה, להגנה מפני נזקי ציפורים וחרקים, ולהשפעה על הרכב האור במטע. הנוף הכפרי הנחשב בעיני רוב הציבור כנאה ורצוי הוא הנוף הכפרי המסורתי (טבלה 8). אמצעי הפלסטיק, אשר בעזרתם הגיעו ליבולים משופרים מאד, נראים בעיני רבים כתוספת מלאכותית המכערת את הנוף הכפרי. זה בוודאי נכון כאשר אחרי האסיף, המבנים הנטושים ופסולת הפלסטיק נשארים מוזנחים בשטח. אבל כאשר הם מטופלים כראוי, זה עניין של אסתטיקה, ורבים דווקא מחייבים את התוספת לגיוון הנוף (פליישר ופייטלסון 2004). בסקרים שנערכו בעניין זה בארץ התגלו הבדלים מתונים ולא קיצוניים באחוזי ההעדפה לנופים השונים (טבלה 8).

חלק משטחי החקלאות ניטשו. 500-700 אלף דונם אינם מעובדים, חלקם בגלל רווחיות נמוכה וציפיות להפשרה. שטחים אלו מכערים את הנוף, בעיקר בגלל השתלטות של מינים קוצניים גבוהים שלעתים קרובות נשרפים ומשאירים שטחי עזובה שאינם חקלאיים ואינם דומים לשטחים פתוחים. באירופה ובארה"ב, שבהן השדות נשארים ירוקים בקיץ גם אחרי נטישתם, התופעה נחשבת רצויה – אבל מסיבות שונות. בארה"ב סבסדו נטישה (set aside) בעיקר כאמצעי לשימור קרקע ולצמצום ייצור של עודפי גרעינים. באירופה המטרה היא קידום המגוון הביולוגי וצמצום זיהום הסביבה הנגרם עקב חקלאות מודרנית אינטנסיבית. באזורים שוליים באירופה, שבהם נטישת החקלאות פגעה בנוף ובתיירות, מסבסדים את קיום החקלאות בהיקפים גדולים.

לנוף החקלאי תכונות המאפשרות פעילויות בילוי, נופש ותיירות חקלאית, תכונות החסרות בשטחים פתוחים לא חקלאיים. פעילויות אלה כוללות איסוף עצמי של פרות וירקות, ביקורים ברפתות ובדירים ואפילו טיולים מודרכים עם עדרי צאן בשטחי המרעה. תרבות ה"צימרים" בישראל, שהתרחבה באזור הכפרי, אינה בנויה על חקלאות דווקא, אבל נעזרת בה. פעילויות כאלה מחזקות את הקשר בין הציבור ובין המעשה החקלאי, ויוצרות מודעות ציבורית לחיוניותו של המרחב החקלאי. אלה גורמים חשובים בקיימות של החקלאות.

10.3. שימור מורשת חקלאית: חשיבות אמיתית ומדומה

המושג "מורשת" מוגדר על-ידי אבן שושן "ירושה, נחלה", פיזית או רוחנית. התורה היא 'מורשת אבות' כי היא שלמה ואקטואלית גם היום. בימינו המושג 'מורשת' מתייחס גם לאתרים או לעצמים המזכירים אירועים היסטוריים או נהגים מן העבר. כיום קשה לשמור על מורשת חקלאית, משום שהיא משתנה עם ההתקדמות בטכנולוגיה ובאורחות חיים, טכנולוגיה שהופכת שיטות שהיו מקובלות למיושנות. בישראל המורשת

מתחלקת לתקופה העתיקה, שהשתמרה בחלקה בחקלאות הערבית המסורתית, ולתקופה המודרנית – עם הקמת הקיבוצים והמושבים. מבנים וכלים של הקיבוצים והמושבים של שנות העשרים והשלושים מהמאה הקודמת נשארו כמוצגים ארכיוניים או מוזיאוניים ביישובים מסוימים. שיטות החקלאות מהימים ההם לא קיימות עוד בשום מקום, אפילו לא כמוצגים מוזיאוניים. קל וחומר שהשיטות והמושגים של הימים העתיקים אינם קיימים בחקלאות של היום. שרידים של טרסות, בארות, מעיינות וטחנות קמח שהיו בשימוש הכפריים הערבים עד קום המדינה, קיימים במקומות רבים בארץ, ובכמה מקומות אפילו שוקמו והופעלו מחדש. באתר סטף, למשל, שוקמו המעיינות והם משקים את הגידולים המתוחזקים על-ידי תושבי ירושלים (והקרן הקיימת לישראל, בעיקר כאטרקציה תיירותית) לגידול ירקות ופרות לשימוש עצמי. טיפוח אתרים כאלה בוודאי מוסיף למודעות החקלאית של הקהל המבקר, אם כי מפתח לפעמים ציפיות לא ריאליות. הקרן הקיימת משקמת גם טרסות בהרים למטרות ייעור.

שרידי הטרסות החקלאיות הקדומות, המעיינות וטחנות הקמח הם חלק ייחודי בנוף של הרי יהודה והגליל, ומייצגים תרבות חקלאית שנמשכה אלפי שנים שבהן כמעט לא חלו שינויים בטכנולוגיה החקלאית. אחרי הקמת מדינת ישראל נזנחו הטרסות וחלקן נהרסו. טרסות אלה מצביעות על קיימות של חקלאות המותאמת לתנאי המקום והזמן, הסביבה הטכנולוגית, הכלכלית והתרבותית המיוחדת – תנאים שאינם קיימים היום. עם זאת, השיטות העתיקות היו בנות-קיימא בזמן, והטרסות הנטושות נשארו כסימן לכך שבתנאים מתאימים, אפשר לחיות בשלום עם הסביבה גם בתנאים הקשים של הרי ירושלים.

10.4. מודעות במעגלים הפוליטיים לחיוניות הסביבה החקלאית

החקלאות מתקיימת בסביבה רב-ממדית: הסביבה הפיזית המורכבת, הסביבה הטכנולוגית, הסביבה החברתית עם הערכים שלה, הסביבה הכלכלית, ומעל הכול – הסביבה הפוליטית. זאת הסביבה שקובעת את החוקים הכלליים של המדינה, החוקים והתקנות הנוגעים לקרקע ולפעילויות החקלאיות, החוקים והתקנות הנוגעים למכירת התוצרת, מידת הסבסוד של תשומות או של מוצרים, מדיניות בדבר פועלים זרים, והתחשבות בצורכי החקלאים והחקלאות על-ידי הגורמים המופקדים על תכנון הפיתוח בארץ. מעורבות הממשלה בחקלאות גבוהה מאוד, ועלותה למשק הלאומי נאמדת ביותר ממיליארד שקלים לשנה. המעורבות מתחלקת לתמיכה ישירה וגלויה (סבסוד תשומות הון של קרקע ומים, הדרכה ומו"פ, ביטוח נגד נזקי טבע ועוד) ולתמיכה עקיפה (דרך תכנון מרכזי לשיווק מוצרי רפת ולול, מסי מגן על תוצרת טרייה, דמי חכירת קרקע בהתאם לגידולים). כמו כן, הממשלה תומכת בפרויקטים שהיא חפצה ביקרם, כגון הרפורמה ברפת ובלול. בעשורים האחרונים החל מעבר ממערכות קואופרטיביות בייצור, בשיווק ובאשראי – שנתמכו וסובסדו בשיעורים נכבדים – למערכת מבוזרת המבוססת על פעולה עצמאית של יחידות ייצור, אבל בתמיכה ממשלתית הולכת וקטנה. עקב כך עלה בהתמדה גודלן הממוצע של יחידות הייצור, וגדלה התחרותיות בענפי החקלאות השונים. בעשור האחרון הורעו תנאי הסחר בחקלאות בגלל פרוץ גבוה, לעומת גידול אטי בדרישה לתוצרת חקלאית.

הגורם המייצג את האינטרסים של החקלאים והמתיישבים הקשורים בהם הוא "השדולה החקלאית", המורכבת מכמה חברי כנסת. אלה נמצאים בקשר עם התאחדות חקלאי ישראל – ארגון גג הכולל את התנועות ההתיישבותיות וארגוני המגדלים השונים. השדולה דואגת לקידום מפעל ההתיישבות החקלאי והכפרי, לרווחת החקלאי, לפרנסתו ולמעמדו בחברה הישראלית. בשנים האחרונות, עם ירידת הרווחיות של החקלאות ומספר התושבים שעובדים בחקלאות, ועם האמרת מחירי הקרקעות, התגמשו התקנות של מינהל מקרקעי ישראל: חלקן נאכפות, חלקן נעקפות, וחלקן מבוטלות. השדולה החקלאית מקדמת את הפשרת שטחי החקלאות לבנייה. המוסדות שיכולים לפעול לטובת הקיימות המרחבית של החקלאות היום הם בעיקר משרד החקלאות, ומשרד הפנים, אשר באמצעות המועצה הארצית לתכנון ובנייה קבע בתמ"א 35

אזורים קבועים כאזורי חקלאות. גם ארגונים ציבוריים כמו 'אדם, טבע ודין' והחברה להגנת הטבע פעילים במניעת הפשרה בלתי חיונית של קרקעות בשטחים הפתוחים. בשנת 2003 הגישה החברה להגנת הטבע עתירה לבג"צ נגד החלטות מינהל מקרקעי ישראל שהיו אמורות להביא לידי הפשרת קרקעות בשטחים הפתוחים. בשנים האחרונות יצרה הכנסת את תפקיד "נציב הדורות הבאים", ובין תפקידיו קידום חקיקה וחקיקת־משנה לטובת הדורות הבאים ב־12 תחומים, בהם איכות הסביבה, משאבי הטבע, בריאות, משק וכלכלה, תכנון ובנייה, ואיכות חיים – תחומים שיש להם קשר לקיימות של החקלאות.

הדינמיקה של הפוליטיקה והכלכלה בישראל אינן מבטיחות את הקיימות המרחבית של החקלאות, אלא אם כן תהיה לה תמיכה ציבורית אפקטיבית. עניינים של סביבה ושטחים פתוחים, ובכללם הקיימות של החקלאות, עלו בסדר העדיפויות הפוליטי בשנים האחרונות, וגם במשרד החקלאות התחילו לייחס לכך חשיבות. בימים אלו מכין המשרד תכנית לקידום חקלאות בת־קיימא, ונושא זה אף נעשה חלק מן ההדרכה החקלאית. יש בסיס לתקווה שהמודעות הגוברת ליתרונות ולחובות של האקולוגיה בקיימותה של החקלאות יהיו נר לרגלי מקבלי ההחלטות והחקלאים, ואלה ינחו את חקלאות ישראל העתידית הלכה למעשה.

10.5. קיימות של חקלאות רצויה שאינה רווחית

אין הסכמה כללית על התכונות של "חקלאות רצויה כסביבה", בעיקר בגלל צורות הנוף המגוונות כל כך שנוצרות על־ידי הגידולים השונים, צורות העיבוד השונות, ותנאי הסביבה המקומיים המגוונים. גם הציבור אינו מביע העדפות חדות בין נופי החקלאות השונים (טבלה 8). אם יש תכונה אחת המשותפת לכל נוף חקלאי רצוי, היא אולי העיבוד התקין, ובכלל זה שמירה על סביבה נקייה. הדבר נכון בנוגע לגידולים בהשקיה ולגידולי בעל, גידולי במטעים וגידולי שדה, ואפילו בנוגע ל"גידולי הפלסטיק". חקלאות כזאת אולי אינה מספקת את כל השירותים האקולוגיים האפשריים, אבל יש בה ערכים ציבוריים שיכולים לתמוך בתנועה של נופשים ותיירים, ולזכות בהערכת הקהל הרחב.

רקע נאה ומסודר דרוש גם לתרבות הצימרים ולשילוב הקהל בפעולות איסוף של תוצרת בשטח. כאשר החקלאות במקום רווחית ומקיימת את החקלאי, אפשר לעמוד בתנאי תקינות, סדר וניקיון. אבל אם החקלאות מתקיימת על גבול הרווחיות, קשה לממש את הערכים הציבוריים בלי עזרה מבחוץ. את אלה אפשר להגשים באמצעות פיתוח פעילויות של תיירות חקלאית במקום ביוזמת החקלאי (ביקורים ביקבים, מסעדות, אירוח כפרי, ייצור ומכירה של גבינות בחווה, ביקורים בבתי בד). אם הערכים אינם ניתנים למימוש על־ידי החקלאי הבודד, אבל הקהל הרחב נהנה מהם והם מגדילים את האטרקטיביות ואת ההכנסות של האזור, אפשר להציע לחקלאי תמיכה ממקורות אזוריים, בעיקר ממסים אזוריים. סידורים כאלה קיימים במקומות שונים באירופה, שבהם התיירות באזור תלויה במידה רבה בתקינות החקלאות בסביבה. כיום החקלאות במקומות אלה תלויה בתיירות. התלות ההדדית מאפיינת את מרבית החקלאות השולית בשוויץ וגם בגרמניה ובצרפת.

10.6. חקלאות תקינה

"חקלאות תקינה" (Good Agricultural Practice) היא גידול רווחי של מוצרי צמחים ובעלי חיים על־פי הידע המעודכן ביותר, המניב רמה גבוהה של איכות המוצרים ובריאותם, וצמצום מרבי של זיהום האוויר, המים והקרקע. הכלל פשוט, אך הביצוע מורכב ומחייב הכרה טובה של הבסיס האקולוגי, הביולוגי, הכימי והפיזיקלי של כל מערכת חקלאית נתונה. המושג עתיק, אבל הוא נכנס לשימוש בארגון המזון והחקלאות של האו"ם רק בסוף המאה ה־20. המטרה הייתה לאו דווקא לספק מערכת כללים נוקשה, אלא להגדיר באופן כללי, ב־11 תחומים – בהם קרקע, מים, גידול בעלי חיים, גידול מספוא, הגנת הצומח, בריאות בעלי חיים, עיבודים, טיפול בשפכים, בריאות וסביבה – גישה לטיפול "ירוק" בבעיות שמתעוררות במהלך הייצור החקלאי המודרני.

באנגליה המושג תורגם לתקנות (Codes) המותאמות לגידולים ולנושאי הסביבה. ישנם נהגים המבוססים על עקרונות משותפים לגידולים רבים: עקרונות ההדברה המשולבת, מחזורי זרעים ונוהלי דישון משולב, ניהול האגירה והפיזור של הפרשות של בעלי החיים, צמצום הדליפה של הנקות מן השדות, מניעת סחף והידוק קרקע, אחסון ושימוש נאותים של חמרי הדברה, הוראות לשרפת שאריות גידולים, סילוק של פגרים ועוד. העקרונות מתורגמים לתקנות מפורטות המותאמות לכל גידול וגידול ולתנאי המקום. ההבדל בין התקנות של 'חקלאות תקינה' לבין 'החקלאות הקלאסית' נעוץ בדגש על שמירת בריאות המוצרים ותקינות הקרקע, המים והאוויר. הדגש המוביל הזה אמור להבטיח את הקיימות הפיזית של החקלאות על כל גווניה.

התפיסה של חקלאות תקינה התפתחה בשנים האחרונות בתגובה לכלכלת המזון המשתנה במהירות ולנוכח תהליכי גלובליזציה הפותחת וסוגרת הזדמנויות בתדירות גבוהה – תהליך שיוצר מגבלות ובעיות, חלקן חדשות. באופן כללי, החקלאות התקינה מתכוונת ליישם ידע קיים, ידע חדש, וגם ידע מסורתי לטיפול בבעיות ישנות ובעיות חדשות, כאשר הן מתעוררות. גישה פרגמטית כזאת אולי אינה אידאלית, אבל היא יכולה להבטיח צמצום נזקים בתנאים המגוונים והמשתנים בכל מקום. הקיימות תובטח ברוב המקרים על-ידי תיקון מתמיד של טעויות בצורה ידיונית לסביבה עד כמה שהדבר אפשרי. 'חקלאות תקינה' מטרתה להראות שאפשר לקיים ממשק הדברה משולב, ממשק נוטרייטיים משולב (בין דשנים כימיים, זבל אורגני ומחזור זרעים) וחקלאות משמרת במסגרת של חקלאות מודרנית. הדבר מחייב ניטור סדיר של הרכב הקרקע, המים והזבלים האורגניים, והתאמת תוספת הדשנים לצורכי הצמחים, למצב הקרקע ולהרכב מי ההשקיה. ייתכן שקשה ויקר לקיים חקלאות תקינה, אבל זאת דרך מעשית להבטיח קיימות של חקלאות לאורך ימים. תמיכה ממשלתית יכולה לקדם חקלאות תקינה, במיוחד בשלבים הראשונים.

10.7 חקלאות תקינה ו"הנוף הרצוי"

ככלל, הנוף הכפרי הוא תוצאה של הפעילות החקלאית, ובמעט מקרים הוא גם מטרתה (איורים 27 ו-28). נוף כפרי מושך הוא המטרה באזורים שבהם התיירות היא מקור הכנסה עיקרי בגלל הנוף המיוחד בכלל והנוף החקלאי בפרט. בדרך-כלל, הנוף החקלאי המועדף על תיירים הוא הנוף שנוצר על-ידי החקלאות המסורתית. בגלל הקושי לקיים את המערכות האלה מבחינה כלכלית ואנושית, ובמיוחד באזורי שוליים, החקלאות לפעמים נתמכת על-ידי גורמי ממשל, מקומיים או לאומיים. באירופה, ובפרט בשווייץ, הרעייה "החקלאית" שמונעת את התחדשות היערות באזורי ההרים נתמכת על-ידי השלטונות, משום שהיא שומרת על הפתיחות והתקינות של אתרי הסקי באזור, שהם עיקר הכנסתם.

שטחי החקלאות בישראל, כמעצבי נוף, הם אטרקציה תיירותית כפי שהם (פליישר וחוב', 2006). הנוף החקלאי אינו נסחר ואי-אפשר לקבוע את ערכו הכספי אלא בקירוב גס. בכל זאת, ערכו מוערך בערך ב-8% מערך הייצור החקלאי הכולל (3.1 מיליארד דולרים בשנת 2001) וב-15% מערך הייצור הצמחי (צבן וחוב' 2004). הוצעו דרכים לפצות חקלאיים בעבור "שירותי הנוף". המגוון הגדול של קרקעות, טופוגרפיה, אקלים וגידולים יוצר מגוון נופי עשיר המשתנה ממקום למקום, עם חילופי עונות השנה ומשנה לשנה (איורים 27 ו-28). הגדלת יחידות העיבוד מורידה משהו מן הגיוון, אבל גם מוסיפה ממד נוסף עם תכונות אסתטיות של מרחבים רחבים (קפלן וחוב' 2004). כיסוי מטעים ברשתות במשך חלק מן השנה מסתיר את היופי הטבעי של המטע, אבל גם מוסיף לנוף פן מיוחד המעורר סקרנות (למה עושים את זה? מה גדל מתחת לרשת?). גם החממות מוסיפות גיוון לנוף החקלאי. כל זאת בתנאי שהחקלאות מתנהלת לפי העקרונות של 'חקלאות תקינה', עם מודעות לניקיון ולצורה של השדות, ובכלל זה סילוק שרידים של מבני חממות כאשר אלה סיימו את תפקידם. ייצור נוף חקלאי יפה מתחיל בנשמתו של החקלאי!

כאשר יש להסביר את משמעות המונח "חקלאות בת־קיימא", עלולים להסתבך עם מורכבותה של החקלאות, על גידוליה, בתי הגידול שלה והסביבה הכלכלית, החברתית והאקולוגית של כל מקום, עד כדי כך שלמושג 'קיימות' יש כיום יותר ממאה הגדרות, כל אחת מהן מדגישה פן אחר של החקלאות. פרופ' ג'ולס פריטי, שקיבל אות כבוד ממלכת אנגליה עבור תרומתו ל'קידום חקלאות בת־קיימא', כתב באחד מספריו ש"הגדרה מדויקת של... חקלאות בת־קיימא היא בלתי אפשרית". בפרסום של משרד החקלאות האמריקני נכתב: "בעולם שמשתנה כל כך מהר, האם יש דבר שיכול להיות בר־קיימא?" אבל הליידי איב בלפור, (בחוכמה נשית?) הכריזה: "אפשר להגדיר את הקריטריונים לחקלאות בת־קיימא במילה אחת – קביעות...!"

ייתכן שאין צורך להגדיר את המונח, ולהשאיר לכל אחד ואחת להבין אותו בדרכו. ברם, מאחר שהמונח קיים בכותרת של חוברת זו, חובה עלינו להבהיר את כוונתנו. אם נגדיר כל תחום בחקלאות על־פי ה"קביעות" שלו, נגלה במהרה שאין תחום בחקלאות שלא משתנה בקצב מהיר, במיוחד בימינו, ולכן אין מה לדבר על חקלאות בת־קיימא כמצב קבוע. עם זאת, המונח מקובל כנראה בגלל המודעות לנזק הקיים והצפוי למשאבי החקלאות והסביבה העולמיים, והפגיעה הצפויה בהספקת מזון בסיסי לאוכלוסייה הגדלה בעולם. המושג 'קיימא', עם פרשנויותיו המגוונות, ובעיקר כביטוי של הצורך לשמור על משאבי החקלאות – הקרקע, המים והאוויר – במצב תקין לדורות הבאים, ממלא, כנראה, צורך נפשי חיוני ואוניברסאלי, מעבר למשמעותו הפיזית.

הכתוב בחוברת זו מבוסס על ההגדרה הבאה של 'חקלאות בת־קיימא': "המשך הקיום של פעילות חקלאית תקינה ומשתנה על שטח משמעותי של קרקעות העידית במדינה". 'תקינה' – ממשק חקלאי שמודע לבעיות האורבות לקרקע ולמים, רותם את המדע, הניסיון, המסורת והתקשורת כדי לפתור את הבעיות ולמנוע את החרפתן, ונהנה מתמיכה של רשויות השלטון; 'משתנה' – על־פי תנודות השוק ומחירי התשומות, אפשרויות הטכנולוגיה המתפתחת, שינויי בעלות על קרקעות, האילוצים וההזדמנויות של הסביבה הפוליטית והתרבותית; 'קרקעות העידית' – קרקעות המסוגלות להניב יבולים נאותים בתנאים הטכנולוגיים והכלכליים הקיימים.

החקלאות יוצרת בתי גידול חדשים, המחליפים את החברות שקדמו לה. היא מסירה את רוב המרכיבים ששמרו על האיזון הדינאמי הטבעי. אבל בממשק תקין, היא גם יוצרת תנאים לטובת מינים אחרים, וכך מגדילה את היבולים של המינים הרצויים ומשנה את המגוון הביולוגי ואת המגוון הנופי. בימינו, אותן הטכנולוגיות שהביאו ליבולים גדולים, לתנובות גדולות של מוצרי בעלי חיים ולזמינות של מוצרים רבים ומגוונים, הפרו בחריפות את האיזון האקולוגי של בתי גידול חקלאיים רבים ושל סביבתם. מי ההשקיה והדשנים החיוניים לקיום החקלאות האינטנסיבית מוסיפים מלחים לקרקעות ולמי התהום. מים מושבים מוסיפים חומרים בלתי רצויים אחרים. במקרים קיצוניים, השקיה במים פגומים הביאה לידי המלחת הקרקע, לסחף ולהצטברות של מתכות כבדות מזיקות. טיהור המים גורר הוצאות גדולות אבל פותר בעיות רבות. התפלת מים מליחים ומי ים לשימוש עירוני תשפר, בסופו של דבר, את איכות המים המושבים לטובת האקוויפרים ולקידום חקלאות בת־קיימא.

כאשר החלו ההפרות של סדרי בראשית לאיים על המשך הקיום התקין של משאבי החקלאות, התחילו מדענים להתריע, וחקלאים ומוסדותיהם רתמו את הטכנולוגיה ואת האקולוגיה לביטול האיום – לפעמים בהצלחה מלאה, בדרך־כלל בהצלחה חלקית, ולפעמים בלי הצלחה. גורמי ההדרכה בארץ, וברוב הארצות שבהן חקלאות מפותחת, מודעים לסכנות ופועלים לקדם 'חקלאות תקינה' המבוססת על מחזור של חומר אורגני וניטור של

מצב המים והקרקע. הדרך ל'חקלאות בת־קיימא' תלויה במודעות לחשיבות השמירה על סביבה בריאה, אבל לעתים קרובות יותר היא נבנית בתגובה לאילוצים של צרכנים שדורשים עמידה בתקנות שמטרתן לשמור על בריאות המוצר ותקינות הסביבה. עם העצמת המודעות לקשר בין חקלאות לסביבה, יש סיכוי שחקלאות תקינה המתחשבת בהשפעת הפעילות החקלאית על הקרקע, המים, האוויר והמגוון הביולוגי, תיהפך להיות הנורמה בעולם בכלל ובישראל בפרט.

החקלאות קיימת כל עוד החקלאי יכול להתפרנס ממנה. למרות התפקיד הבסיסי והחיוני של החקלאות כספק מזון וסיבים לכלל האוכלוסייה, חשיבותה הכלכלית ירדה מול עלייתן של התעשייה, הטכנולוגיה והשירותים. השינוי הזה גרם לחקלאים רבים לעזוב את החקלאות, ומאיים על עצם קיומה בארץ. כאמצעי להתמודד עם תנאי הסחר הקשים, הלכו וגדלו החוות והמשקים, בעולם המתועש ובישראל. יש לקוות שמנהלי החוות הגדולות יצליחו לנהל אותן על־פי העקרונות של 'חקלאות תקינה', ויהיו מודעים לערכים הסביבתיים והנופיים של החקלאות. חוגים רחבים בישראל סבורים שתפקידה של החקלאות לספק 'נוף כפרי', יותר מלספק מוצרי אוכל וסיבים. הבעיה היא שאמנם הקהל הרחב והתיירים נהנים מן הנוף הכפרי, אבל ההנאה שלהם אינה משפרת כהוא זה את הכנסתו של החקלאי, אלא אם כן הוא מסוגל להיכנס לעסקי התיירות החקלאית או אם גורמים אדמיניסטרטיביים מקומיים או ממשלתיים מעוניינים לפצות אותו בעבור 'שירותי הנוף' שהוא מספק. אמצעיים כאלה קיימים באירופה וישנן הצעות להנהיג סידורים דומים בארץ, אך אלה טרם מומשו. עם זאת, תפקידה המרכזי של החקלאות בישראל ימשיך להיות הספקה של ירקות ופרות טריים ומעט מוצרי גידולי שדה, עד גבול זמינות המים המתאימים לגידולם אלה. הנוף החקלאי ייקבע על־ידי ענפים וטכנולוגיות בני־קיימא בתנאים העתידיים. מצב זה אינו צריך להמעיט מערכו הציבורי והתרבותי של הנוף החקלאי, אשר בעתיד עשוי לתמוך בקיימות החקלאות.



איור 27. נופי חקלאות, אגירת מים וסחף קרקע



איור 28. נופים מגוונים, גידולי שדה, חקלאות פלסטיק

מקורות וחומר קריאה להרחבת הדעת

- אבנימלך, י., צבן, ח. 2002. פיתוח חקלאות בת־קיימא בתנאי מחסור במים. מוסד שמואל נאמן, טכניון, חיפה.
- אטינגר, א., א.. 2002. חקלאות בת־קיימא בישראל: הפרחת השממה או הפרחת הסביבה? WORLDWATCH ישראל, דוח מס' 2; מרכז השל; מכון ירושלים לחקר ישראל; הוצאת בבל, תל אביב.
- אמדור, ל., צבן, ח., אבנימלך, י., אילון, א. 2005. שמירה על המרחב הכפרי: מודל יישום "חקלאות בת־קיימא" באזורים מובחרים בארץ. מוסד שמואל נאמן, טכניון, חיפה.
- גלעדי, דן. 1998. כלכלת ישראל: התפתחות, מאפיינים, מדיניות. עורך: חיים אופז. ישראל. משרד החינוך. שרות הפרסומים. מרכז ההסברה.
- הדס, א. 2002. הקצאות מים וקרקע למשקים חקלאים פעילים בטווח הארוך. הרשות לתכנון ופיתוח החקלאות והכפר והתשתיות, משרד החקלאות.
- זליגמן, נ., פורת, י. 2001. שמור שטחי חקלאות כשטחים פתוחים. הרשות לתכנון החקלאות, ההתיישבות והכפר, החברה להגנת הטבע, מיג"ל.
- זמיר־אברהם, א. 2004. בסיס נתונים מרחבי בנושא שימושי קרקע. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, תחום ממ"ג־גיאוגרפיה.
- זסלבסקי, ד. 1999. פיתוח בר קיימא של משק המים וגורל החקלאות. הפקולטה להנדסה חקלאית, טכניון, חיפה.
- חסון ש., שחר א. 2006. תמ"א 35: תכנית מתאר ארצית משולבת לבנייה, לפיתוח ולשימור. מנהל התכנון, משרד הפנים.
- טל, א. 2006. הסביבה בישראל: משאבי טבע, משברים, מאבקים ומדיניות – מראשית הציונות ועד המאה ה־21. הוצאת הקיבוץ המאוחד, תל אביב.
- יום טוב, י., מנדלסון, ה. 2002. תמורות בתפוצה ובשפעה של בעלי חוליות בישראל במשך המאה ה־20. מתוך: דולב, ע. ופרבולוצקי, א. (עורכים) הספר האדום: מינים בסכנת הכחדה בישראל, רשימת המינים בסיכון, חולייתנים. רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע.
- סדן, ע. 2004. שילוב חקלאות ונוף בישראל: אמצעי מדיניות כלכליים. סדן, לובנטל בע"מ. קרן נקודת ח"ן.
- פאר, ג., קרק, ס., בנימיני, ד. 2006. אזורים חקלאיים בשירות הפרפרים: המגוון הביולוגי לאורך גרדיאנט אקלימי בישראל. דו"ח מסכם, קרן נקודת ח"ן.
- פליישמן, ל., פייטלסון, ע. 2004. נוף כפרי – מה זה? תפיסות השטחים באזור המרכז. נקודת חן.
- פליישר, ע., צור, י., שמש, א. 2006. דרוג ערכי נוף והסביבה של השטחים החקלאיים. המחלקה לכלכלה חקלאית ומינהל, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות.
- פרלברג, א. 2006. אקופרש טבע: ספר II – הנגב המערבי, תכנית ממשק משולבת לשימור ערכי טבע ונוף בשטח חקלאי ובסביבתו (נספח 53). אגרקסקו והברה להגנת הטבע.
- פרנקל, א. 2001. פתוח מול פיתוח. הרשות לתכנון החקלאות והכפר, משרד החקלאות.
- צבן, ח., פלד, נ., אמדור, ל., אבנימלך, י., אילון, א. 2004. חקלאות בת־קיימא: כיצד להביא לידי מימוש ערכים חיצוניים של חקלאות כחלק מהכנסות החקלאי באזורי הארץ השונים. מוסד שמואל נאמן, טכניון, חיפה.
- קמחי, איל (עורך) 2004. עתיד המגזר החקלאי וההתיישבותי. במסגרת "הכפר בישראל 2010". המרכז למחקר בכלכלה חקלאית, רחובות.
- קפלן, מ., ליסובסקי, נ., אמדור, ל. 2004. נופים חקלאיים: איכויות וערכים של הנוף החקלאי בישראל. נקודת חן.

- קרן, א., יפתחאל, א. 1999. הקרקעות החקלאיות בישראל לקראת סוף האלף: היבטים היסטוריים, משפטיים וחברתיים. המח' למשפטים, אוני' חיפה; המח' לגיאוגרפיה, אוני' בן־גוריון בנגב.
- רמון, א., בן דוד, א., גל, א. 2005. הכשרות קרקע חקלאית באזורים הרריים – מגמות העבר והכוונתן בעתיד. נקודת חן.
- רצ'בסקי, ד. 2004. "קרקע חקלאית" ו"חקלאות נופית" ומה שביניהן. נקודת חן.
- שגיא, י. 2003 חקלאות, סביבה, טבע ונוף – מבט לעתיד. נקודת חן.
- שטרן, א., רבינוביץ, נ. 2007. נופי תרבות חקלאית בישראל: הגדרות ופריסה מרחבית. נקודת חן.
- שליין, א., פייטלסון, ע. 1996. מדיניות השמירה על קרקע חקלאית: התהוותה, מיסודה, ערעורה. מחקרי פלורסהיימר, המכון ללימודים עירוניים ואזוריים, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
- שמיר, מ., קגן, ס., מתן, א. 2003. פיתוח נוף בסביבת בתי צמיחה כחלק מתרבות חקלאית. המחלקה לפרחים, מנהל המחקר החקלאי. כנס נקודת חן.
- Duelli, P. and Obrist, M.K. 2003. Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic Applied Ecology* 4: 129–138.
- Fraser, P. 1980. Nitrate and human cancer: A review of the evidence. *International Journal of Epidemiology* 9: 3–11.
- Grigg, D. 1984. Farm size in England and Wales from early Victorian times to the present. *The Agricultural History Review* xxxv: 179–189. University of California Press.
- Grosse, Y., R. Baan, B. Secretan, F. El Ghissassi and V. Cogliano. 2006. Carcinogenicity of nitrate, nitrite and cyanobacterial peptide toxins. *Policy Watch - WHO International Agency for Research on Cancer*. <http://oncology.thelancet.com>
- Gurr, G.M, S.D. Wratten and J.M. Luna 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic Applied Ecology* 4: 107–116
- Hassan, R., R. Scholes and N. Ash, (eds.) 2005. Ecosystems and human well-being: current states and trends: findings of the Conditions and Trends Working Group. The millennium ecosystem assessment series, v. 1. Chapter 11 Biodiversity Regulation of Ecosystem Services pp. 297–329
- Hoppe R.A. 2001. Structural and Financial Characteristics of U.S. Farms. Family Farm Report, Economic Research Service, U.S.D.A.
- ITC. 2006. International Trade Statistics by Country and Product Group. International Trade Center (Internet site)
- Lijinsky, W. and S. Epstein. 1970. Nitrosamines as environmental carcinogens. *Nature* 225: 12–21.
- Matson, P.A., W.J. Parton, A.G. Power and M.J. Swift 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277: 504–508.
- Nagayets, O. 2005. Small farms: Current status and key trends. Future of Small Farms Research Workshop, Wye College, UK.
- Nentwig, W. 2003. Management of biodiversity in agroecosystems. *Basic Applied Ecology* 4: 105–106
- Pretty, J. 2003. The magic bean. *New Internationalist* 353:

- Pretty, J. 2002. *Agri-Culture: Reconnecting People, Land and Nature*. Earthscan, London. 261 pp.
- Pretty, J.N. 1998. Supportive policies and practice for scaling up sustainable agriculture. In: N.G. Röling & M.A.E. Wagemakers (eds.), *Facilitating Sustainable Agriculture - Participatory learning and adaptive management in times of environmental uncertainty*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. pp.23–45.
- Ruttan, C.W. 1999. The transition to agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Science, U.S.A.* 96:5960–5967.
- Tilman, D., K.G. Cassman, P.A. Matson, R. Naylor and S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671–677.
- J. De Roos, M.H. Ward, C.F. Lynch and K.P. Kantor. 2003. Nitrate in public water supplies and the risk of colon and rectum cancers. *Epidemiology* 14: 640–649
- Vitousek, P.M, H.A. Mooney, J. Lubchenko, and J.M. Melillo. 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science* 277: 494–499.
- WHO International Agency for Research on Cancer. 2006. Ingested nitrates and nitrites (Group 2A)
- Willer, H. and M. Yussefi (eds). 2007. *The world of organic agriculture. Statistics and Emerging trends 2007*. International Federation of Organic Movements IFOAM, Bonn, Germany & Research Institute of Organic Agriculture FIBL, Frick, Switzerland. IFOAM & FIBL 2007.

אתרי אינטרנט

- www.attra.org – שרות מידע בנושא חקלאות בת־קיימא – ATTRA
- www.inasoop.info – גישה אינטגרטיבית לייצור זיתי מאכל ושמן – INASOOP
- www.ecoagriculturepartners.org – ארגון Ecoagriculture Partners
- www.globalgap.org – ארגון GLOBALGAP
- www.fao.org – ארגון המזון והחקלאות של האו"ם
- www.bio-bee.com – הדברה ביולוגית
- www.bt.ucsd.edu – הדברה בעזרת Bacillus thuringiensis
- www.cbs.gov.il – הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס)
- www.sviva.gov.il – המשרד להגנת הסביבה
- www.ios.org.il – השטחים הפתוחים בישראל
- www.organic-israel.org.il – חקלאות אורגנית בישראל
- <http://earthtrends.wri.org> – מכון המשאבים הבינלאומיים – אתר המידע הסביבתי
- www.intracen.org/tradstat/sitc3-3d/ir376.htm – מרכז סחר עולמי ITC (International Trade Center)
- www.nass.usda.gov – משרד החקלאות האמריקאי – השרות הלאומי לסטטיסטיקה חקלאית
- <http://afsic.nal.usda.gov/nal> – משרד החקלאות האמריקאי – מרכז מידע על מערכות חקלאיות אלטרנטיביות
- <http://statistics.defra.gov.uk> – משרד החקלאות הבריטי – אתר סטטיסטי
- <http://www.moag.gov.il> – משרד החקלאות ופיתוח הכפר
- www.nekudat-hen.org.il – נקודת חן
- www.nationmaster.com – נתונים סטטיסטיים בכל נושא מכל העולם
- www.water.gov.il – רשות המים

תודות

נקודת ח"ן-על הנדיבות והסבלנות

משה גורן, מנהל שה"מ, משרד החקלאות

יגאל בר־נוי, מרכז צוות אקופרש, אגרסקו.

מועצת הכותנה

שאול אביאל, BIO-BEE, קיבוץ שדה אליהו

עמית דולב, אמיר פרלברג, מרכז מידע על יונקים, החברה להגנת הטבע

ארכיון הצילומים, קרן קיימת לישראל, ירושלים