

## תיבה ב'-2

### שינוי מבני בחקלאות: ירידת משקלם של ענפי גידולים עתירי מים

- השימוש במים בחקלאות התייעל מאוד בעשורים האחרונים, על רקע מדיניות של העלאת מחיר המים לחקלאים: התפוקה ליחידת מים עלתה בשיעור ניכר.
- להתייעלות זו תרם, מלבד שיפורים טכנולוגיים מרשימים, גם שינוי בהרכב הענפי של החקלאות - מעבר מגידולים עתירי מים לגידולים שעתירות המים שלהם נמוכה יותר.
- התפתחויות אלה מלמדות כי גם מגזרים אחרים במשק יכולים להתייעל, לנוכח שינויים במחירים היחסיים של התשומות או גורמי הייצור, לא רק באמצעות שיפורים טכנולוגיים, אלא גם באמצעות שינוי הרכבם הענפי. עיוות במחירים אלה עלול להאט את השיפור הטכנולוגי ולעוות את ההרכב הענפי.

מצוקת המים המתמשכת בישראל והחשש ממחסור גובר במים במקומות רבים בעולם, על רקע ההתחממות הגלובלית, מחזדים בארץ ובעולם את הצורך במדיניות כלכלית לניהול בר-קיימא של משאבי המים. לנוכח אלה חשוב לנתח את התהליכים המשפיעים על צריכת המים בישראל ואת האפקטיביות של מדיניות המים הננקטת בה והשלכותיה. הלקחים העולים מניתוח זה אף עשויים להשליך על מגזרים נוספים במשק.

החקלאות היא צרכן גדול מאוד של מים, ואף שכמות המים השפירים המוקצית לה ירדה במידה ניכרת (לוח 1), חלקה בצריכת מים אלה במשק עדיין עמד ב-2016 על 35%<sup>1</sup>. עיקר המים בחקלאות משמש להשקיית גידולים צמחיים, ולכן ריסון השימוש במים בענפים אלה הוא רכיב משמעותי בריסון צריכת המים הכוללת של ישראל<sup>2</sup>.

המדיניות לריסון השימוש במים בחקלאות פעלה לאורך השנים הן באמצעות העלאת מחירים, שכן המים הם תשומה משמעותית בגידולים הצמחיים<sup>3</sup>, והן באמצעות הגבלת הכמויות<sup>4</sup>. מחיר המים לחקלאים עלה בשיעור ניכר יחסית למדד המחירים לצרכן, ועוד יותר מכך יחסית למדד מחירי תפוקת הגידולים הצמחיים. עם עליית מחיר המים והגבלת כמותם התייעל השימוש בהם במידה ניכרת: אף שהתפוקה הצמחית גדלה כמותית מ-1990 עד 2016 בקרוב ל-70% (איור 1), צריכת המים הכוללת בחקלאות כמעט לא השתנתה בתקופה זו<sup>5</sup>.

העלייה הניכרת של התפוקה הצמחית ליחידת מים תועדה כבר במקומות רבים, המדגישים על פי רוב את התרומה המכרעת של אימוץ שיטות השקיה מתקדמות (כדוגמת טפטפות), המתבססות על חידושים טכנולוגיים שפותחו בישראל<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> חלקה בסך צריכת המים (לרבות מים לא שפירים) ב-2016 עמד על 57%. לשם השוואה: ב-1970 החקלאות השתמשה ב-80% מסך צריכת המים בישראל, ובאותה עת רובם ככולם היו מים שפירים. נתוני צריכת המים: הלמ"ס, וכך רשות המים, דוח פעילות לשנת 2017.

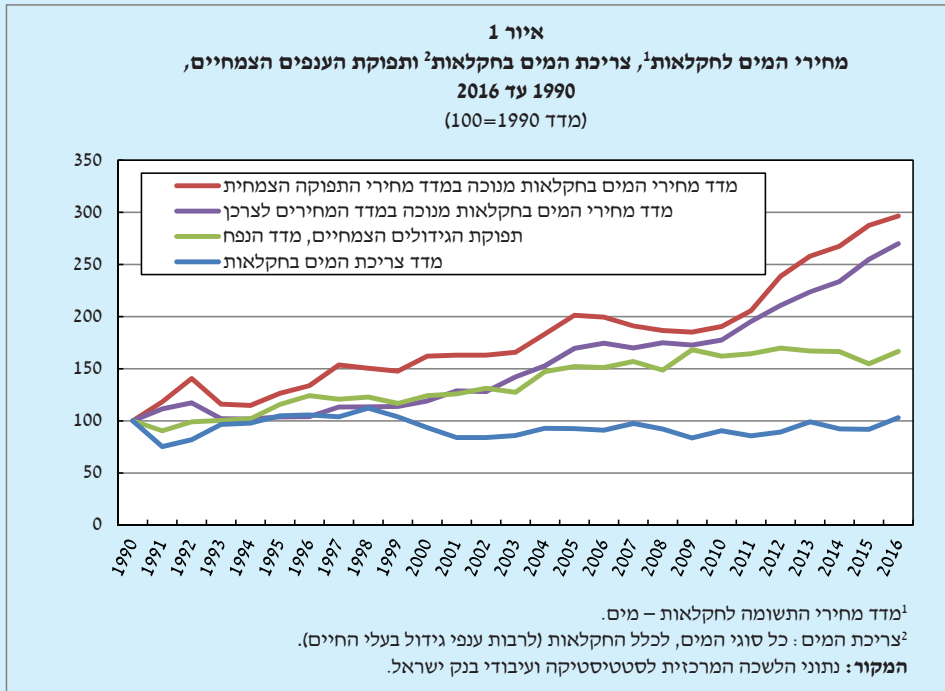
<sup>2</sup> התפלת מי ים היא אחת הדרכים להתמודד עם מצוקת המים על ידי הגדלת היצע, אך גם היא כרוכה בעלויות גבוהות ובהשפעות חיצוניות, ואינה מייצרת את הצורך בצעדים נוספים, בכללם צעדים לריסון הצריכה. מים מותפלים היו כשליש מצריכת המים השפירים ב-2016.

<sup>3</sup> שיעורה של עלות המים היה ב-2006 כ-11% מסך ערך התפוקה של גידולי השדה וכ-14% מערך התפוקה של הפירות והירקות. בענפי גידול בעלי החיים עלות המים זניחה – כ-0.3% (לוחות תשומה-תפוקה ל-2006, הלמ"ס).

<sup>4</sup> כמות המים המוקצית לחקלאות ומחירים נקבעים בהסדרים מוסדיים מורכבים ובהסכמים ולא בשוק החופשי. הסדרים אלה כוללים הקצאה, מחיר מדורג, העולה לפי שיעור ניצול ההקצאה (בעבר) או שיעור החריגה ממנה (כיום), תעריפים שונים לסוגי מים באיכויות שונות ושיקולים נוספים המובאים בחשבון בקביעת מחירי המים לצרכנים חקלאיים שונים. לפירוט של אופן הקצאת המכסות וקביעת המחירים ראו למשל יואב כסלו (2011), משק המים בישראל, מרכז טאוב, נייר מדיניות 2011.15. העדכון הבולט האחרון דווקא הוריד את מחיר המים השפירים למרבית החקלאים, עם כניסתו לתוקף של תיקון 27 לחוק המים במאי 2017. לסקירה עדכנית ראו דוח רשות המים לשנת 2017.

<sup>5</sup> השפעת מחיר המים על הכמות הנצרכת בחקלאות תועדה גם בנתוני מיקרו: מחקר שהתבסס על נתונים ל-185 יישובים חקלאיים בישראל בשנים 1992–1997 מצא כי נמישות הביקוש למים של החקלאים ביחס למחירם היא 0.3- בשנה הראשונה ו-0.46- בטווח הארוך. ממחקר זה אי אפשר לדעת אם הירידה בביקוש משקפת רק התייעלות, או לוותה גם בירידת היקף הגידולים. ראו Z. Bar Shira, I. Finkelshtain and A. Simhon (2006). "Block-Rate versus Uniform Water Pricing in Agriculture: An Empirical Analysis," *American Journal of Agricultural Economics* 88(4), 986–999.

<sup>6</sup> ראו למשל, כסלו (2011), וכך יואב כסלו ושאוול צבן, *אטלס סטטיסטי של חקלאות ישראל*, 2013, הלמ"ס, מדדי חקלאות-סביבה 2000–2015, אוקי' 2018. גם ארגון ה-OECD הדגיש את תרומת טכנולוגיות ההשקיה של ישראל ליעול השימוש במים בחקלאות בארץ (OECD Review of Agricultural Policies: Israel 2010).



לגידול התפוקה ליחידת מים, ולעליית הפיריון בחקלאות בכלל, לאורך השנים תרמו גם תהליכים אחרים – הגדלת השימוש בדשנים וחומרי הדברה, גידול שטחי החממות, המעבר לייצור במשקים גדולים ויעילים יותר ועוד.

תיבה זו מתמקדת בהתפתחות נוספת, מלבד השיפורים הטכנולוגיים בהשקיה, שתרמה בשני העשורים האחרונים לעליית ערך התפוקה הצמחית ליחידת מים: המעבר מענפי גידולים עתירי מים לענפים שעתירות המים שלהם נמוכה יותר. נדגיש כי אין הכוונה לאימוץ זנים חסכוניים במים של אותם גידולים, שניתן לראותו כשיפור טכנולוגי בשימוש במים.

בבואנו לאפיין את עתירות המים של גידולים חקלאיים יש להביא בחשבון תהליך נוסף שהתרחש בישראל בעשורים האחרונים: ההיקף של טיהור מי השפכים עלה בשיעור ניכר. השפכים המטוהרים משמשים רובם ככולם להשקיה של גידולים חקלאיים ומחליפים מים שפירים במידה הולכת וגדלה. השפכים מטוהרים למספר דרגות איכות, וככל שאיכות הטיהור עולה ניתן להשתמש בהם למגוון גידולים רחב יותר<sup>7</sup>. משמעות אחת של תהליך זה היא שהיציבות בסך צריכת המים בחקלאות (איור 1) וירידת חלקה בצריכת המים הכוללת במשק הם אומדן חסר לתרומת החקלאות לחיסכון במים. זאת משום שהם מתייחסים לכלל סוגי המים, בעוד שהמצוקה מתמקדת במים השפירים. הצריכה המוחלטת של מים שפירים בחקלאות ירדה בכמחצית בשני העשורים האחרונים, ובמקביל הוכפלו שיעורי מי השפכים המטוהרים וכלל המים הלא-שפירים בסך צריכת המים בחקלאות לכדי 45%-61%, בהתאמה (לוח 1).

משמעות נוספת היא שהחקלאים משתמשים במספר סוגים של מים, הנבדלים גם במחיריהם<sup>8</sup>. היקף השימוש בסוגי המים השונים משתנה בין הגידולים. לפיכך יש להתייחס לעלות הכוללת של תשומת המים, אשר מביאה בחשבון את הרכב סוגי המים המשמש בגידול הנבדק ומשקללת אותם בהתאם למחירים. עלות זו, יחסית לערך התפוקה, היא המאפיינת

<sup>7</sup> הטיפול בשפכים כרוך בעלות, הגדלה עם איכות הטיהור. עם זאת, למרבית השפכים אין שימוש חלופי חוץ מחקלאות, וטיהורם בדרגה גבוהה היה נדרש גם אלמלא הופנו לחקלאות, כדי להקטין נזקים לסביבה. נציין, כי למעט חריגים, הזרמת שפכים לנחלים אסורה על פי חוק, ומים המוזרמים לטבע הם באיכות גבוהה במיוחד (שפירים ברובם).

<sup>8</sup> מים שפירים הם היקרים ביותר, ומחירי השפכים המטופלים משתנים בהתאם לדרגת הטיהור שלהם.

לוח 1

מים שפירים ולא-שפירים בחקלאות

| 2016 | 2006 | 1996 |   |
|------|------|------|---|
| 485  | 520  | 892  | מים שפירים לחקלאות (מלמ"ק) <sup>1</sup>                 |
| 61   | 53   | 31   | מים לא שפירים <sup>2</sup> כאחוז מסך צריכת המים בחקלאות |
|      |      |      | מזה: מי שפכים מטוהרים <sup>3</sup> כאחוז                |
| 45   | 32   | 21   | מסך צריכת המים בחקלאות                                  |

<sup>1</sup> מי תהום, מים עיליים (בעיקר מהכינרת) ומים מותפלים.

<sup>2</sup> מי שפכים מטוהרים, מים מליחים, מי שיטפונות ומאגר.

<sup>3</sup> מי קולחין (שפכים שטופלו במתקני טיהור) ובשפד"ן (מכון שפכי גוש דן).

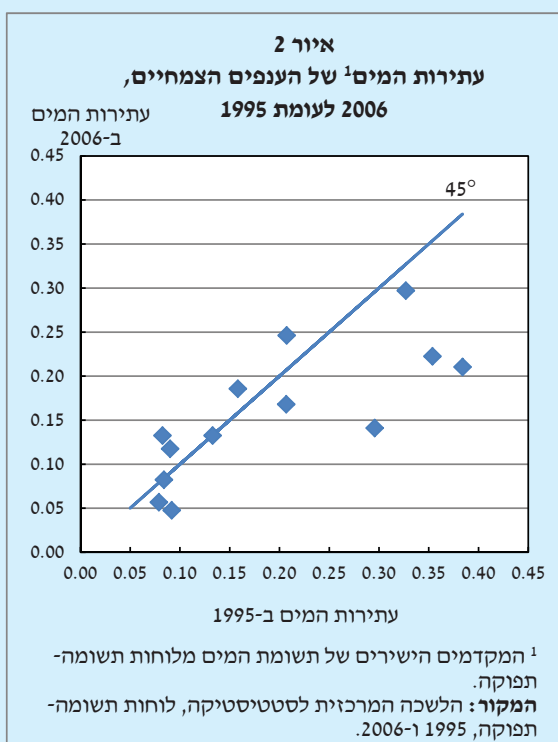
**המקור:** הלמ"ס, מדדי חקלאות וסביבה, מאי 2014, הרשות הממשלתית למים וביוב, דוח פעילות לשנת 2017 ועיבודי בנק ישראל.

את עתירות המים הכלכלית של הגידולים השונים ומאפשרת להשוות ביניהם<sup>9</sup>.

המקדמים הישירים של תשומת המים לענפי החקלאות המופיעים בלוחות תשומה-תפוקה שמפרסמת הלמ"ס משמשים מדד לעתירות המים הכלכלית של כל ענף<sup>10</sup>. הנתונים האחרונים הזמינים הם ל-2006, ולפני כן ל-1995. הלמ"ס מחשבת מקדמים אלה לקבוצות של גידולים (ענפים) ולא לכל גידול בנפרד.

כדי שנוכל להשתמש במקדמים אלה כמאפיינים של עתירות המים של הענף על פני תקופה ארוכה עליהם לקיים שני תנאים: עתירות המים (הכלכלית) של הענף לא השתנתה באופן קיצוני בין שתי נקודות הזמן שבהן היא נמדדה (1995 ו-2006), וכן לא השתנה באופן קיצוני הרכב הגידולים של הענף (משקל כל אחד מהם בו), המשפיע על עתירות המים הממוצעת שלו. דרישה זו מאפשרת לנו לבחון 13 מבין 16 ענפי השלחין של הגידולים הצמחיים, אשר היוו כ-85% מסך ערך התפוקה הצמחית ב-2016<sup>11</sup>.

איור 2 מציג את המקדמים הישירים לענפים השונים ב-1995 וב-2006. ניתן לראות כי עתירות המים של מרבית הענפים ירדה בין שתי השנים (הנקודות מתחת לקו 45°), וכי הירידה התמקדה בענפים עתירי המים. בענפים שבהם העתירות עלתה העלייה בממוצע מתונה מן הירידה הממוצעת



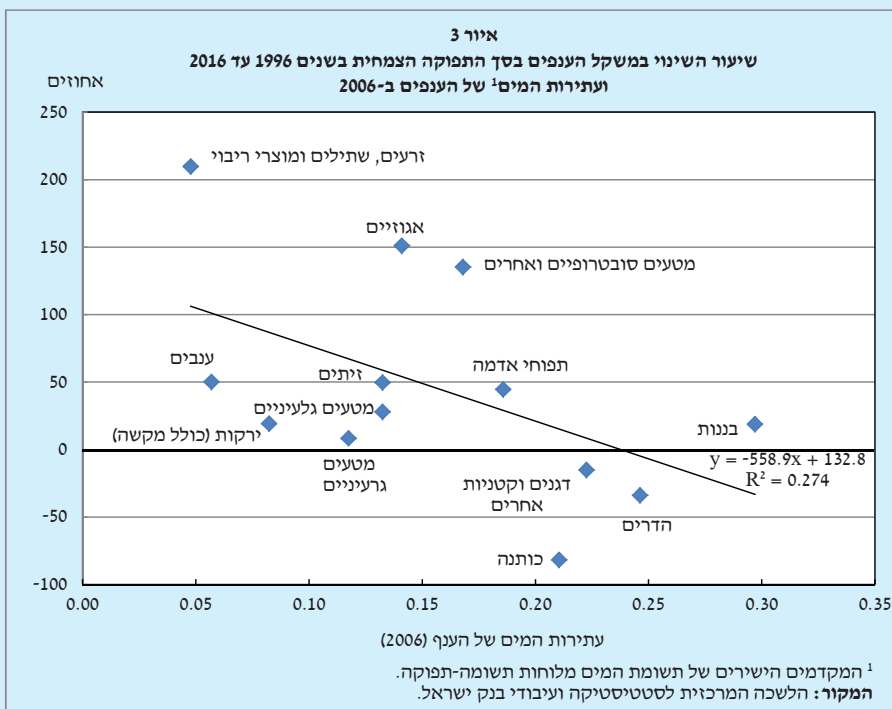
<sup>9</sup> להבדיל מעתירות המים הפיזית, המתייחסת לכמות המים הנדרשת לגידול ללא הבחנה בין סוגי המים ומחיריהם. להמחשה נניח כי שני גידולים צורכים כמויות מים זהות, אך האחד מושקה במים שפירים (יקרים) והשני במי קולחין. עתירויות המים הפיזיות שלהם זהות, אך עתירות המים הכלכלית של הגידול הראשון גבוהה משל השני. זוהי תכונה רצויה של המדד, ומה עוד שהמחסור מתמקד במים השפירים. עם זאת, לצרכים מסוימים העתירות הפיזית היא מדד מתאים יותר.

<sup>10</sup> המקדמים הישירים הם השיעורים של עלות הסחורות, השירותים והתשומות הראשוניות מתוך התפוקה הכוללת של כל ענף ייצור. המקדמים הישירים מכסים את כל התשומות, כולל הרווח התפעולי, ולכן מסתכמים ל-1. להסבר מפורט ראו הלמ"ס, לוחות תשומה תפוקה 2006, פרסום מסי' 1561, 2014.

<sup>11</sup> משקל ענפים אלה בתפוקה הצמחית היה ב-1996 75%. ירידת משקל הענפים המושמטים נובעת כמעט כולה מהירידה החדה בגידול פרחים ליצוא במהלך התקופה.

בענפים האחרים. כמו כן ניתן לראות כי על פי רוב סדר הענפים לפי עתירות המים נשמר: ענפים שהיו עתירי/דלי מים ביחס לאחרים ב-1995 נותרו כאלה גם ב-2006. יודגש כי ירידת העתירות הכלכלית בין השנים אינה משקפת בהכרח רק שיפורים טכנולוגיים המקטינים את צריכת המים של הגידולים השונים; היא עשויה לשקף גם ירידה של מחיר המים האפקטיבי (למשל עקב מעבר משימוש במים שפירים למי קולחין, שהם זולים יותר), או עלייה של מחיר התפוקה (בשוק המקומי או בשוקי היצוא). עליית העתירות בחלק מהענפים עשויה לנבוע בין היתר משינוי בהרכב הפנימי של הענף, או מהעברת שטחי גידול (למשל של הדרים וזיתים) לדרום, שם כמות המשקעים קטנה יותר.

איור 3 מציג את שיעור השינוי במשקל כל ענף בסך התפוקה הצמחית בשנים 1996–2016 כנגד עתירות המים שלו ב-2006. מן האיור עולה כי בשנים אלה השתנה ההרכב הענפי של החקלאות לעבר ענפים שעתירות המים שלהם נמוכה יותר: ככלל, שעתירות המים של הענף גבוהה יותר, שיעור הגידול של משקלו בסך התפוקה הצמחית היה קטן יותר. קיומו של המתאם השלילי עמיד למספר בדיקות רגישות<sup>12</sup>. תמונה זו עולה בקנה אחד עם הצעדים שנקטו להגבלת כמות המים לחקלאים והעלאת מחירים, אולם אין בה כדי להוכיח סיבתיות, וודאי שלא הם היו הגורם היחיד שפעל בכיוון זה. נראה שגורמים נוספים, בהם שינויים במחירים המקומיים או העולמיים של המוצרים השונים והתמעטות שטחי החקלאות במרכז לנוכח הבנייה המואצת, תרמו אף הם לשינוי ההרכב הענפי.



השינוי המבני המתואר באיור עולה בקנה אחד עם ההתייעלות הנמדדת של החקלאות במונחי תפוקה ליחידת מים ועשוי להסביר חלק ממנה. עם זאת, האיור אינו מביא בחשבון את ההבדלים בגודל הענפים, ולפיכך קשה ללמוד ממנו על היקף השינוי בהרכב הענפי של החקלאות ועל התרומה הכמותית של שינוי זה ליעול השימוש במים. מספר נתונים להלן ממחישים כי השינוי המבני ותרומתו לחיסכון במים היו משמעותיים.

<sup>12</sup> המתאם השלילי נשמר (אף כי בעוצמה משתנה) גם כאשר בוחנים את שיעור השינוי במשקל הענפים כנגד עתירות המים ב-1995, כאשר בוחנים בנפרד כל אחד משני העשורים, וכאשר משייטים חלק מן הענפים.

ראשית, נציין כי משקל ארבעת הענפים שעתירות המים שלהם (ב-1995) הייתה הנמוכה ביותר עלה במהלך שני העשורים מ-36% ל-47% מסך התפוקה הצמחית. מרבית העלייה של משקלם נבעה משני ענפים – זרעים וירקות. שניים מהענפים עתירי המים – הכותנה וההדרים – שהיו בעבר ענפים מרכזיים בחקלאות בישראל, מעניינים במיוחד מבחינת תרומת השינוי המבני לחיסכון במים. משקלם בסך התפוקה הצמחית ב-1995 היה כ-18%, אולם הם צרכו כ-30% מסך צריכת המים של החקלאות (בערכים כספיים)<sup>13</sup>. לפיכך הירידה הניכרת של גודלם המוחלט<sup>14</sup>, המשתקפת גם בירידת משקלם בתפוקה הצמחית ל-9% בלבד ב-2016, תרמה תרומה משמעותית לחיסכון במים. נוסף על הירידה החדה בגודלו של ענף הכותנה, גם עתירות המים שלו ירדה בשיעור ניכר. מגבלות הנתונים מקשות על כימות התרומה הכוללת של השינוי בהרכב הענפי לחיסכון במים. עם זאת, תחשיב המניח עתירות מים קבועה לאורך התקופה לכל ענף מציע אומדן לחיסכון זה בסך הענפים הנכללים באיור 3: שינוי ההרכב הענפי לבדו מקטין ב-11%–13% את הערך הכספי של צריכת המים הנדרשת להשגת התפוקה הכוללת בפועל ב-2016, בהשוואה לצריכה שהייתה נדרשת להשגת אותה רמת תפוקה אילו הרכבה הענפי היה נשאר כמו ב-1996<sup>15</sup>. כאמור, התחשיב מתייחס לערך הכספי של צריכת המים (מסוגים שונים) ולא לכמותם הפיזית. לסיכום, המתאם השלילי בין שיעור השינוי במשקל ענפי החקלאות לבין עתירות המים שלהם מצביע על שינוי מבני המתיישב עם העלייה של מחירי המים לחקלאים והגבלת כמותם בשני העשורים האחרונים. היקפו של השינוי המבני היה משמעותי, והוא תרם להתייעלות השימוש במים. מערך התמריצים להתייעלות כלל העלאה ניכרת של מחיר המים השפירים ותמחור דיפרנציאלי של סוגי מים שונים בהתאם לאיכותם (במקביל ליצירת חלופה למים השפירים – שהיקפה ואיכותה גדלו לאורך זמן). כתוצאה מכך ההתייעלות התבטאה הן בירידה ניכרת של השימוש במים שפירים והן בשימוש גובר במי שפכים מטוהרים. לנוכח גידול האוכלוסייה בישראל, ועמו הגידול של צריכת המים השפירים ושל כמות מי השפכים, והתוכניות להגדלת היקף השבת הקולחין ושיפור איכותם נראה כי תהליך המעבר של החקלאות לשימוש במים אלה טרם מוצה; זאת ועוד, החקלאות בישראל עודנה נהנית מהגנה גבוהה מיבוא. (להרחבה, ראו פרק ז'). ככל שההגנה על גידולים שונים תפחת בעתיד, מחירי התפוקה שלהם יירדו, וכך תגדל עתירות המים הכלכלית שלהם. תהליך זה עשוי לעודד התייעלות נוספת של השימוש במים באמצעות שינויים נוספים בהרכב הענפי ושיפורים טכנולוגיים גם יחד. מעבר לחשיבות הממצאים על רקע מצוקת המים בישראל, הם עשויים להשליך על המשק בהקשר רחב יותר: מגזרים שונים במשק יכולים להתייעל, בפרט בתגובה לשינוי במחירים היחסיים של התשומות או גורמי הייצור, לא רק באמצעות שיפורים טכנולוגיים, אלא גם באמצעות שינוי הרכבם הענפי. עיוות במחירים אלה (למשל הוזלת מחיר העבודה על ידי יבוא נרחב של עובדים זרים) עלול להשפיע לשלילה הן על קצב השיפור הטכנולוגי והן על המבנה הענפי. שינויים בהרכב הענפי עשויים להשפיע גם הם על הביקוש הכולל של המשק לתשומות וגורמי ייצור<sup>16</sup>.

<sup>13</sup> עוד ב-2006 ירד משקלם בצריכת המים לכ-20%. התחשיב מבוסס על לוחות תשומה ותפוקה ל-1995 ול-2006. כפי שניתן לראות באיור 3, שני ענפים נוספים (בנות ודגנים וקטניות אחרים) מתאפיינים בעתירות מים גבוהה, אולם משקלם בתפוקה הצמחית היה 3.0% בלבד ב-1995 ו-3.4% ב-2016.

<sup>14</sup> בין השנים 1996 ו-2016 ירד שטח הפרדסים ב-32%, התפוקה בטונות ירדה ב-43%, והיצוא בטונות ירד ב-53%. שטח הכותנה הצטמצם באותה תקופה ב-70%, היבול בטונות ב-76%, ויצוא הסיבים (בטונות) ב-67%.

<sup>15</sup> השתמשנו בתפוקה בפועל של כל ענף ב-2016 ובעתירות המים שלו ב-2006 כדי לחשב את הערך הכספי של צריכת המים ההיפותטית הכוללת ב-2016. בשלב הבא הנחנו כי סך התפוקה של ענפים אלה ב-2016 מתפלג לפי ההרכב הענפי ב-1996, וגורנו את התפוקה של כל ענף. הכפלנו תפוקה זו במקדם העתירות של הענף ב-2006, וקיבלנו את צריכת המים ההיפותטית שלו. סכמנו את התוצאות הענפיות וקיבלנו את ערך צריכת המים הכוללת שהייתה נדרשת ב-2016 אילו הרכב הענפי היה זהה לזה של 1996. מתקבל חיסכון של 11%. שימוש במקדמי העתירות של 1995 מניב חיסכון של 13%.

<sup>16</sup> להשפעת שינויים במבנה הענפי של המשק על הביקוש הכולל לחשמל בישראל ראו ליאור גאלו, תחזית ארוכת טווח לביקוש לחשמל במשק הישראלי, סדרת מאמרים לדיון 13.2017, חטיבת המחקר, בנק ישראל.