

פיתוח בר קיימא של משק המים וגורל החקלאות

מאי 1999

נכתב ע"י פרופ' דן זסלבסקי
הפקולטה להנדסה חקלאית - הטכניון

פיתוח בר קיימא של משק המים וגורל החקלאות

מאי 1999

נכתב ע"י פרופ' דן זסלבסקי
הפקולטה להנדסה חקלאית - הטכניון

תוכן עניינים

<u>עמ'</u>	<u>שם הפרק</u>
4	הקדמה
6	מבוא
7	תקציר
10	1. מבואות
10	1.1 בניית המערכת הארצית
14	1.2 כמה מים יש וכמה מנוצלים
16	1.3 הישגים חשובים במערכת המים בישראל
18	1.4 ההסדרה הציבורית של משק המים
19	1.5 מה קרה למשק המים
20	1.6 שיחות השלום
22	2. מצב המים בישראל 1997
22	2.1 הפקה ממוצעת מול מילוי חוזר
23	2.2 מהו הדפיציט האמיתי של מים שפירים לסוף 1996 ולמה הוא גורם
27	2.3 מהן ההתפתחויות הצפויות בצריכת המים השפירים
28	2.4 אמינות האספקה ושנת בצורת
31	2.5 חששות לעתיד גרוע יותר
31	2.6 מצב אקוויפר החוף
33	2.7 כמה נתונים מהתקופה האחרונה
33	2.8 מה עמדתו של נציב המים
34	3. מהן המשמעות של הדפיציט ההולך וגדל במים שפירים?
37	4. המשמעות הכלכלית של שאיבת יתר
40	5. עוד כמה שיקולים ביחס לביוב והחלפת מים שפירים בחקלאות - האם זהו פתרון רציני?
40	5.1 האם אפשר באמת לחחליף מים שפירים במים מושבים?
41	5.2 עלות טיפול אגירה והסעה של מים מושבים
41	5.3 איכות המים הממוחזרים והשפעתה
42	5.4 נזקים לשיווק תוצרת ולתיירות
42	5.5 איכות המים הממוחזרים והשקיה
43	5.6 האיכות הדרושה למים ממוחזרים
43	5.7 העלאת איכות המים המושבים
44	5.8 מסקנות
45	6. עקרונות פיתוח בר-קיימא
45	6.1 משמעות המושג פיתוח בר-קיימא ומימוש למשק המים
48	6.2 תנאים לפיתוח בר-קיימא בישראל
51	6.3 כיווני פיתוח בר-קיימא
56	7. עלויות של התפלה
56	7.1 אוסמוזה הפוכה
56	7.2 עלויות טיפוסיות
58	7.3 הזדמנויות מיוחדות שמוזילות את ההתפלה
59	7.4 עלות עתידית של מים מותפלים
60	8. הביקוש למים בחקלאות
60	8.1 החקלאות לא תתמוטט אם יותפלו מים
62	8.2 תסריט חליפי לתשלום מלא תמורת המים
63	8.3 מצאי של מים זולים
63	8.4 האם ראוי שהחקלאים ישלמו את עלות המים במלואה?
63	9. האם יש לסייע לחקלאות

63	הנזק שבסבסוד המים	9.1
65	מחן המטרות הלאומיות שעשויות להצדיק סיוע לחקלאות	9.2
66	דרכים אלטרנטיביות לסיוע	9.3
66	מחיר המים והשלום	9.4
67	סיכום	9.5
67	פעילויות טכנולוגיות וארגוניות דרושות	.10
67	יש להתחיל בדחיפות בהתפלה	10.1
68	תכנית אב	10.2
68	מוביל המים המזרחי	10.3
69	התפלה פרטית ברשויות העירוניות	10.4
69	התפלה לאבטחת איכות ורשתות כפולות	10.5
70	תקנות למחירי מים	10.6
70	מו"פ	10.7
71	המערך התכנוני	10.8
71	מחקר ופיתוח	.11
71	נושאי מו"פ בתחום המים	11.1
72	מסגרות והיקפים	11.2
73	נושאים בעדיפות גבוהה למחקר	11.3
74	כמה תכניות מו"פ ספציפיות בתחום ההתפלה	11.4

הקדמה

התבקשתי ע"י פרופ' ד. זסלבסקי להקדים דברים לדו"ח המקיף המוגש להלן, ואני עושה זאת ברצון מתוך אמונה שהוא יביא לדיון מעמיק ולפעולה בהתאם. דיון, או ויכוח לעניין, יש בו ברכה. הוא יכול להועיל, צריך להועיל וראוי שיתקיים.

הארץ קטנה וכמעט כל מי שיש לו מה לומר הווה, או היה בפנים: בתוך תהליך העשייה. ידיהם של כולם בנו ופיתחו את מערכת המים וידי כולם גם "שפכו את המים האלה". ספק אם יש מי שיכול לעמוד מבחוץ ובכוחו זה להציע פרספקטיבה חדשה לגמרי; בכ"ז התהליך חשוב.

אין מדובר בדו"ח באשמים וכיו"ב, ואם זה משתמע (ולו בעיניו של הקורא בלבד) לא זה החשוב. החשוב עכשיו הוא שאם יש משהו שניתן לתקן יש לעשות זאת גם בשעה מאוחרת (מאוד) זו.

משק המים הישראלי החל להתפתח ברגל ימין, הרבה הודות לחשיבות שייחסו לו קברניטי המדינה בשנותיה הראשונות של המדינה. התנופה שניתנה אז הולידה פיתוח, מימסד, חוק ואווירה של מי שרואה את המים כמצרך החיוני ביותר לחיים על סף, ובתוך, המדבר. לכל אלה התחייב המשך שלא הגיע; יתרה מזו, במשך המים חלו תהליכים בלתי רצויים: ניוון מימסדי, מינוי אנשים בלתי מתאימים לתפקידי מפתח, אילוצים בלתי נסבלים, ועוד. כל אלה קרו לא מתוך רצון רע, אך לעתים אולי מתוך שיקולים זרים ואו צרי אופק.

מה שלא עמד במבחן הוא המימסד שאמור היה לוודא טיפול מאתים בנושא. מכאן נבעו מספר תהליכים שהובילו למצב הקיים:

- ◆ מינויים מוזרים;
- ◆ מוקדי החלטה מקבילים, לאו דווקא מתואמים – תוך אי אמון מופגן זה בזה;
- ◆ טיפול שטחי להחריד בעיקר ברמה הגבוהה ביותר;
- ◆ אי תיאום בנושאי המים, החל ברמות הגבוהות ביותר;
- ◆ אי ראיית הנושא, על השלכותיו הרבות, במלואו;
- ◆ מדיניות של עצימת עיניים עד כדי מניעת מעקב, מחקר והזנחת מערכות מידע תיוניות שהוקמו בעבר;
- ◆ מדיניות מוטעות.

כתוצאה מהני"ל נוצר מצב שבו מי שאמור להיות אחראי, שעסק (ועוסק) במערכת המים משול לשמשון הכבול, ללא מחלפותיו.

בשל המציאות שבה אנו נתונים פותחה בארץ מערכת מים מתוחכמת ומשוכללת מאוד. המערכת הזו הופקדה בידי מימסד פוליטי שברוב הזמן היה חסר כישורים והבנה (מדובר במימסד כולו שנציבות המים היא רק חלק ממנו).

... "היינו בזבזנים עד מאוד"!

הדו"ח שלהלן הוא תולדה של התסכול המשותף לכל מי שהנושא יקר לליבו.

הדו"ח מצייר את תמונת המצב הנוכחי. ניתן להוסיף עליו, וניתן להתווכח על פרטים, אבל כל אלה לא ישנו את התמונה הכללית המצטיירת ואת המסקנות הנובעות מכך.

מתבקש דיון רציני, גלוי ונטול שיקולים זרים, הגדרה ברורה של מטרות משק המים לאור מה שאמורה המדינה להיות, התווית תכנית לטווח ארוך והמאמץ לעמוד בה, תוך כדי שכלולה במהלך הוצאתה אל הפועל.

יונה כהנא, מאי 1999.

מבוא

לפני קרוב לשנתיים פנה אליי רפאל איתן, שר החקלאות והשר לאיכות הסביבה, בבקשה להכין סקירה על מצב המים בישראל והערכה כיצד הדבר ישפיע על החקלאות. היתה ישיבה מכינה ואחריה ישיבה משותפת עם השר אריק שרון – שר התשתיות, המנכ"לים של המשרדים, נציג המים ואחרים.

המסקנה היתה שיש בעייה ורפול ירכז את ההמשך.

באחת הישיבות סיכם רפול ברוח העבודה המכינה שיש להכין שני מסמכים עם דיון והסכמה רחבים:

א. תיאור מצב המים שלא יהיה עליו ויכוח

ב. מסמך המעלה לדיון את יעודי החקלאות עם נסיון לכימות כלכלי.

המסמך המובא בזה הוא נסיון להשיב לבקשה הראשונה. לצערי, אי אפשר היה להגיע למינוי פורמלי של צוות חכנה. במקום זה טרחתי להפיץ טיוטות של המסמך לשורת מומחים הראשונה במעלה. החוברת הופצה למנהלי אגודות מים והתקיים בהן דיון איתם. לפי מיטב ידיעתי אין אף נתון על ההידרולוגיה של המים בארץ שהוא בחילוקי דיעות להוציא אחד או שניים ממקבלי ההחלטות, שהיה בלתי אפשרי לקבל מידם מערך מספרים עקבי ותואם את הנתונים ההידרולוגיים. לא כל שכן שלא היה ערעור על אף מסקנה המובאת כאן שמבוסס על חילוקי דיעות ביחס לנתונים.

לבסוף, אי אפשר להימנע מהערכה ביחס לתגובות הקשות מאוד שנתקבלו הן מבעלי מקצוע בכל התחומים והן מחקלאים על המצב ודרך ניהול הדברים. אין ספק שהנושא המובא כאן מחייב דיון גלוי, פתוח ואמיץ והסקת מסקנות מרחיקות לכת.

עוד הדברים נכתבים ומשבר מים קיצוני ירד עלינו בגלל בצורת. זו הבצורת הצפויה בערך אחת לשש שנים שנחזתה, ושלא אחד התריע עליה. היא התרחשה 8 שנים אחרי הבצורת הקודמת, כשמצב המים באקוויפרים ובכנרת חמור משחיה אי פעם. הכל היה חזוי ואת הכל אפשר היה למנוע. לאור מצב המים הזה לא נעשה דבר. אין תסכון במים, אין פנייה רצינית לציבור, אין תכנון ראוי לשמו ואפילו קיצוץ וקיצוב המים מתאחר זה כבר חודשים אחדים.

תקציר

ישראל ניצלה את כל שראוי היה לשאוב כבר בתחילת שנות השבעים. שאיבת היתר כיום עולה על 500 מיליון מ.ק. לשנה והיא תלך ותגדל בקצב שמעל 40 מיליון מ.ק. בשנה בממוצע. כבר לפני יותר מעשור היה מצב משק המים במחסור קשה. מאז גדלה הצריכה מחד גיסא וכמויות מים לא מבוטלות הועברו מדינו בעקבות הסכמי השלום. מאידך גיסא תחליך זה יילך ויחמיר.

שאיבת היתר יחד עם פעולות אחרות גרמה כבר להמלחה של האקוויפרים בהיקפים גדולים מאוד. הנזק שבשאיבת יתר של מטר קוב אחד מגיע לעלות שוות ערך להתפלה של כמה מטרים קוביים ממי ים. מכאן שהנזק השנתי בגלל שאיבת יתר עולה על מיליארד דולר. יחד עם תחליך המלחה תולך ומואץ, תחליך זיחום של מקורות המים ע"י תהליכים חקלאיים, דליפת מי ביוב והשקייה בהם, תשטיפים מערימות אשפה, דליפות דלק, עיור ותהליכים תעשייתיים.

ללא מעשה עוד הרבה לפני שנת 2010 יחסרו אפילו מי שתייה. ישנן כמה הערכות מרגיעות שהחקלאות המושקית תוכל להסתפק במי ביוב מושבים באיכות שמקובלת היום. זו במידה רבה אשליה. כל התסריטים מצביעים למעשה על קצבים שונים של היסול התקלאות המושקית בגלל מחסור במים וזאת לצד צמצום מסיבי של חקלאות הבעל, המתרחש בין השאר בגלל בנייה על קרקעות פוריות באיזורים הגשומים של הארץ.

חנהגת משק המים משדרת הגנה קנאית על האינטרסים של החקלאים, אלא שהיא מביאה בידיה כליה בלתי נמנעת על החקלאות המושקית, או לפחות צמצום אכזרי יחד עם סדרות של משברים כלכליים קשים.

החנהגה הכלכלית של מדינת ישראל משדרת הגנה על הקצאת משאבים רציונלית, הפרטה וכוחות שוק אך מצליחה לגרום לנזקים כלכליים במשק המים שעולים על מיליארד דולר בשנה ותביא להרס ענף כלכלי הממלא יעדים לאומיים כבדי משקל.

הפתרון היחידי בעתיד הוא התפלה ומיחזור מים, כלומר מי ביוב, לרמה של מי שתייה. זהו פתרון בלתי נמנע וכדאי מאוד. לאט לאט מודה בכך הנהגת משק המים. אם תחילה היא טענה שעד שנת 2010 לא יחסר קוב מים אחד הרי היום היא טוענת שדרושה התפלה אך ורק כדי לתבטיח אספקת מים עירונית. אין פלא שהאוצר לא מתייחס אל טענה זו באמון או ברצינות.

הפתרון היחידי המסתמן הוא בהתפלה ע"י אוסמוזה הפוכה, תחילה של מאות מליוני מטרים קוביים של מים מליחים ובפרוייקטים מיוחדים שבהם יש יתרונות כלכליים מובהקים ועלות מים אפקטיבית נמוכה. בהמשך יש להתפיל כמויות הולכות וגדולות של מי ים. יש הכרח להתחיל בזה מייד ללא כל קשר מה יהיה הפתרון לחקלאות.

ההתפלה צורכת כמויות אנרגיה גדולות, בתחילה הגדלה שעשויה להגיע ל-7%-8% של כל החשמל שנצרך ב-1997 ואח"כ תוספת של כ-1% כל שנה. האפשרות המתקרבת להטלת מגבלות קשות על פליטת גזי הממה והחשש הממשי מאוד לייקור עתידי של הדלקים מאיימת על הסיכוי לעמוד בעתיד בדרישה לתוספת מים. משום כך הכרחי לחפש כל דרך כלכלית לניצול אנרגיה ממקורות מתחדשים. ישנן לפחות שתי טכנולוגיות מבטיחות מאוד כדי להשיג זאת. לכל פתרון לאנרגיה ממקורות מתחדשים אשר מאפשר פתרון משולב של התפלה צריכה להיות עדיפות.

- הסכמי השלום הקיימים והבאים רק מדגישים הדגשות יתר את הדחיפות לגשת לפתרון המוצע. הנסיון של כמה להשלות את הציבור שאין שאיבת יתר חמורה, אין זיהום ואין מחסור הולך וגובר במים בישראל רק מזמין עוד לחץ, חוסר אמון ותביעות חסרות שחר נגד ישראל.
- אין כל דרך אפשרית לקיים את יחסי השכנות המבוקשים עם תעריפי מים מסובסדים מבלי לתביא לאסון.
- נוצר שילוב מאיים ביותר לא רק להתפתחותה של ישראל אלא לעצם קיומה אפילו ברמה שבהווה. המרכיבים הם:

⇒ תביעה שתלך ותחמיר ליטול מישראל עוד מים.

⇐ תהליך השחתה והשמדה עקבי וגובר של מקורות.

⇒ הסכמים בינלאומיים שיאכפו על ישראל הגבלה בשימוש באנרגיה עם שריפת דלק, אנרגיה שהיא תנאי לפתרון היחידי שבאופק - התפלה. התביעה לישראל תהיה כנראה להקטין את השימוש ב-50% לעומת השימוש ב-1997 ובערך ל-2/3 עד 3/4 בהשוואה לחזוי בשנת 2010.

בניגוד לגירסת העסקנות החקלאית והאוצר סביר שיהיה ביקוש נרחב מאוד למים לחקלאות גם במחירי ההתפלה, זאת באופן מיוחד כאשר בתחילה תהיה זו התפלת מים מליחים ואפשר יהיה לבנות פרויקטים שיש להם תועלות נוספות. בחמשך צפויות חורדות משמעותיות בעלויות ההתפלה של מים.

בין התועלות הנוספות הצפויות ריכוך המים לאספקה ביתית ושיפור ניכר של איכותה בכל המדדים; הקטנת החוצאה למרככים וסבון; הקטנה משמעותית מאוד של מליחות המים המושבים; שימור ושיקום של אקוויפרים; עצירת התהליך של המלחת קרקעות; הגדלת יבולים והפחתה של הטיפולים הנוספים לגידולים הנובעים מאיכות גרועה של המים. תועלת גבוהה במיוחד תהיה נובעת ממניעת אי חציבות של האספקה של המים הגורמת כל מספר שנים לנוק של מיליארדי שקלים לחקלאות ולתעשיות הנלוות.

אולם גם אם יש לסייע לחקלאות לשם קיומה יש לעשות זאת באופנים שלא יסבסדו את מחירי המים וכאלה ישנם. ישנן סיבות בעלות חשיבות לאומית רבה, לא רק לשמר את החקלאות בהיקפה אלא אפילו לפתח אותה. עניין זה חשוב מידי מכדי להשאיר אותו לעסקנים החקלאיים שבשיתוף פעולה מוזר עם אנשי משרד האוצר ממשיכים לתביא נזקים קשים ביותר למערכת ובשם אידיאולוגיה זו או אחרת ממיטים נזקים כלכליים ניכרים מאוד על משק המים ועל החקלאות גם יחד.

צריך להעלות את הנושא לדיון ציבורי ולתת משקל מתאים לתועלות החקלאיות השונות כמו אספקת תוצרת חקלאית בכל תנאי, שמירת שטחים ירוקים, שמירה על קרקעות הלאום, התיישבות, ושמירה על תרבויות חיים ישראליות ובסיס לפיתוח ייצוא של תשומות חקלאיות. הכלים לבצע את השינויים הדרושים הם:

- תיערוף כלכלי מלא של המים הכולל מלבד תהליך ההפקה, החובלה והאספקה גם ערך המים במקור או מחירי הצל או מחיר שולי של אספקת מים לפי ביקוש אלטרנטיבי. התיערוף צריך לכלול התחשבות בזמן, במקום ובדרגת האמינות של אספקה. הוא צריך להכיל רכיב של זכויות מים ממומשות וכן נטל לטיפול הציבורי לצרכי תכנון, מעקב, פיקוח ואכיפת תקנות, וחשוב ביותר מחקר ופיתוח. שום גורם לא יהיה פטור מתשלום אמת מלא למים.
- יש לעדכן את חוק המים ותקנותיו ולרכז את הסמכויות האדמיניסטרטיביות ולעשותן סימטריות לאחריות.

- יש להקים רשות מים שתנהל משק סגור על בסיס מקצועי ותהיה בלתי תלוייה בפוליטיקאים או ברשויות האוצר. יש לרכז בידיה גם את כל הסמכויות למניעת זיהום מים.
- יש לגשת מיד להתפלה בקנה מידה גדול ובמקביל לערוך תכנית אב דינמית מתחדשת ומתוקנת.
- יש להתזיר את העטרה המקצועית והניהול החלוצי של משק המים ואיתו לקיים מחקר ופיתוח בהיקף שאינו קטן מ-3% מההיקף הכלכלי של משק המים. נושאי המחקר צריכים להתעדכן בהתאם לראייה מערכתית חדשה. תרומה נוספת לנושא זה, מלבד מן הרשות למים, צריכה לבוא ממשדד החקלאות, מהמשרד לאיכות הסביבה וממשרד הבריאות, שחותרים כל הזמן לסמכויות ללא כל אחריות.
- לבסוף, חשוב לראות את מערכת המים משולבת במערכת האנרגיה. ישנן היום כמה טכנולוגיות בפיתוח ישראל שיש להן סיכוי מצויין לפתור הן את בעיות האנרגיה והן את בעיות ההתפלה שהן כולן בטווח יישום תוך 3-5 שנים.
- כשם שמקימי המדינה ראו בניצול נכון של המים חלק מהגשמת הציונות כך המשך המחדל במשק המים עשוי להביא קץ על המפעל הציוני או לצמצם אותו מאוד.
- רק שינוי ערכים בדרכי החשיבה, ההחלטה והפעולה של הרשויות יכול למנוע זאת. רק התזרת הרמה המקצועית, תכנון ארוך טווח ורחב הסתכלות, יכולים לתביא לדרכי פעולה ראויות.

1. מבואות

1.1 בניית המערכת הארצית

לפני קום מדינת ישראל ניצול המים היה בעיקרו מקומי. היתה שאיבת מים מבארות שהיה קל באופן יחסי לקדוח. מרחקי ההובלה היו קצרים. מקורות מים עיליים היו מעטים באופן יחסי - הירקון, הקישון, מעיין התנינים ונחל אלכסנדר, החולה, הכנרת והירדן ולפחות בחלקם טיב המים היה ירוד.

הקרקעות שנמכרו ליהודים היו בעיקר משלושה סוגים:

- א. באיזורים מוכי ביצות וקדחת (החולה, עמק זבולון, עמק יזרעאל, הכברה, אדמות חדרה, עמק חפר ואגן הירקון). אנשים שגרו באיזורים אלה חלו ומתו לרוב.
- ב. איזורי מדבר נטולי מים. בין הקרקעות שנקנו בתקופה די מוקדמת אדמות רוחמה ואחר כך בכל רחבי הנגב.

ג. שטחי טרשים נטולי אדמה או עם שכבת אדמה דקה ואבנית מאוד.

האתוס הציוני היה ראשית "לגאולי" אדמה וזה נעשה עד 1948 אך ורק על ידי קנייה. שנית, החלום היה "להפריח" את האדמות ולהחזיר את העם לאדמתו.

בין המהנדסים המעטים שהיו בארץ חלק נכבד עסק בהגשמת החלום הזה. ביניהם בולטים המהנדס קובלנוב, שהיה מהנדס המים בסוכנות היהודית, שבין השאר ניקז את ביצת הכברה, ותכנן הלכה למעשה את ייבוש החולה. שמחה בלאס שקדח בארות, הקים מפעל מים בעמק הירדן, והכין לדבריו גם את התכנית לייבוש החולה, בנה מפעל מים בעמק בית שאן, קדח בארות להתיישבות האלף, עזר ללוי אשכול להקים את מקורות, למעשה יזם את מקורות, והיה המהנדס הראשי הראשון שלה במשך 12 שנים. מהנדס אחר, דוד זסלבסקי, יישר קרקעות ותכנן את מערכות ההשקיה לפרדסים בדרום ועסק גם הוא בניקוז.

ד"ר א. רופין ביקש משמחה בלאס ב-1939 להכין "פנטזיה" להשקיית הנגב. בלאס חיבר תזכיר "תכנית יישוב מדבריות א"י ע"י משיכת מים מנהרות". ב-1943 הוא הירצה על כך לראשי ההתיישבות. במוצאי יום כיפור תש"ז הוקמו 11 נקודות יישוב בנגב והוקם קו המים הראשון לנגב. שמחה בלאס הקים את תה"ל - תכנון המים לישראל, והוביל לתכנון, אישור והתחלת הביצוע של המוביל הארצי. הוא גם המציא את הטפטפות (אם כי רעיון דומה הוצג הרבה לפניו בהרצאות של פרופ' ברזיר).

בלאס גרס שכמות המים השנתית המתחדשת היא כ-4 מיליארד קוב. הרבה פעולות נעשו תחת הנחה זו. בשלב מסויים צריך היה להסתגל לעובדות החיים שכמות זו היא פחות ממחצית. אהרון וינר החליף את שמחה בלאס בניחול תה"ל. תה"ל הפכה לגוף הנדסי מקצועי ברמה נדירה עם הרבה יוזמה ודמיון יוצר. עבודת התכנון של המפעל הארצי יכולה לשמש עד היום דוגמא. באותה תקופה הציגו לעצמם מטרה מעשית ל-8-10 השנים הקרובות (זה היה ב-1950), להסתפק ב-1800 מיליון מ.ק. לשנה. מתוך זה הקציבו 300 מיליון מ.ק. לצרכי בית ותעשייה ו-1500 מיליון מ.ק. לשנה לחקלאות. המגמה היתה לפזר את המים בכל רחבי הארץ על שטחים גדולים, כדברי שמחה בלאס ראו במים מוצר מיוחד שצריך לפתח אותו גם אם עלותו חורגת ממה שיוכל המשתמש לשלם. למעשה במפעל זה היתה תלוייה כל הגשמת המפעל הציוני.

עכשיו, עם ההתפתחות, קם גם שירות השדה, נעשו הרבה מחקרים הידרולוגיים, חוקק חוק המים ועוד. התגבש בישראל צוות מקצועי בתחומי המים שלא היה דומה לו בעולם.

חשוב להדגיש שהיו שני מנחיגים פוליטיים – לוי אשכול ופנחס ספיר – שיצרו את האפשרויות המעשיות להגשמה של כל מעשי החזון ותרגמו לשפת תקציב וסמכויות פעולה את היכולת המקצועית.

האקדמאי הראשון בתחום המים היה פרופסור ברוייר שהיה ממייסדי הטכניון בשנות העשרים. הוא קיבל בחונגריה השכלה רבנית. אולם כשחלם לעלות לישראל חשב שמוטב שיכין את עצמו לצורך הפרחתה. בין השאר תכנן את מערכות הניקוז לאדמות נחלל. בפקולטה להנדסה אזרחית בטכניון לימדו הידראוליקה ועוד מקצועות מים כמו השקייה, ניקוז ובניית סכרים. אולם מגמה מיוחדת להידרוטכניקה נוסדה רק בסמסטר הקיץ ב-1953.

מהנדסים מעטים אלה, שהיו מקוריים ובעלי תרבות עבודה ודמיון יוצר מלווה משמעת עצמית, הם שהפכו את החלום של עם ישראל למציאות ביותר מתחום אחד. במקביל לריקודים ורוב להג ומליצות אלה הם שהביאו לכלל עשייה.

אין זה מקרה ששמחה בלאס היה פעיל מאוד בתעשייה הצבאית בחיתוליה. דוד זסלבסקי היה חלוץ של תכנון שדות התעופה בארץ (תל-נוף, חצור, כפר סירקין לפני קום המדינה ומרבית שדות התעופה עם קום המדינה כמו הרצליה, רשפון, מחניים, בצת ועוד). הוא גם עמד בראש המחלקה לתכנון ופיתוח באגף השיכון שתכננה את כל עיירות העולים וכל הבנייה לשם קליטת המסה הגדולה של העולים בין 1949 ל-1956. שת"פ בין דוד זסלבסקי ואריה שרון שעמד בראש אגף התכנון במשרד ראש הממשלה הוא שהביא בפעם הראשונה לתכנית אב לבנייה ופיזור האוכלוסייה בישראל. רק לאחרונה, במסגרת תכנית 2020, חשקיעו מאמץ דומה לתכנון מחודש כלל ארצי.

מהנדסים יחידי סגולה אלה, ואחרים שלא הוזכרו כאן, הביאו איתם כאמור תרבות שונה של עבודה. אין זה מקרה שתחת ניהולו של שמחה בלאס פרחו המחקר והפיתוח. אחד המובילים את המו"פ במים היה דה לאו, חלוץ בן-טובים מחולנד שהיה תחילה במפעלי ים המלח, בראש המו"פ בתח"ל, ואח"כ פרופסור בטכניון ודיקן של הפקולטה להנדסה אזרחית.

ישראל גילתה אז תעוזה ומקוריות ורכשה את שמה הגדול בנושא מים. היום אין עוד הצדקה לשמה של ישראל בתחום המים וספק אם תרבות העשייה והמקצועיות של הראשונים נשמרה.

השליחות של המתנדסים הראשונים והמהנדסים הצעירים של שנות החמישים והשישים לא היה צולח לולא הנהגה ציבורית מתאימה. ראוי שכל מי שמיעד את עצמו לשליחות ציבורית יחזור ויקרא את מאמרו של בן-גוריון בשנתון הממשלתי "דרומה" משנת 1956.

קטע ממאמר של דוד בן גוריון, "דרומה", 1956

"... לא ייבצר מאנשי המדע והטכנולוגים שלנו, אם יקדישו לכך מיטב מחקריהם ויקבלו לשם-כך כל הסיוע מצד המדינה, - למצוא תהליך זול להתפלת מי-הים. השקאת השממה במי-ים מזוקקים תיראה היום לרבים כהזיה, אולם פחות מכל מדינה אחרת צריכה ישראל לחשוש ל"הזיות" העשויות לשנות סדרי-בראשית בכוח החזון והמדע וכושר-חלוצי. כל היש בארץ זו הוא פרי "הזיות" שנתממשו בכוח החוט המשולש של חזון, מדע וכושר-חלוצי.

... מקור האנרגיה העצום והאדיר ביותר בעולמנו, - המקור שממנו ניזון כל חי וצמח ורק שמץ מנהו מנוצל עד היום על-ידי המין האנושי, - הוא השמש, המשפיע עלינו יום יום כמויות אסטרונומיות אנרגיה ההולכות לאיבוד. מומחים חיטבו ומצאו, כי האנרגיה השמשית המגיעה לכדור הארץ במשך שלושה ימים שווה לכמות אנרגיה שאפשר להפיק משריפת כל אוצרות הפחם, הנפט, הגז הטבעי, הכבול וכל היערות שעל פני האדמה.

ודווקא הנגב הוא חבל-הארץ המבורך ביותר באנרגיה זו, כי מעטים כאן ימי עננים וגשם, וכמעט כל ימות השנה מקרינה אלינו השמש עצמתה הכבירה. עד עכשיו נוצל משפעת אנרגיה זו רק כטיפה מן הים - על-ידי הצמחים שאנו מגדלים, שסוד גידולם אינו אלא ספיגת אנרגיה שמשית בתהליך שקוראים לו פוטוסינתסיס. פחות מכל נהנה הנגב בימינו מספיגת קרני-השמש על-ידי צמחים, אולם אפשר להפוך אנרגיה זו לכוח מפעיל, דינאמי וחשמלי; וגם לאחר שיכלו כל אוצרות אוראניום וטוריום מעל פני האדמה - האנרגיה השמשית תוסיף לזרום אלינו כמעט לאין-קץ, ועל אנשי המדע והטכנולוגים לגלות המכשירים היעילים אשר יספגו, ולו מעט מן המעט, מאנרגיה אדירה זו ויפעילו אותה לצרכים הגדלים ומרובים של משקנו המסועף. אין זה מן הנמנע כי בכוח השמש נוכל לזקק מי-הים ולהכשירם להשקאת השממה הרבה בדרום ובנגב."

בן גוריון משתמש במושג חלוציות ושילוב של מרכיבים הכוללים קודם כל הכרת הצורך והשליחות, רמה מדעית גבוהה ותמיכה של מקבלי ההחלטות בחדשנות ובגישות חדשות. ואמנם אלה התקיימו במידה רבה בשנים הראשונות של קיומה של מדינת ישראל. באותה מידה שהתקיימו, הגענו לחישגים שלא יאומנו בנושאים של מים, חקלאות, אנרגיה, טכנולוגיה בטחונות ותחומים אחרים. אלה שימשו לא רק לפתרון בעיות של ממש בישראל. הם שימשו בסיס ליצוא. הם האדירו את שמה של ישראל, אבל לא פחות מכל אלה לצעירי ישראל היה מקום לחלום ולהגשים את חלומם. לרבים וטובים היתה תחושת שליחות.

תחילת השימוש במים היתה על ידי ניצול מים מקומיים. בתחילה בכל פרדס היתה הבאר שלו ופעילות הדיולים נשמעו כמקהלת צלילים מיוחדת במושבות. המפעל האיזורי הראשון וכמעט

יחיד היה הובלת מי שתייה לירושלים ממעינות ראש העין. מפעל שני היה קו המים לנקודות ההיאחזות שקמו בנגב, קו שהצריך הגנה וגבה קורבנות. הראשון נבנה על ידי השלטונות הבריטיים. האחרון נבנה על ידי מוסדות הסוכנות היחודית ערב מלחמת השחרור.

הרכיב המכריע של מפעלי המים האיזוריים והמפעל הארצי הוא ניקוז האיזורים בהם היו עודפי מים, ביצות ומלריה והעברת המים לאיזורים הדלים במים.

חלק חשוב של סיפור המים אפשר למצוא בבלאס (1973), כהן (1992), גרינוולד (1980). על סיפור המים עד אמצע שנות השלושים, רכישת אדמות, חיפוש מים, ביצות וקדחת אפשר למצוא חומר מאלף בסמילנסקי (1936), ונסקי (1930), שלם (1933), דיין (1931), שלם (1935), שלם (1936), בנארי (1931), ברץ (1931) שמאפיינים עוד רבים. עוד חומר רב אפשר למצוא בכל תולדות הישוב, תולדות הקמת המדינה ושנותיה הראשונות. הדברים באו לידי ביטוי גם בשיר, בתיאטרון ובסיפורת.

גולת הכותרת של מערכת המים הארצית הוקמה עד מחצית שנות השישים בשני מפעלים עיקריים: הראשון, המוביל הארצי, המעביר בממוצע כ-400 מיליון מ.ק. מהכנרת דרך עמק בית נטופה, עמק יזרעאל, הכרמל ודרומה עד מעבר לבאר שבע.

המפעל הגדול השני הוא של תפישת מעיינות ראש העין והעברת קו ירקון - נגב. שורה של מפעלים איזורים שתוקמו בעיקר על ידי חברת מקורות והם מכסים את כל שטח מדינת ישראל.

מפעל מים גדול שלישי הוא השפד"ן - שפכי גוש דן. לאתר טיפול מחדירים את השופכין המטוחרים לתוך החולות מדרום לראשון לציון וחוזרים ושואבים ומשגרים לנגב. נפח המים המיועד יתקרב ל-140 מיליון מ.ק. לשנה.

הרעיון למפעל הארצי הועלה כבר בספרו של לאודרמילק - "ארץ ישראל הארץ היעודה" בהוצאת ספריית הפועלים, שנכתב במקורו ב-1939. הרעיון חוזר בעבודתו של שמחה בלאס לבקשתו של א. רופין.

אחד מהמפעלים רבי הדמיון שהיו משתלבים בידע הידרולוגי מעמיק ותעוזה טכנולוגית היה מפעל הנקז החופי. הכותרת הטאה ביותר לרעיון היא "to eat the cake and have it". היה ברור שאסור לשאוב שאיבת יתר מהאקוויפרים משום חשש לתדירת מי ים. יש הכרח לשמור על גובה מים מספיק באקוויפרים. יחד עם זאת, חבל על המים שזורמים לים ללא שימוש.

הנקז החופי הנוח "מאבד" למים אלה ואוסף חלק ניכר מהם מבלי לסכן את האקוויפר כולו. יותר מכל דמות אחרת אבי הרעיון של הנקז החופי הוא יונה כהנא. מפעל הנקז החופי הוא דוגמה נפלאה למושג חלוציות לפי תפישתו של בן גוריון במאמרו "דרומה" וכפי שנהגה ישראל הלכה למעשה. כיום, הקמת מפעל כזה היא בלתי נתפשת. יש לכך כמה סיבות או לפחות סימפטומים שמבטאים חוסר יכולת זו:

- "אילו זה היה טוב כבר היו עושים זאת אחרים"
- "ישראל לא יכולה להרים זאת לבדה"
- "מימוש של רעיון כזה זה עניין לחרבה שנים"
- "אין מחסור במים"

חמור מאלה, אין תכניות איזוריות וארציות. תקציבי המתקר מגוחכים, ועדת השיפוט ההנדסית אינה פועלת, תה"ל הפכה לחברה פרטית שאין לה כל אחריות לאומית ואינה מבזבזת זמן על חשיבה כללית או נושאים חדשים. על חברת מקורות נאסר ליזום פרויקטים וזאת בשם כוחות השוק. כספי תחזוקה למערכת המים מופנים להוצאות מוניציפליות.

מתעוזה, דמיון יוצר, וחדשנות בשנות הרזון שלנו נסוגונו לבינוניות, רדידות וחוסר מעש בתקופות שגשוג.

יקצר המצע מהשתרע לתאר את כל הרעיונות ואת מידת הרצינות בתכנון שלוותה את תחיל באותן תקופות. באגף למקורות מים וניקוז בראשיתו של יונה כהנא נערכו תחזיות שהוכחו כנכונות עכשיו, לאחר עשרות שנים. הכינו כלי מדידה ומחקר אך אלה כלו במשך השנים.

הערכת הארכיאולוגים היתה שבתקופת בית שני ואחריו הגיע השימוש במים לכדי 7 מטרים קוביים לנפש לשנה. ביהודה ושומרון לפני 1967 צריכת המים היתה 15 מ.ק. לשנה לכל השימושים. ב-1992 הצריכה ביהודה ושומרון עלתה לכדי 35 מ.ק. לנפש לשנה, בעיקר עקב הכנסת מים זורמים לכ-250 כפרים שנעשתה על ידי מדינת ישראל. באותה עת בגבולות הקו הירוק הצריכה העירונית עלתה והגיעה מעט מעל 100 מ.ק. לנפש לשנה. סייח כל המים מכל הסוגים ולכל השימושים עלו בשטח ישראל מעל 350 מ.ק. לנפש לשנה. כמות המים בשימוש וכן טווחי ההובלה של המים הם פונקציה של שלושה רכיבים עיקריים:

א. זמינות של מקורות מים נוחים פחות או יותר
 ב. ההתפתחות הטכנולוגית המאפשרת קידוחים עמוקים, משאבות, מתקני טיפול במים, וקווי הולכה.

ג. מידת הארגון החברתי להקמה של מפעלים משותפים.

החתיישובות היהודית בארץ ישראל הביאה את הטכנולוגיה הדרושה ואת הארגון החברתי הוולונטרי עוד הרבה לפני קום המדינה. במשך שלושת העשורים הראשונים למדינה, התשואה החקלאית לקוב מים עלתה פי 4.5.

בספרות מקובל לומר שכמות המים המינימלית הדרושה לשימוש ביתי עירוני, תעשייתי וחקלאי היא כ-1000 מטרים קוביים לנפש לשנה, פי שלושה מכמות המים הפוטנציאלית הזמינה היום בישראל. התחזית של גידול האוכלוסיה במדינת ישראל היא של 8 מיליון תושבים בשנת 2020. צופים גם גידול משמעי ברשות הפלשתינאית. לפיכך, אין ספק שרמת המים הטבעיים לנפש לשנה עשויה לרדת למחצית או פחות. עם כל ההתייעלות הנוספת האפשרית של השימוש במים כמות זו איננה יכולה להספיק בשום אופן לקיום מדינה מודרנית בתנאי ישראל.

בעת ובעונה אחת חשוב להדגיש שעל אף כל ההתייעלות בשימוש במים ישנה אפשרות לעוד התייעלות בעלת ערך כלכלי לא מבוטל. אך דבר לא נעשה בעניין זה. חמור מזאת, כל הכלים התכנוניים והנסיוניים שפותחו פורקו בשיטתיות על ידי אלה אשר לכאורה מגינים על החקלאות.

1.2 כמה מים יש וכמה מנוצלים

סיכומים שונים נעשו לסייח כמות המים השפירים הטבעיים שזמינים. כמות זו איננה יכולה להיות חד משמעית ולו בגלל זה שהיא תלויה גם בהחלטות הנדסיות וכלכליות. מלבד זאת ישנה מידה של אי ודאות בהערכה של כמות המים.

להלן הערכה המובאת בספרו של גרינוולד (1980) לפי שימוש אפשרי במים לטווח ארוך. היא נעשתה לפי נתונים שהובאו על ידי ועדת בר מדצמבר 1977 (פרופ' יעקב בר מהטכניון), שנתבקשה להעריך את פוטנציאל המים בישראל.

<u>מים מליחים</u>	<u>מים מתוקים</u>	
148	885	קידוחים
114	117	מעיינות
262	1002	סחי"כ מי תחום
---	110	ניצול מעמק החולח
---	428	ניצול מהכנרת
22		מוביל מים מלוח
22	538	סחי"כ אגן הכנרת
---	130	תפישת מי שטפונות
284	1660	סי"ח מים

סחי"כ מים (כנראה מילוי חוזר) 1944 מיליון מ.ק. מים לשנה.

לפי נתוני השירות ההידרולוגי בפרסום מ-1998 ס"ה המילוי החוזר אינו עולה על 1801 מיליון מ.ק. לשנה. השפיעה עם שאיבת יתר היתה ב-1997 1961 מיליון מ.ק. כמות המים המלחים מתוך זה 244 מיליון מ.ק.

המאזן הזה נראה אולי אופטימי מידי לאור מידע מאוחר. עם זאת, במאזן זה חסר חלק בלתי ידוע מכמות המים מאקוויפר החר, המתנקזת מזרחה. הכמות הכוללת עשויה לפיכך לפי פרופ' בר לעלות בעוד 200 מלמ"ק לשנה. חלק גדול של המים מגיע לשקע הירדן וים המלח בצורת מים מלחים. קשה היה בעבר ועוד יותר קשה היום לקבל את הערכתו של פרופ' בר.

למאזן המים הזה יש לחוסיף מים ממוחזרים או מים מושבים משפכים מטופלים. כמות זו תשתנה בהתאם לכמות המים לבית ולתעשייה (כ-60%-70% מהם לכל היותר) והיקף הטיפול והחכנות לשימוש חוזר. בשנת 1994 הכמות הכוללת של שפכים היתה 390 מלמ"ק לשנה. הכמות במערכות ביוב היא כ-365 מלמ"ק לשנה. הכמות המטופלת במידה זו או אחרת היתה 309 מלמ"ק לשנה והכמות המנוצלת 254 מלמ"ק לשנה שהיא 65% מס"ה השפכים וכ-55% מס"ה אספקת המים העירונית. ישנה שאלה קשה איזה חלק מהמים הממוחזרים באמת ראוי לשימוש חוזר בחקלאות. הסיבות לכך הן:

א. באספקת המים השפירים מוחלים היום כמות חולכת וגדלה של מים מליחים. מליחות המים המסופקים חולכת ועולה.

ב. בתהליך השימוש הראשון במים נוספת כמות ניכרת של מלחים (100 מיליגרם כלור ואף למעלה מזה) בעיקר עקב שימוש במרככי מים.

באופן זה חלק ניכר מאוד של המים הממוחזרים איננו ראוי לשימוש להשקייה, וחלק זה הולך וגדל.

בלוח המים של גרינוולד (1980) מופיעה גם הערכה לכמויות מים לטווח קצר. למשל, הפוטנציאל ממי התהום גדול ב-67 מיליון מ.ק. לשנה למים מתוקים ו-35 מיליון מ.ק. לשנה למים מליחים. מפליא יותר שהמאזן לטווח קצר בכנרת גדול ב-22 מיליון מ.ק. לשנה מאשר לטווח ארוך. ניצול מי שטפונות לטווח קצר גדול ב-40 מיליון מ.ק. מאשר לטווח ארוך. ההנחה היתה שמותר לשאוב שאיבת יתר לתקופת זמן ולהרשות לתקופת זמן חדירת מים מלוחים. את זה אולי ניתן להבין גם אם לא ניתן לקבל. אבל כיצד תיאר לעצמו פרופ' בר שאיבת יתר מהכנרת? כבר בזמן שספרו של גרינוולד נכתב ופורסם ב-1988 היה לפי דבריו ניצול יתר של האקוויפרים אפילו ביחס "למותר" לטווח קצר. לא כל שכן שכך הדבר 10 שנים מאוחר יותר ולפי לוח הפוטנציאל לטווח ארוך. דומה

שכמויות המים הותאמו לצרכים ולא למציאות. אמנם מר גרינוולד איננו סמכות הידרולוגית כשלעצמו, אבל דבריו משמשים הוד לחשיבת ההידרולוגים.

התפוקה מבארות הגיעה כבר ב-1970-1972 ליותר מ-1000 מלמ"ק לשנה, רובה ככולה מים מתוקים. כמות זו שווה לכל התפוקה של מי תהום לפי בר. התפוקה הכוללת, גם היא רובה ככולה מים מתוקים, עלתה על הנפח של הפוטנציאל כבר ב-1968 (!).

מתברר לצערנו שזרע הפורענות בניצול המים בישראל הונח כבר בתשתיתה של התפישה ההידרולוגית המיוצגת על ידי פרופ' בר שגרסה שניים:

א. מותר לנצל לאורך ימים כדי המילוי החוזר הממוצע.

ב. לתקופות זמן קצרות יותר מותר אף לנצל באופן מכוון יותר מאשר המילוי החוזר ואף להרשות מידה מסויימת של חדירת מי ים לתוך אקוויפר החוף.

שתי אלה שגיאות גסות ביותר מנקודת ראות ההידרולוגית ופוליטית.

הגישה של המתכננים בתה"ל היתה עקבית. הם הניחו שמותר שהפן הביני בין מי הים והמים המתוקים באקוויפר החוף יתדרו מזרחה כ-1.5 ק"מ. לפי זה חישוב כמה מים ניתן לשאוב באופן חד פעמי. הפן הביני לא נכנס עמוק יותר. מה שקרה הוא שהיתה חדירת מים מליחים משכבות גיאולוגיות עמוקות וכן שמידת התועלות של השימוש במים שהם ציפו לה לא התממשה באותו היקף. אלה שקיבלו לידם את הנהגת משק המים לא רק שהזניחו את התצפיות והורידו את כל הרמה המקצועית אלא הראו חוסר רגישות מוחלט לנוקים ארוכי הטווח שהלכו והצטברו.

קשה על כן לקבל את דעתם של מי שקבעו שלזמן קצר מותר לשאוב שאיבת יתר. האם יכלו לחשוב שבעתיד תקטן תצרוכת המים או שהפיתוח החקלאי הוא זמני? יש יותר מחשד סביר שגם כאשר השגיאה התבררה זו היתה כניעה למסגרת פוליטית מחייבת. לפי עדותו של גרינוולד מי שניהל את משק המים לא שעה למגבלות שגויות אלה. ומאז מצב המים הלך והחמיר כמעט בהתמדה, עד ימינו אלה. חשוב לחזור ולהדגיש כבר בסקירה קצרה זו שאסור בשום אופן לשאוב כמות מים השווה למילוי החוזר הממוצע לאקוויפר. שאיבה כזו פירושה שלא נותרים מים לשטיפה של האקוויפר. ישנה סכנה ודאית לחדירת תמלחת לאקוויפר וכן לחמלחה בגלל היעדר שטיפה. יש גם צורך חיוני לשמירה על רזרבות להבטחת אמינות האספקה. נפח האגירה הזמין לא גדול די הצורך כדי לחלק את הניודים בכמויות הגשם. ההערכות הן שנפח האגירה הדינמי הכולל הוא בין 2.5 ל-3 מיליארד קוב בשעה שהחלקה שלמה של עקום האספקה מחייבת קרוב יותר ל-5 מיליארד קוב. תחליכי הזיהום והחמלחה וכן הנמכת פני מי התהום מקטינים מאוד את נפח האיחסון הדינמי שהוא כל כך חיוני. חלק חשוב של הנזק משאיבת יתר נגרם בגלל השחתת נפח האגירה האופרטיבית.

1.3 הישגים חשובים במערכת המים בישראל

הגישה של מקבלי החלטות בשנים הראשונות לקום המדינה התבטאה בכמה מאפיינים חשובים:

א. תכנון מקיף ומרחיק ראות

ב. גישה מקצועית מובהקת

ג. השקעה רבה במחקר ופיתוח

ד. נכונות לבחון רעיונות חדשניים מקוריים וליישם אותם

מצב זה נמשך פחות או יותר עד מחצית שנות השישים והלך ודעך לקראת תחילת שנות השבעים. בשנים ראשונות אלה חיתה פריצה בלתי רגילה של משק המים עם הישגים שעשו את ישראל לשם דבר בעולם. בין ההישגים שאפשר למנות:

- הקמת המוביל הארצי בצד מפעלים איזוריים חשובים.
- המצאת הרעיון של הנקז החופי ע"י יונה כהנא והיחידה של מקורות מים וניקוז שניהל בתה"ל. בחינה שלו, ניסוי והקמה. בעזרתו ניתן היה לנצל כמויות מים ניכרות לאורך חוף הים בפגיעה מינימלית למקור המים. בסיס הרעיון היה סידרת בארות רדודות המותקנות בצפיפות לאורך החוף ובאופן שאי אפשר יהיה לשאוב שאיבת יתר כדי הורדה מסוכנת של פני מי התחום.
- לימוד התנועות של הפן הביני בין מי התחום המתוקים ומי הים והגדרה מדוייקת של משטר ניצול מי תהום מקסימלי.
- הגברת גשם על ידי זריעת עננים בהנהגת חברת מקורות ופרופסורים באוניברסיטה העברית ואוניברסיטת תל אביב. עד היום אין ידיעה ודאית ומדוייקת של כמות הגשם הנוספת, אולם אין ספק שישנה תוספת משמעות.
- הרעיון של אגירה ומיחול מים תת קרקעי ויישומו, גם הוא ע"י הצוות בראשותו של יונה כהנא. רעיון זה, שעיקרו היה ניצול נפח אגירה לתפישת נפחי שטפונות ושיאי זרימה לכנרת, איבד במשך הזמן לא מעט מהגיונו הפנימי בגלל תזקות על מקורות מים, מחירי מים שאין להם ולא כלום עם עלותם וחוסר כל ערך ממשי לאיכות המים.
- תפיסת מקורות המים המלוחים בכנרת וע"כ הורדה משמעותי מאוד של המליחות באגם. מפעל זה בוצע עד היום רק בחלקו וכך מי הכנרת מעבירים לקרקעות ישראל ומקורות המים שלה עשרות אלפי טונות של מלח מידי שנה שאפשר היה להימנע מהם.
- המצאת הטפטוף ופיתוח שלו, המשמשת עד היום לייצוא ביותר מ-200 מיליון דולר בשנה.
- המצאת ההשקייה בפעילות תדירות, שנעשתה בטכניון ופותחה אח"כ ע"י רבים, שהיא לאין שיעור יותר חשובה מההמצאה של הטפטוף, אך פחות מובנת לציבור הרחב. היא איפשרה ניצול קרקעות חוליות וקרקעות טרשים וכן הביאה להגדלה משמעותי של יכולים צמחיים תוך שימוש באותה כמות מים. היא ביטלה אחד מכמה החסרונות המהותיים של שיטת הטפטוף, שהוא דליפת מים מיותרת אל מתחת לבית השורשים בהשקייה רצופה.
- פיתוח ציוד מגוון להשקייה, למדידת מים, לקיצוב ההשקייה ולהחדרת תמיסות דשן למים.
- הקמת מערך של כ-150 מאגרים לתפישת מי שטפונות המשמשים בעיקר להשקייה (ישנה משמעות פוליטית לכך שמים אלה עד היום לא נכללים במאזן המים השפירים להוציא מאגר אחד ברמת הגולן המספק מי שתייה ליישוב חקלאי אחד).
- פיתוח "חסכמים" המקטינים את צריכת המים הביתית כמעט ב-20% ללא כל פגיעה בטיב השירות למשתמש.
- טיפוח גינון הצורך מעט מי השקייה. היקף היישום של גינון זה רחוק מהרצוי.
- הגדלת היבולים החקלאיים למטר קוב ביחס של 4.5.
- השקייה במים מושבים בקנה מידה גדול.
- פיתוח שיטות התפלה ובעיקר זיקוק רב שלבי MED ששימש במשך עשרות שנים בסיס לייצוא נרחב.

- אמצעי בקרה וניהול של מערכות מים גדולות ומסובכות.
- תקירה ולימוד התהליכים הלימנולוגיים בכינרת, ועוד.

אגב, המצאת הממברנות להתפלה באוסמוזה הפוכה נעשתה ע"י פרופ' לב המתגורר עד היום בבאר-שבע. זהו אחד מהנושאים שפותחו ע"י ישראלים אך פירותיהם לא שירתו אותנו. זהו לא הנושא היחידי שתועלת שלו הלכה לאיבוד בגלל חוסר התייחסות של המערכת.

1.4 ההסדרת הציבורית של משק המים

חוק המים בישראל קובע ביסודו שהמים הם רכוש של המדינה. מבחינה זו ישראל מתקדמת בחשוואה למרבית המדינות המערביות.

החוק קובע שמחיר המים יהיה לפי עלותו ולפי יכולת הצרכן לשלם. פירוש ראוי של פסקה זו צריך היה להיות - העלות, משמעותה העלות כולל ערך המים במקור או מחירי צל. פירוש היכולת של הצרכן לשלם היה צריך להיות "ביקוש" במשמעותו הכלכלית המקובלת.

במקום זה עקב משחקי כוח פוליטיים, עד היום, מחיר המים לחקלאות ולתעשייה איננו נגזר מעלות המים.

במקום להניח לשוק לעשות את שלו, לבקר את ניצול מקורות המים ע"י רשיונות הפקה בלבד, ולהבטיח איכויות, נקבעו הקצבות מים למשתמשים, זכויות שלא היו נטולות נטיות פוליטיות. הקצבות המים שנקבעו לחקלאים הן הרבה יותר ממה שמתאפשר לפי גודל מקורות המים. החקצבות נעשו ע"י ועדה פוליטית ומשיקולים פוליטיים כמעט ללא התייחסות לנתונים הפיסיים או לעלויות. זו היתה אידיאולוגיה מוצהרת שהמים הם אמצעי הכרחי לפיתוח הארץ ואין לשקול אותם במחיר. מהכרה פנימית שהיתה חלק מהאתוס הציוני, הכרזה זו הפכה יותר ויותר להצהרה פוליטית אינטרסנטית. למרבה הטרגדיה, למרות שיש עד היום הצדקה לאומית לקיום החקלאות המושקית ואולי אף להרחבתה, זה עשרות שנים שהעסקונה החקלאית נמנעת מלהעלות נושא זה לדיון פתוח ואמיץ ומעדיפה להישאר במסגרת הטענות הנרגנות על קיפוח ותמרונים פוליטיים שאינם מעוררים כבוד או אמון.

קביעה של מדרגות מחיר העולות עם עליית נפח השימוש נעשתה בכל זאת כדי להגביל את היקף השימוש במים ויצירת מעין משחק של היצע וביקוש. בגלל אותם לחצים פוליטיים השימוש במדרגה הנמוכה של המחיר נרחב מידי ואיננו משתנה לפי מקום, זמן, איכות המים ואמינות האספקה. בכך הוא מאבד את עיקר החשפעה הכלכלית המבוקשת. כנגד זה, מחיר המים לשימוש עירוני גבוה מאוד. גם הוא לא מיוחס לעלות והוא משמש מקור תקציבי לחוצאות עירוניות שאין להן דבר עם מים.

ב-1991 בעקבות מספר שנות בצורת לא ניתן היה לספק מים לחקלאות אף כדי המדרגה הראשונה בהקצבה. היתה סכנה שאי אפשר יהיה לספק די מים לשימוש עירוני מבלי לעבור את הקווים האדומים בכינרת ובאקוויפר ההר. ראוי להבהיר שבשני מקורות מים אלה ירדת פני המים מתחת לקווים האדומים עשוייה היתה לגרום לפריצת תמלחות בכמויות גדולות ובזמן קצר ביותר שנמדד בשבועות אחדים. לא היתה ברירה אלא לקצוב את המים לשימוש החקלאי ע"י הגבלת כמות עם קנס כבד מאוד למי שעבר על הכמות, בצורה שאיננה כלכלית נאותה. עם הרבה מזל נמנע אסון למערכת המים. עזר לכך גם הציבור שבאופן ספונטני חסך במים. הנזק הכלכלי לחקלאות היה גבוה ביותר.

יש לחזור ולחסדיר את משק המים בדרך מתוקנת, על ידי תיערוף מתאים של המים ועל ידי ניהול זכויות מים בתמורה מתאימה ומתן אפשרות לסחור בזכויות. לאחרונה תיקנו את החוק באופן שמי ביוב הפכו לרכוש המדינה. אפשר להבין את המניעים של אלה שחתקינו תקנה זו. אבל האפקט השלילי ארוך הטווח יהיה בלתי נמנע כאשר הרשויות המקומיות שאינן משתמשות במים ממוחזרים תסרנה כל אחריות לביוב וכן לא תחפשנה כל דרך למחזר את המים בתוך הרשות עצמה, דבר שהוא אפשרי וכדאי מאוד בהרבה מקרים. יקרה עם מי הביוב מה שקרה עם כמה תעשיות שהעדיפו לקנות מים בזול מהמדינה למרות שבשוק חופשי היה כדאי מאוד שימחזרו מים או יתפילו מים. בחוק ההסדרים של תקציב 1994 רואים סימן מדאיג מאוד לתהליך זה. מפעלי ביוב שלא ביצעו או שבהם המים ממשיכים ליצור זיהום סביבתי בלתי נסבל ימומנו על ידי קרן האיזון של משק המים שהצטברה במשך השנים. לכסף זה תפקיד דומה להיטל הפקה (אם כי רחוק מלשמש תפקיד זה באופן מוצלח). האוצר ונציבות המים מעדיפים להשתמש בתקציב זה לביצוע עבודות ביוב שצריכות להיות ממומנות מכספים שהרשויות המקומיות וכן גופים משכנים גובים מבעלי הדירות. במקום לאכוף את השימוש בכספים הנגבים לייעודם ולחייב את המשתמשים בנוק השימוש, עומדים לבזבזו מאות מיליוני דולרים שהיו צריכים להיות מיועדים ליצירת מקורות מים חלופיים. המצב עוד חמור מזה. במקום ליעד את המים הממוחזרים לחמרה במי השקיה שפירים שישתחררו, מייעדים אותם לשטחי גידול חדשים (!)

1.5 מה קרה למשק המים

החל מאמצע שנות השבעים החלה רמת הטיפול במשק המים לרדת. יותר ויותר אילתור ופחות תכנון. חמחקר והפיתוח הלך ונפסק. הנזקים למקורות המים הלכו ועלו. פחות ופחות כוח אדם הוכשר למקצועות חנוגעים למים. ניהול משק המים עבר משיקולים מקצועיים לפחות בחלקם לפסים פוליטיים בעיקרם.

ב-1986 התקיים כנס בטכניון שבו עשרות רבות של מומחים במשק המים עלו ודיברו, כל אחד 10 דקות בלבד, כדי להעלות טענות על צורת ניהול משק המים. יונה כהנא, אחד ממומחי המים החשובים שליוו את פיתוח המקורות במשך שנים רבות, קרא מעל הבמה "משק המים בישראל הוא מערכת מתוחכמת ומבריקה שניתנה בידי מנהלים בלתי ראויים", או נוסח קרוב מאוד לזה. מעניין להביא עוד כמה עובדות מאלפות המאפיינות את סוף שנות השמונים.

- נסיון להכין תכנית אב למשק המים נגזו ב-1988 מאחר שנתוני כמויות המים שנרשמו באופן אובייקטיבי ע"י מומחי תה"ל לא תאמו את הנטיות הפוליטיות של נציב המים דאז. הוא טען שהכמויות נמוכות מידי ודחה את התכנית. מאז לא הוכנו עוד תכניות ארציות או איזוריות כלשהן, וזה נכון עד מועד כתיבת עבודה זו.

- ב-1992 התגלה לכותב שורות אלה שהאוצר כדרך פעולה מודעת "איננו מאשר הקצבות לתכנון לפרוייקטים שלא אושרו לביצוע". ראוי לקרוא משפט זה לפחות פעמיים כדי להבין את השפל שאליו ירדו הדברים. האוצר הפך למעין נציבות מים עליונה והמכשלות הן שילוב של פעולות הנציבות והאוצר.

יחד עם זאת, היו פרויקטים שתוכננו 4-5 פעמים ועלות התכנון היתה גבוהה בצורה קיצונית. ועדות שיפוט לא הגיעו לכלל החלטה וגם אם הגיעו, הדבר לא חייב איש.

- חברת מקורות התברכה באנשי ביצוע שאפשר להתגאות בהם באמת. הם הכריזו בגאווה שבדרך כלל הם משלימים את הביצוע בטרם הסתיים התכנון. צר, אבל צריך להבין מהי המשמעות החמורה של אימרה זו ע"י האנשים החרוצים שאמרו אותה בגאווה ראוייה.
- היה מי שהמציא את הביטוי "תכנון קומנדו", שהוא לדבריו מעשי, קצר ולעניין להבדיל ממשוהו מתפלפל ומתמשך ללא סוף. זהו לא פחות ממיסוד של ערך ה"פרטץ".
- בסקר שנעשה לאחרונה התברר שהגיל הממוצע של ההידרולוגים התקרר ל-60. מצב דומה ישנו בכוח האדם ההנדסי. כדי שדברים ייעשו כראוי יש הכרח בפעילות כמעט קבועה של תכנון משולב במחקר שמתוכו תיבחר הדרך האופטימלית.
- אין היום אף גוף מתכנן רציני לרשות נציבות המים.
- הגוף המקצועי שעסק בחסכון במים פורק כדי לחסוך בתקנים וכיום אין כתובת לנושא זה.
- ועדת השיפוט לתכנון הפכה לחותמת גומי ועבודתה ברמה נמוכה ביותר.
- דו"ח מבקרת המדינה מ-1990 על נציבות המים, שדיבר בחלק מהתופעות, היה קשה ביותר. הוא עסק בנושא של שאיבת יתר והמלחה, בדרך ניהול משק המים, ועוד. דו"ח מבקר המדינה טיפל רק בחלק של המחדלים הקשים ותלה את האשמה רק בחלק מהאחראים. דווקא האשמים ביותר יצאו ללא ביקורת.
- לא מעט נושאים טכניים לא התקבלו על דעת מקבלי ההחלטות פשוט מפני שהיו מתוחכמים מידי ובלתי קליטים על דם. הדרישה בכל נושא להגיש אותו למקבל ההחלטות על דף אחד או שניים שם חסם עליון לכל תחכום אפשרי ומעמיד את העיקר על צליל המלים ועל יחסים אישיים. תרבות הדיון וההחלטה התקרבה מאוד לרמה של "Rating" בטלויזיה.

1.6 שיחות השלום

הסכם אוסלו עם הפלשתינאים קבע שישראל צריכה לתת להם 35 מיליון מ.ק. הסכם השלום עם ירדן קבע שעל ישראל להעביר לירדן 150 מיליון מטרים קוביים לשנת. יחד הם מחווים למעלה מ-10% של המים שישראל השתמשה בהם לפני כן. פעולה זו בלבד יחד עם גידול הצריכה מסוף שנות השישים דיים כדי לחסביר את הדפיציט הגדול בשפיעת המים לעומת ניצולם. התקשורת הבינלאומית והערבית מלאות שקרים בוטים אבל אפקטיביים מאוד. כמה טענות אפייניות הן:

- לכאורה ישראל גזלה ב-1967 מים מהגדה מערבית (יהודה ושומרון). הכמות הגנובה, כביכול, משתנה לפי הדובר. היא הגיעה לפעמים ל-900 מיליון מ.ק. לשנה כאשר כל התפוקה היא כ-350 מיליון מ.ק. האמת היא שאחרי 1967 ישראל הוסיפה לשימושה לא יותר מאשר כ-30 מיליון מ.ק. מהאקוויפר בהרודיון ומאיזור מצפה יריחו שלא נוצלו לפני כן על ידי איש וכנגד זה פרסה קווי אספקת מים לערים בגדה ולכ-250 כפרים ערביים שם.
- לכאורה ישראל לקחה את כל המים ורצועת עזה נשארה ללא מים. המחסור במים בעזה החמיר בגלל פליטים ערביים שברחו מישראל ב-1948. האמת היא שארצות ערב, ובעיקר מצרים, מנעו כל פתרון אפשרי לפליטים ערביים ברצועה ומנעו מהם במכוון כל דרך לצאת משם. הערבים שאבו ברצועת עזה כ-100 מיליון מ.ק. מים לשנה כאשר המילוי החוזר מוערך ב-40 מיליון מ.ק. לשנה. כתוצאה מכך, כ-70% מהמים המליחו. מלבד זאת, מקורות המים מזוהמים בצורה חמורה ביותר בכל סוג אפשרי של זיהום. לישראל לא היתה כל השפעה על משק המים ברצועת עזה.

• לכאורה ישראל תפסח את המים מנחל הליטני בלבנון לניצולה.
 • הדוגמאות שאפשר להביא כאן לפרופגנדה בענייני מים חן רבות. הנוהג האקדמי הוא שמביאים מראי מקום ואז הציטוט שחור על גבי לבן מקבל תוקף. כך מערכת הבדיות מקבלת תפוצה רבה. אבל גם ללא כל אלה אין כל מניעה לכתבים ולצלמים להצביע על אוכלוסיה ערבית דלה ולפעמים נחשלת, דבר שהוא עובדה שאיננה ניתנת לערעור, ומולה להראות אזרחים ישראלים שיש ירק ונוי במקום מגוריהם, בריכות שחיה (כל בריכות השחיה בישראל צורכות לא יותר מאשר כ-2 מיליון מ.ק. לשנה) וסילוני ממטרות זרחים ובשמש.

• לאחרונה התפרסם מאמר מאת מומחים פלשתינאים הגורסים שראוי שישראל תעלה את מחיר המים וכך תצמצם החקלאות בישראל ואפשר יהיה להעביר את המים לשימוש הפלשתינאים. הכותבים טוענים שחדבר ייעשה על בסיס של ביקוש כלכלי צרוף. אולם הם מתעלמים בכוונה מהעובדה שהאוכלוסיה הפלשתינאית בעיר איננה מסוגלת לשלם תמורת המים אפילו המחיר המשלמים כיום החקלאים. בוודאי ובוודאי שהחקלאים הפלשתינאים אינם מסוגלים לשלם מחיר כזה.

אולם למרות הדחיה הפורמלית של כל אשמות השווא באופן בסיסי ישראל תתקשה מאוד לקיים רמת חיים מערבית מתקדמת לצד אוכלוסיה החיה במחסור ובסגנון חיים כל כך שונה. הלחץ על ישראל לא ירפה ואין כמו נושא המים לשמש בו. עניינה של ישראל נעשה קשה יותר בגלל שתי סיבות עיקריות:

א. לא מעט מגדירים את עצמם כמומחים, כותבים עבודות ומופיעים בכנסים ע"י הצעות שונות ומחקרים מחסוג של "דרכים לחלוקה מחדש של המים במזרח התיכון". הצעות אלה תמוהות כאשר הכל משתמשים ממילא שימוש יתר במים והמחסור במים כל כך קיצוני. הרי במצב כזה חלוקה מחדש פירושה פגיעה שרירותית באחד למען השני. והחלוקה מחדש היא תמיד בכיוון אחד של נתינה ע"י ישראל, לאלה שנראים "מסכנים" ושחס קולוניים יותר.

ב. העסקונה החקלאית ששולטת זה שנים במשק המים השרתה אווירה שלא חסר מים. "לפחות עד שנת 2010 לישראל לא יחסר קוב מים... אין צורך לחסוך במים, אין צורך להגביל מכסות, אין הצדקה להעלות את המחיר". בנסיבות אלה תביעת הערבים נעשית מובנת מאליה ונשמעת מוצדקת.

בחזדמנות אחת נשמעה הטענה נגד התפלה של מים מליחים שעלותה נמוכה, כדי שאפשר יהיה לדרוש מחיר התפלת מי ים. ממי אפשר לדרוש? מי מבין השכנים מסוגל לשלם תמורת מי ים מותפלים? ללא פתרון של בעיות היסוד והעלאתן האמיצה, לא יהיה פתרון ליחסי השכנות בתחום המים.

בעיית המים לישיע היא בעייה אמיתית וחריפה. אולם הפתרון לה איננו יכול להימצא פשוט על ידי נתינה של מדינת ישראל. הפתרון יכול להיות רק על ידי שילוב של תוספת משמעות מאוד למקורות המים, אבטחה של אמינות האספקה, תרבות של ניהול משק מים ופיתוח יכולת תשלום למים שלא יהיו זולים. ניהול ראוי של משק המים בישיע קשור גם בהשגת סטנדרטים סביבתיים שונים, טיפול בביוב ומניעת תחליכי זיחום קשים מאוד של מקורות המים.

2. מצב המים בישראל 1997

2.1 הפקה ממוצעת מול מילוי חוזר

בדו"ח של השירות ההידרולוגי למצב המים בסתיו 1995-1996 ו-1997 (השירות ההידרולוגי 1996, השירות ההידרולוגי 1997, השירות ההידרולוגי 1998) הם קובעים (בפירוט רב) שלוש עובדות בסיסיות:

א. הפקת המים עלתה על המילוי החוזר באקוויפרים במוצע הרב שנתי ביותר מ-100 מלמ"ק לשנה (118 מלמ"ק לשנה בשנת 1995).

ב. ברוב המכריע של האקוויפרים החמלחה לא רק נמשכת אלא שקצב החמלחה נעשה יותר ויותר גדול עם הזמן. באקוויפר החוף מצפון לזיקים קרוב ל-20% אינם ראויים עוד לשימוש לפי הסטנדרט הישראלי למי שתייה שהוא 400 מיליגרם כלור לליטר. המליחות הממוצעת של המים הנשאבים מאקוויפר החוף הגיעה ל-190 מיליגרם כלור לליטר. וקצב החמלחה מתקרב ל-3 מיליגרם לשנה. ישנם גידולים חקלאיים (כמו אבוקדו) שרגישים מאוד למליחות אף יותר קטנה מ-400 מיליגרם כלור לליטר. מי שתייה שמליחותם עולה על 250 מיליגרם הופכים למים ממוחזרים שיש הגבלה ניכרת בשימושם לגידולים חקלאיים ולו משום שנוספים להם יותר מ-100 מיליגרם כלור בשימוש העירוני.

ג. ישנו זיחום הולך וגובר של מסורות המים, לא רק על ידי מלחים מצויים. למשל, לפי הסטנדרט המבוקש לניטרטים במי שתייה כ-60% של אקוויפר החוף אינו ראוי לשימוש. אבל יש לצפות למצוא במים כמויות הולכות וגוברות של מספר רב של מומסים אנ-אורגניים ואורגניים. מספר המזהמים המזוהים הולך ורב וכמותם הולכת ועולה.

מעניין לפרט את המילוי החוזר השנתי לפי השירות ההידרולוגי בחוברות של 1996-1997 ו-1998. להלן נתונים מתוך החוברת שפורסמה ב-1998 כשהנתונים נכונים לסוף 1997. בנתונים המפורסמים יש להפריד בין האקוויפרים ובין מי הכנרת. למען הדיוק ראוי היה גם להפריד בין האקוויפרים השונים ולא להתייחס לסכום הכללי. זאת משום שאין כל קשר אופרטיבי או כלכלי בין אקוויפרים בנגב והערכה למשל עם הגליל המערבי. כל הנתונים במיליוני מטרים קוביים לשנה.

אגן	שאיבה		שפיעה		סה"כ תפוקה		מילוי חוזר	הפרש	
	כוללת	מליחה	כוללת	מליחה	כוללת	מליחה		כולל	מים מתוקים
החוף ^א	408	11	---	---	408	11	18 ^א	90	90
ירקון תנינים	366	4	58	49	424	53	366	58	107
הגליל המערבי	85	8	39	15	124	23	147	(23)	(8)
הכרמל	39	14	5	5	44	19	35	9	14
החר המזרחי	151	26	249	151	400	177	330	70	221
הנגב והערבה	87	62	1	1	88	63	55	33	34
ס"ה	1136	125	352	221	1488	346	1251	237	459

- (1) מים מליחים נחשבים כאלה שתכולת הכלור בהם מעל 400 מיליגרם לליטר
 (2) באקוויפר החוף נוספה החדרת מים של $\frac{1}{2}$ מיליון מ.ק.
 (3) המלאי החוזר של אקוויפר החוף כולל כמובן 112 מיליון מ.ק. מים מוחדרים.
 סוגריים מסמנים הפרש חיובי כלאמר תפוקה כוללת שאיננה עולה על המילוי החוזר.
 לטבלה זו יש לחוסיף תפוקה ממוצעת מאגן הכנרת של כ-550 מיליון מ.ק. בשנה, כאשר בשנת
 1997 היא היתה בפועל רק 473 מיליון מ.ק. יחד כל התפוקות ב-1997 עלו על המילוי החוזר
 המוערך ב-160 מיליון מ.ק. מובן שאין כל משמעות הידרולוגית לעודף של המילוי החוזר הממוצע
 על התפוקה הכוללת ב-1997.

מהטבלה שלעיל אפשר להסיק מסקנות מרחיקות לכת.

א. התפוקה העודפת באקוויפרים היא בשנת	237 מיליון מ.ק. לשנה
1997	
ב. התפוקה העודפת המתוקה באקוויפרים היא	453 מיליון מ.ק. לשנה
ב-1997 זאת כאשר מנכים את השפיעה	
המלוחה הבלתי מנוצלת. מספר זה הוא הביטוי	
הראוי למידת השאיבה היתרה	
ג. כמות המים המליחים הכוללת היא	340 מיליון מ.ק. לשנה
ד. כמות המים המליחים הבלתי מנוצלת היא	221 מיליון מ.ק. לשנה

המילוי החוזר המחושב מבוסס על גשמים לשנים 1960/61-1990/91 ובאקוויפר החוף גם זרימה
 חוזרת מהשקיייה מדלף וכו'. התפוקה כוללת שאיבה ושפיעת מעיינות. מים מליחים מוגדרים עם
 ריכוז כלור מעל 400 מיליגרם לליטר.

אולם חשוב לציין שיש נטייה להגזים במילוי החוזר. זאת מחטעם הבא: שפילה של מטר בפני
 המים באקוויפר החוף גורמת לנטייה לעלייה של מי ים וחזנת הפן הביני בין מים מתוקים ומים
 מלחים כדי 32 מטרים. לפיכך, כאשר שואבים מים ומוחדים שפילה מסויימת יש לזכור שחלק
 מהמים הנשאבים בא על חשבון ריקון מים מתוקים וכניסת מים מלוחים במקומם. מכאן
 שהקשר בין גובה פני המים באקוויפרים וכמות המים המנוצלת איננו פשוט כל כך.

2.2 מהו הדפיציט האמיתי של מים שפירים לסוף 1997 ולמה הוא גורם

תהליך ההמלחה נגרם על ידי 4 סיבות.

- א. חדירת מי ים, עקב שפילת פני מי התהום, דבר שהתרחש לכל אורך חופי הים התיכון.
- ב. חדירת תמלחות גיאולוגיות בפנים היבשת, גם הוא עקב שפילת פני מי התהום, שהתרחש
 במספר ניכר של איזורים, למשל ליד באר טוביה ועכשיו הוא נפוץ יותר ויותר. נצפו לפחות
 12 איזורים באקוויפר החוף. טענה של השירות ההידרולוגי שישנם יותר כתמים מלוחים
 שלא באו לידי ביטוי בגלל מידת הפירוט והדיוק של אמצעי המדידה.
- ג. היעדר שטיפה מספקת של מים או תהליך אחר של יצוא מלחים מהאקוויפר במידה
 מספקת. זאת עקב שקעים שחתהו בהרבה חלקים של אקוויפר החוף, שיפועים מוקטנים
 ואף שיפועים הפוכים של מי התהום.
- ד. הגדלת היבוא של מלחים עקב מי השקיה מיובאים (למשל מי כנרת או מי ביוב), עיבודים
 חקלאיים, מזבלות, שימוש מים ביתי ותעשייתי ובעקר פעולות של ריכוך מים.

שלוש הסיבות הראשונות נגרמות בגלל שאיבת יתר. כדי למנוע השחתה ודאית של האקוויפרים הכרחי לייצא מתוכם מלחים ולהקטין יבוא מלחים. הפעולה העיקרית המתחייבת היא לאפשר זרימה של לפחות 1/4 - 1/3 מהמים באקוויפר לים ולחבטיה שדווקא המים המליחים ביותר יזרמו לים או יוצאו בדרך אחרת ממקור המים. כיום המים מאקוויפר החוף שזורמים לים הם המים בעלי האיכות הטובה ביותר באזור הדיונות העיליות. האלטרנטיבה היא יצירת "כליות" לאקוויפר על ידי שאיבת המים המליחים, התפלתם ופליטת המלחים לים. אבל בכל מקרה אסור בשום אופן לשאוב מאקוויפר החוף 408 מיליון מ"ק לשנה כאשר המילוי החוזר הכולל התדרה של מי כינרת הוא 318 מיליון מ"ק. אסור אפילו לשאוב 318 מיליון מ.ק.

בדו"ח של השירות ההידרולוגי על מצב המים ב-1997 ישנה הערכה שכמות הכלור הנכנסת לאקוויפר החוף בשנה מגיעה ל-159,000 טון (!). התוספת נטו היא כ-100,000 טון בשנה. נניח שרוצים לשטוף את כמות המלחים הזו בריכוז שאיננו עולה על 400 חלקים למיליון כלור. המשמעות היא ניקוז מים לים בנפח של 250 מיליון מ.ק. לשנה (!)

נמצא שאיבת היתר הממשית גדולה בכל מקרה בהרבה מאוד מעל להפרש החשבוני. יש להניח ששאיבת יתר בסייה האקוויפרים בארץ עולה על כן בהרבה על 500 מיליון מ.ק. לשנה כבר ב-1997.

ב-32 מתוך 48 תאים באקוויפר החוף המליחות שנמדדה באיזור הלא רווי גבוהה מהמליחות בחלק הרווי שמתחתיו וברוב המקרים המליחות גבוהה כבר היום מהמליחות המותרת בשימוש. אחת התופעות הקשות אשר כונו בפי ד"ר אברהם מרכזו (אחד ההידרולוגים הבכירים בישראל), "פצצה של זמן" היא ההצטברות הרבה של מלחים בקרקע הבלתי רוויה שבין פני השטח ופני המים באקוויפר. התתקדמות של המים והמומסים בשכבה זו היא במידה רבה כלפי מטה במחירות שאינה עולה על מטר או מקסימום מטר וחצי בשנה בממוצע. התמצית הנותרת לאחר אידוי של מי החשקיה הולכת ומתקדמת בשכבה זו. בממוצע דרושות עשרות שנים כדי "להגיע" למי התחום ומשם לבארות. אולם ישנם שטחים מקומיים רבים בהם קצב התדירה של המלחים מהיר יותר עקב ריכוזי מים מקומיים ויצירת "אצבעות" החודרות מהר יותר. גם אם נפסיק מחר את שאיבת היתר, לא מייד ייפסק תהליך ההמלחה. גם בשני החורפים הגשומים מאוד של 1991/2 ו-1992/3 לא הורגשה כצפוי שום ירידת מליחות או אף האטה בקצב ההמלחה. הקצב הוא כ-3 מיליגרם כלור לליטר לשנה בממוצע. כבר ציטטנו לעיל את הדיווח של השירות ההידרולוגי שב-32 תאים מתוך 48 באקוויפר החוף המליחות באיזור הלא רווי שמעל פני מי התום מלוח יותר מאשר מי התחום.

לקריאת טיוטא של מסמך זה כתב לי ד"ר אברהם מרכזו: "כשהצגנו בשנת 1975 את המשמעות של מאזן הכלורידים של אקוויפר החוף בהחשת קצב ההמלחה, היו כאלה שהמליצו לאשפוז אותנו. יתר על כן, דו"ח אחר שלנו על האיוולת של סחרור מי העמק בתשלובת הקישון נגנו אז ממש. הוא "נתגלה מחדש" ע"י היועצים של מי שדחה דו"ח זה, בתבונתו. כאשר מליחות מאגר הקישון עברה את גבול ה-700 מגכ"ל". מה שמתנהל באקוויפר החוף דומה. מוסיפים לאקוויפר מאות אלפי טון מלחים בשנה. את המים שואבים וממחזרים. כמויות המלחים ההולכות ונוספות מסוחררות כאשר המים מאודים על ידי השקיה ואין כל שטיפה של האקוויפר.

"ניתוח מגמות ההמלחה המדודות מצביע בבירור על החשת קצב ההמלחה לפי עקום פרבולי או אקספוננציאלי במקום קצב ההמלחה הליניארי שהורגלנו אליו בעבר".

"מהתחזיות שנערכו על ידי לקראת שנת 2020 מתברר שה"סאגה" של כתם באר-טוביה, שזקני השבט מדברים אודותיה ליד האח, תאבד את ייחודה. כתמים כאלה הולכים ונוצרים בקצב מהיר למדי". כך ד"ר מרכזו.

במפה של אקוויפר החוף (השירות ההידרולוגי, 1998) מנינו, כאמור, 12 כתמים מליחים כאלה כמו ליד באר טוביה. סביבם ישנם כתמים הרבה יותר גדולים בתחום המליחות שבין 250 ל-400 מיליגרם כלור לליטר. אלה מועדים תוך פרק זמן קצר יחסית להפוך לבלתי ראויים לשימוש. ללא פעולת שאיבה מתוכננת בצורה חכמה כתמים אלה ילכו ויתפשטו לא רק בגלל תהליך נמשך של חדירת תמלחות מתחת ותוספת מליחים מלמעלה. הם יתפשטו בגלל זרימות אופקיות של המים באקוויפר ואפילו כתוצאה מהפסקת השאיבה.

הפסקת שאיבת היתר היא על כן הכרחית אך לא מספיקה. צריך לקבוע, לטובת אלה שאינם בקיאים בנושא, מבלי להיכנס כאן לפירוט, שכל קיומו הפיסי של אקוויפר של מים מתוקים כמו אקוויפר החוף מתאפשר על ידי זה שמים מתוקים צפים כמו עדשה על פני מים מלוחים יותר, למעשה מי ים או אף תמלחות מרוכזות יותר ממי ים. גם קיומה של תכנית כגם מים מתוקים לא היה אפשרי ללא תופעה זו של ציפה. הציפה מתקיימת כתהליך דינמי שבו הכרחי שמים ייכנסו מלמעלה ויגלשו בקצוות. הורדת פני המים באקוויפר החוף במטר אחד גוררת אתריה נטייה לעליית מי ים לתוך האקוויפר בגובה של כ-32 מ'. הניצול של מקורות המים צריך על כן להיות זהיר מאוד ונתון אך ורק לשיקולים מקצועיים ארוכי טווח. דבר זה איננו מתקיים זה כבר עשרות שנים והתוצאות הן בלתי נמנעות.

כאשר חוזרים ומעלים את פני המים באקוויפר נוטים מי הים להידחק בחזרה ונפח האגירה באקוויפר נוטה לגדול. אבל שטיפת המליחים עד לאיכות מי שתיה הוא תהליך ארוך מאוד שעשוי להגיע למאות שנים. ישנן כמה תצפיות לשטיפה לכאורה יותר מהירה. תצפיות אלה לא נחקרו היטב והסיבות אינן ברורות. יותר מזאת, תהליך השטיפה כרוך בשינוי כיווני זרימה ואפשרות שהנפח המומלח יגדל מאוד ולא יקטן. לפיכך שאיבת מים מליחים חכמה היא בלתי נמנעת כתלק הכרחי של תהליך השמירה והשיקום של האקוויפרים. תהליך זה הוא הכרחי גם אם אין כוונה מראש להתפיל מים מליחים. אחת הסיבות היא שמירה על מקורות מים הראויים לשימוש ללא התפלה כמאגר לאיזון בין הצריכה וייצור המים ע"י התפלה. הם צריכים לשמש גם מאגר לשימוש חירום.

היעדים של משטר השאיבה החדש שיש להנהיג צריכים להיות:

- א. הגבחה הדרגתית של פני המים באקוויפר והפסקת חדירת של תמלחות לתוכו ולשם הגדלת האוגר. ואולי אף אבטחת שיפוע לשם זרימה לים.
- ב. ייצוא מלח מתוך האקוויפר ע"י שאיבה סלקטיבית והתפלה דווקא באיזורים המליחים.
- ג. צמצום הדרגתי של הנפחים המומלחים.
- ד. תוספת מים מותפלים וזלים יחסית על ידי התפלה של מים מליחים שחיום אינם בשימוש ועל ידי תפישה של מים ביציאה מהאקוויפר סמוך לשפת הים.

כפי שנראה בהמשך, התרומה הכלכלית של שאיבת המים המליחים והתפלתם, מלבד תוספת המים והצלת האקוויפרים, היא מניעת נזק לקרקעות, מניעת פחיתת יבול ותרומה לבריאות הציבור, חסכון כלכלי רב בריכוך מים ובשימוש בחומרי סבון. לבסוף, התועלת היא בכך שמי

הביוב המושבים יהיו באיכות הרבה יותר טובה לשימוש חוזר, הן בגלל המליחות התחילית הנמוכה יותר והן בגלל צורך קטן יותר בפעולות ריכוך המים בבתי אוכל, מכבסות ובתעשייה. אם לפני 20-30 שנה ניתן היה לנקוט מדיניות שתדחה אולי את הצורך בהתפלה, הרי שבדיקה כלכלית היום תראה שאין עוד כל אפשרות לדחות אותה. שכלול והוזלה של שיטות התפלה עשו בינתיים את הפעולה גם להרבה יותר כדאית.

הערכתי היא שהכרחי מייד להפחית את השאיבה של מים שפירים באקוויפר החוף בלא פחות מאשר 100 מיליון מ"ק לשנה. ניתן אולי להמיר אותה כמעט מייד בתפישת מים מליחים והתפלתם וע"י כך להתחיל בתהליך ייצוא המליחים. כבר קבענו שבס"ה שאיבת היתר הכללית הממוצעת בכל ישראל נכון לסתיו 1995 הוא לא פחות מאשר 500 מיליון מ"ק לשנה. הנטייה להסתכל מידי שבוע על מצב המים ו"הטוטו הלאומי" על מצב המפלס של הכינרת הוא בעל חשיבות משנית. הכרחי להסתכל על התהליך הרב שנתי, וזה נמצא חמור ביותר. יחד עם זאת, בסוף 1997 מצב הכנרת היה נמוך כדי דאגה וחשש להפסיק את השאיבה. בגליל המערבי ובחוף הכרמל לא יהיה מנוס מייבוש גידולים בגלל מחסור במים שפירים. בסוף '98 המצב חמור עוד יותר וחורף 1998/9 הוא של שנת בצורת.

בנציבות המים נעשתה עבודה על אפקטים של שנות בצורת. התברר, למשל, שבהסתברות של 0.15 (או בערך אחת ל - 6 שנים) צפוי דפיציט של 400 מיליון מ"ק בגלל שנה שחונה. רכיב זה לבדו גורם לגירעון של כ - 70 מיליון מ"ק לשנה בממוצע (אינפורמציה לא מפורסמת). אם נצרף לכך את ההשפעה של שאר השנים השחונות נגיע לערכים ניכרים של דפיציט שהם דומים מאוד לאלה שצוטטו לעיל, אם כי מסיבות בלתי תלויות.

בסיכום, שאיבת היתר במערכת האקוויפרים עלתה ללא ספק על 500 מיליון מ"ק לשנה כבר ב-1995 והיא לבטח הרבה מעל כמות זו ב-1997. והאפקט על האקוויפרים הוא קטלני.

חשוב להדגיש כאן שלוש הערות חשובות ביחס לאומדנים כמותיים:

- א. ישנו אי דיוק בהערכות הידרולוגיות בתחום של כמה עשרות מיליוני מטרים קוביים לכאן או לכאן.
 - ב. חלק מהנתונים הם פונקציה של החלטות הנדסיות וכלכליות ודרכי ניהול משק המים ולא כמויות אובייקטיביות. ביניהם למשל כמות מי השטפונות שנתפשת או רמת המליחות של המים המנוצלים.
 - ג. ישנם על כן הבדלים בין הערכות שונות אולם בחינת רגישות מראה שאף אחת מהמסקנות שבנייר המוצג כאן לא תשונה בגלל הבדלים אלה בהערכות. בגבול הדיוק הזה של המספרים המובאים כאן המסקנות אינן ניתנות לערעור, לפחות לא בגלל הבדלים הכמותיים בהערכות. אי אפשר להתעלם מהעובדה שישנה שאיבת יתר כי אילולי כן לא היו נוצרים "מכתשים" בפני המים באקוויפרים, לא היתה מתרחשת המלחה בקנה מידה כל כך גדול ולא היינו מגיעים עד משבר בשנת 1991/2 על אף קיצוצים לא מעטים שקדמו לשנה זו (וכולם בוטלו בינתיים). יכול להיות ויכוח על כמות שאיבת היתר. אבל אין כל דרך לבטל את עצם קיומה והנזק הרב הכרוך בה שהיא עובדה מוכחת מעבר לכל ספק ולו הקל ביותר.
- אין עוד כל מקורות מים נסתרים שצריך לגלות ולנצל אלא בכמויות זעירות ביחס. כמה הערכות קובעות שאפשר אולי לחוסיף 80 מיליון מ.ק. לצד החיובי של המאזן אבל זה כולל גם תפישת מי שטפונות נוספת כשהחשקעה לקוב מים נעשית יותר ויותר גדולה ומגיעה לתחומי העלויות של התפלה. מקור נוסף הוא במדרונות מזרחיים של חבלי החר שמחייב עפ"ר קידוחים יקרים מאוד

ומרחקי הובלה ניכרים למרכזי הצריכה וחלק גדול מהמים בעל מליחות ניכרת ומחייב התפלה. המקורות הנוספים האלה במורדות המזרחיים לבקע הירדן לא יוסיפו מים למסה העיקרית של הצרכנים. הם יאפשרו פיתוח מקומי איזורי של חקלאות, תיירות ותעשייה מעבר לקיים היום. אולם הערכות אלה מחוירות לעומת עוד נתונים הכרוכים בכמה גורמים, וביניהם:

א. ירידת כמויות המים השפירים מידי שנה בגלל תחליך נמשך של זיהום בכלל ומליחות בפרט;

ב. עליית הביקושים למים הן בגלל גידול האוכלוסיה והן בגלל גידול רמת החיים;

ג. חובות מים של ישראל לפי הסכמים;

ד. חשש ממשי לשינויים אקלימיים.

על אלה בהמשך.

ישנה טענה שעדיין כ-150 מלמ"ק מי ביוב זורמים לים. יש בכך הגזמה רבה. חלק גדול מהם תודרים היום למי תהום כמילוי חוזר וממילא כלולים כבר במאזן. על המשמעות של השימוש בעוד מים ממוחזרים בהמשך.

2.3 מחן ההתפתחויות הצפויות בצריכת המים השפירים

א. עלייה שנתית בצריכת עירונית בישראל וירידה במקורות

לפי המסמך שפורסם על ידי השירות ההידרולוגי (1998) חרי צריכת המים עלתה כחלקן במיליוני מ.ק. לשנה:

שנה	חקלאות	בית	תעשייה	סח"כ
1986	1125	423	104	1652
1997	1252	571	136	1959

בשנות ביניים היתה ירידה של הצריכה ומאז 1992 עד היום ישנה עלייה תלולה מאוד. הצריכה לא כוללת את יחודה, שומרון וחבל עזה. בממוצע עלתה הצריכה בישראל במשך 11 שנים ב-28 מיליון מ.ק. בשנה. נדהמתי לשמוע את נציב המים מודיע בתכנית דיון עם ערוץ 33 בהנחיית עו"ד אמנון זכרוני שעל פני אותה תקופה לא היתה עלייה של צריכת המים בישראל אלא להיפך, ירידה במיליון מטרים קוביים. לפי אותו מערך נתונים כנראה הוא פסק גם שיעד שנת 2010 לא יחסר קוב אחד מים לישראלי.

לפי תכנית 2020 (שוורץ, 1996) התחזית היא לגידול האוכלוסיה היא ל-8 מיליון תושבים בשנת 2020 ועליית הצריכה העירונית מ-100 מ.ק. לנפש ל-120 מ.ק. לנפש לשנה. אלה יגרמו לגידול הביקוש בקרוב ל-500 מיליון מ.ק. לשנה. אך עם זאת יש להביא בחשבון גם גידול בצריכת מים לבילוי ונופש ולשמירה על שטחים פתוחים מגוננים. התביעה של המשרד לאיכות הסביבה לזרימה בנחלים עולה על 100 מיליון מ.ק. לשנה. צפוי גם גידול של צריכת המים התעשייתית. לפי התסריט הבסיסי ס"ה העלייה תהיה של 740 מיליון קוב לשנה או 30 מיליון קוב לשנה במשך 25 שנה, דומה מאוד לגידול עד כה. למעשה צפוי גידול רב בהרבה.

ראש האגף לשימור משאבי אנרגיה במשרד התשתיות משך את תשומת לבי ובצדק, שבחירת האפק של שנת 2020 כבר קרובה מידי. מי שרואה את מדינת ישראל מתקיימת לשנים רבות לא יכול לחיעצר בתכנון באופק זה אלא לצרכים מסויימים. ספק אם אקסטרפולציה פשוטה אפשרית מעבר ל-21 שנה.

הדו"ח לתכנית 2020 מזניח את הגידול בצריכה במיגזר הפלשתיני, או גידול אפשרי בהשקיה חקלאית או השקיות נוי בשטחים פתוחים.

על פי חוזה השלום עם ירדן ולפי אוסלו ב' עם הפלשתינאים חייבת ישראל להעביר מידיה עוד כמות של כ-150 מלמ"ק לשנה (לפי מאזן 1996). אם שאיבת היתר היום קרובה ל-500 מלמ"ק לשנה הרי שעד שנת 2020 הוא יעלה על 1240 מיליון מ.ק.

בכל ההערכות הללו ישנה גם התעלמות מכך שבקצב הנוכחי תפחת גם כמות המים הראויים לשימוש באקוויפרים. למשל, אם קצב ההמלחה באקוויפר החוף יישאר רק כדי 3 מיליגרם כלור לליטר לשנה בממוצע ואם גבול המליחות יישאר 400 מיליגרם כלור הרי זה כאילו נגרעת כמות של 3.5 מיליון מ.ק. מים לשנה כל שנה. הרי עד שנת 2020 קרוב ל-90 מיליון מ.ק. מים פחות. אם מביאים בחשבון גבול מחמיר יותר של איכות המים – למשל 250 מיליגרם כלור, בין אם משום שגידולים רבים אינם סובלים יותר ובין אם משום שמביאים בחשבון שבשימוש ביתי נוספים לא פחות מ-100 מיליגרם כלור ואז ייגרע מהכמות של המים המושבים, הרי שהכמות שוות הערך שתיגרע מאקוויפר החוף היא של 2%-5% בשנה או 6.75-12.5 מיליון מ.ק. לשנה, או בין 170 ל-340 מיליון מ.ק. לשנה פחות עד שנת 2020. התמונה הארצית הכוללת עוד חמורה מזאת. יחד המחסור עלול לעלות לערכים שהם בין 1330 מלמ"ק ל-1580 מלמ"ק (!)

הצריכה הערבית מתוך מקורות ישראלים עשויה לגדול הרבה מעבר ל-150 מיליון מ.ק. שיועברו להם לפי חוזה השלום. אם הצריכה לנפש תשתווה לזו שבישראל ותעמוד על יותר מ-100 מ.ק. לנפש לשנה במיגזר העירוני לעומת 35 מ.ק. היום ואם האוכלוסיה תגדל רק ל-4 מיליון נפש הרי שהגידול בצריכה יהיה קרוב ל-350 מיליון מ.ק. לפיכך אנו עלולים לעמוד בפני מחסור במים שפירים שנע בין כ-1.7 מיליארד מ.ק. לשנה ל-2.0 מיליארד מ.ק. לשנה עד שנת 2020. זוהי תוספת חדרושה מעבר לשימוש במים שפירים היום במיגזר העירוני ובתעשייה.

התנחה של הדו"ח (שוורץ, 1996) לתכנית 2020 קובעת שהיקף החקלאות המושקית חייב לרדת. פיצוי חלקי של נטילת המים מהחקלאות יהיה על ידי ניצול מים ממוחזרים. כך טוענים רוב הכותבים. אבל מאחר שכל המים השפירים בחקלאות מסתכמים בסי"ה ב-950 מיליון מ.ק. לשנה (וב-1998 אף פחות מזה) הרי שגם אם לא יסופק קוב מים שפירים אחד לחקלאות עדיין יחסרו הרבה מאוד מים כדי לספק את מי השתייה בלבד עד שנת 2020. למעשה ייתכן שלא יהיו די מים כדי לספק מי שתיה בשנת 2010. רמת הקולחים תגיע לפי דו"ח זה של יהושע שוורץ בשנת 2020 לכ-620 מלמ"ק לשנה ובשנת 2040 ל-850 מלמ"ק לשנה, לעומת 227 המנוצלים כבר ב-1997. רמת הניצול לפי ההערכה תגדל מ-33% כיום ל-45% בשנת 2020. כיצד שימוש במים ממוחזרים יכול, באופן תיאורטי, לפצות באופן משמעי על נטילת המים השפירים מהחקלאות?

בדו"ח (גרינוולד, 1980) אומדים את סך הכל מקורות המים הטבעיים ב-1750 מלמ"ק לשנה לעומת 1660 מלמ"ק מים שפירים לפי השירות ההידרולוגי (1998). זאת ללא כל הפחתה בגלל השחתה או בגלל הגדלת נגר לים בגלל פינוי מלחים. מספר זה כולל גם כמויות ניכרות של מים מליחים. כפי שנחזור ונראה בהמשך, על כן, התקווה שמים ממוחזרים יפצו בחלק את נטילת המים מהחקלאות היא במידה רבה תקוות שווא.

2.4 אמינות האספקה ושנת בצורת

אחד הנושאים החשובים ביותר והמוזנחים ברוב הדיונים בנושא המים הוא אמינות האספקה. לבקשתי בחן בשעתו יהושע שוורץ מתה"ל סוגיה זו ומצא ב-1991 שההפרש בין כמות המים

הניתנת לאספקה ב-19 מתוך 20 שנה במצב הקיים או ובין הכמות שניתנת היתה לאספקה אילו לא היתה הגבלה בנפחי אגירה, כדי להשוות בין שנים ברוכות ושנים שחונות וכל אמצעי השאיבה והחסעה, הוא 300 מליון מ.ק. (!) דבר זה מעלה מאוד את הערך של כושר האגירה ומצביע על קנס ניכר מאוד על פגיעה בכושר האגירה.

בדו"ח (שוורץ, 1996) מציין שוורץ עדכונים למודל החוא. בעוד האספקה הרגילה מהמערכת הארצית היא 1200 מלמ"ק לשנה הרי ב-40% מהשנים צפויה אספקה מצומצמת וב-15% מהשנים עשויה האספקה לקטון עד 950 מלמ"ק (!) כלומר פחיתה של 250 מלמ"ק אחת ל-6-7 שנים בממוצע.

כדי להגדיל את אמינות האספקה מ-60% ל-90% צריך לפי שוורץ להפחית בנפח הממוצע של הניצול ב-100 מלמ"ק מרמת האספקה היום.

בסי"ח בשנת בצורת צפויות לפי שוורץ ההפחתות הבאות:

250 מלמ"ק לשנה	במקורות המערכת הארצית
200 מלמ"ק לשנה	במקורות אחרים
50 מלמ"ק לשנה	במי שטפונות
500 מלמ"ק לשנת בצורת (!)	סי"ח הפחתה אפשרית של

מספר זה תואם להערכה דומה שהוזכרה לעיל בנציבות המים.

נקל להבין מה משמעות הדבר אם אחת ל-6 שנים יחסרו 500 מליון מ.ק. להשקיית גידולים. בשנת 1991/2 התנסיתי בהורדת הצריכה הביתית ב-10% למרות הגידול המשמעי באוכלוסיה בשיא גל העלייה מברית המועצות. דבר זה הושג על ידי שילוב של הסברה ותפוצה של "חסכמים". יהושע שוורץ מניח שזו אפשרות שתחזור על עצמה. כך הוא מניח שניתן להפחית ב-20% את צריכת המים השפירים בחקלאות ובסי"ח הפחתה של 190 מליון מ.ק. לשנה בשנת בצורת. אי אפשר לבסס תכנון של אספקת מים על כך. מה גם שבשנת בצורת המתרחשת אחת ל-6 שנים דרושה הפחתה כפולה. האלטרנטיבה לפי הערכתו של שוורץ היא שדרושות בשנת 2000 תוספות כדי 200 מלמ"ק לשנה רק כדי לעמוד באמינות האספקה בשנת בצורת. לפי הערכתו תוספת המקורות לאבטחת אמינות האספקה בשנת 2040 תצטרך להיות 435 מלמ"ק לשנה. בכל אופן, המצב לאשורו חמור בהרבה מאשר התמונה המתקבלת מהכמויות הכוללות או הממוצעות.

הניידים בזמינות המים בגלל בצורות בתוספת לגידול הצריכה והעברת מים שפירים מהחקלאות יכולים לגרום למחסור כמעט ודאי במי שתיה.

הערכה של השירות ההידרולוגי (אינפורמציה אישית) היתה שצירוף מקרים של שנות בצורת יכול לגרום לכך שכבר בשנת 2005 אי אפשר יהיה לספק די מים לצריכה ביתית מפני שאי אפשר יהיה לקבל די מים שפירים מקיצוץ של המים לחקלאות, כפי שנעשה ב-1991/2.

הורדת 20% מהמים לחקלאות בשיא של תקופת בצורת, לפי שוורץ, פירושה פחת של יותר מ-20% בתפוקה הכלכלית השנתית, כלומר כ-2.4 מיליארד ש"ח בערכי 1993, לפי נתוני השנתון הסטטיסטי הקובע תפוקה של 12 מיליארד ש"ח. לפי דו"ח עדכני (ספרים, 1997) הנתונים הכלכליים העיקריים של החקלאות הם כלהלן:

החקלאות בתעשייה בשרשרת הערך המוסף

<u>תעשיות במורד*</u>	<u>ענף החקלאות</u>	<u>תעשיות במעלה</u>	
9,871	8,387	7,445	תפוקה במיליוני שקלים
19,596	68,800	21,210	מועסקים (עובדים)
322	547	816	יצוא (מיליוני דולר)

* לא כולל מסחר קמעוני

לפי טבלה זו ההנחה שלעיל ממעיטה מאוד בגודל התפוקה, והיא קרובה יותר ל-26 מיליארד ש"ח בשנה. אין גם ספק שלאירוע של בצורת ישנו נזק מתמשך מעבר לצמצום זמני ומקומי בתפוקה, וזאת בגלל הפסד שווקים ופגיעה במערכי גידול, איסוף, עיבוד תוצרת ואספקת תשומות. אם נניח שאירוע כזה של בצורת קורה אחת ל-6 שנים פירוש הדבר לפחות 400 מליון ש"ח נזק ממוצע לשנה עקב חוסר אמינות של אספקת המים. בסכום זה אפשר להתפיל (לפי עלות של 0.75 דולר למטר קוב התפלת מי ים ולפי 2.5 שקל לדולר באותה תקופה) 213 מיליון מ.ק. לשנה(!) כלומר שווה הערך של הנזק הכלכלי עקב אי אבטחת אמינות האספקה עולה על מחיר התפלה של 213 מיליון מ.ק.(!). מאחר שהניחים בכמות המים שתעמוד לרשות החקלאות גדולים יותר, הרי שהנזקים הצפויים גדולים ביותר. בסכום זה אפשר היה להתפיל כמות כפולה של מים מליחים שהיתה מסירה כל סיכון לגידולים החקלאיים.

כתיבת החוברת הזו נמשכה זמן רב משני טעמים עיקריים, כדי לקבל מקסימום הערות והארות ממיטב בעלי המקצוע ולהימנע ככל האפשר משגיאות גסות. הטעם השני היה ניסיון להגיע לכך שמישהו מהמימסד יאמץ את המסקנות. הדבר השני לא קרה. כנגד זה, התחזית של יהושע שוורץ התממשה בצורתה הקשה ביותר. בעוד נציב המים ממשיך להכריז שעד שנת 2010 לא תחסר ישראל אף טיפת מים ובעוד ראש השירות ההידרולוגי מנסה להזתיר אותו במשך כמעט שלוש שנים שבבצורת הבאה לא יהיה מאין לספק מים לאוכלוסייה, הדבר קרה.

חורף 98/9 כנראה יהיה דל מאוד בגשמים. מפלס הכינרת בחודש מרץ 99 לא עלה על כחצי מטר מעל הקו האדום (כלומר כ-80 מיליון מ.ק. ברוטו לשאיבה שהוא כחמישית מהכמות השנתית הממוצעת) הוחלט כבר על קיצוץ של 20% במים השפירים לחקלאות ונציב המים מבקש שהממשלה תחליט על מצב חירום כדי שאפשר יהיה מבחינה חוקית להעמיק את הקיצוץ.

אם נאמץ את המספרים של ישי ספרים בטבלה שלעיל הרי שהנזק החזוי הוא של לא פחות מ-5.2 מיליארד שקלים של 1997. ייתכן שהחקלאית ימעיתו את הנזק על ידי כך שיגרעו את המים מהענפים הפחות מכניסים. כנגד זה אין ספק שהנזקים יחרגו מהשפעה על שנה בודדת כפי שקרה אמנם סביב הבצורת שהגיע לשיאה בחורף 90/91. המרווח בין שני מצבי הבצורת היה 8 שנים, קרוב מאוד להערכתו של שוורץ ולהערכתי שלי של 6 שנים. אילו במשך שמונה השנים היינו משקיעים כ-650 מיליון ש"ח בשנה או כ-260 מיליון דולר בשנה אפשר היה להתפיל קרוב ל-750 מיליון מ.ק. מים מליחים כל שנה או כ-350 מיליון מ.ק. מים ממי ים כל שנה במשך שמונה השנים הללו.

איך אפשר לכנות מצב זה אם לא "טמטום לאומי"? כמעט שלוש שנים של הזהרות והתראות לא הצליחו להזיזו או לשנות דבר. התבשרנו בחודש מרס 1999 שישנה החלטה משותפת של שר האוצר ושר התשתיות שיתחילו בהכנות כדי שבעוד שלוש שנים, כלומר בשנת 2002 יגשו לפרוייקט

התפלה של 100 מיליון מ.ק. בשנה. לא ייאמן. מעניין אם החלטה זו תיזכר עוד אחרי שהבצורת תחלוף. הרי מצב זהה היה כבר בחורף 90/91 ומאז המצב רק הלך וחורע. וכי למדו דבר? גם אז דובר על מפעל התפלה על גבול רצועת עזה בהיקף של 80 מיליון מ.ק. לשנה והוחל בקבלת הצעות. הממשלה התחלפה, הוחלט להרחיב את הקצאות המים, נפסקו פעולות החסכון והוחלט על נטיעת פרדסים בנגב.

התשובה הטכנית הנכונה היא כמובן בשניים :

א. לשמור על כושר אגירה ואף לנסות להגדיל אותו על ידי הגבהת מי התהום ושיפור איכות המים ולהגדיל את יכולת שאיבה והסעת מים לצורך ניצול יתר בשנת בצורת.

ב. אמצעי ייצור מים שחם אמינים בעצמם וניתנים להגברה בשעת הצורך בכמויות הרבה יותר גדולות. האמצעי האחד או האמצעי העיקרי הוא כמובן התפלה.

הדרך האחרת היא חיסול מוגבר עוד יותר של החקלאות שלא תעמוד כלל מבחינה כלכלית בצמצום תקופתי ניכר בשנת בצורת. יהושע שוורץ מניח אמנם בפתח הדו"ח שלו (שוורץ, 1996) שהחקלאות הולכת לקראת צמצום דרסטי. בעצם היא כמעט הולכת לחיסול. הקביעה שהחקלאות תצומצם אינה נובעת כנראה משום שיהושע שוורץ משוכנע שראוי לצמצם את החקלאות אלא משום שהוא איבד כבר תקווה שיחול שינוי בדרכי הניהול של משק המים. מלבד זאת העברה של המים השפירים מהחקלאות לשימושים אחרים לא תותיר כמות מים רזרבית שאפשר יהיה להפנות לשאר הצרכנים בשנת בצורת.

2.5 חששות לעתיד גרוע יותר

הולכים ומתרגשים שינויים אקלימיים בעולם כתוצאה מגזי הממה הנפלטים על ידי מעשי ידי אדם, ובעיקר בשריפת דלק. מחקרים מוקדמים מצביעים גם על תופעות אפשריות בישראל בכיוון של הפחתת הגשם והגדלת ההתאדות (Segal et al., 1994). בעבר היו תהליכים שבחם הגשם פחת מאוד גם ללא מעשי אדם. נחשפים היום מפלסים של ים המלח נמוכים מאשר היום בטווח שנים שאינו עולה על 100 שנה על אף שאז לא נגרעו 700-800 מליון מ.ק. לשנה על ידי השקיייה לא רק בבקע הירדן עצמו אלא גם על ידי שאיבה למוביל הארצי. שינוי נוסף חזוי הוא הגדלת החפרשים הקיצוניים בין שנים ברוכות גשם לשנים שחונות.

בסיכום, במצב המים היום התזות קשה מאוד. גירעון שנתי ביחס למילוי החוזר הממוצע שקיים כבר היום או שיגיע תוך זמן קצר מאוד ל-500 מלמ"ק לשנה. גידול שנתי של צריכה לא פחות מ-30 מלמ"ק לשנה בישראל לבדה, גריעה שנתית של כמויות המים עקב המלחה וגידול הנגר וסכנה גוברת והולכת למצבים קיצוניים שבחם לא רק יהיה צורך לייבש שטחים חקלאיים ניכרים בשנת בצורת אלא יהיה קושי ממשי לספק מים אפילו לצריכה עירונית ותעשייתית.

2.6 מצב אקוויפר החוף

פרק זה לקוח מתחבורת "התפתחות ניצול ומצב מקורות מי התהום בישראל עד סתיו 1995 - משרד החקלאות ופיתוח הכפר, נציבות המים השירות ההידרולוגי (היום משרד התשתיות הלאומיות). החל מעמוד VI: הכתוב כאן מצוטט משם באופן מדויק להוציא כמה הערות. "השאיבה השנתית מאגן החוף היא כ-370 מיליון מ"ק לשנה, דחינו כחמישית מהתפוקה הארצית הכוללת".

(הערה: מתוכם כ-130 מיליון מ"ק לשנה החדרה של מי מוביל מליחים יותר. המילוי החוזר המקומי איננו עולה על כ-240 מיליון מ"ק בשנה).

"בשנות ה-30, בטרם הוחל בניצול אינטנסיבי של האקוויפר, כיוון הזרימה השולט היה ממזרח למערב והמים התנקזו בעיקר בזרימה תת קרקעית לים ובאופן חלקי התאדו דרך ביצות. גרדיאנט המפלס נע בין חלק אחד לשלושה חלקים לאלף מערבה. מי האקוויפר בלטו במליחות נמוכה (50 עד 100 מיליגרם כלור לליטר) ברוב חלקי האקוויפר ובזיהום בלתי ניכר (ריכוז חנקות נמוך מ-10 מג"ל) והיו ראויים לכל השימושים. במשך השנים חלה הרעה באיכות המים כתוצאה מהפרת האיזון הטבעי על ידי פעילות אנוש".

"כריית מים (שאיבה בכמות העולה על מילוי חוזר) גרמה להורדת מפלסים בשיעור של 6 עד 10 מ' (במקומות מסויימים עד 15 מ') ולשינוי כיווני הזרימה. הזרימה לים פחתה ובעקבותיה פחתה יציאת מלח לים. במקומות מסויימים נוצרו מכתשים אשר מנעו יציאת מזהמים אל מתוך לאזור". (הערה: נוסף למניעת שטיפה של מליחים היתה חדירה של תמלחת לתוך האקוויפר לא רק מכיוון הים אלא גם בגושים פנים ארציים, כמו למשל סביבת באר טוביה. סה"כ ישנם כ-12 גושים מליחים שהתפתחו בגלל חדירת תמלחות. ירידה של מטר בפני המים כמוה כהפתחת אוגר של כ-0.45 מיליארד קוב).

"פיתוח החקלאות לווה בשני גורמים עיקריים המשפיעים על איכות מי התהום:

- מי השקיה הגורמים לעליית המליחות. הסיבה לכך היא שהם נושאים איתם את רוב המלח במי החשקיה, גם אם חלק מהמים איננו מגיע לאזור הרווי.
- דשנים (כולל זבל אורגני) גורמים לזיהום מי התהום. ביטוי לכך הוא בעליית ריכוז החנקות במים הנשאבים. בנוסף לכך: תעשיות, קווי דלק ופעילויות אנוש אחרות גורמים לחדירת מזהמים ספציפיים לאקוויפר.

כדי לשפר את מאזן המים באקוויפר הוחדרו לתוכו מים. מליחות המים המוחדרים עולה לעתים קרובות על מליחות המים באקוויפר וגורמת לכך לעליות במליחות".

(הערה: חסקירה לא מזכירה את התרומה הגדולה של הביוב לתמלחת האקוויפר וזיהומו כאשר ריכוז המליחים בביוב היא בריכוז מי השתייה, בתוספת לא פחות מאשר עוד 100 מיליגרם כלור.

כמו כן לא מוזכרת תרומה של מערומי האשפה לתמלחת וזיהומים אחרים באקוויפר).

"ריכוז הכלורידים הממוצע בשנת 1995 באקוויפר - 190 מג"ל (לעומת 50-100 לפני תחילת השאיבה המסיבית) וקצב עלייתו כ-3 מג"ל לשנה, וריכוז החנקות הממוצע - 55 מג"ל וקצב עלייתו כמיליגרם אחד לליטר לשנה".

"כיום ברוב תאי אקוויפר החוף, מגוש דן וצפונה וברוב תאי המזרח, מחולון ודרומה, הריכוז הממוצע של הכלורידים במי התהום הוא מעל המומלץ בתקן לאיכות הסביבה ולחקלאות, ואכן בתאים אלה השאיבה זניחה עד אפסית".

"בתאי אוגר שבהם מתרכזת עיקר השאיבה, כמעט עשירית מכל השאיבה (32 מלמ"ק) מופקים כבר עתה מתאים שבהם ריכוז הכלורידים עולה על המקסימום המומלץ בתקן לאיכות מי השתייה. כמות זו צפויה להגיע תוך 25 שנים עד למעלה ממחצית מכלל המים הנשאבים מאגן החוף כיום" (הערה: ההדגשה בדו"ח זה).

"ריכוז החנקות במי אגן החוף נמצא אף הוא בתחליך עלייה, אם כי בקצב איטי יותר מזה של ריכוז הכלורידים. אף על פי כן, כחמישית מכלל השאיבה הנוכחית (64 מלמ"ק) היא מעל

המקסימום המותר בתקן לאיכות מי שתייה (90 מיליגרם לליטר) ואילו כ- 60% (209 מלמ"ק) נשאבים מתאים שכבר עברו את המקסימום המומלץ (45 מל"ג)".

"תוך 25 השנים הקרובות כמויות אלה צפויות לגדול בכ- 35 מלמ"ק. הערכות אלה הן שמרניות מאחר ואינן מביאות בחשבון את השינויים הצפויים באיכות מי התהום באגן כתוצאה מהגברת החשקיה בקולחין, וחדירתם באקוויפר". עד כאן דברי הדו"ח של השירות ההידרולוגי.

חשוב להוסיף שבניגוד להצעת הדו"ח המצוטט למעלה (השירות ההידרולוגי 1996; השירות ההידרולוגי 1997 והשירות ההידרולוגי 1998) קצב ההמלחה באופן אופייני הולך וגובר. ישנם תאי שאיבה שבהם בס"ה קצב ההמלחה השנתי עבר כבר את הערך של 4 מיליגרם לשנה.

כמו כן נחזור ונזכיר שתרומת הכלור לאקוויפר החוף מידי שנה מוערכת על ידי השירות ההידרולוגי לסוף 1997 ב-160,000 טון לשנה והתוספת נטו היא כ-100,000 טון.

הערכה גסה של כמות המלחים המומסים הכוללת באקוויפר החוף בכל שטחו (1900 קמ"ר) ובכל עומקו תימדד עד שנת 2020 בין 4 ל-6 מיליון טון. חשיבה פשטנית של שטיפת כל המערכת היא חסרת תוחלת. אין כל דרך לחימנע מניתוח הידרולוגי תלת מימדי וסכימת שאיבה שתשמר את הנפחים בעלי מליחות נמוכה ותצמצם בהדרגה את החלקים המלוחים. אסטרטגיה של שאיבה סלקטיבית חכמה יכולה לממש בצורה הטובה ביותר שטיפה על ידי ייצוא מלחים תוך ניצול המים. מושג זה נטבע על ידי ועל ידי אחרים וביניהם יונה כהנא. כבר לפני מספר שנים. יש להתקין "כליות" לאקוויפר החוף.

2.7 כמה נתונים מהתקופה האחרונה

לפי דו"ח אספקת מים שנתי של חברת מקורות לשנת 1996 (מקורות 1996) ההבדל בין 1995 ל-1996 בצריכת מים היתה בס"ה במחוזות צפון מרכז ודרום תוספת של 20 מליון מ.ק... 30 מיליון מ.ק. נשאבו לטובת ירדן.

ירידה טיפוסית בגובה המים באקוויפר ירקון תנינים החל משנת 1993 היתה כ-0.9 מ' לשנה. במשך 5 שנים גדלה הצריכה התקלאית ב-43%, הצריכה הביתית ב-60% והצריכה הכללית ב-45% (!). בימים האחרונים הודיעו על קיצוץ משמעי של מים להשקיה בחוף הכרמל ובגליל המערבי עקב המלחה מתקדמת של בארות. גידול השאיבה ב-1997 במערכת של מקורות היה ב-8%.

צריך להביא שתי הסתייגויות לנתונים אלה. האחת היא שטבעי שעיקר הגידול בצריכה מורגש בחברת מקורות. החסתייגות השנייה היא שמינון הגידול בצריכה במשך 5 שנים בלבד משווה את הנתונים היום עם השפל הנמוך ביותר בצריכה עקב משבר המים בשנת '91. אולם אי אפשר להתעלם מהעובדה הבסיסית שישנה עלייה בצריכה בכל המגזרים.

2.8 מה עמדתו של נציב המים

בהופעות חוזרות הוא טוען שלא חסרים מים בישראל. לפעמים הוא טוען שעד שנת 2010 לא יחסרו מים. מאוחר יותר הוא נסוג וקבע שעד שנת 2005 לא יחסרו מים. בעיתון "ידיעות אחרונות" של 10.2.98 הוא מצוטט כמי שאומר בוועדת הכספים של הכנסת כי "בעשור הקרוב לא צפוי מחסור במים, אולם בשנת 2010 יחיה מחסור חמור במי שתיה והמדינה תיאלץ להתחיל בהתפלה מאסיבית". לאור הנתונים שלעיל עמדה זו יותר מאשר מתמיחה. בימים האחרונים לאור הבצורת של שנת 98/9 ישנו שינוי חלקי בניסוח הדברים, אך אין כל מעשה.

3. מהו המשמעות של הדפיציט ההולך וגדל במים שפירים?

החל מ- 1993 החזיר שר החקלאות יעקב צור את הקצבות המים לחקלאות למצב כפי שהיו לפני 1989 (1.4 מיליארד קוב). הוא נתפש ע"י חבריו כמושיע. למעשה הוא תרם כדי לקרב את קיצה של החקלאות. לא כל כמויות המים נוצלו בגלל מצב רע של החקלאות בכלל. ראוי להזכיר שבניתוחים שנעשו ב- 1990-1 נמצא שלא ניתן אז להבטיח לחקלאות יותר מאשר בין 800 מיליון ל-900 מיליון מ"ק מים באמינות של 19 מתוך 20 שנה. מאז, כאמור, גדלה צריכת המים השפירים במגזר העירוני ובמגזר התעשייתי ב- 190 מיליון מ"ק. יותר מ-50 מיליון מ"ק נמסרו לירדן וכ- 10 מיליון לרצועת עזה. כלומר, לכאורה, כמות המים השפירים שניתן לספק לחקלאות באמינות של 19 מתוך 20 שנה ירדה לפחות ב- 250 מיליון מ"ק, כלומר ל- 650 מיליון מ"ק. אף על פי כן, ב- 1996 אספקת המים השפירים לחקלאות בפועל היתה כ- 950 מיליון מ"ק. במשך אותה תקופה מליחות מי התהום עלתה. בין השנים '91 ו-'98 מליחות אקוויפר החוף עלתה בקרוב ל-20 מיליגרם כלור לליטר. מאחר שהשאיבה לא פחתה ולא נוספו מים לשטיפת קרקעות הרי שאין כל ספק שחקרקעות המלחו והגידולים ניזוקו. כפי שראינו לעיל המצב ילך ויחמיר. בכל דרך שמסתכלים על הבעיה, אספקת המים לחקלאות היא הרפתקנית. צפוי מחסור לעתים יותר ויותר קרובות וצפויות השפעות קשות והולכות על מקורות המים. צפויים גם נזקים תולכים וגוברים ליבולים והשחתת קרקעות. התסריטים האפשריים לעתיד הם כלהלן:

תסריט א' - ממשכים במצב תקיים ללא שינוי. המשמעות הבלתי נמנעת היא הבאת מקורות המים בישראל לקראת אסון ודאי ונזק כלכלי אדיר. הרס מקורות המים ממילא יחסל את החקלאות המושקית או את רובה המכריע. לפני שהיא תתחשל יחולו בה זעזועים תולכים וגוברים עקב שנות בצורת. העובדה שבשנה יש במקרה עלייה של המפלסים אין לה כל משמעות. כל מי שענינו בראשו יכול להסתכל בהתפתחות מצב המים מ-1990 ולראות שהיתה תוספת חד פעמית של מים ב-1991/2 ובשנה שאחריה עקב גשמים ברוכים וצמצום דרסטי בצריכת המים עקב תקנות והסברה. ומאז ישנה ירידה עקבית של פני המים בכל המקורות. משנה לשנה ועלייה עקבית במליחות המים.

תסריט ב' - מונעים שאיבת יתר על ידי הורדה מיידית של לפחות 400 מיליון מ"ק מים שפירים מאספקת המים לחקלאות, והורדה הולכת וגדולה משנה לשנה. פירוש הדבר סגירה מיידית של כ- 1/3 החקלאות המושקית וסגירה הולכת וגוברת של החקלאות. מידת הנזק תהיה קטנה מזו שלפי תסריט א'.

תסריט ג' - מתחילים מייד בהתפלה מסיבית בכמויות גדולות שצריכות להדביק תוך זמן קצר את הדפיציט שהוא איננו ערך קבוע אלא הולך וגדל. טענת החקלאים היא שגם תסריט זה יגרום להרס החקלאות בגלל המחיר הגבוה של המים שיתבעו מהחקלאים, מחיר שלכאורה אין בידם כל דרך לשלם. טענה זו יש לבדוק היטב. היא נראית בלתי אמינה מאד. תסריט ג' יגרום לנזק המינימלי לכלכלה הלאומית ולחקלאות בהשוואה לתסריטים א' ובי. לתסריט של התפלה מתעוררת מגבלה שחיתה צפויה זה זמן מה וזו של הצורך באנרגיה להתפלה. ישראל תהיה מוגבלת מאוד בשימוש באנרגיה אשר מקורה בשריפת דלק (זסלבסקי 1998). מכאן עשויה להיות הגבלה קשה מאוד, למעשה מניעת, של התפלה שהיא עתירת אנרגיה. התכנון של

התפלה נעשה לפיכך מסובך יותר ומחייב הסתכלות במערכת מורכבת יותר, אך אפשרית בהחלט. רצוי לחפש סינרגיזם חיובי בין אנרגיה ממקורות נקיים ומתחדשים ובין התפלה.

תסריט ד' - שימוש במים מושבים. כנראה שאין עוד חילוקי דיעות על כך שמצב המים חמור

והתחזית פסימית. הטענה המקובלת היא שהדרך לפתרון היא כלהלן:

ככל שצריכת המים השפירים תגדל במגזר הביתי והתעשייתי, יגדל גם נפח הביוב. הביוב ישמש לחקלאות. כמות זאת, לדברי הטוענים, יותר מאשר תחליף את כמות המים השפירים. אלא שמהכמות הזו צריך להפחית קודם כל את כמויות הביוב המשמשות כבר היום לחקלאות והנפח שנוסף יירד במקרה הטוב לכ - 700 מיליון מ"ק מים מושבים. לכאורה, תסריט זה נראה באופן שטחי מאוד כפתרון. עיון קל בחצעה זו מראה שהוא רחוק מאוד מפתרון מעשי. ייתכן שהמטיפים לו טומנים פח לחקלאות, שיחרוס אותה ללא תקנה וזאת משום שידחו את הפתרון האמיתי. על כך נדון בהמשך.

אין כל ספק שהקפדה על השבת מים מסודרת היא בעלת חשיבות רבה מאוד והיא מהווה חלק מכל תכנון כולל של משק המים. קודם כל היא דרושה כדי לעצור תהליך זיהום חמור ביותר של מקורות המים. נוסף לכך, בתהליך הכנת הביוב לחרחקה אפשר להביא אותו לאיכות כזו שתוכל לתרום למאזן המים הכולל. אין גם כל ספק שבכל מקום שאפשר, כדאי להשתמש במים תחילה בשימוש עירוני או תעשייתי שאיננו מכלה את המים באידוי. דבר זה מאפשר שיפור המאזן. אם תוספת הצריכה הבלתי מכלה של מים עד שנת 2020 היא כ - 740 מיליון מ"ק לשנה (ראת סעיף 2.3 לעיל ללא תוספת מים לנחלים וללא רכיבים נוספים למאזן) הרי הקפדה רבה על השבה מסודרת תוסיף לכאורה עד כ - 520 מיליון מ"ק למאזן הארצי כ-70%, לא יותר. כמות זו יכולה היתה להחליף רק כמחצית המים השפירים בחקלאות (לפי נתוני הרשות לתכנון התוספת של מים מושבים לא תעלה משום מה על 200 מיליון מ"ק). ראוי לציין שבמצב הנוכחי שאיבת היתר והמחסור במים עד שנת 2020 עשויה להגיע בין 1330 מלמ"ק לשנה ל-1580 מלמ"ק לשנה. לתסריט של שימוש במים מושבים עוד כמה הסתייגויות כבדות משקל שתובאנה בהמשך. המסקנה העיקרית היא שבמקרה הטוב ביותר השימוש במים מושבים מהווה פתרון חלקי ביותר לנטילת המים השפירים מהחקלאות. כשבודקים את מהלך הדברים על פני ציר הזמן צפוי מחסור גדול מאוד בכלל ולחקלאות בפרט לפחות בתקופות ביניים.

נניח שהתחזית לצורך החשבון כאן היא שלשנת 2020 גידול בצריכת המים השפירים או גריעה שלהם תהיה כלהלן:

מקסימום	הערכה אפשרית	
650	500	ביטול שאיבת יתר היום
	640	עליית צריכת מים שפירים בעיר ובתעשייה
	100	תוספת מים לנחלים ולחשקיית שטחים פתוחים
	350	עליית צריכה ביו"ש וחבל עזה
340	90	פחיתת מים בגלל המלחח
	100	העברת מים לירדן
2180	1780	סה"כ שינוי מאזן המים השפירים לרעה עד שנת 2020 ללא תוספת מים לחשקיית גידולים וללא רזרבה למקרי בצורת במיליוני מ.ק. לשנה.

הפירוש המעשי הוא נטילת כל המים השפירים מהחקלאות, הרבה מעל 950 מלמ"ק חיום. כך שיהיה מחסור אפילו במים לשימוש עירוני. לפי נתוני הרשות לתכנון חקלאי (דליהו, חדס 1996) היתרה לחקלאות בשנת 2020 תהיה של 402 מיליון מ"ק מים שפירים וזה כולל כבר 43 מיליון מ"ק מים מותפלים. ערך זה נראה אופטימי מאוד וזאת בהמעטה. אולם משמעותו, גם אם מקבלים אותו, היא שללא התפלה, לחקלאות יישארו רק 40% מכלל המים השפירים ב-1996. התסריט לפי 2020 מראה לנו שלחקלאות לא יישארו כל מים שפירים. ספק רב אם יהיו די מי שתייה.

הטענה הרווחת בין עסקני החקלאים היא כאמור שהתסריט של התפלה איננו בר-ביצוע משום שפירושו לדידם היסול החקלאות. טענתם היא שברגע שיתפלו המים הראשונים לשימוש במרכז הארץ, מחירי ההתפלה ייחשבו כמחירי צל שמחייבים את כל החקלאים והתעשיינים. לאחרונה מציג נציב המים את הצורך בהתפלה אך ורק כצורך למצבי הירום לאספקת המים העירונית. כצפוי, משרד האוצר לא מוכן לקבל את הטענה הזו ברצינות.

אם מקבלים את הטענה של עסקני החקלאים הרי בעצם כל אחד מהתסריטים שלעיל מביא בסופו של דבר להדס החקלאות המושקית או מרביתה. דינה של החקלאות ייחרץ לפני כן בגלל אספקת מים בלתי אמינה. זו היתה אמנם הנחתם של יהושע שוורץ (1996) ושל שאול ארלוזורוב (1997) גם אם לא ביטאו זאת בדרך קיצונית או חשבו שזה יקרה יותר לאט מהחזוי כאן.

מאזן של המים על הבסיס הארצי פשוט איננו מעשי. לא בכל מקום שיש מים ממותזרים תהיה חקלאות ולא בכל מקום שיש חקלאות יש גם מים ממותזרים. בניגוד להערכות, הביוב הממוחזר איננו זול כפי שחושבים. אם נקבל את הערכות הרשות לתכנון הרי ערכו קטן בהרבה ממה שמצטטים הדוברים השונים.

בסיכום, כמות הביוב הראוי לשימוש חקלאי קטנה בהרבה מכמות המים השפירים שיהיה צורך לגרוע מהחקלאות ולבסוף, אין התאמה טובה בין מיקום של הביוב ומיקום של החקלאות. בדו"ח הוועדה בראשות שאול ארלוזורוב (1997) קובעים על כן בהשלמת, שאין מנוס מהקטנה נמשכת של מימדי החקלאות המושקית. כך קובע כאמור גם יהושע שוורץ (1996).

אם אמנם חשש זה מבוסס הרי שכל חידון במגמות מחקר ופיתוח בתחום המים בחקלאות מקבל דגש מיוחד. הנושא העיקרי בעל משקל רב יותר מאשר כל נושא אחר הוא איך להבטיח מים לחקלאות ואיך לקיים בכלל חקלאות בישראל. זה מספר שנים ניכר שנושא זה נעדר לגמרי מההקצבות של כספי מו"פ במינהל למחקר של משרד החקלאות. מוטב שיתעוררו לעובדה שקיומה של החקלאות תלוי בכך. מה ההבדל איזה זן של גידול מסויים יגדלו אם דבר לא יגדל.

מחסור הולך וגובר במים איננו התחליף היחידי להשמדת החקלאות. תחליף הבנייה צמודת קרקע ותוספת כבישים מכלה בישראל את הקרקעות החקלאיות הטובות ביותר וברוכות הגשם. מי שמבקש את גאולת ישראל חיום ראוי שיבחין בתחליף החמור ביותר של איבודת של ארץ ישראל. נלחמים בישראל על 1% קרקע של יו"ש בפעימה אבל באותה עת מאבדים מאות אלפי דונמים של קרקע מהמשובחת ביותר.

בדו"ח (ספרים ושות' 1997) דנים בשינויים סביבתיים שיגרמו לשינויים בחקלאות. משום מה נעלמה מעיני המחברים העובדה שלא יהיו עוד מים לחקלאות.

4. המשמעות הכלכלית של שאיבת יתר

בסדנה שנערכה ע"י המחבר ב - 1991 על אקוויפר החוף עשו שני כלכלנים ניסיון בלתי תלוי להעריך מהו הערך הנוכחי של הנזק הנגרם על ידי שאיבת יתר. ייאמר מראש שהערך המצטבר של הנזק קשה מאוד לכימות מדויק. אולם לא קשה להעריך את סדר הגודל של הנזק. בין הסעיפים הנכללים:

- א. פגיעה הולכת וגוברת במקור מים וכמות מים שתהיה מוחלפת במים מותפלים מהים.
- ב. הקטנה של נפח האגירה הרב שנתי. חשוב לחזור ולהזכיר שלו היה נפח אגירה גדול יותר בידינו, ניתן היה להוסיף עד כ - 300 מיליון מ"ק מים לשנה באספקה אמינה של 19 מתוך 20 שנה. גריעה של מטר קוב אחד מנפח האגירה פירושה לפי הערכה גסה פחיתה של כ - 0.2 מ"ק מים שפירים לשנה עקב היעדר נפח אגירה (בהנחה של מתזור אגירה חמש שנת). זאת מלבד ההפסד הישיר של מקור המים. נפח האגירה יהיה דרוש לא פחות בעתיד כאשר כמות המים המותפלים תלך ותגדל. הביקוש למים משתנה באופן עונתי. כדי לנצל את הצידו להתפלה באופן רצוף דרושה אגירה בנפח קרוב ל-20% של כל האספקה השנתית.
- ג. הקטנת האמינות של אספקת המים בתקופות שחונות.
- ד. הירידה התדרגתית באיכות המים גורמת:

1. נזק מצטבר לקרקעות בתהליכי המלחה ותהליכי אלקליזציה.
2. פחיתה הולכת וגוברת ליבולים נגרמת על ידי עליית המליחות ועל ידי השחתת הקרקעות
3. אם משקים בצורה נכונה הרי שעליית המליחות מחייבת עלייה בצרכי השטיפה וייקור החשקיה. מטר קוב נומינלי מלוח הוא שווה ערך לפחות מאשר מטר קוב בעל מליחות נמוכה. השקיית יתר במים יותר מלוחים גוררת אחריה גם טיפולים אחרים יותר יקרים.
4. נזק בריאותי לאוכלוסייה נגרם באופן מיוחד גם כאשר נוקטים בנוהג הנפסד למהול מים מליחים במים טובים יותר.
5. הוצאות הולכות ועולות לטיפול במים בתוספת סבון ומרככים וכי, נזק לדוודים ומחליפי חום וכי
6. המלחת יתר של המים המושבים בסיבוב שני בעיקר בגלל "קושי" של המים והצורך בריכוך. ייגרם על ידי כך נזק חוזר נוסף בסעיפים הקודמים.
7. נזקים עקב חוסר אמינות באספקת המים וניודים תקופתיים.
8. הקטנה של היקף העיסוק בחקלאות, הפסד השקעות וכי.

הקושי בכימות נמצא בכל אחד מהסעיפים. נוסף לכך, ישנה השאלה העקרונית מהו ערך הריבית המחושב בהערכת הערך הנוכחי של הנזק, וכן מה הערך של מדיניות אלטרנטיבית (זסלבסקי 1998).

ככל שהריבית המחושבת נמוכה יותר ניתן משקל יתר לנזקים או לרווחים עתידיים. המשמעות של שמירת חסביבה או המושג של פיתוח בר-קיימא - Sustainable Development - היא התחשבות בדור הבא או בדורות הבאים ומתן משקל לרווחים או הפסדים להם שאינו פחות מהערכים של רווח והפסד בהווה. המשמעות הכלכלית של Sustainable Development היא הפנמה של העלויות החברתיות עקב פגיעה סביבתית או השחתת מקורות במקום אחר או בזמן אחר והבאת שער הניכיון הריבית לערך אפס בהשוואה בין חלופות או קרוב לאפס. הגישה

הקפיטליסטית של השוק החופשי, עם העדפה לרווחים גדולים ומהירים, מביאה באופן תיאורטי ובאופן מעשי להשחתת הסביבה. ה"ריבית" הגבוהה ביותר היא של מקבלי החלטות שטוח שיקוליהם או תקופת החזר היא קדנציה של 4 שנים. אין זה מקרה ששיקוליהם והחלטותיהם לא מתחשבים עפ"י בהשפעות על הסביבה. כאשר שער הנכיון הוא אפס הרי לרווח או הפסד בעוד 50 שנה ישנו משקל זהה לרווח או הפסד היום. שיקולים כלכליים שונים גורסים ששער הנכיון לחישוב הערך הנוכחי צריך להיות גדול מאפס, למשל 2%.

דוגמה נוספת להשפעה של תרגום השיקול הערכי למונחים כלכליים היא למשל, שבשער ריבית אפס התחליף למקור מים מושחת איננו קוב מים מותפל ממים מליחים אלא קוב מים מותפל ממי ים.

הגשמה של מטרות לאומיות המחייבות את קיום החקלאות כערך עקרוני, את שימור השטחים הפתוחים, שימור הקרקע, הגינון בערים וערכים דומים, פירושם קביעת ריבית נמוכה. המכפיל לקבלת הערך הנוכחי הסדרתי של ההשפעות השונות בעתיד שווה בקירוב למספר השנים כאשר הריבית קרובה לאפס.

הערכת הכלכלנים בסדנא של 1991 על אקוויפר החוף אמרה שהנזק המצטבר באקוויפר החוף מידי שנה בגלל שאיבת יתר של מטר קוב אחד מתקרבת ללא כל ספק לעלות התפלה של קוב מי ים בערך של כ - \$0.75. אפשר להצביע על הערכה אחרת המתקרבת ל - \$3 לשנה, עקב שאיבת יתר של מ"ק אחד לשנה אחת וזאת בריבית מקובלת של 7.27%. הערך הנוכחי היה נעשה גדול הרבה יותר אילו התחשבנו בשיקולים סביבתיים ובריבית נמוכה יותר. ההערכה שלעיל לא כללה את כל סוגי הנזקים שנמנו.

כדי לחמיש את סדר הגודל של הנזק עקב שאיבת יתר נניח הנחות מאוד פשטניות ובלתי מדוייקות. נניח שנפח האגירה האופרטיבי הכולל של אקוויפר החוף הוא 2.5 מיליארד מ.ק. (5 מטרים גובה על 2000 קמ"ר ובתפוקה סגולית של 25%) נניח שעד כה רק 16% מזה נחרס, כלומר 400 מיליון מ.ק. וזאת כתוצאה משאיבת יתר שהתחילה ב-70-1975 והגיעה בס"ה לכ-2.5 מיליארד קוב (תיחס בוודאי חמור יותר משום שאין ספק שאיכות המים היום היא הרבה מתחת למותר ולפי השירות ההידרולוגי (1996), השירות ההידרולוגי (1997), והשירות ההידרולוגי (1998) נמהלים היום במים המסופקים כמויות מים מליחים שאסורים בשימוש). אם נייחס משקל שווה לכל אחד מהקובים של שאיבת יתר הרי שכל קוב שאיבת יתר גרם עד היום להפחתת הנפח המועיל של האגירה באקוויפר החוף ב-0.16 מ.ק.

המשמעות היא ירידת האספקה השנתית כדי קרוב ל-0.02 מ.ק. לשנה לכל קוב שנשאב שאיבת יתר וירידה בכושר האספקה על ידי איזון בין שנים שחונות ושנים ברוכות כדי 80 מלמ"ק לשנה, 0.2 מ.ק. שנתי לכל קוב אגירה חסר או 0.032 מ.ק. לכל מ.ק. שאיבת יתר.

אם האלטרנטיבה היא התפלת מי ים בעלות של 75 סנט לקוב בפתח בית החרושת וזאת לעומת עלות החפקה של מים טבעיים שנניח שמחירו 10 סנט לקוב, הרי הנזק הוא של 65 סנט לקוב שהומר ממים טבעיים להתפלת מים. ס"ה פחיתת המים עקב שאיבת קוב אחד שאיבת יתר יצא 0.052 מ.ק. או 3.4 סנט לקוב בשנה עקב שאיבת יתר. נניח ריבית של 2% לחישוב הערך הנוכחי של פיתוח בר-קיימא ונניח חשבון ל-50 שנה בלבד. מקדם הערך הנוכחי של הנזק הופך להיות 31.4 או 97 סנט לקוב שאיבת יתר.

קל מאוד לעשות הנחות שונות מעט ולהצביע על נזקים חמורים בהרבה. די בכך שנניח ריבית של 0% כדי שהנזק על פני 50 שנה יגדל לפי 50 מהנזק לשנה או ל-\$1.70 מ.ק. שאיבת יתר. המסקנה

איננה משנה אם מחירי הצל נקבעים לפי התפלת קוב מים מליחים. בכל מקרה צריך להביא בחשבון מכפיל של לפחות 31.4 כפול לפחות 0.052 מ.ק. כפול בהפרש בין עלות קוב רגיל לקוב מותפל או 1.6 פעמים ההפרש בעלות שבין התפלה של מים כלשהם ובין שימוש במי תהום.

המשמעות היא מדהימה: אנו ממשיכים לשאוב שאיבת יתר מאקוויפר החוף בשעה שבמקום זה התפלה היתה עולה פחות, ללא ספק הרבה פחות. לכן אין ספק שהמשך המצב הקיים הוא פשוט תסריט התמור ביותר מבחינה כלכלית טהורה (!).

הראינו קודם לכן בסעיף 2.4 שהנזק עקב אספקת מים לא אמינה לחקלאות שקול כנגד נזק שנתי ממוצע של כ-400 מיליון ש"ח. אם שוב ניתן משקל שווה לכל קוב שאיבת יתר עד היום במשך כ-25 שנה בממוצע הוא של כ-5 ש"ח (בערך נוכחי ל-50 שנה לפי 2%). גם אם נשתמש בשער של 3 ש"ח לדולר פירושו הדבר 1.6 דולר נזק לכל קוב מים שאיבת יתר.

עדיין לא כימתנו את שמונת הסעיפים האחרים של נזק ע"י שאיבת יתר, ולא נתנו משקל לצרכי האגירה הכרוכים בניצול רצוף של הציוד להתפלה. בשנת 1996 הערך השנתי של הגידולים החקלאיים המושקים הגיע לכ-12 מיליארד ש"ח (לפי השנתון הסטטיסטי של 1997 ויותר כפול לפי ספרים ושות' (1997)). אם היה הפסד של 1% מהיבול הזה בגלל המלחה, כמוה כ-120 מיליון ש"ח בשנה לפי האחד וכ-250 מיליון ש"ח לפי השני. הערך הנוכחי של ההפסד הזה כמוהו כ-3.6 מיליארד ש"ח או קרוב ל-8 מיליארד. אילו כל 2.5 מיליארד קוב שאיבת יתר היתה גורמת להמלחה שהורידה את היבול ב-1% בלבד הדבר היה כאילו קוב אחד שאיבת יתר גרם לנזק מצטבר של 1.44 – 3.0 ש"ח. צריך להיות ברור שהנזק שנגרם בוודאי הרבה יותר גדול. כלומר, התרומה של כל קוב היא בוודאי בסדר גודל יותר גדולה מההערכה שלעיל. זהו מס שמשלמים החקלאים ומשלמת מדינת ישראל למדיניות משחיתה של השימוש במים. התופעה של יצירת קרקעות מלחות ואלקליות ידועה. כתוצאה מכך ישנה היווצרות קרום בפני הקרקע בהשפעת גשם או השקיה וזה גורם לנביטה מאוחרת ולא שלמה ולקשיי איורור. בניסויים נמצא שתיקון תופעות אלה הביא לעליית יבול במספר אחוזים לא מבוטל. שיקום חלקי של קרקעות כאלה בעמק יזרעאל גרם להוצאות של מאות דולרים רבות לדונם, בסדר גודל יותר ממה שהחקלאי יכול לשלם. המימון בא ממקורות ציבוריים. אבל תופעות המלחה ואלקליות ישנן בכל רחבי המדינה ובהיקף ניכר מאוד.

ב- (1984) Van Genuchten אפשר למצוא הערכות להשפעה של המליחות על היבולים. מעבר לסף רגישות מסויים החשפעה על היבול נעה בין 16% ל-33% ל-1000 מיקרוסימנס לס"מ, זאת לקבוצת גידולים רגישים. 1000 מיקרוסימנס לס"מ שקולים בערך לגידול של ריכוז מלחים כלליים ב-400 מיליגרם לליטר או עלייה של ריכוז כלור ב-245 מיליגרם לליטר. הריכוז הקובע הוא הריכוז הממוצע בבית השורשים. זה יהיה לא פחות מאשר כפול ואולי משולש מהריכוז במי החשקיה. כלומר שינוי של כ-125 מיליגרם כלור לליטר במי החשקיה.

לפי המספרים לעיל פחיתת היבול הנוספת מידי שנה במים המושקים במי אקוויפר החוף תנוע בין 0.38% ל-0.79% לשנה. בגלל עלייה של 3 מיליגרם כלור לליטר בשנה. רוב הגידולים הרגישים הגיעו כבר לסף תרגישות. תוספת של 120 מיליגרם כלור לליטר מים ממותזרים כמוהם כעלייה של 800 מיקרוסימנס לס"מ או 13%-27% פחיתת יבול בגידולים רגישים (!)

פחיתת היבול לשינוי של 1000 מיקרוסימנס לס"מ לגידולים בעלי רגישות מתונה, נעה בין 6% ל-13% וסף הרגישות גבוה יותר. פחיתת היבול בגידולים עמידים במידה מסויימת (רוב גידולים אלה הם בלתי מיושמים בישראל) היא בין 7% ל-20% ל-1000 מיקרוסימנס אבל סף הרגישות נע

בין 5000 ל-7000 מיקרוסימנס. לצמחים עמידים מאוד למליחות סף הרגישות הוא בין 7000 ל-9000 מיקרוסימנס לסי"מ ופחיתת היבול ל-1000 מיקרוסימנס נעה בין 3% ל-6%. גם חלק מהגידולים הפחות רגישים הגיע לסף הנוק ממליחות. בהשקיה במים ממוחזרים מרבית הגידולים, להוציא גידולים עמידים למליחות, הגיעו לסף הרגישות למלחים. הטבלאות הנ"ל לא הביאו בחשבון נזקים הנובעים מהפיכת הקרקעות לקרקעות אלקליות. אפשר לסכם ולומר ללא צל של ספק שלשאיבת היתר של מים, הבאה לכאורה לקיים את החקלאות, מחיר כבד ביותר העולה פי כמה לציבור על מחיר התפלת מי ים שיכולה היתה להחליף את כל שאיבת היתר. למיחזור של מי ביוב במתכונת המקובלת היום ישנה תרומה שלילית ביותר לכל מאזן המלחים. למעשה, הם יצרו מחזור סגור של מלחים ובכל שנה נוספים למחזור זה מאות אלפי טון מלחים. יש נזקים מצטברים גם לזיהומים האחרים וביניהם כאלה המזיקים אפילו לחקלאות עצמה. במשך עשרות שנים האוצר טוען, לכאורה בצדק, שאין הצדקה להתפיל מים ביותר מדולר (היום כ-80-70 סנט) כאשר החקלאים משתמשים ב-950 מיליון קוב מים שפירים (ובעבר יותר) ומשלמים תמורתם כ-25-15 סנט. כך חברו מומחי האוצר לעסקני החקלאים ובמאמץ משותף גרמו, וממשיכים לגרום לנזק חמור ביותר למשק המים ולפגיעה ודאית בחקלאות ובערכי סביבה. גם אם האוצר צודק וראוי שהחקלאים, בעצם כל הצרכנים, ישלמו מחיר אמת תמורת המים, אין הוא רשאי למנוע משום כך התפלת מים שהיתה מקטינה מאוד את הנזק (!). אם ניקח בחשבון שישנן כמויות מים גדולות של מים מליחים (מעל 350 מיליון מ.ק. לשנה) שעלות התפלתם קטנה יותר (45-25 סנט לקוב) ויש עוד הזדמנויות להתפלה זולה, כפי שנראה להלן, הרי שהמסקנה שלעיל תקיפה יותר. עדיין מחירי הצל הם של התפלת מי ים. גם דחיית הקץ של התפלת מי ים היא בעלת משקל כלכלי קטן יחסית, כאשר שער הנכיון המחושב בפיתוח בר-קיימא הוא נמוך. כפי שנצביע, ניתן להתפיל מאות מיליוני מטרים קוביים מים מליחים בעלות שאינה עולה על 45 סנט, הרבה פחות מהנזק הנגרם בשאיבת יתר של מטר קוב אחד. הדבר איננו גורע מההנחה שבעתיד חיותר רחוק ההוצאה החליפית היא של התפלת מי ים יקרה יותר. יותר מזה, אין ספק שבעתיד הלא רחוק אפשר יהיה להתפיל מי ים בעלות שאיננה עולה על 50 סנט למ.ק. בכל כמות שחיא שתספק את כל צריכת המים בדרום הארץ.

5. עוד כמה שיקולים ביחס לביוב והחלפת מים שפירים בחקלאות - האם זהו

פתרון רציני?

5.1 האם אפשר באמת להחליף מים שפירים במים מושבים?

חלק גדול של החקלאות מצויה באזורים בהם אין מקורות ביוב גדולים. ההערכות על כמות המים השפירים בחקלאות שניתן באופן תיאורטי להמיר במים מושבים נעשו בניצבות המים. הם נעו בין 350 מיליון מ"ק באופן פחות או יותר ריאלי ועד 650 מיליון לאופטימיסטים ללא תקנה. הערך הגבוה הוא בלתי אפשרי באופן מוחלט. כך אפילו תוספת המים המושבים שמוערכת בין 200 ל-450 מיליון מ"ק. הכמות ממילא איננה מחולקת כך שתוכל להמיר מים שפירים בחקלאות בהיקף מרשים ללא השקעות גדולות מאוד בהסעה ובאגירה.

יותר מזאת, למים המושבים הללו עשויים להיות צרכנים אחרים, לאו דווקא חקלאות. יצרניות המים המושבים תצרכנה בעצמן מים לשם גינון, ובעתיד גם לייצור מי שתייה (אם כי נשמעים ספקות בעניין זה).

מעניין להביא כאן תיאור מצב אבסורדי, אם לחשתמש בביטוי עדין. אלה המסנגרים כל כך על המרה של מים שפירים במי ביוב נוהגים אחרת. מי הביוב המטופלים הנוספים למערכת לא מיועדים להמרה במים מתוקים אלא להשקיה של שטחי חקלאות חדשים (!). חמור מזאת, הביוב היה צריך להיות מטופל ע"י יצרניו וזאת עד לרמה שאפשר יהיה לשחרר אותו לסביבה ללא כל נזק. תרשויות המקומיות אמנם גובות אגרות שהיו מספיקות לגמרי לטיפול זה. כסף האגרות משמש למטרות אחרות ולעתים קרובות בלתי כשרות ואז תקציב מדינה מופנה לטיפול בביוב המשמש בסופו של דבר בניגוד למדיניות המוצהרת.

5.2 עלות טיפול אגירה והסעה של מים מושבים

אחד הגורמים המשפיעים על מידת המעשיות של שימוש במים מושבים בחקלאות הוא עלויות הטיפול, האגירה וההסעה.

אחד היעדים הפופולריים שנקבעו ע"י שר החקלאות הקודם יעקב צור הוא הסעת מים מושבים לדרום כדי שהדרום יהיה ירוק ולא סתם ירוק, הוא הועיד אותם לגידול פרדסים, גידול שאינו יכול להצדיק את עצמו מבחינה כלכלית, גם בתנאים טובים ביותר. שוב דוגמא להרחבת השטח המושקה במקום המרה של מים מתוקים במי ביוב.

בתכנון ע"י נציבות המים התברר, בהנחה שיתפנה צינור מזרחי של מים שפירים בחלק ניכר מנתיב החובלה, העלות למטר קוב מים מושבים תהיה 85-90 אגורות (במחירי 1996). זאת אחרי האיסוף והטיפול בביוב לרמה של 20/30. העלות הזו כוללת רק אגירה וחובלה לראש השטח החקלאי. סילוק לים היה עולה בוודאי 25 אגורות. כך, לכאורה העלות הנוספת נטו לחקלאות היא 60-65 אגורות למ"ק. למעשה ההרחקה לים היא פיקציה חישובית. מסיבות שונות הרחקת הביוב לים איננה אופציה ריאלית וביניהן האמנה הבינלאומית האוסרת על כך. בכל מקרה, העלות הנוספת איננה יורדת מ- 20-27 סנט למטר קוב מים מושבים. רק כדי לחסיע את המים למקום שימושי ולחבטיח נפח אגירה. הרי בפחות ממחיר זה ניתן היה להפוך את הביוב המטופל לרמה 20/30 למי שתייה לכל דבר. וכנגד זה, פרדסים אינם מחזירים יותר מ-36 אגורות למ.ק. של מי השקיה, וחיום אולי אף פחות מכך.

גם ללא ביקורת על כדאיות כל הפרוייקט הזה, אין ספק שהוא לבדו חורג מהמחיר שתקלאים מוכנים לשלם היום תמורת מים. בודאי שלא יצדיק תשלום כזה תמורת מים לא שפירים עם כל הכרוך בכך.

5.3 איכות המים הממוחזרים והשפעתה

בדיונים חוזרים בפורומים שונים במשך לא פחות מ-6 שנים נבחנה הבעיה של איכות המים הממוחזרים. האיכות שנקבעה של 20/30 היתה בשעתו פשרה פוליטית באקלים די ציני לכל נושאי איכות חסביבה ובחנחה שאיכות זו תספיק בתנאי שמי הביוב ישמשו אך ורק להשקיה. ישנם חילוקי דעות על מידת הנזק של מים ממוחזרים באיכותם זו. יש רבים הטוענים שאסור בשום אופן להשקות במים ממוחזרים אלה מעל כל האקוויפרים העיקריים. בדיקות מצביעות לא רק על העשרה במלחים אלא על חזירת כימיקלים מסרטנים, מתכות כבדות ועוד. אולם אין

חילוקי דעות שאסור בשום אופן לבנות מפעלים להרחקת הביוב שמבוססים על איכות שמתאימה אך ורק להשקיה. בכל שנה גשומה בעבר המים האלה נשפכו לנחלים ולים עם זהמה חמורה. האיכות הדרושה של מים ממוחזרים היא כזו שאפשר יהיה לשפוך אותם בכל מקום ולכל מטרה ללא כל תלות בשימוש להשקיה. הקדשה מראש של המים הממוחזרים אך ורק להשקיה תהיה חזרה למכשלה שתהיה לא מועילה ולא זולה. זהו במידה רבה "פטנט" שעסקני החקלאים דאגו למימושו כדי שהמים יובטחו לחקלאות בדיוק כשם שלמי שטפונות קוראים, משום מה בישראל, עד היום, מים לא שפירים. הקימו אפילו מאגרים למי שטפונות ומי ביוב במשולב. לגישה כזו של הפיכת מים שפירים למים לא שפירים ישנן דוגמאות חמורות ביותר. בשנים ברוכות גשמים הביוב פשוט נפלט ומזהם את הסביבה.

ללא שיפור איכות מי השתייה, המליחות של חלק ניכר של המים הממוחזרים עולה על האפשר ביחס לגידולים שונים. לפי נתוני השירות ההידרולוגי (1998) כמות המים שנשאבו ממי התהום במליחות גדולה מ-300 מיליגרם כלור הגיע ל-189 מיליון מ.ק. רק כ-85 מיליון מהם לשימוש ברשת המשמשת גם למי שתייה. לפחות כמות שווה של מי ביוב הגיעה משום כך למליחות שמעל 400 מיליגרם כלור לליטר שנחשבת כבלתי ראויה להשקיה.

זו סיבה נוספת לכך שסך הכל כמויות המים הממוחזרים איננו יכול להתממש במלואו, לא בדרך ניהול משק המים הנוהגת היום. באותה מידה שמשתמשים במים ממוחזרים הם מוגבלים לגידולים לא רגישים למליחות. זוהי דרך להנציח גידולים בלתי כלכליים שמוטב היה שלא ישמשו כלל בחקלאות הישראלית.

5.4 נזקים לשיווק תוצרת ולתיירות

ישנו חשש ממשי מאוד שהשקיה במים ממוחזרים באיכות 30/20 תפגע באופן קשה ביכולתנו לשווק את התוצרת החקלאית לחו"ל ולארץ תיירים בארץ.

הסטטיסטיקה של התפרצות מגפות שמקורן בביוב איננה מכובדת כלל. ישנם הרבה תהליכים כימיים שעדיין אינם ידועים היטב, בהם חומרים שונים, אורגניים ומתכות כבדות, החודרים למעגל המזון. אין כל דרך מעשית לחבטיח שתיבדקנה כל ההשפעות מחד גיסא, ושיהיה מעקב צמוד לכל מאות או אלפי החומרים שעשויה להיות להם השפעה בריאותית. בכל מקרה, התקנים הולכים ומחמירים ומשיכו להחמיר.

בין אם מסיבות רציונליות ובין אם מסיבות לא רציונליות, ישנו חשש כבד מאוד שאם כל החקלאות או חלק ניכר ממנה תשתמש במים מושבים באיכותם הנוכחית, הנזק הכלכלי למדינת ישראל יתבטא בסופו של דבר במיליארדי דולרים. זאת, עקב פגיעה ביכולת השיווק של התוצרת החקלאית ועקב פגיעה בשמה הטוב של ישראל מבחינת החיגיינה הכוללת. ביום שמצב המים הממוחזרים יגיע למדריכי התיירות הנזק עלול להיות בלתי נסבל. ישנו דיווח שכבר נעשה שימוש בעבר בתעמולה על ידי מתחרים "אנחנו לא משקים במי ביוב". קרה שאפילו שיווק הפרחים נידחה בשל שימוש במים מושבים. אבל נזק לחקלאות בטווח ארוך מעולם לא הרגיע את העסקנים החקלאיים כדי להראות לכאורה הישגים לטווח קצר. כנגדם, באוצר רווחת התיאוריה שלא נורא אם חלק מ-2%-3 העוסקים בחקלאות ימצאו פרנסה אחרת ותוצרת חקלאית טרייה תיובא. טענה זו נשמעת גם על ידי טכנוקרטים "פוסט ציונים" אחרים. איזה דרך נהדרת להישמע אובייקטיביים, משוחררים, ובעלי חשיבה אמיצה.

5.5 איכות המים הממוחזרים והשקיה

לאיכות המים המושבים השפעה על ההשקיה. ההשפעה מתבטאת בסתימות ברשת ההשקיה ובהתפתחות משנית של גורמים מזיקים במאגרים וברשתות החסעה. כפי שכבר קרה בשפד"ן ההתפתחות המשנית של מיקרואורגניזמים, ביניהם גורמי מחלות לצמחים, היא על בסיס שאריות חומרי החזנה במים. מאגרי מים ממוחזרים גורמים להתאדות והפסד מים, להתפתחות משנית של חומר אורגני וסתימות במערכות ההשקיה ולעלייה ניכרת של המליחות. כמויות אדירות של כלור מוקדשות לטיפול במים האלה עם כל הכרוך בכך. טיפול המיועד לשימוש בלתי מוגבל של המים הממוחזרים יכול היה להשתמש במאגרי מי התהום במקום מאגרים עונתיים עיליים ובמקום החדרה למי תחום ושאיבה מחדש שמייקרות במידה ניכרת את המים ומזהמות ללא תקנה את מקור המים.

5.6 האיכות הדרושה למים ממוחזרים

כאמור לעיל, בדיונים רבים של מומחים וגם בנציבות המים חזרו והגיעו למסקנה בלתי נמנעת שאיכות המים הממוחזרים צריכה להיות כזו שלא יהיה כל נזק מכל מין שהוא בהרחקת המים לסביבה ללא הבדל אם המים ישמשו להשקיה ואם לאו. **הממעיטים טוענים שהאיכות צריכה להיות לפחות כמו המים בשפד"ן כך שניתן לכל שימוש ואפילו שתייה אקראית. המרבית טוענים שצריך לחזור ולהפוך את המים הממוחזרים לאיכות מי שתייה.** כנראה שהאפשרות האחרונה היא גם הכדאית ביותר מבחינה כלכלית, בייחוד כאשר היא מחליפה ייצור מים בהתפלה ממי ים עם שאיבה למרחקים ניכרים ולגבהים ניכרים והוצאות אגירה. הרווח הוא לא רק במניעת הצורך להתפיל מים מהים אלא חסכון בהובלה, במניעת זיהום מי התהום, במניעת המלחה וחוסר צורך לאחסן את המים במאגרים עונתיים ולעיתים רב-עונתיים.

5.7 העלאת איכות המים המושבים

א. בנציבות המים בדקו את העלות הנוספת הדרושה כדי להביא את איכות המים מ - 30/20 לאיכות זהה או טובה ממי השפד"ן. **ההערכה היא של 15-20 אגורות.**

ב. **את מי הביוב אפשר יהיה בעתיד להביא לאיכות מי שתייה על ידי טיפול נוסף שבס"ה לא יעלה על 35-40 סנט למטר קוב. דברים אלה כבר נוסו בעולם - דיווח מאוסטרליה על טיפול נסיוני בהתפלה של מי ביוב מצביע על עלות של 2 דולר למטר קוב. אבל ההערכה היא שמחיר זה יירד בקרוב ל-1.49 דולר למטר קוב. אין ספק שמיתקן יותר גדול וטכנולוגיה יותר נועזת וניכוי של הוצאות מיותרות בטיפול הסטנדרטי בביוב יורידו עוד את המחיר האפקטיבי במידה ניכרת מאוד. תחליף של אוסמוזה הפוכה בממברנות לנוו-פילטרציה וטיפול מוקדם במים, הוא כל מה שנדרש בעיקרון. האיכות תהיה של מים מעולים לשתייה ללא כל גורמי מחלות וחומרים אורגניים במליחות נמוכה מאוד ובאחוז קשיות נמוך מאוד. אפשר להמחיש את העובדה שניתן לבצע הפיכת מים ממוחזרים למי שתייה במחיר הרבה יותר נמוך כלהלן. אם הטיפול הראשוני יהיה כמו במי השפד"ן ההתפלה הנוספת לאיכות מי שתייה מושלמת בנוו-פילטרציה תצרוך לא יותר מאשר 20-25 סנט. ישנו סיכוי לא מבוטל שבתהליך המשולב ניתן לחסוך במשהו. תחיינה כמה סוגיות מיוחדות לטיפול מיוחד כגון מעבר של הבורון דרך הממברנות, הגדלת אורך החיים של הממברנות וטיפול בבוצה. החסתגלות הפסיכולוגית למיחזור המים לשתייה תהיה לא יותר קשה מהשלמה עם גידול**

ירקות במים ממוחזרים ובעלות הרבה יותר נמוכה. בוודאי שלא יהיה קושי לקבלת מים מותפלים אלה, אם הציבור ידע שמרבית מקורות המים ממילא נגועים היום במידה זו או אחרת בזיהומים שמקורם במי ביוב וערימות פסולת. חמור מזאת, קל מאוד לבדוק ולמצוא שכמות הביוב החודרת לאקוויפר ההר מגיעה ל-15% מהמילוי החוזר. עדיין ישנו נפח חד פעמי גדול של מים שלא נפגע אבל כבר היום בערך 15% ממקור המים הם מי ביוב ללא כל סינון. אבל חשוב להדגיש: בין אם המים הממוחזרים ישמשו לשתיה ובין אם לאו, הכרחי להביא אותם לאיכות מי שתייה ולו בלבד לשם סילוק המלחים. השימושים יכולים להיות להשקיית שטחים בין-עירוניים פתוחים, לשטיפת אסלות, לגינון, לזרימה בנחלים ועוד. הכדאיות של שיפור איכות בולטת מאוד. המספרים משתנים אמנם מאתר לאתר. אבל נביא דוגמאות מתמים המסופקים לירושלים. בעידן שבו יחיה צורך במוקדם או במאוחר בהתפלת מי ים כדי לספק את צרכי המים השפירים במדינה, הסעת המים המושבים לדרום גוררת אחריה את העלויות הבאות (במחירי 1997):

עלות טיפול ראשוני ושניוני	שווה לכל החלופות
עלות שיפור האיכות לחשקיה	20 אגורות למטר קוב
הסעת המים המושבים דרומה	90 אגורות למטר קוב
התפלה של המים החליפים לאספקה לירושלים (לפי 75 סנט למ"ק + 0.5 דולר לחסעה לירושלים לפי 3.3 ש"ח לדולר)	412 אגורות למטר קוב

סה"כ ללא עלות טיפול ראשוני ושניוני 522 אגורות

במקום זה אפשר יהיה לספק בערך 0.85 ממי הביוב המושבים חזרה לירושלים עם העלויות הבאות:

עלות טיפול ראשוני ושניוני	שווה לכל החלופות (אולי אף אפשר לחסוך בטיפול שניוני)
אוסמוזה הפוכה ב"ענו-פילטרציה" (לפי 25 סנט)	82.5 אגורות
שאיבה	66 אגורות
הרחקה של התרכיז	10 אגורות
סה"כ	158.5 אגורות

החפרש בין העלות למ"ק של שתי החלופות הוא: 363.5 אגורות
תמורת החפרש בין העלויות ניתן להתפיל ממי ים לדרום: 1.47 מ"ק.

כך, במקום להוביל קוב מים ממוחזרים מירושלים דרומה באיכות מי ביוב ולייצר במקומו מטר קוב מים בהתפלת מי ים, אפשר באותה עלות לספק 2.5 מטרים קוביים מים באיכות מי שתייה לירושלים ולדרום הארץ. (למשל, מטר קוב אחד לירושלים ועוד 1.5 קוב לדרום הארץ). למפעל השפד"ן היתה תרומה חשובה מאוד בשעתו. בכל אופן, הוא קיים היום, אבל ספק אפילו אם יש הגיון באופן קיומו הנוכחי. כנראה שלא יהיה מנוס משיפור משמעי באיכות המים שבו לשימוש בלתי מוגבל ויהיה צורך בצמצום ניכר של השטח שמפעל השפד"ן תופס וערכו גבוה ביותר. ייתכן שמיותרת ההחלטה והשאיבה מחדש. לא כאן המקום לדון בפרטים.

5.8 המסקנות הן:

ישנן סיבות אחדות שלפיהן ההנחה שמי ביוב ממוחזרים באיכות 30/20 יחליפו את המים השפירים בחקלאות נראית מופרכת מעיקרה.

א. באופן תיאורטי, רק חלק קטן, כ - 1/3 מהחקלאות יכול להחליף מים שפירים במי ביוב, ואולי אף פחות מכך.

ב. העלות של הסעת מי ביוב מאזור לאזור והאגירה יהיו גבוהות.

ג. האיכות הנדרשת כדי שמותר יהיה להשתמש במים המושבים באופן חופשי גבוהה מאוד.

אין שיטה זולה להוציא מהמים המושבים את עודף המלחים, החומרים האורגניים

חמסרטינים ועוד, אלא אוסמוזה הפוכה בננו-פילטריציה או מתכונת אחרת של אוסמוזה

הפוכה, דבר המביא ממילא את המים המושבים לאיכות מי שתייה. העלות לא תהיה גבוהה

כלל בהשוואה לעלויות ולנזקים שבחלופת האפס.

ד. יהיה בעתיד ביקוש רב למים המושבים לשימוש חוזר במקומות בו נוצר הביוב. השימוש

יכול להיות החל מהשקיית גנים שיכול לצרוך עד כמחצית מהמים המושבים, וכלה בייצור

מי שתייה לכל מטרה שהיא.

ה. ישנו סיכון גדול מאוד בשימוש במים המושבים במתכונתם היום לחקלאות. המשמעות

עשויה להיות פגיעה קשה בשיווק התוצרת החקלאית ובאירוח תיירים. זאת מלבד נזקים

עקב מליחות ומזהמים אחרים.

התזה שהמים המושבים יחליפו את המים השפירים בחקלאות היא תזה מסוכנת מאוד, שקשה

לחסביר אותה, אלא ממניעים פוליטיים קצרי ראות או מקוצר יד ושמרנות מקצועיים.

6. עקרונות פיתוח בר-קיימא

6.1 משמעות המושג פיתוח בר-קיימא ומימושו למשק המים

העקרון הוא שפעולה של קבוצת בני אדם בהווה כמו ניצול משאבים טבעיים לא תגרום לכך

שלקבוצה אחרת במקום אחר או בזמן אחר האפשרות ליהנות מהמשאבים הטבעיים לא תיפגע

מכך או שתיפגע באורח מינימלי.

ההשפעה הסביבתית של הפעילות האנושית שאיננה מתחשבת בעיקרון אי הפגיעה ואיננה נלקחת

בחשבון בחישוב העלויות הפרטיות של מפעל מסויים נקראת העלות החברתית החיצונית. כפי

שכבר הזכרנו לעיל, הביטוי הכלכלי של מימוש העקרון של פיתוח בר-קיימא הוא בשניים.

א. הפנמת העלות החברתית החיצונית - או הבאתה בחשבון.

ב. משקל לרווח או הפסד בשנים הבאות צריך להיות זחה או כמעט זהה למשקל של רווח והפסד

בחווה או בעתיד הקרוב.

המשמעות ביחס למשק המים מתבטאת קודם כל בהטלת קנס על המשתמש במים בגין העלות

לייצר מקור מים תלפי בעתיד. אין לי בטחון שקנס זה זהה למחירי הצל במובנם הפשוט. יש

לחוסף לחם למשל ערכים של בטחון בפני כל מיני אירועים בלתי צפויים. אם למשל התפלת מי

ים היא החלופה, יש להתחשב גם בתלות באספקת אנרגיה. התיערוף של חשמל המיוצר מדלק

פוסילי לפי תנאי פיתוח בר-קיימא עשוי להיות כפול ואף יותר מכפול בהשוואה לתעריף בהווה

(זסלבסקי 1998). כמו כן, יש להבטיח אמינות אספקה גם במצבי משבר. אם יש כשל בבאר מקור

המים איננו נעלם, ועל כן יש ערך יתר לאספקת מים ממקור טבעי עם אגירה מובנית.

רוב הכלכלנים העוסקים בתחום מסכימים שיש לחייב את מחיר המים בעלות נוספת השווה לפחות למחירי הצל. היום נראה שכולם יסכימו שמחירי הצל ייקבעו לפי עלות התפלת מי ים שכמותם בלתי מוגבלת.

מים מליחים יש בכמות של כמה מאות מליוני מ.ק. לשנה יחד עם המים בבקעת הירדן וים המלח ובתוספת מי השטיפה מהאקוויפרים שיש להוציא כחלק ממניעת הנזק שבשאיבת יתר. יחד, ייתכן שבין 400 ל-500 מליון מ.ק. בשנה אבל זו כמות סופית מוגבלת. ישנה גם כמות מים גדולה מאוד של מים מאובנים פחות או יותר בשכבת אבן החול הנובית בדרום הארץ. המים מליחים. ניצולם יקר והם לא מתחדשים. ניצולם איננו יכול להיחשב כפיתוח בר-קיימא.

חסעת מים מחוץ לישראל היא רעיון נפל שמועלה כל פעם מחדש. ראשית, לא כדאי לייבא מים שהם יקרים יותר ממים שאפשר לייצר על ידי התפלה. היו בדיקות ליבוא מים בדרך היס מתורכיה ומבולגריה. נבחן גם מובל מים מתורכיה דרך סוריה ולבנון לישראל ולמדינות אחרות דלות מים כמו ירדן וסעודיה. כל בחינה רצינית הראתה עלות שאיננה נופלת ממחיר התפלת מי ים.

אדווה כאן על בדיקה כזו שנעשתה בסוף 1997 והראתה עלות של 75 סנט לקוב בלי ההתקנות הדרושות לקליטת המים בישראל. הערכה בע"פ של היזמים נוספה שניתן יהיה אולי לעמוד על המקח עם ארץ המוצא וספקים שונים כדי להוריד במשהו את המחיר.

חלק מהמדינות שהוזכרו כמקור המים לא היו כה נלהבות למכירת המים כפי שחיו היזמים שדחפו לכך. יותר מממלא תפקיד אחד נסע לחו"ל כדי לברר פעם נוספת אפשרות רכישת מים. אחת המחשבות בעבר היתה "לקנות" את מי הליטני ולמכור ללבנון אנרגיה חשמלית ממקור חליפי. ביום שישרור שלום בינינו ונמצא מקור חליפי של אנרגיה לפי עקרונות של פיתוח בר קיימא, צריך יהיה לבחון אם לבנון לא תראה לעצמה צורך לנצל את המים בשטחה. לא מן הנמנע שגם היא תגיע ביום מן הימים לניצול כל כמות המים והצורך בהתפלה.

אבל חשוב מכל, אסור שהאופציה לייבא מים ממדינה אחרת תתקבל כפתרון בר-קיימא שהוא תחליף לשימור המקורות בישראל, ניצולם הנכון ופיתוח מקורות מים חליפיים בלתי תלויים באחרים.

העקרון השני של פיתוח בר-קיימא יבוא כאמור לידי ביטוי על ידי כך ששער הניכיון לחישוב ערך נוכחי של תועלת או נזק יהיה קרוב לאפס. המשמעות החשבונתית היא שמשקל התרומה של שנה רחוקה לערך הנוכחי יהיה כמעט זהה לזה שבהווה. לדוגמא:

מקובל משום מה לחשב ערך נוכחי לפי אורך החיים הטכנולוגיים של פרויקט, למשל 30 שנה. אבל במקרה של מים כמו במקרה של קרקע וערכים דומים אורך החיים הוא זה של המשאב עצמו והצורך בו או של משך החשפעה הסביבתית. אפשר להדגים זאת באופן מצויין בנושא הנדון כאן. רבים מאלה שעסקו בתכנון משק המים בשנות החמישים והשישים נמצאים עמנו היום. עברו כמעט 50 שנה. האם המחיר שהם משלמים היום, הם ילדיהם ונכדיהם, בעל משקל קטן מזה שהם והוריהם שילמו לפני 50 שנה? דומני שלא יהיה אחד מהם שיחלוק על כך שלצרכים שווים או הוצאות שוות צריך להיות משקל שווה. טענה זו לא מדייקת מבחינה מתימטית בעיקר בגלל ערכים יחסיים משתנים בצורות שונות שקשה לחזות מראש ומתן עדיפות מסויימת לצרכי שעה. זו אחת הסיבות שטוענים לריבית של 2% ולא ריבית של 0%.

הערך הנוכחי של הוצאת דולר אחד מידי שנה במשך חמישים שנה שווה ל-50 דולר ול-100 שנה 100 דולר. זאת, אם שער הניכיון הוא אפס.

כלכלנים שונים טוענים שהערך של שער הניכיון לא צריך להיות בדיוק "0" אלא מעט גבוה יותר (למשל 2%). בוודאי אין ספק שישנם שיקולים של היצע וביקוש כאשר ישנן הגבלות של הון למטרות שונות. הקושי הרב ביותר הוא בהערכה של העלויות החברתיות החיצוניות. לפחות לחלק מהערכים ישנו משקל סובייקטיבי.

עם ראשית בניית המדינה ערך מכריע היה לעשייה ובנייה, לעתים בלי חשבון. עם זאת, עד היום לא ברור מה חשבו לעצמם מקבלי ההחלטות כאשר הניחו שלמספר עשרות שנים מותר לנצל ניצול יתר של המים, גם במחיר חדירת מי ים לתוך האקוויפרים. הרי השימוש במים איננו שימוש חולף ומספר התושבים בישראל אמור היה רק לגדול. היה הכרח כנראה למצוא פתרון אדמיניסטרטיבי או פוליטי לתכנון כושל. זו תוצאה של תרבות עבודה ותרבות שלטון מסויימת ולא של הגיון כלשהו, עשיית צדק או חוכמה טכנית כלכלית. הפתרון בפירוש לא היה בר-קיימא. אפשר אולי לשפוט לקולא את מקבלי ההחלטות בשנות החמישים והשישים בכך שהאמינו באופן כמעט מיסטי שהמדע והטכנולוגיה יעשו את שלהם ואיכשהו יימצא בעתיד פתרון. אלא שלתקופה של כמעט 3 עשורים חיתה ירידה דרמטית בהשקעה בטכנולוגיה ובמדע הקשורים באספקת המים ודור מקבלי ההחלטות הלך ופחת.

אם נקבל את העקרון של פיתוח בר-קיימא כפשוטו הרי אין סיבה שנסתפק בטווח חישוב של 50 שנה כפי שעשינו בפרק 4 להערכת העלות של שאיבת יתר. בשער נכיון של 2% מקדם הערך הנוכחי ל-100 שנה יגדל מ-31.4 ל-43.1.

הראינו במקום אחר שתפיסת קרקע חקלאית לבנייה ואי ניצול הגשם לגידולים, כמוה כוויתור על קרוב ל-400 קוב מים לדונם לשנה. הערך החלופי של כמות זו מגיע ל-300 דולר לשנה אם היא מוחלפת בהתפלת מים. זוהי הוצאה חברתית חיצונית שמישחו חייב להפנים אותה. בוודאי לשמירת השטח הפתוח ולהבטיח אפשרות ליצירת יבולים חקלאיים ערכים חברתיים נוספים, בין אם פשוט לכמות אותם ובין אם לאו.

כרמון ושמיר (1997) בחנו דרכים למנוע הפסד מים בנגר עילי עקב בנייה עירונית. בעבודתם הזניחו את החלק הארי של כמות המים המרטיבה את הקרקע ומתאדה מתוך הקרקע. רוב העבודות-מזניחות זאת. באופן עקרוני, ניתן להבטיח שמרבית הנגר משטח עירוני תוחדר לקרקע. גם בזה עוסקת עבודתם. אלא שבעת ובעונה אחת הבנייה העירונית תקטין באופן משמעי את ההתאדות החוזרת מפני הקרקע. כך אפשר יהיה לחזור ולפצות על חלק מאפשרות הגידולים באותו שטח. ראוי שנושא זה ייחקר היטב.

סייה חקרקע שעשויה להיות מעובדת בעולם מוערכת ב-3190 מיליון חקטר. 46% מזה כבר מעובדים (Ghassemi et al., 1995). במשך התקופה שבין 1970 ל-1990 נוספו רק 4.8% על הקרקעות המעובדות. בארצות המפותחות הגידול היה רק של 0.3% ובארצות המתפתחות 0.9%. עם זאת, כמות הקרקע המעובדת לנפש ירדה מ-0.38 חקטר לנפש ב-1970 ל-0.28 חקטר לנפש ב-1990. בארצות המתפתחות הירידה היתה מ-0.28 חקטר לנפש ל-0.2 חקטר לנפש.

בישראל השטח המעובד אינו עולה על 0.07 חקטר לנפש (!) כרבע לעומת הארצות המתפתחות וחמישית מהארצות המפותחות, ואת הערך הזה מקטינים לא רק בגלל גידול האוכלוסיה אלא בגלל השחתה של קרקעות ותפיסת קרקעות עתירות הגשם. פיתוח בר-קיימא איננו יכול לשאת זאת. לניצול קרקע יש לשים מחיר מתאים כערכה של הקרקע בחישוב "ירוק", שיכלול את הפסד המים והפסד כושר הייצור החקלאי ואת הנזקים הסביבתיים הבלתי הפיכים של בנייה צמודת קרקע בזבזנית בשטח ובלתי מתחשבת.

לפי חשנתון הסטטיסטי בישראל ייצרו ב-1993 תוצרת טרייה כדי 2.47 מיליארד דולר בשנה ומזה 409 מיליון דולר לייצוא. יבוא של תוצרת טרייה לא עלה על 12 מיליון דולר ויבוא של תוצרת קפואה לא עלה על 162 מיליון דולר לשנה, אבל כנגד זה בתחום המזון הבסיסי - דגנים, קטניות לגרעינים, גרעיני שמן וכוספות וכן שמנים צמחיים הייצור המקומי היה בסה"כ 84 מיליון דולר וחיבוא של 770 מיליון דולר, כלומר כמעט פי 10. הפירוש של הקטנת השטח המעובד יחד עם צמצום כמות המים הוא הגדלת התלות של ישראל ביבוא וייקור משמעי של המזון וסכנה ממשית מאוד למחסור בעיתות משבר. מאחר שצפוי גידול משמעי של האוכלוסיה, הרי המשמעות נעשית חמורה יותר. אף זה אחד מהנושאים המחייבים בדיקה יסודית ולא התרחשות אגב אורחא. במאמר המעניין מאוד של ספרים וחבריו (1997) הוא מצביע על ערך כלכלי ממשי מאוד לתושבי העיר לקיים שטח פתוח ירוק. עם זאת, הוא מטיל ספק רב בסיכוי שה"שוק" יסדיר זאת מעצמו. חייבת להיות הסדרה ציבורית שתפנים את העלויות החברתיות החיצוניות ותתווך בין המשלמים ובין הנהנים. לשם כך, הכרחי שיחול שינוי בחקיקה ובאמצעי הניהול. לא אוצר המדינה ולא הרשויות המקומיות שימשו עד כה נאמנים ראויים. מינחל מקרקעי ישראל הפך לאמצעי הנותן כוח לפוליטיקאי במקום מנגנון לשמירת נכס יקר ביותר ונדיר ביותר למדינת ישראל. צרכי שעה של הקמת דירות בהיעדר כל תכנון רציני מביאים לניצול קרקעות מכל הבא ליד ללא כל חשבון. חוסר הנאמנות של הרשויות הציבוריות התבטא בכמה וכמה דברים. האוצר לא שימש כוח דוחף לתיערוף אמיתי הכולל את ערך המים במקור. לחיפך, הוא נלחם בנסיון שהיה בניצבות המים להכין חישוב כזה. האוצר, משרד הפנים והרשויות המקומיות לא זחפו את החוק שיגרום לכך שהטיפול במים ובביוב יהיה בתאגידים עצמאיים עם משק סגור. עד היום הם מאפשרים לרשויות המקומיות להשתמש בכספי הגבייה למים לכל שימוש אחר, מערכות אספקת המים מוזנחות ואחוז הדלף הולך וגדל. ההסדרה הציבורית חייבת להיעשות בין השאר על ידי רשות עצמאית שאינה תלויה באוצר לתקציב ואינה צריכה אישור להקמת פרויקטים מפקיד שמונע על ידי שיקולים הזרים כליל למערכת המים. גם כאשר האידיאולוגיה של כמה מבעלי הסמכות נראית נכונה היא לוקה עפ"ר בפשטנות יתר והיעדר תחכום מקצועי מפורט בתחום. הסמכויות בענייני מים וסביבה נתונות בידי יותר מידי ידיים ואינן מאוזנות על ידי כל אחריות. וחמור מכל, ישנה ראייה צרה ולא ראייה מערכתית של כל מעשה תשתיות.

6.2 תנאים לפיתוח בר-קיימא בישראל

הגורמים העיקריים לפגיעה בסביבה ופיתוח קצר ראות הם:

- א. יוזמה בלתי מבוקרת של ניצול משאבים והתנהגות המונעת אך ורק על ידי צבירת כוח או לחצים פוליטיים.
 - ב. היעדר בקרה ציבורית כוללת ותקינה מתאימה וכמובן חוסר שקיפות מלאה של ההוצאה הציבורית.
 - ג. סיבסוד או הימנעות מגביית ערך המשאבים בכרייה.
- ישראל לא זכתה במשאבי מים טבעיים עשירים. כדי להדגים את מידת הדלות במקורות מים נשווה את כמות המים הפוטנציאליים לנפש לשנה בישראל ושכנותיה.

ישראל -	קצת מעל 300 מ.ק.	לנפש לשנה מים שפירים בשימוש ראשוני
ירדן -	כ-270 מ.ק.	לנפש לשנה
מצרים -	כ-1200 מ.ק.	לנפש לשנה

סוריה ולבנון -	כ-2000 מ.ק. לנפש לשנה
עיראק	כ-4000 מ.ק. לנפש לשנה
תורכיה -	מעל 10,000 מ.ק. לנפש לשנה
קנדה -	כ-14,000 מ.ק. לנפש לשנה

כנגד זה ישראל זכתה בכך שניצול חלק גדול, כמעט 2/3, של המים נעשה על ידי רשות ממלכתית - חברת מקורות ביצעה ותה"ל תכננה.

ישראל זכתה גם בחוק מים יותר מתקדם מאשר במרבית מדינות העולם המפותח. המים הם רכוש המדינה. תוספת תקנות לחוק המים הקיים יכולה להסדיר באופן מושלם את ניצול המים בישראל. החוק כולל הצורך ברישוי לניצול מים, בדיקה של הכמויות, אמצעים למניעת זיהום המים ותקנות איכות. יש די תקנות לטיפול בשפכים.

ישנה סכנה גדולה מאוד שהנטייה המוגזמת להפרטה ולהוצאת המדינה מכל עיסוק כלכלי תחזיר אותנו למצב המפגר של מדינות מפותחות אבל מפגרות מאוד בתחום המים, הקרקע וניצול משאבים אחרים. אילו חברת מקורות וגוף תכנוני מרכזי כמו תה"ל לא היו קיימים צריך היה להמציא אותם. עיון בהשתלשלות הטיפול בתכנית 2020 מראה של ישראל לא היה כמעט ממי ללמוד בתחום של תכנון לאומי כללי. צריך להיזהר מאוד מהכללה פשטנית הנוטה לראות בכל תכנון לאומי בולשביזם צבוע, מושחת ומפגר ובחוסר מעורבות ממשלתית הבטחה אוטומטית לשגשוג כמו במדינות הקפיטליסטיות המובהקות. ברוב המדינות המפותחות הפיתוח נעשה ע"י קציר משאבים חסר חשבון. אנו זקוקים לפתרון ביניים, השומר על היוזמה הפרטית וכושר הניהול הפרטי מחד אבל מאפשר ראיית מערכת ארוכת טווח וארגון השומר על טובת הכלל. החלשת המונופול של חברת מקורות ודחיפה להתייעלות היא צורך ממשי. אבל כדי לעשות זאת צריך לחבין בפירוש מה מקורה של הבעייה. למשל, הפרדה רשמית בין בעלות, בין תכנון ובין ביצוע, תביעה למכרזים במידה הגיונית ופיקוח על הביצוע יעלו את המערכת. כנגד זה ביזור של ניהול מערכות האספקה רק יביא למערכת פחות יעילה.

אי אפשר להכתיב לצריכת מים תנאי שוק מזדמנים ומשתנים תדיר. מי שמבקש לפתח משק חקלאי או לבנות עיר צריך לדעת שאספקת המים מובטחת לו לאורך ימים בתנאים צפויים מראש. אין זה עניין להחלטות משתנות מעונה לעונה. יחד עם זאת, אסור להנציח את הזכויות של מישחו על מים. החסדרה של השימוש במים צריכה למצוא את שביל הזהב בין שני הקצוות. האפשרות למסחר מוגבל בזכויות מים היא דרך אחת אפשרית.

גביית ערך המים במקור גם היא יכולה להיות תלויה בניצול או אי ניצול של המים על בסיס עונתי. כמו דמי חכירה על קרקע גם תמורת זכויות מים יש לשלם למדינה. כך מחיר המים יהיה מורכב מארבעה:

- א. עלות פרטית של ההפקה, האחסון והאספקה;
- ב. מחירי הצל, או ערך המים במקור או חישוב אחר של העלות השולית לקוב מים אלטרנטיבי מבוקש;
- ג. דמי זכויות על המים;
- ד. קרן מרכזית לפעולות ציבוריות כמו מו"פ, בדיקות איכות ניהול ופיקוח ותכנון מים מקומי, איזורי וארצי.

מובן מאליו שסבסוד המים חייב להיפסק בהקדם האפשרי.

לבסוף, הכרחי ליצור רזרבה תקציבית ומסה קריטית מקצועית וניהולית שתאפשר גם גישה חדשנית נועזת.

התפתחות של מעין "מונופול" יכולה להיות גם בסמכויות יתר המרוכזות במשרד ממשלתי אחד או בידי מקבל החלטות בודד. זה עלול להיות הרבה יותר חמור מאשר ריכוז בידי חברה כלכלית אחת. העיוות עלול לנבוע גם מתוך עניין בנושא זר או אפילו מתוך חוסר עניין אישי. יש דוגמאות לרוב. העניין מחמיר ביותר כאשר בניגוד למונופולים המקובלים למקבלי ההחלטות לעתים קרובות ביותר יש סמכויות שאינן מאוזנות בכל אחריות.

אחד הגורמים השליליים ביותר בהתפתחות משק המים היה התערבות האוצר בהקצאות ובניהול יום-יומי. לא ייתכן לשקול את הפעולות הכלכליות במשק המים כנגד חלוקת כסף לגני ילדים או ישיבות. לא ייתכן גם שהחלטות המפורטות במשך המים תיעשנה לפי רמת הידע המקצועי טכנולוגי של בחור צעיר שזה אך יצא מבית ספר לכלכלה. הכרחי על כן ליצור גם אי תלות באוצר ובגורמים פוליטיים ממשלתיים בהקצאות למחקר ופיתוח, באמצעים לתכנון ופיקוח ובקרת איכות. למשל, במשך יותר משני עשורים אוצר המדינה עשה כל אשר לאל ידו כדי למנוע אמצעים לפיתוח תשתיות ואפילו לתכנון שלהן. קשה להעריך את גודל הנזק הכלכלי שנבע מכך. עד היום לא נמצאה לכך הצדקה וטרם התגברנו על הנזק.

תיערוף המים כפי שהוצע לעיל מאפשר קיום משק סגור למים שיש לו הצדקה מלאה בלתי תלויה בכל שיקולים אחרים. המדינה יכולה גם להחליט ליצור פיתוח עם עליית ביקוש למים שמישחו יכול לחשוב שהיא בלתי כלכלית. כל עוד מישחו מוכן לשלם תמורתם אין כל מקום לחשש. כך הקמת חרשות העצמאית למים לא תמנע גם תרומה של המדינה ליעדים לאומיים שאינם מונעים על ידי שיקולים כלכליים. להיפך, היא תיעל מימוש של יעדים כאלה.

הגוף הלאומי לתכנון מים, גוף שפיתח יכולת וידע נדירים בעולם, נמכר למרכולת בשוק. יש יותר מחשד שמחירו נקבע לפי ערך הנדל"ן. בין השאר גרם הדבר לאובדן ידע אנושי וחיסול של הספרייה העיקרית של מסמכי מים הכוללת בתוכה את כל מערכות המים, החקירות והניסויים שנעשו במשך ארבעה עשורים, התכנונים והמעקבים הלכו לאיבוד. כל ניסיון להקים לפני הפרטת תה"ל יחידת תכנון ראוייה לשמה ולהציל לפחות חלק של הנכס שהוא כולו רכוש המדינה ובעל ערך ציבורי עצום. נכשל על ביורוקרטיה מתנשאת בהקצאות תקציבים ותקנים שמחירם קטן אפילו ממשקל הנייר שחלך לאיבוד. להביא לתוצאה זו חברו גם ראשי משק המים והחקלאות שלא הרגישו כלל מחסור רב בהיעדר תמיכה מקצועית תכנונית ברמה גבוהה. לא ייפלא אם כבר בימים אלה מורגשת ירידה דרסטית ברמת התכנון שמוגש לשיפוט, רוחב ועומק היריעה. לא ייפלא גם אם יהיה קושי למצוא בעלי מקצוע בעלי ידע, ניסיון ורוחב ראייה כדי לשמש שופטים לתכניות.

הכרחי על כן להקים רשות מים לאומית עם יעדים מוגדרים, תחומי סמכות רחבים, ועם קרנות עצמאיות שפועלות לפי חוקים מוגדרים אבל לא תלויות באופן יומיומי בפוליטיקאים או באגף התקציבים של האוצר. ישנה הצדקה מלאה להתייחס למשק המים כעסק עצמאי עם צרכים די מוגדרים ומקורות מוגדרים. הוא בשום אופן איננו נושא לתקציב המדינה. עם זאת, אין שום אפשרות להניח למשק המים להתנחל רק על ידי אוסף של ספקים פרטיים.

לא יעלה על הדעת שממלאי תפקידים מרכזיים במערכת הבריאות יהיו ללא השכלה רפואית ואפילו אנשים בולטים בתחום זה כמו פרופסורים בבתי ספר לרפואה, מנהלי מחלקות מפורסמים וכו'. לא כל שכן הגופים המייעצים השונים, כולם מורכבים מבעלי מקצוע ומשום מה אין הדבר

מקובל כלל במשק המים. מדוע חקלאי שם את גורלו הכלכלי בידי פוליטיקאי ממדרגה נמוכה ולא בידי בעל מקצוע. הוא לא היה מעיז לשכב במחלקה בבית חולים המנוהלת על ידי פקיד חסר השכלה.

בימים אלה התבשרנו על החלטה לאפשר לרשות הפלשתינית קדיחת 17 בארות חדשות באקוויפר החר, כדי לפתור בעייה של מחסור גובר במים. מאחר שבאקוויפר זה יש היום שאיבת יתר, מה בדיוק היה המניע של המחליטים על פתרון כזה דווקא. מאין יבואו המים? מדוע אספקת המים, הן במגזר זה והן במגזרים אחרים, איננו מותנה באיסוף וטיפול מתאים במי הביוב? זוהי דוגמא למונופול בקבלת החלטות ובסמכות, ללא כל אחריות. אין ספק בבעיה. אבל מי ישלם תמורת הפתרון? אפשר למנות עוד ועוד החלטות כאלה כמו הענקת מים לממלכת ירדן ללא התניה בזמינות המים, כמו מתן רשות לאחסון מי ירמוך בכנרת ועוד החלטות יום יומיות רבות. בונים ערים מבלי לבחון מאין יבואו המים ומבלי לפתור את בעיית הביוב. מנצלים קרקעות שהיו מיועדות למאגרים לתפיסת מי שטפונות וכ"ו.

אולי המפתח החשוב ביותר להפרטה של משק המים הוא ההתפלה. מאחר שהגענו לעידן זה הרי שניתן להכניס יצרני מים בלתי תלויים שישתמשו ברשת המים האיזורית והארצית המנוהלת על ידי חברה לאומית, לפי המושג שרווח עכשיו בארה"ב ביחס לחשמל נקרא "Wheeling", או בתרגום פשוט, "גלגול" של מים מיוצרים על ידי אחד דרך רשת הסעה וחלוקה של אחר. אבל ההתפלה וההפרטה לא תהיה אפשרית ללא תמחור אמת של המים ותמחור אמת לא יתממש כל עוד לא תהיה תשובה לאומית מוסכמת – פני התקלאות לאן.

6.3 כיווני פיתוח בר-קיימא

ישנם כמה תחומים שכמעט מוכתבים מראש:

התפלה

אין כל ספק שזהו הכיוון העיקרי ואולי היחיד לפתרון בר-קיימא ללא הגבלת זמן. כבר הזכרנו שמלבד עלות ההתפלה בעיית יסוד היא באספקת אנרגיה להתפלה. כיום, התפלה מי ים מחייבת 5.5-5 קו"ש לכל קוב מים מותפל. עלות קו"ש בתעריף חברת החשמל מתקרבת ל-7 סנט. מכאן עלות רכיב האנרגיה לפי תחשיב חיום תהיה לא פחות מ-35-40 סנט לקוב מים.

אבל החשמל בישראל מסובסד לפחות ב-3 סנט לקו"ש, כלומר עלות החשמל האמיתית למשק היא 50-55 סנט למ.ק. מי ים מותפלים (זסלבסקי 1998). קיבלתי אישור לכך לאחרונה מהרשות לשירותים ציבוריים – חשמל (כמובן שלא אישור פורמלי, רשמית), שבדקה את הנתונים באופן יסודי והעריכה שהסבסוד הוא לא פחות מ-50% של התעריף היום.

ההערכה לעתיד היא שיחיה צורך לשלם קנס לא מבוטל על שימוש בשריפת דלק. הקנס עשוי להיות כ-2 סנט לשימוש בגז ועד 5-6 סנט לנפט או פחם. בגרמניה כבר הנהיגו בחוק תמורה של 12 סנט לקו"ש ממקור אנרגיה נקייה ומתחדשת. גם אם יצליחו להוריד את כמות האנרגיה למ.ק. מי ים מותפלים ל-4 קו"ש עדיין עלות החשמל בלבד למ.ק. לא תרד מתחת 48 סנט כל עוד לא יימצא פתרון מהותי לשימוש באנרגיה מתחדשת זולה. כאן, כמו במקרים אחרים, בולט חוסר הראייה המערכתית השלמה של נושאי תשתית.

ב-1995 יבוא דלק ושמני סיכה הגיע בישראל ל-2 מיליארד דולר (מתוך 27 מיליארד ס"ה יבוא). כמה תחזיות מעריכות את עלות היבוא הזה ל-10 מיליארד דולר בשנת 2020 וזאת ללא התפלה בקנה מידה גדול. צריכת האנרגיה במקורות ב-1996 הגיעה ל-1.35 קו"ש למטר קוב מים. אם נניח

שהסבסוד לחשמל הוא מעל 3 סנט לקו"ש הרי פירוש הדבר סיבסוד למים במקורות בלבד של יותר מ-36 מיליון דולר לשנה בגין אנרגיה. אם נביא בחשבון את העלות המפנימה את הנזקים הסביבתיים יתברר שהעלות החברתית החיצונית בגין אנרגיה למים היום בישראל מגיעה ללא פחות מ-130 מיליון דולר לשנה. עם יישום נרחב של ההתפלה צריכת האנרגיה תגדל מאוד (זסלבסקי 1998).

לפיכך, פיתוח בר-קיימא של מים נמצא כרוך בבעיות פיתוח בר-קיימא של אנרגיה. יש לחפש שיטות התפלה יעילות יותר עם סינרגיזם חיובי לשימוש באנרגיה מתחדשת שאינה פוגעת בסביבה. תעלת הימים איננה רעיון ראוי. אחרי 4 שלילות בלתי תלויות, יש לחוריד אותה מסדר היום ללא חזור. השילוב של תעלת הימים בהתפלה עושה אותה לשלילית יותר. מכל החלופות של תעלת הימים החלופה מאיזור קטיף נמצאה בכל פעם העדיפה ביותר וגם בזו נמצא שהאנרגיה יקרה יותר מרוב החלופות. כל המפעל הענק הזה יכול לספק לישראל לא יותר מחצי הגידול בצריכת החשמל בשנה אחת. השילוב עם התפלה גורם להשקעות ענק חד פעמיות שהתועלת מהן תחיה פרוסה על עשרות שנים. במלים אחרות, בתעלת הימים סינרגיזם שלילי עם התפלה, בין השאר משום שבמקום למכור את האנרגיה המיוצרת בזמן של ביקוש שיא משתמשים בה בכל השעות ביממה גם לשימוש "בסיס" זול מאוד (זסלבסקי 1998). כנגד תעלת הימים על כל חסרונותיה הסביבתיים ישנן עוד חלופות שניראות מושכות הרבה יותר מכל הבחינות.

במסגרת משרד האנרגיה ובראשית ימיו של משרד התשתיות פעל גוף מקצועי ברמה גבוהה מאוד בשיפוט של תכניות לתעלת הימים. ה"מוצר" האחרון שחובא בפניו היה בדמות 4 כרכים שנכתבו על ידי חברת Harza. התכנית היתה למובל מים ממפרץ עקבה לים המלח, כולו בשטח ירדן ועיקרו למילוי מטרות ירדניות. אף אחד מבעלי המקצוע הישראליים לא מצא מילה טובה לאמר על הפרוייקט מבחינה הנדסית כלכלית וסביבתית. אחרי Harza תתקשה Bechtel לחוות את דעתה. גם Harza ועוד יותר Bechtel ידעו היטב שאסור לחקים את המפעל אלא שכל עוד לא שללו אותו באופן מפורש ניתן היה לחמשיך ולחתפרנס ממנו (אני אומר זאת מידיעה מפורשת ממקור ראשון).

מצער לדעת שאחת מהפעולות הראשונות של משרד התשתיות היתה לפזר את הצוות המקצועי הישראלי, וכנגד זה פרחו שמועות ואולי יותר משמועות על וריאנט חדש כביכול, שדומיו נדחו לא פעם בעבר. המפחיד הוא שווריאנט זה עשוי להתקבל על ידי מי שלא זקוק כלל לעצה מקצועית ויחייב את ישראל. מעניין לציין שאנרגית רוח לפי החזרכה הנמוכה ביותר ניתן לנצל בישראל בהיקף פי 2 יותר מאשר בתעלת הימים ומעלות שהיא 1/5 (כן, חמישית) מאשר עלות בתעלת הימים. אלא שבעניין זה לא נעשתה כל פעולה ממשית.

שימוש יעיל במים

זה היה ונשאר רכיב הכרחי בכל תכנית עתידית למים. למרות החישגים הגדולים של ישראל עדיין לא נאמרה המלה האחרונה. כל דור וכל מפעל חדש מחייב מאמץ מחודש לחסכון. הדבר יכול להתבטא במניעת התאדות, בהגדלת יכול למטר קוב מים, בחסכון באנרגיה, בשימוש בחומרים מתאימים ועוד. בתקופת השנים מסוף 1992 עד היום לא רק שלא המשיכו במאמץ ליעול השימוש במים ולחסכון, האנשים המופקדים על כך השרו אווירה שלא חסרים מים בישראל. מוסד מיא"ם (מכון ישראלי לאבזרי מים) שריכו את העבודה לחסכון במים פורק. רשתות החובלה של מים בערים ובחקלאות מוזנחות וישנה דליפה הולכת ועולה. אין ספק שנקיבת מחיר אמת למים יגביר את המאמץ לחסכון.

מקורות מים בלתי מנוצלים

ישנן עדיין כמויות לניצול מים. עיקרן:

- * תפישת שטפונות
- * מים מליחים קרובים באיכותם למי שתייה
- * מיחזור שפכים ושימוש בהם לא רק במיגור החקלאי
- * תפישת מים המתנקזים באופן טבעי לים או לשקע הירדן והכרחיים לשמירת תהליך השטיפה של מי התהום.

כמות מי השטפונות שאפשר עדיין לתפוס היא קטנה יחסית והעלות גבוהה. דוגמא חשובה היא אוסף מאגרי השחייה והחזרה של מים על כל היובלים של הירקון והאיילון. ניתן היה להוסיף עשרות מיליוני קוב למאזן המים. אולם ההשקעה מתקרבת להשקעה בהתפלה. למאגרים אלה יתרון כלכלי נוסף בכך שהם יכולים למתן את השטפונות ואת נזקייהם בתל-אביב, רמת-גן ובני-ברק. הנזקים בשטפונות של 1991/2 לבדם נאמדו ב-200 מיליון ש"ח. הגברת כושר השאיבה מהכנרת ומאגרים על הירדן התחתון יכולים להיות חלק ממאמץ תפישת מים זה. הגדלת נפח האגירה בכנרת לא נראית חיוס ככיוון פיתוח בעל סיכוי וערך רבים. כנגד זה תרומה של נפח אגירה בכנרת לירדן ללא פחת כמוה כתרומת מים משמעות לירדן. זאת משום שמבחינה סטטיסטית רק חלק קטן של האוגר הנוסף השולי או הנגרע מתורגם לכמות מים ריאלית. חלק ניכר לא מנוצל כלל במספר שנים וגורם לזרימות לים המלח בשנים אחרות.

כבר דנו לעיל במים מליחים. הם רבים וכדאי מאוד להשתמש בהם לאחר התפלה. יש לבצע תכנית ארצית לניצול שפכים כאשר העלאת איכות השפכים הממוחזרים לאיכות מי שתייה היא יעד מרכזי. עיקר הניצול צריך להיות מקומי.

הסעיף של תפישת מים המתנקזים מהאקוויפרים לים הוא גדול וחשוב. אם מבקשים להגדיל את האוגר באקוויפר תחוף ו"לשטוף" אותו למשל ב-100 מיליון מ.ק. מים לשנה צריך לחזור ולתפוס את אותה כמות לאחר שעשתה את הדרוש באקוויפר. כבר רמזנו על כך שייתכן לנצל מים אלה בשילוב עם מי ים להתפלה ע"י מערכת שאיבה סמוכה לתוף. רעיון זה כונה בשעתו "נחם" - נקז חופי מתפיל (יונה כחנא העיר לי שיש להתחיל ב"נח" ולהמשיך ל"נחם").

תפיסה של מי ניקוז מליחים ומניעת כניסתם למקורות מים על-קרקעיים או תת-קרקעיים יכולה להיות בעלת ברכה כפולה ומכופלת: התפלתם מייצרת מים שפירים. התרכיז הנוצר מצומצם מאוד בנפחו וניתן להרחקה בצורה זולה הרבה יותר. התוצאה היא גם שיפור משמעי של איכות מקור המים והאפשרות לנצל יותר מים מתוך המקור, דבר שהוכח באופן מתמטי פשוט. ניקוז תת קרקעי בחלקות חקלאיות הוא בר-ביצוע במספר שטחים (למשל בעמק יזרעאל) תפיסת מי הנקז והתפלתם מאפשרת הוצאה של רוב כמות המלחים מהמחזור של השימוש במים ומניעה של הרס מקורות מים וקרקעות. אחת הדוגמאות היא כמובן המוביל המלות ממערב לכנרת, המעביר כ-25 מיליון מ.ק. מים בשנה, שכ-80% מתם יכולים לחפוך למי שתייה ואולי אף 95%. ע"י צמצום נפח התמלחת ל-20% או פחות מהנפח המקורי יכולים לחסוך סכום ניכר מאוד בשיקום המוביל המלות או החלפתו. מחיר הרחקה של התמלחת לים המלח, שהוא תנאי לשיקום הירדן, יפחת באופן דרמטי. התסכון ישלם הרבה יותר מההשקעה הדרושה לחקמת מפעל ההתפלה וניצול המים. דין שווה לעוד הרבה מקורות מים מליחים לאורך הירדן. אחד ממקורות המים הגדולים הוא במעיינות צוקים, סמר וקנה השופעים לים המלח וכמות המים המליחים בהם נאמדת ב-85

מלמ"ק (השירות ההידרולוגי (1998)). בעקבות השנה הגשומה מאוד 91/92 מדידות זרימה הביאו להערכה של כמות מים כפולה.

ניצול מי גשם

המקור הגדול ביותר שלא נוצל דיו עד היום הוא מי הקרקע המרטיבים את החלק העליון של פני הקרקע וחוזרים ומתאדים. אלה מהווים לפחות שני שלישים עד שלושה רבעים של הגשם היורד. עד גשם של 350 מ"מ יש מעט מאוד נגר עילי ומעט מאוד העשרה של מי תהום. גם מעבר ל-350 מילימטרים גשם, רוב המים מחלחלים אל תוך הקרקע ואח"כ מבצבים החוצה בכמות שאינה עולה על מספר אחוזים, שעולה בהדרגה ככל שסת"כ הגשם רב יותר. בניגוד למה שכתוב במרבית הספרים, אותו תהליך שמגביר את הנגר הוא גם התהליך שמגביר את ההעשרה של מי תהום (Zaslavsky 1970; חשירות ההידרולוגי 1992; Zaslavsky 1981). מתוך כ-10 מיליארד קוב גשם שיורד בכל אגני החיקוות המזינים את ישראל, כל המים הניתנים לניצול אינם מגיעים ל-20%. הנגר הזורם לים אינו עולה על 5% והשאר חוזר ומתאדה. הזרימה הממוצעת לים התיכון אינה עולה על 207 מלמ"ק לשנה (השירות ההידרולוגי 1998).

לפיכך אנו צריכים ללמוד לנצל את אותם המים החוזרים היום ומתאדים מפני הקרקע ומגיעים לגנף של 6-10 מיליארד קוב בשנה (i). הדרך הטבעית היא לגדל גידולי בעל או גידולים עם השקאת עזר. דרך אחרת היא לרכז מים על ידי הגברת תנועה אופקית שלהם בין אם לשם החדרה למי תהום ובין אם לגידול ישיר.

דוגמא לכך היא גידולי יער שהתקינה הקק"ל בנגב ע"י יצירת איזורים קעורים שבהם ישנו ריכוז מים על ידי תנועת מים לטרלית (התנועה היא בעיקרה בתוך הקרקע ולא בנגר עילי). הגדלה של שטח בנוי עשויה לגרום להגדלת נגר שהולך לאיבוד (כרמון ושמיר 1997). תכנון נכון עשוי למנוע הפסד נגר. יותר מזאת, הוא עשוי לגרום להגדלת התרומה למי תהום בגלל הקטנה של התאדות מים מהקרקע בשטח המכוסה. במקום חרצה של מי ניקוז משטחים מבונים לים צריך היה ליצור שטחי ספיגה, ליצור מאגרי השחיה עם אפשרות שאיבה של המים לניצול או להחדרה. דבר זה היה תורם מים ומוזיל את מערכות הניקוז.

אין זה מן הנמנע גם לפתח שיטות לחקטנת התאדות מהשדה ומגופי מים. הפקעה של שטחי קרקע תקלאית ברוכת גשם כמוה כהשמדת מקורות מים. אילו למדנו להעריך את הגשם כאמצעי גידול ישיר הרי כל דונם מושקה גשם היה נחשב למקור מים שנתי בעוצמה של למשל 500 מ.ק. לשנה. אם מקור המים החליפי הוא התפלת מי ים בעלות של 0.75 דולר למ.ק. הרי ערך הקרקע כמוהו כ-300 דולר לשנה לדונם. מי שרוצה לבנות בית על חלקת קרקע כזו יטרח וישלם קנס שנתי על השחתה של מקור מים.

מניעת זיהום מקורות מים

כל הביוב של יהודה ושומרון כולל כל הביוב של ירושלים זה עשרות רבות בשנים, למעשה מאז ומתמיד, חודר כולו למי התהום ומזהם אותם. הביוב בחלק גדול זורם בערוצים, מחלחל במאגרים וחודר בהשקיה למקורות מים אחרים. לאקוויפר תהר אין כל כושר סינון למזהמים החודרים לתוכו.

כך אקוויפר תהר "מועשר" מידי שנה בעשרות מיליוני מטרים קוביים של ביוב. לא פחות מ-15% של כל הניצול השנתי. כמעט 100% של המזהמים בביוב מגיעים במוקדם או במאוחר למקורות מי שתייה או מקורות מי שתיה פוטנציאליים. אין זו אלא שאלה של זמן שבמי השתייה הנשאבים מאקוויפר תהר כ-15% יחיו פשוט מי ביוב "מתובלים" בפסולת תעשייתית.

כל ערימות האשפה בישראל, ללא יוצא מן הכלל, שופעות תשטיפים ממליחים ומזהמים אל מי התהום. כלורינציה של מים אלה מייצרת בין השאר חומרים מסרטנים, שכבר נמצאו במים בכמויות מדאיגות.

המשרד לאיכות הסביבה פירסם מפה המצביעה על מקומות שמותר לבנות מעליהם או להשקות מעליהם במי ביוב ומקומות אסורים. מפה זו מקורה בגישה אינטואיטיבית מוטעית. לא ידוע לי על אף פורמציה טבעית בישראל, החל מההדר וכלה בחרסיות אשר בעמקים, שהמוליכות ההידראולית הממוצעת שלהן קטנה מכמה יחידות כפול 10^{-6} ס"מ לשניה. פירוש הדבר כושר החלחול של כמה יחידות כפול ב-0.86 מילימטרים ביממה או כמה יחידות כפול ב-315 מילימטרים בשנה (הגרדיאנט הממוצע איננו יורד מיחידה. כאשר ישנה שיכבה דקה יחסית עם מוליכות הידראולית קטנה יותר הגרדיאנט על גביה יהיה גדול יותר. מאחר שהחלחול שווה לגרדיאנט כפול מקדם המוליכות, הרי שהחלחול יגיע בכל מקרה ליותר ממילימטר ליממה. פירוש הדבר שבכל פינה בישראל כל התשטיפים מערימות אשפת, כל הניקוזים של מי השקיה ודשנים, כל הזיהומים האקראיים הנפלטים ממיבני מגורים ומאיזורי תעשייה כולם נקלטים במי התהום ללא שיוך בכל חלק של ישראל!). מכאן שמפת האסור והמותר בבניה בגלל מקורות מים איננה יכולה להיות מוכתבת על ידי טיב הקרקע או המיסלע. ייתכן אולי לקבוע שבאיזורים מסויימים אין אקוויפרים ראויים לשמירה. ברוב המקרים תהיה בכך טעות משום שבעתיד כל האקוויפרים יהיו מיועדים לניצול ישיר או לניצול לאחר התפלה.

נמצא שהמפה שפורסמה ע"י המשרד לאיכות הסביבה איננה פותרת דבר ורק יוצרת כל מיני מגבלות מלאכותיות טפלות. למעשה, במרבית הקרקעות כושר החידור הוא בסדר גודל רב יותר, כלומר אלפי מילימטרים בשנה. כך שאפילו אם מרכזים את המים משטח אטום הם עשויים לחלחל במלואם ברגע שהם מגיעים לשטח הדייר.

במקום מפות איסור והיתר צריך היתר למצוא דרך, והיא פשוטה יחסית, להבטיח שכל מקור זיהום אפשרי יהיה מוכל במערכת של תפישה מבוקרת וטיפול במים ללא כל דליפות ושחמים הממוחזרים יהיו באיכות מתאימה. ייתכן שאיחרנו את המועד ואין היום כל דרך להבטיח את איכות מי השתייה אלא על ידי סינון שלהם באוסמוזה הפוכה. חשוב להדגיש כאן שאם נותרו עדיין חלקים של האקוויפרים נקיים מזיהומים ישנה חשיבות ראשונה במעלה לשמר אותם לפחות לשתי מטרות:

א. כדי לשמש מאגרים המווסתים את השימוש במים. התפלה ראוי שתיעשה

בספיקה קבועה. זאת מסיבות כלכליות. לכן חשוב שבמקביל למערכות ההתפלה

יהיה כושר אספקה של מים באיכות גבוהה בזמנים שצריכת המים גדולה.

ב. מסיבות של מצבי חירום הכרחי לקיים אספקת מים מינימלית באיכות טובה גם

כאשר חלק מן המערכות המכניות והצורכות אנרגיה כושלות.

שמירת חלקי האקוויפר הנקיים לא תוכל להיעשות בלי שאיבה סלקטיבית מתוחכמת ומבלי שתחליכי הזיהום על ידי ביוב, אשפה וגורמים אחרים תיעצר.

ישנה שגיאה נפוצה גם בנסיון לאטימה, למשל מתחת למערומי אשפה. טוב שאוטמים בשיכבה כפולה של יריעות פולימרות מתאימות. אולם השגיאה היא בכך שהשכבות הן אופקיות. הדבר נובע פשוט מחוסר הבנה הידרולוגית אלמנטרית. שיפוע מתאים של שכבות בעלות מוליכויות מתחלפות יכול להבטיח שכל טיפת מים שתורד מעליהם תזרום במורד ותגיע לצינור ניקוז שיאסוף

אותה. זה יקרה גם כאשר ייווצרו קרעים גדולים ביריעות האטימה. מנסיון רב שנים אין כמעט מקרה שבו לא נוצרים חורים ביריעות.

דוגמא קיצונית לעיקרון הפעולה לאטימה כזו היא גג של קש. הגג חדיר ביותר אבל השילוב המיוחד של שיפוע ושל תכונות לא איזוטרופיות של חומר הגג גורם לכך שאף טיפת מים לא חודרת בעד הגג וכל הגשם מגיע לתחתית השיפוע (Zaslavsky 1970, Zaslavsky 1981).

ולבסוף עוד הערה כללית ביחס למפת האסור ותמותר של חמשרד לאיכות הסביבה. ריבוי העיסוק בטפל מחליש את עמדתו של המשרד שתפקידו הציבורי הוא ראשון במעלה. הוא מבזבז מרץ רב על דברים לא חשובים.

דוגמא לא פחות מצערות למאבק בטפל היא המאבק של המשרד נגד תפיסת קרקעות למקורות אנרגיה מתחדשים, כשהתוצאה היא עוד תחנות כוח על שפת הים, מופעלות בדלק.

7. עלויות של התפלה

7.1 אוסמוזה הפוכה

ללא כל ספק, השיטה הזולה ביותר כיום להתפלה היא "אוסמוזה הפוכה" - א.ת. - עלותה הולכת ופוחתת ככל שמליחות המים יורדת. מתקני א.ה. ניתן לחקים בכל מקום ביחידות גדולות וקטנות. דרוש מקור אנרגיה חשמלית למשאבות שדוחסות את המים על פני ממברנות. הממברנות מאפשרות למים "להזיע" החוצה ועוצרות במידה כזו או אחרת את המלחים המומסים, את כל החומרים האורגניים, ולמעשה את כל גורמי המחלות, כולל וירוסים. גם אם ישנם סימנים כלשהם מזוהים או בלתי מזוהים של רדיקלים כימיים שעברו דרך הממברנות (למשל בורון, שמקורו בדטרנגנטים והשקיייה במי ביוב, שהוא גורם לנזק ניכר לחקלאות), הרי אין ספק שאין היום אף שיטה אחרת או קבוצה של שיטות שאפילו מתקרבות לרמת טיהור המים המתקבלת ע"י אוסמוזה הפוכה במחיר נמוך כל כך ובוודאי שאיכות המים שאנו שותים היום רחוקה מאוד ממה שניתן להשיג על ידי אוסמוזה הפוכה.

החופש התכנוני בא.ה. הוא באספקת מי גלם, בטיפול מוקדם, בהרחקת התמלחת ובהסעת המים המותפלים ואגירה לשם איזון האספקה בין העונות. כמו כן יש בחירה מסויימת בסוג הממברנות, לחץ הפעולה ויחס המים המותפלים למי הגלם. אפשר לתכנן התפלה באוסמוזה הפוכה ביותר משלב אחד.

7.2 עלויות טיפוסיות

עלות טיפוסית של התפלת קוב מים ממי ים היא היום כ- 75-80 סנט (ואולי פחות בפתח המפעל). (בדיון שקיימתי לאחרונה עם ד"ר פנחס גליקשטרן מתבררת מקורות טען שניתן היום לרדת כבר עד 60 סנט על ידי שימוש בממברנות החדישות ביותר). ייתכן שיש בכך אופטימיות יתרה. כבר ב- 1992 קיבלתי הצעות מסחריות ל- 70-80 סנט. העלות עשויה לרדת עוד כבר בעתיד הקרוב, יש החוזים עד כדי 45 סנט למטר קוב באוסמוזה הפוכה. התפוקה של מים מותפלים היא כ- 40-50% מתוך מי הים. ייתכן שישנה הגזמה מסויימת באופטימיזם לירידת המחיר כל עוד לא נמצא פתרון אנרגטי מתאים ממקורות מתחדשים ונקיים. די בכך שמחיר החשמל יעלה ל-12 סנט לקו"ש כדי כך שאפילו אם אנרגית ההתפלה תפחת ל-4 קו"ש למ.ק. בלבד עלות האנרגיה תהיה 48 סנט למטר קוב.

עלות טיפוסית של התפלת קוב מים ממים מליחים היא 35-45 סנט, וגם מחיר זה בירידה. תפוקה טיפוסית היא 80% מס"ה מי הגלם. באיכות מים מתאימה ניתן גם להגיע לתפוקה של 95% של המים כמים מותפלים. מים באיכות מעט מתחת לאיכות הדרושה למי השתייה או מי השקיה יכולים להיות מותפלים בעלות של 20-25 סנט למטר קוב. ישנן כמויות ניכרות של מים מליחים שניתן להתפיל בעלויות נמוכות. כפי שנראה להלן ישנן הזדמנויות שונות בהן התפלה כדאית באופן מיוחד.

7.3 הזדמנויות מיוחדות שמוזילות את ההתפלה

ישנן הזדמנויות מיוחדות המוזילות את העלות האפקטיבית של ההתפלה. להלן כמה דוגמאות:

- א. התפלה בדרום הארץ וחיבור ישיר לרשת החסעה הקיימת תשחרר כמויות מים זהות בצפון ותחסוך את עלות החסעה דרומה שעשויה להגיע ל - 20 סנט למטר קוב ויותר. במקום קוב אחד בדרום הארץ בעלות של 20 סנט יסופקו שני מטרים קוביים, אחד בצפון ואחד בדרום בעלות של 75 סנט אם מדובר בהתפלת מי ים. התוספת האפקטיבית היא של 55 סנט למטר קוב. אם מתפילים קוב מים ממים מליחים העלות האפקטיבית תהיה לא יותר מ-15-20 סנט (!), פחות מהובלת מים מושבים דרומה באיכות ירודה של מי ביוב. לפיכך, חקלאים המייחלים לחבאת מים מושבים לדרום, מייחלים לעסקה רעה. במחיר נמוך יותר יכלו לקבל מים שפירים במליחות נמוכה, למעשה מחיר שאינו עולה על מחיר המים היום לחקלאות.
- ב. התפלת קוב מי ים כדי למנוע שאיבה של קוב באקוויפר החוף לא תעלה פרוטה. אם יפנימו את העלויות החיצוניות, היא תביא לחסכון משמעי. זאת בגלל מניעת הנזק שעולה בהרבה על ההתפלה (ראה חסבר לעיל פרק 4). תפקידה של המערכת הציבורית למצוא דרכי הסדרה כאלה שיביאו חכמה פשוטה זו לידי ביטוי. הדרך העיקרית היא גבייה של ערך המים במקור וקנס עקב פגיעה באיכות המים ע"י הפנמה של העלויות החברתיות החיצוניות. אם אמנם שאיבת היתר היא כ-500 מיליון מ.ק. הרי זוהי חכמות שאפשר להתפיל מיד בכדאיות גדולה ביותר. למעשה את אותה כמות מים שיש לנקז מהאקוויפרים לצורך שטיפת המלחים ניתן להוציא בצורה חכמה באופן שיוצאו דווקא החלקים המליחים ביותר וישמרו איזורים לא מלוחים ולא מזוחמים. מי השטיפה הללו שחם בכמות שמעבר למאזן השלילי שבין שאיבה ומילוי חוזר, יכולים להיות כולם מורכבים ממים מליחים.
- ג. בתחליף ההצלה של אקוויפר החוף, שערכו הכלכלי גבוה מאוד, אפשר לאפשר שטיפה סלקטיבית יעילה על ידי שאיבה מבארות שהמליחו. העלות הנומינלית של ההתפלה עשויה להיות בסביבות ה - 25 סנט למטר קוב וממנה יש לנכות כמובן את התועלת הרבה מאוד בשיקום האקוויפר. (שכנראה עולה בהרבה על דולר ועשויה להגיע לפי כמה, למשל 3 דולר למ"ק).
- ד. התפלה של מי ניקוז ונביעות מליחות לנחלים ומעיינות תאפשר הפרדת התמלחת מכלל הזרימה. בכך משיגים עפ"ר שעל כל מטר קוב מותפל מרויחים עוד בין 0.5-1 מטר קוב מים טבעיים במקור המים שאיכותם משתפרת מאוד. לעתים מוזילים בכך מאוד גם את המובל שדרוש כדי להרחיק מים מזוחמים לנקודת הרחקתם. זאת משום שספיקת המים להרחקה פוחתת ב-80%-95%. בכמה מקרים אפשר להוכיח ירידת העלות האפקטיבית של המים לסנטים בודדים. הזדמנות זו כוללת את כל אורכו של הירדן, נחל תנינים, הירקון, הקישון ועוד, בהיקף של מאות מיליוני מטרים קוביים לשנה.

ה. מים מלחים בבארות שיצאו מכלל שימוש בכל רחבי הארץ (חוף הכרמל, הגליל המערבי, מפרץ חיפה, חלקים מאקוויפר החוף ועוד) ההתפלה תהיה זולה מאוד - 25-30 סנט למ"ק לכל היותר והחיבור לרשת פשוט ביותר (בין סעיפים ב', ג' ו-ה' ישנה חפיפה).

ס"ה המים שניתן להתפיל במחירים נמוכים מאוד הנעים באופן אפקטיבי בין מחיר שלילי ניכר ועד פחות מ- 2 שקלים למטר קוב מגיעים לנפח של מאות מיליוני מטרים קוביים לשנה. ההיקף הוא כזה שיכול לבטל לאלתר את כל שאיבת היתר תוך חסכון שנתי של מאות מיליוני דולרים.

7.4 עלות עתידית של מים מותפלים

כאמור, ישנו שיפור נמשך בשיטות ההתפלה. העוסקים בכך צופים שבעתיד הלא רחוק עלות ההתפלה של מי ים בשיטה של אוסמוזה הפוכה תרד ל - 45 סנט למטר קוב. התפלה של מים מלחים תרד כמובן בהתאם. יש בכך אולי אופטימיות מוגזמת או תחזית רחוקה. כבר הוסבר לעיל שתנאי הכרחי לכך הוא מציאת מקור אנרגיה נקייה ממקור מתחדש וזול. בשימוש במקורות האנרגיה הקיימים היום עלות האנרגיה לבדה תהיה יותר גבוהה מ-45 סנט למטר קוב. שיטת התפלה שכבר הוכחה בעקרון ונמצאת לקראת הקמה של מפעל חלוץ פותחה בטכניון והיא מצביעה על אפשרות להתפיל מים בערבה בואך ים המלח וחר הנגב ב-1/2 ההשקעה ובערך ב-2/3 של האנרגיה, בהשוואה לאוסמוזה-הפוכה רגילה. הכמויות תגענה בהדרגה ולפי הצורך פי כמה מנפחי המים במוביל הארצי (שמעביר 400 מיליון מ"ק לשנה). אפשר יהיה להתפיל מים גם באזור פיתחת שלום בכמויות שיכולות להגיע בקלות לנפח המים במוביל הארצי. החסכון החזוי הוא בכ-35 סנט למטר קוב בהתפלת מי ים, כלומר סביב 50 סנט למטר קוב כשמי הגלם הם מי ים וכאשר מחיר החשמל נשאר במחיר המקובל בשוק (זאת בהשוואה לעלות התפלה של 80-90 סנט). החסכון עשוי להגיע ל-45% בהשוואה להתפלה נפרדת באוסמוזה הפוכה. הטכנולוגיה היא כזו שהורדת העלות של התפלה באוסמוזה הפוכה תוריד גם את עלות ההתפלה בטכנולוגיה זו. תחילת ההתפלה תוכל להיות בעוד כ-7 שנים אם ייגשו לכך ברצינות המתאימה. טכניקת ההתפלה נלווית למקור מתחדש של אנרגיה ומחיר החשמל עשוי להיות נמוך מחשמל מגז או מפחם. השיטה תהווה מצד אחד חסם לעליית מחירי האנרגיה המזהמים והכרוכים ביבוא דלק ומצד שני תאפשר הוזלה משמעותית בטכנולוגיה של ההתפלה. למעשה ניתן לספק בשיטה זו מיליארדי מטרים קוביים לשנה. טכניקה אחרת הנמצאת בפיתוח וגם היא אמורה לחזול את ההתפלה כדי כמחצית לפי הצהרת מפתחיה. היא נעשית בזיקוק בשיטת M.E.D. המותקנת ביחידות המסודרות באופן אנכי. הפיתוח נעשה בדרום קליפורניה בשיתוף עם "הנדסת התפלה בע"מ" בישראל. שיטה זו, להבדיל מחטכניקה שפותחה בטכניון, תצטרך בעיקר לחוס. זה יוכל אולי להיות מסופק בעתיד גם כן על ידי מקורות אנרגיה מתחדשים, אך בינתיים זו עשויה להיות מגבלה ממשית בתכנית לפיתוח בר-קיימא. בפיתוח שנעשה על ידי חברת "אראל אנרגיה" הושגה אפשרות לבנות בריכות סולריות עם כיסוי שקוף ומבודד חום. העלות הצפויה לקו"ש חום מתבריכה הסולרית נמוכה מאוד מתחת לסנט אחד.

המשמעות היא שצריך להתחיל בניצול ההזדמנויות המיוחדות להתפלה בעלות נמוכה ולהיערך באופן נמרץ להתפלה בעלויות הולכות ונמוכות בכמויות אדירות. צריך להשקיע בהאצה של פיתוח הטכנולוגיות להתפלה. כל דחייה בבניית מפעלי התפלה כמוה כגרימת נזק כלכלי כבד.

לפיתוחים המוזכרים לעיל יהיה ערך רב מאוד בייצור וייצוא של מדינת ישראל. היתרון שהיה טמון בהקמה של משרד התשתיות היה באפשרות של ראייה מערכתית ובמקרה זה משק האנרגיה ומשק המים, טיפוח הגישה המקצועית והוצאת הנושאים מידי האינטרסנטים. אבל אף אחד מאלה לא קרה. לחיפך, מעולם לא היתה הרמה המקצועית כל כך נמוכה והגישה צרת אופקים וקצרת ראות.

8. הביקוש למים בחקלאות

8.1 החקלאות לא תתמוטט אם יותפלו מים

אין כל סיבה שהחקלאות תתמוטט אם תצטרך לשלם את מחיר המים לפי עלותם. נעשו עבודות שונות על ידי אנשים שונים שמראות מה עשוי להיות הביקוש האמיתי למים. נציין כאן בעיקר שתי עבודות. האחת, בהנחגתו של פרופ' דן ירון מהפקולטה לחקלאות (ירון ושות' 1966). השנייה נעשתה על ידי הרשות לתכנון ופיתוח החקלאות, ההתיישבות והכפר, שמשותפת למשרד החקלאות ופיתוח הכפר ולסוכנות היהודית בא"י (דליהו וחדס 1996). המסקנות משתי העבודות דומות מאד לצורך ענייננו. המחברים חכינו תחזית להתפתחות החקלאית ובין השאר בהערכה ליתרות התשומות למים. לוח 4, בתקציר בעמוד 14 של דליהו וחדס (1996) מביא תוצאות מאלפות. הן באות לידי ביטוי בעיקר בטבלא המסכמת המועתקות מחמקור.

לוח 4: היתרות למים בענפים הראשיים וההתייעלות החזויה

(בשקלים למ"ק, במחירי 1993)

הענף	סה"כ צריכת מים (מיליון מ"ק)	יתרה למ"ק		סה"כ צריכת מים (מיליון מ"ק)	יתרה למ"ק
		לפני ניכוי	אחרי ניכוי		
		הוצאות הח. הון		הוצאות הח. הון	
השנה		2020		1993	
הדרים	256.73	1.18	0.37	188.13	0.39
אחרים	287.77	2.92	1.93	290.80	2.22
סה"כ ממעים	544.50	2.10	1.20	478.93	1.50
ירקות	229.09	3.61	2.89	278.34	3.06
פרחים	39.07	8.93	4.95	39.27	6.55
גד"ש	253.89	1.41	0.96	179.46	1.17
ס"ה כולל	1,066.56	2.51	1.64	976.00	2.09

• על בסיס יבול תחשיבי; כאשר רמות היבול התחשיביות נשארות זהות למשך כל התקופה. הוצאות החזרי ההון מחושבות ב-7% ריבית. חישובן בשער ריבית של 4% יעלה את "היתרות הנקיות" דלעיל ב-10%.

נעיין תחילה בנתוני 1993 ובעמודה האחרונה של יתרת תשומות למטר קוב מים אחרי ניכוי הוצאות חוזר תון.

א. ס"ה הביקוש למים עשוי להיות לפי עלות של עד 35 סנט למטר קוב המחיר הגבוה של התפלת מים מליחים (לפי 2.5 שקל לדולר שהם 87.5 אגורות למ"ק). פשוט העתקנו מהטבלה את כמות המים בשנת 93 לגידולים שיכולים לשלם אחרי ניכוי הוצאות ההון למעשה מ-87.5 אגורות ומעלה.

מטעים ללא הדרים	287.77 מיליון מ"ק לשנה
ירקות	229.09 מיליון מ"ק לשנה
פרחים	39.07 מיליון מ"ק לשנה
גדיש	253.89 מיליון מ"ק לשנה
סה"כ ביקוש למים בענפים	801.82 מיליון מ"ק לשנה

לפי זה, אילו היו לנו מקורות מי גלם מליחים להתפלה ללא הגבלה, הביקוש בחקלאות המסורתית של 1993 עשוי היה להגיע למימד המדהים של 802 מיליון מ"ק לשנה, 85% מכל המים השפירים(!). כמובן שהדבר כרוך בהתייעלות מסויימת כפי שמוסבר על ידי המחברים בהערות לטבלה.

ב. אילו היינו מגבילים את המים המותפלים למי ים בלבד בעלות התפלה של 75 סנט ומעלה (187.5 אגורות למטר קוב ומעלה לפי מחירי 1993) גם אז, לפי חקלאות 1993 הביקוש היה מגיע לרשימה שלהלן:

ירקות	229.09 מיליון מ"ק לשנה
פרחים	39.07 מיליון מ"ק לשנה
ס"ה	268.16 מיליון מ"ק

שהם 28% מהחקלאות המושקית אז במים שפירים.

המספרים שלעיל מצביעים על כך שטענת החקלאים ועסקניהם היא מופרכת מיסודה. המסקנה מתחזקת עוד יותר בתחזית לשנת 2020 כאשר ההנחה היא שתהיה התייעלות של החקלאות על ידי ברירה בין האזורים, ברירה בין החקלאים, ברירה בין הגידולים ושיפור בשיטות. אנו יכולים גם להוסיף שלא יהיה גם כל אסון בהגדלת כמה ממחירי התוצרת החקלאית. לפי הערכת כותב שורות אלה ההערכה להתייעלות של החקלאות עד 2020, כפי שכותבי העבודה ציינו, צנועה מדי. לפי זה, במחירי המים המותפלים של עד 35 סנט למ"ק הגידול היחיד שלא יכול לשאת במחיר מים מותפלים הוא הפרדס, והוא לא יכול לעמוד כלכלית גם היום. הביקוש למים שפירים יגיע ל-788 מיליון מ"ק בשנה או יותר מ-80%.

אם עלות המים היא 75 סנט למ"ק בהתפלה ממי ים ללא הוזלה צפויה בהתפלה וללא תועלת נלווית, כלומר עלות של 187.5 אגורות (לפי מחירי 1993) הביקוש היה מוציא מהכלל רק גידולי שדה והדרים והיה מגיע ל-608 מיליון מ"ק בשנה (!) או 64%.

אם נתאר את התפתחות ההתפלה לצורך ההשקיה החקלאית בציר הזמן אפשר לראות את התחזית הבאה:

- א. יש להתחיל מייד בהתפלה ולהתפיל רק את אותם המים שבהם ישנם יתרונות כלכליים נלווים. מאחר שיש מאות מיליוני מטרים קוביים כאלה שהעלות האפקטיבית שלהם קטנה מ- 35 או 40 סנט אפשר יהיה לכסות את כל הגירעון התחילי ללא כל פגיעה ממשית בחקלאות.
- ב. יתחילו במקביל תהליכי התייעלות של החקלאות ותחליך תוזלה הדרגתית של תהליכי ההתפלה.
- ג. אפשר להגיע לשנת 2020 מבלי שיתסרו מים שפירים לחקלאות. הענף היחידי שנראה בספק הוא מטעי הדרים. אולם גם בין החדרים יש חלקים שיוכלו לשלם את מחירי המים.
- ד. המים הממוחזרים יובאו גם הם לאיכות מי שתייה או קרוב מאוד לכך, וקרוב לוודאי שיעברו תהליך התפלה, שיהיה תחליך יותר ראוי מבחינת האיכות ולא יותר יקר מאשר טיפול אחר בביוב.
- ה. בעוד 7 שנים אפשר יהיה כנראה להתפיל מי ים בעלות שמתחת ל-50 סנט ובכל כמות רצויה. רק הדרים לא יעמדו במחיר.
- אמנם מחברי החוברת ברשות לתכנון מעדיפים את הערכים הממוצעים. אולם חשוב לעיין גם בפרטים. למשל, בירקות רואים גזר, חציל, תירס מתוק, תפוחי אדמה, עגבניות למאכל ופלפל שיכולים ללא כל קושי לשלם גם מים מותפלים יקרים ביותר ממי ים. לעומתם תבלינים ירוקים, תירס לתעשייה ומלפפונים שלא יכולים לשלם גם מים מסובסדים. כמו כן, רוב גידולי השדה, אבטיח, אגוזי אדמה, אפונה ומלונים יכולים לשלם תמורת התפלת מי ים. חיטה, חמנית, כותנה ומספוא לא יכולים לשלם אפילו התפלת מים מליחים ובחלקם לא יכולים לשלם אפילו את מחיר המים המסובסד היום באופן כבד.
- גם בשנת 2020 חיטה, חמנית, כותנה ומספוא לא יוכלו לפי החוברת לשלם תמורת התפלה. הבעיה אינה רק של מחיר המים. הבעיה הראשית היא בכלל כדאיות הגידול. הערכת צריכת המים בערבה גדולה ב - 37% מהצריכה שלפי הנורמות המקובלות. אבל לעומת זאת, לגידולים בערבה עשויים להיות יתרונות כלכליים אחרים.
- אם ניקח בחשבון את העלויות הנמוכות בתרבת של כמה מפעלי התפלה אפשריים בהיקף של מאות מיליוני מטרים קוביים אפשר לחקל בבת אחת על עומס ניצול המים ולמנוע נזק נוסף למקורות המים בחלק ניכר מאוד של הפעילות החקלאית.
- מרבית הגידולים יכולה לשאת גם היום בעלות מים מותפלים ממי גלם מליחים. כמה וכמה חקלאית ועסקני חקלאים טענו למקרא הטיוטא לחוברת שלא פירשתי נכונה את הטבלאות של הרשות לתכנון חקלאי בחוברת של דליחו וחדס (1996). אחרים טענו שמאז פרסום העבודה כבר השתנו חלק מהמחירים. לא הצלחתי לקבל הסבר ממשי במה טעיתי. בדיון אצל שר החקלאות רפאל איתן סוכמה דרישה מפורשת מהרשות לתכנון שתוכן עבודה מוסמכת שתעסוק בסוגיה של יעדי החקלאות ונסיון לכמת יעדים אלה מבחינה כלכלית. באופן מיוחד התבקשה ההתייחסות לשימוש במים. תוקצבו לשם כך 6 חודשים. אך כבר עברה למעלה משנה והעבודה לא הוכנה.

8.2 תסריט חליפי לתשלום מלא תמורת המים

התסריט החליפי הוא, כפי שכבר הבאנו לעיל, חיסול הולך וגובר של החקלאות המושקית. ממילא מחירי התוצרת החקלאית הטרייה יעלו בגלל כמויות לא מספיקות ועלויות יבוא. כשמחירי

התוצרת יעלו יהיה אולי כדאי שוב לגדל באופן מקומי. אולם אין כל בטחון שהקרקות לכך ישתמרו עד אז. גם חמבנה האירגוני והחברתי של החקלאות ישתנה מאוד. לבעיות שעשויות להיווצר מכך משמעויות כבדות בתחומים אחרים הרבה מעבר לבעיות של מים.

8.3 מצאי של מים זולים

החקלאות תוכל להמשיך ולנצל מים שפירים באזורים שונים בארץ כאשר חסעת המים משם לאזורי הצריכה ממילא יקרה מאוד, ושבהם עלות המים השפירים נמוכה. זה נכון בעמק הירדן, בצפון הגליל המערבי, בעמק בית שאן ועוד. אין כל סיבה שחקלאים ישלמו באזורים אלה מחירים השונים בהרבה מחילות. אין קושי רב לחשב את ערך המים גם לשימושים חלופיים ומחירי הצל, אולם אין ספק שלחקלאים המקומיים יהיה יתרון טבעי במחיר. כך שלמעשה אין כלל הכרח להחליף את כל המים השפירים במים מותפלים, ואין גם הכרח כלכלי לקבוע שכל מחירי המים יהיו שווים למחיר המים השוליים חיקרים ביותר. הגישה הכלכלית של האוצר התובעת לכסות את מחיר המים השוליים הגבוהים באזור אחד, איננה גורסת תשלום זהה במקום שהמים זולים מאוד. בשלב ראשון מחירי הצל בבקעת הירדן ייקבעו לפי התפלת מים מליחים באזורי החוף פחות הובלה בשאיבה של מי בקעת הירדן לחוף. מים מליחים באיכות קרובה מאוד למי שתייה יוכלו לשמש להגברה ניכרת של מקורות המים לאורך בקע הירדן. רק עם תום הניצול של מים מליחים יהיה הכרח בהתפלת מי ים. גם אם נתחיל בעתיד הקרוב מאוד להתפיל מי ים בדרום הארץ מחירי הצל בצפון הארץ לא יגדלו במידה שלא תאפשר את ניצולם.

8.4 האם ראוי שחקלאים ישלמו את עלות המים במלואה?

זוהי שאלה לגיטימית מכמה טעמים, גם אם הם יכולים להרשות לעצמם להשתמש במים מותפלים.

ישנה תחרות קשה עם תוצרת במדינות שונות כאשר מחיר המים בהן נמוך ביותר ולעתים התוצרת החקלאית כולה מסובסדת. העלות הנמוכה של מים במדינות מתחרות היא שם בין משום שעלותם נמוכה ובין משום שחם מסובסדים. מחיר גבוה למים בארץ עשוי לכאורה להכביד מאוד על החקלאים. אין ספק שזה נושא הטעון פתרון.

ההנחה היא שישנן סיבות טובות לשמר את החקלאות וכן שיש עניין רב לתמוך בה ובכך נדון בהמשך. כנגד זה נשאלת השאלה אם ראוי אמנם לעודד גידולים שבהם מכל סיבה שהיא איננו יכולים להתחרות עם השווקים החיצוניים. ואם ישנה הצדקה לסייע לחקלאות, האם ראוי לסייע לחקלאים ע"י סבסוד המים.

9. האם יש לסייע לחקלאות

9.1 הנזק שבסבסוד המים

נניח שישנן סיבות טובות לסייע לחקלאים מכל סיבה שהיא, וכנראה שיש. הנזקים שבסבסוד המים לחקלאות או לכל מטרה אחרת הם עצומים.

א. אין כל ספק שבסבסוד המים גורם להשחתת משאבים בקנה מידה גדול. יש גידולים שלפי כל אמת מידה לא ראוי היה לגדלם. גידולי פרדס או כותנה בדרום הרחוק הם בלתי הגיוניים. בתנאי הסדרה אחרים החקלאים עצמם היו בוחרים שלא לגדל אותם. ישנם איזורים שלא

ראוי לגדל בהם גידולים עתירי מים. בגליל העליון בגבול הצפוני קוב מים עולה פי 10-15 מקוב מים בשטחי עמק החולה. משק גלילי היה מעדיף לגדל רק בעמק אילו צריך היה לשלם מחיר מים אמיתי. ישנם חקלאים מוכשרים מאוד וכנגדם כאלה שאינם מצליחים מכל סיבה שהיא. כאשר המים אינם מהווים ערך כלכלי ריאלי ישנה נטייה לבזבז אותם ללא סלקציה. זה נכון לכל מגזרי המשק.

אחת הדוגמאות הקיצוניות היא בהכנת מים מזוקקים בתעשיית האנרגיה והכימיה. התעשייה מעדיפה לקנות מי שתייה מסובסדים ולחעבירים דרך מחליפי יונים. קל מאוד לחזקת שאלו היו צריכים לשלם את העלות האמיתית של המים היה כדאי להם מאוד להשתמש במים מותפלים בזיקוק ולחסוך את השימוש במחליפי יונים. תמלונאות מקבלת מים מסובסדים כאשר כל כמות המים שהם משתמשים אינה עולה על קוב מים לאורח ליום או עלות שהיא פחות מדולר אחד.

ב. תשלום ריאלי היה מאפשר לגורמי ייצור חליפיים להיכנס לשוק ולהתחרות בחברת מקורות.

בוודאי שכך היה קורה בכל המגזר התעשייתי הביתי והמוניציפלי. חלק ניכר מכוחה של חברת מקורות כמונופול נובע מכך שרק לה הרשות למכור מים במחיר נמוך מהעלות עם הבטחה לפיצוי כמעט אוטומטי על ידי המדינה. האמצעים החליפיים שבהם נקטה המדינה במשך כ-5-6 שנים לא השיגו דבר. ביניהם "הסדר העלויות" שהאוצר כפה על "מקורות" כאשר זו השמיעה קולות מתאה אבל קיבלה אותו בשמחה. ביניהם הוראה מפורשת שניתנה למקורות לא לעסוק בנושאים שונים וקיצוץ בתקציבים הגובל בשערורייה ופוגע במשק המים. נסיונה של המדינה לאכוף פירוקה של מקורות לחברות משנה גם הוא נשאר עד כה עקר וספק אם בצורה המוצעת יש בו תבונה רבה. המדינה לא הצליחה להבטיח תכנון ראוי של פרויקטים במים ובוודאי לא ביצוע יעיל וכן תחרות. את היצירה של אקלים כלכלי נאות החליפה שתלטנות והכתבה של פרטים ע"י רשויות ממשלתיות שהן החיפך מהמבוקש.

ג. אין כל ספק שללא סבסוד, שאיבת היתר חיתה נעלמת משתי סיבות. ראשית, הרבה מים היו

נחסכים ושנית, כדאי היה יותר להתפיל מים מאשר לשלם את הנזק שבשאיבת יתר. כיום אפשרי שבעל באר פרטית ישאב מים בפרוטות תוך גרימת נזק חמור לאקוויפר כאשר במרחק זריקת אבן ממנו מקורות מתדירה מים מיובאים מחכרת לאקוויפר ירקון תנינים ומירקון תנינים מועברים אותם המים לאקוויפר החוף. זה איננו פחות מאשר טירוף לאומי. הכרחי שבעל הבאר ישלם את ערך המים במקור או את מחירי הצל.

ד. אילו שילמו את עלות המים היה מתעורר ביקוש יתר למים באיכות יותר טובה והיתה

מוטיבציה חזקה יותר למנוע נזקים למקורות המים. היום שיפור איכות המים לא יבוא אלא אחרי אסון.

אין כל סיבה לסבסד מים לחקלאות יותר מאשר סבסוד זרעים, טרקטורים, ברגים או אריזה לתוצרת או תובלה. מה שקרוי היום מים שוליים כגון מי שטפונות, היו הופכים למים שפירים. כדאי היה לחשקיע יותר בתפישת מי שטפונות. הבריכות לגידול דגים בקיבוץ דן משחיתות "רק" כ - 60 מיליון קוב מים לשנה תמורת כמה משאיות של דגים. מערכת מושחתת מרשה לחמשיך זאת. אילו שילמו את העלות הכלכלית האמיתית של מים אלה לא היו מעלים על דעתם גידולים כאלה או שהיו טורחים למצוא שיטות פחות בזבזניות, ואין ספק ששיטות כאלה אפשריות.

9.2 מהן המטרות הלאומיות שעשויות להצדיק סיוע לחקלאות

בין המטרות הלאומיות:

- א. אספקה עצמית של תוצרת טרייה ואספקה במצבי חירום. תלות ביבוא תוצרת טרייה תהיה לא רק יקרה יותר אלא גם מסוכנת.
- ב. שמירה על שטחים ירוקים בתוך גושים של בנייה צפופה. בתוך זה גם קרקעות ראויות לעיבוד עם אספקת מים של 400-600 מ"ק לדונם לשנה ע"י גשם. באיזור גוש דן עצמו מגדרה עד חדרה הכרחי להבטיח שטחים ירוקים בהיקף שאינו נופל מ-300,000 דונם. הקרקעות מצויינות, הגשם בשפע ואין כל סיבה שחלקו הגדול לא ישמש לחקלאות מושקית. לשמירת השטח ירוק ישנו ערך כלכלי ממשי שבתהליך החסדרה הציבורי צריך לבוא לידי ביטוי מבלי שלשם כך יסובסדו מים.
- ג. שמירה על קרקעות המדינה.
- ד. יישוב שטחי ספר ושטחים ריקים בשוליים.
- ה. שימור של צורות יישוב וסגנונות חיים.
- ו. יצירת בסיס למו"פ לייצור ולייצוא תשומות.

כל אלה מעבר לערך המוסף של החקלאות, תעשיות המעלה ותעשיות המורד המגיעים לפני שנת 1997 לתפוקה של 25.7 מיליארד שקל לשנה לתעסוקה של 109,670 עובדים ולייצוא של 1.685 מיליארד דולר לשנה.

מדינות אחרות רחבות ידיים וברוכות גשם וללא תבעיות הלאומיות של ישראל מצאו צורך לשמר את החקלאות והחקלאים. לא ייתכן להתייחס לחקלאות בדרך שכמה מתייחסים אליה כמי שתורמת לא יותר מאשר כ-2% לתוצר הגולמי ורק כ-3% בייצוא (נכון ל-1990). מלאי החוץ בחקלאות ירד ל-5%.

ב-1960 התוצר הגולמי היה 8%, הייצוא 29% ומלאי החוץ 19%. גם התעסוקה החקלאית ירדה מ-17% ב-1960 ל-5% ב-1990. אבל מידת החינוניות של האספקה העצמית גדלה ולא פחתה. יותר מכל, החקלאות לא איבדה מערכה באתוס הציוני שהוא עדיין רכיב יסודי בקיומה של ישראל וספק אם אפשר לשקלל אותה רק בערכים כלכליים פשוטים. אגב, בכל החסטוריה של ההתיישבות היהודית בישראל תמיד נמצאו כלכלנים מבית או מחוץ שהוכיחו שזהו פרוייקט לא כלכלי.

דן ירון וחבריו (1966) סוקר 5 שיטות שונות לסייע לחקלאות: תמיכה במחיר השוק; תשלומים ישירים; הוזלת תשומות; שירותים כלליים ותמיכה לא ישירה. הנטייה בכל המדינות היא לחפש דרך לסייע בדרך שלא משפיעה על מחירי המוצרים והתשומות לייצורן ואיננה גורמת לעיוות הייצור.

תמיכה זו קיימת בישראל כמו גם במדינות אחרות הרבה מעבר לחלוקות מים במחירים לא ריאליים. חסבסוד לחקלאות ב-1992 לדוגמה הוא באוסטרליה 10%, ארה"ב 21%, ישראל 28%, קנדה 38%, הקהילה האירופית 47%, אוסטריה 55%, שוודיה 58%, פינלנד 67%, יפן 77%, שוויץ 75%, נורבגיה 77%. לכן לא יכול להיות כל תירוץ שאין דרך לבצע סיוע לחקלאות אלא דרך סבסוד המים. חוששני שבחינה פשוטה תצביע על כך שהסבסוד הכולל לכמה תעשיות Hi-Tech הוא באותו גובה ביחס.

צריך לדון ולהסכים על מטרות אלה ולאשר אותן באופן פורמלי. צריך גם לנסות לכמת מבחינה כלכלית את שווי מילוי המטרות או עלות של דרכים חלופיות. אחרי כן יש לחפש דרך חלופית

לסייע להשגת המטרות או שמירתן. במקום זה מעדיפים עסקי החקלאית לנצל לחצים פוליטיים במקום לקיים דיון פתוח והגון. החמור מכל הוא שצורה זו של ניהול משק המים היום תביא ללא כל ספק לחיסול מסיבי של החקלאות או קיום שלה בעלות הרבה יותר גדולה, דבר הנוגד לגמרי לכל המטרות. החיסול של החקלאות יבוא בגלל דרישת המים על ידי גורמים מתחרים ובגלל הרס קבוע ומתמשך של מקורות המים. הוא יבוא בגלל לחץ ספקולטיבי לניצול הקרקעות לבנייה וזאת בגלל היעדר תכנון או חוסר משמעת של הרשויות לתכנון לאומי. זהו עניינו של כל העם בישראל לשמר את החקלאות. עניין זה נחלש למעשה כאשר הוא מוצג על ידי העסקנים כאינטרס של החקלאים עצמם בלבד.

היום מסבסדים מים מבלי לתרום תרומה כלשהי לחגשמת המטרות הלאומיות. סבסוד של מים איננו מבחין בין אזור ספר ומושב בתוך גוש דן. הוא איננו מבחין בין אזור משופע במים זולים ובין אזור שבו המים יקרים מאוד. הוא איננו מבחין בין גידול לגידול. מטרתו העיקרית ואולי היחידה להמשיך את התלות בין החקלאי והעסקן שלו. גם מסבסדים וגם מאבדים את החקלאות.

9.3 דרכים אלטרנטיביות לסיוע

הכרחי להפגיש מנהיגי חקלאים, אנשי כלכלה מובחקים, ובעיקר כלכלנים באוצר ומשפטנים כדי לחפש דרכים חלופיות לסיוע באופן ישירת באמת את המטרות הלאומיות המוסכמות. צריך לבחון את המשמעויות החברתיות, משמעויות ביחס להסכמים בין-לאומיים שישראל חתומה עליהם ביחס לייצוא תוצרת חקלאית, ועוד. גם מבחינה פוליטית יהיה קשה להשיג את השינויים הדרושים במחירי המים מבלי שחעסקנים יוכלו להצביע על חלופות בסיוע לחקלאות.

בעבר העלו רעיונות שונים לסיוע כמו מחירים מובטחים לתוצרת, פטור ממיסים על גידולים מסוימים או באזורים מסוימים, מיסים שליליים על ייצור חקלאי, הקפדת יתר על שמירת קרקעות חקלאיות, ועוד. ייתכן אפילו לקדש מכסי מגן או מיכסות ייצור סלקטיביות ובלבד לא לסבסד את המים. ישנם ערכים כלכליים ממשיים בחקלאות או ערכים שניתן לתרגמם לערכים כלכליים ואת אלה צריך לתרגם לתנאים ממשיים של קיום החקלאות.

אין לי כל ספק שללא מציאת פתרון לדרך הסיוע לחקלאים במקום סבסוד למים אי אפשר יהיה להתגבר על המערכת הפוליטית, ואז יהיה בלתי אפשרי למנוע אסון למערכת המים ולחקלאות. חוסר החלטה כיום כמוהו כהחלטה בעלת משמעות מרחיקה לכת.

הסיוע לחקלאות לא צריך להתקבל כסבסוד פוליטי. אפשר לתת לו ביטוי כלכלי לגיטימי אם יינתן ערך כלכלי למטרות לאומיות שקופות וגלויות.

9.4 מחיר המים ותשלום

לא ייתכן לקיים שני תעריפי מים, לחקלאים ישראלים ולחקלאים פלשתיניים באוטונומיה. דבר זה לא יוכל להחזיק מעמד מבחינה ציבורית פנימית ומסיבות ציבוריות בין לאומיות. אין זה מעלה ואין זה מוריד מה יהיו פרטי הפתרון הפוליטי.

אם חס וחלילה יהיה סבסוד מים לאוכלוסייה הפלשתינאית ביהודה, שומרון וחבל עזה, הדבר יביא לגידול מפחיד בצריכת המים. חשוב לחזור ולהדגיש שבעזה מצב המים קטסטרופלי, כאשר כ- 70% מהאקוויפר נשמד כבר ע"י המלחה ולמרות זאת ישנה עדיין שאיבת יתר גדולה. באקוויפר החר היה ניצול מלא של המילוי החוזר כבר לפני 1967, בעיקרו על ידי ישראל. כך אין כל אפשרות אחראית להגברת השאיבה. (אקוויפר החר גם הוא ממליח בהדרגה אבל חמור

מזאת, הוא בסכנה חמורה מאוד של זיהום ע"י ביוב ביתי ותעשייתי. ניכרים בו כבר נזקים רציניים).

גידול הצריכה הביתית, העירונית והתעשייתית ביהודה ושומרון הוא בלתי נמנע. מאין יבוא המים? איך אפשר יהיה לספק אותם ללא התפלה, אין מאין. חמור מזאת, לאקוויפר ההר כושר אגירה נמוך מאוד. המשמעות היא שבשנות בצורת יעמדו הפלשתינאים בפני יצר שאינו ניתן לכיבוש לשאיבת יתר. בשנים האחרונות הם נסמכו על שאיבת יתר באקוויפר החוף דרך מערכות המים הישראליות. כשנעביר מים לפלשתינאים, האם נעביר אותם בעלות השווה לעלויות המים השוליות או שנסבסד אותם?

ברור שיש גם הכרח פוליטי דחוף לקבוע שיש מחסור חמור במים בישראל ואפילו מילוי מחסור זה יכל להיעשות רק ע"י התפלה. מי שטוען שלא יהיה מחסור במים בישראל עד שנת 2010 איננו רק אומר דבר שאיננו אמת, הוא חושף את ישראל לתביעות בין לאומיות, לכאורה צודקות. התביעות למים מישראל לא תסתיימנה בהסכמי השלום הנוכחיים. תזכורת לכך היתה בתביעה של תברון לתקן את מחסור המים שלה, ועוד לנו עסק עם סוריה. אנחנו ניתבע ונשלם כל עוד המדיניות הנוכחית של ניהול משק המים תימשך.

9.5 בסיכום:

- א. סבסוד המים לחקלאות, לתעשייה ולמלונאות כרוכים בהשחתת משאבים בקנה מידה גדול וחוסר יעילות משווע. הם אינם מהווים מעשה טוב לחקלאות אלא ימיטו עליה אסון.
- ב. לאור השותפות ההכרחית בנושאי מים עם האוכלוסייה הפלשתינאית ועם המדינות השכנות לא יעלה על הדעת להמשיך בסבסוד המים.
- ג. השוואת המחיר לעלות תשחרר אותנו במידה רבה מהתלות במונופול של חברת "מקורות". זהו תנאי הכרחי אם כי לא מספיק.
- ד. ישנן מטרות לאומיות בעלות חשיבות ממדרגה ראשונה לשמר את הפעילות החקלאית, שטחים פתוחים ירוקים, התיישבות ספר, שמירה על קרקעות המדינה ושימור צורות חיים. צריך למצוא דרכים חלופיות אפקטיביות יותר לתמיכה באלה בדרך המכוונת באופן ישיר לחם ולא לסבסד מים.
- ה. ללא תשובה לבעיות מחירי המים לחקלאים אינני רואה כל סיכוי למנוע נזק נמשך למקורות המים, עד כדי אסון ובכך גם לחקלאות עצמה.
- ו. המרבית המכריעה של החקלאות כלל לא תתקשה לשלם אפילו עלות של מים מותפלים. בעצם זהו התסריט היחידי שעשוי להציל אותה, לא בלי תהליך הסתגלות.

10. פעילויות טכנולוגיות וארגוניות דרושות

10.1 יש להתחיל בדחיפות בהתפלה

אם נתחיל בפעולות מעשיות להתפלה היום ממילא תידרשנה כמה שנים לחשלמת פרויקטים בנפח מעשי, כך שהתחלת התיקון של המצב תתחולל לא לפני שיחיה דפיציט שעולה על 500-600 מיליון מ"ק (!).

10.2 תכנית אב

תכנית האב חיונית ודחופה וצריכה להיעשות במקביל לתחילת פעולות ממשיות בהתפלה. לא ייתכן לדחות את פעולות החתפלה. התכנית צריכה להשיג כמה דברים:

- א. הערכה כמותית של צרכי החתפלה;
- ב. זיהוי מפעלים מיוחדים בעלי יתרון כלכלי וקדימות ביישום; ביניהם ניצול מים מליחים, הבראת האקוויפרים והגדלת נפחי האגירה, חסכון בהובלת מים ועוד.
- ג. הערכת צרכי התפלה של ירדן ושל האוטונומיה;
- ד. הבטחת שטחים לאורך חוף הים התיכון, בבקעה, באזור פתחת שלום ובערבה, ונתיבי מעבר לצנרת; גם בכיוון צפון דרום וגם בכיוון ממערב למזרח.
- ה. סקירת שיטות התפלה והערכה של סדרי העדיפות שלהן;
- ו. שילוב בין התפלה ומערכת האספקה של מקורות טבעיים ופתרון לנפחי אגירה במסגרת אמינות אספקה מוגדרת.
- ז. צריך לבחון גם העברת הטיפול במיחזור המים משיטות קונבנציונליות לשימוש משולב בהתפלה.
- ח. שילוב התפלה עם אספקת אנרגיה בכלל ואנרגיה מתחדשת בפרט.

הגדרת המטלות של תכנית האב צריכה להיות דינמית ובדיון מתמיד. היא צריכה לתת תשובות מיידיות לכמה נושאים ולשפר את התשובות עם הזמן. אנחנו בפיגור חמור ביותר בפעולות החתפלה. אסור שהכנת תכנית כזו תהיה עילה לסחבת של שנים כפי שהדבר קורה הלכה למעשה.

לא כאן המקום לפרט את כל הרכיבים השונים של תכנית אב. אבל חשוב להזכיר כמה:

10.3 מוביל המים המזרחי

הרעיון למוביל מים מזרחי איננו חדש. שלושת האדמיניסטרציות האחרונות בישראל היו בקונצנזוס שיש להשאיר את המורדות המזרחיים לכל אורך בקע הירדן בידי ישראל. כל שלושת הממשלות חשבו שיש לפתח את האיזור וכל השלוש עשו מעט מאוד. גם גל העלייה הגדול שהגדיל את אוכלוסיית ישראל בכמיליון בני אדם פסח על בקעת הירדן. אחד מיסודות הפיתוח של הבקעה צריך לכלול מוביל מים מזרחי שיפותח בהדרגה ויכלול את הרכיבים הבאים:

- קליטת חלק מהמים העודפים מהכנרת שהולכים לאיבוד בים המלח ומגיעים בממוצע לכדי 50 מיליון מ.ק. לשנה.
- איסוף הזרימות המליחות חיוורדות לירדן התחתון, שימוש ישיר בחלקן והתפלת חלקן האחר.
- הרחקת ריכוזי התמלחות לים המלח והשבחה של המים בירדן.
- הקמת מאגרי מים גדולים עיליים ותת-קרקעיים.
- תפיסה וניצול של מעיינות צוקים, סמר, וקנה על חוף ים המלח. בשנת 1992 מדידה להערכה ראשונה בהסטוריה נעשתה כדי כ-150 מיליון מ.ק. בשנה וההערכה האחרונה של חשירות ההידרולוגי (1998) היא של כ-80 מלמ"ק לשנה.

- חיבור קו המים למערך הדרומי בערבה עם אפשרות שהתפלה בקנה מידה גדול מאוד תבוא מדרום לצפון תוך שימוש בטכנולוגיה חדישה לאנרגיה מתחדשת והתפלה כאחד. נפחי ההתפלה מדרום יוכלו להגיע גם למיליארד קוב בשנה.
- אפשרות שחקו המזרחי יזין מים ליהודה ושומרון וכן לירדן, תוך שיתוף פעולה בעתיד.
- ככל שהיישובים יתפתחו, כולל יריחו, כן יהיה צורך בטיפול בכמויות הולכות וגדולות של ביוב ומיחזור.

אין כל ספק שתבקע חסורי אפריקאי מהווה פוטנציאל פיתוח שיש לבחון אותו. יש לו פוטנציאל תיירותי עם רכיבי בריאות. יש לו פוטנציאל חקלאי מעניין מאוד בגלל תנאי אקלים מיוחדים ובדיד סביבתי. יש לו מרחב קרקעי החסר במרכז הארץ המפותח. יש בו כמות גדולה של מחצבים שיכולים לשמש בסיס הולך ומתרחב של תעשיית. יש לו פוטנציאל אדיר לאספקת אנרגיה חשמלית לכל צרכיה של ישראל גם בעתיד הרחוק. חלק חשוב של ניצול פוטנציאל זה צריך להיות יצירת קו מים ארצי מזרחי.

תכנון אב של הציר המזרחי בוודאי גם יסיר כל מיני רעיונות מפחידים כמו ווריאנט זה או אחר של תעלת הימים ובעיקר אלה שיבואו מכיוון צפון. המתכננים של ישראל לקראת שנת 2020 לא רואים תפקיד חשוב של השדרה המזרחית בפיתוח של ישראל. הדבר נובע, כפי הנראה, מהדגש על כיוון האוכלוסיה והדגשת הפיתוח בעיקר לאיזורי מטרופולין שנגדשו באוכלוסיה כבר עד כה. גם שיקול כזה, אסור שיטה את תשומת הלב מפיתוח הפוטנציאל הכלכלי ופוטנציאל המים של הציר המזרחי.

10.4 התפלה פרטית ברשויות העירוניות

יש להציע מייד למרכזים העירוניים הגדולים לאורך החוף שייזמו מפעלי התפלה. צריך לעודד אותם לכך על ידי הקצבה של מים עם סולם מחירי מים עולים או מחיר אחד גבוה יותר הכולל ערך המים במקור או מחירי צל. המחירים השוליים צריכים לכלול את עלויות השיקום או התחלפה של מקורות מים שהתדלדלו (כפי שנאמר בתקנות המים שהותקנו בשעתנו ע"י רפאל איתן כשהיה שר החקלאות, וכפי שהתחייב מתביעות בבג"ץ). ישנו ויכוח ענייני אם ראוי לקצוב מחיר מדורג למים או לחייב את הרשויות במחיר לפי עלות ממוצעת. פתיחת יוזמה פרטית לייצור מים ושינוי הדרגתי מחייבים אולי מחיר מדורג כשבשוליים מחיר גבוה. אין היום מניעה פוליטית לקביעת מחיר ריאלי למים לשימוש עירוני. פעולה זו תפתח לאלתר אפשרות של גופים פרטיים לגשת להתפלה תוך תחרות.

הכרחי עם זאת לחזק מאוד את תהליך המחקר והפיתוח ואת היכולת התכנונית של המערכת עם רמה מקצועית הטובה ביותר ותוך הפעלת דמיון יוצר וגישות בלתי שגרתיות. אלה יהיה צורך להעמיד לרשות יצרנים פוטנציאליים כדי להגשים גם את המטרות המערכתיות של ניהול כלל משק המים ושל הצלת האקוויפרים.

10.5 התפלה לאבטחת איכות ורשתות כפולות

מספר המזחמים הפוטנציאליים מגיע לאלפים. אין כל סיכוי מעשי שכל חומר כימי אפשרי ייבחן לפי מידת השפעתו האפשרית, שכל חומר כזה יימדד באופן רצוף במערכת אספקת המים ושתמצא דרך להקטין את הריכוז של כל אחד מאלפי החומרים שעשויים לזהם את המים. נשאלת השאלה כיצד אפשר להבטיח בעתיד את איכות מי השתייה?

יש רק דרך אחת עדיפה היום והיא התפלה באוסמוזה הפוכה. התפלה כזו בממברנות ותהליך הקרוי ננו-פילטריציה מרככת את המים, מקטינה את המליחות הכוללת, מונעת כל חלקיקים מרחפים, עוצרת את המומסים האורגניים, עוצרת גם בקטריות ווירוסים. העלות של טיפול כזה במים במפעל גדול יכולה לרדת ל-25 סנט למטר קוב. אפשר גם להתקין מערכות התפלה כאלה ברמה של בית בודד, בית משותף או קבוצת בתים.

אנשים רבים מוכנים היום לשלם 1-2 שקל לליטר להבטחת מים איכותיים שמיוצרים על ידי אותה אוסמוזה הפוכה. בוודאי שיהיו מוכנים לשלם 2-3 שקלים למטר קוב. כנגד זה אפשר יהיה לחסוך במידה ניכרת מאוד ברשתות הארציות או העירוניות.

יש לבחון אפשרות של רשתות כפולות לאספקת מים עירונית לאיכויות שונות ותכנון מאספים לתמלחות.

חברת "אדן טכנולוגיות" בחנה את התועלות הנלוות להתפלה של מים בשימוש עירוני. בין התועלות, חסכון במרככים ובסבון. מנינו לעיל עוד יתרונות חשובים מאוד בשיפור האיכות של המים הממוחזרים, הקטנת מטען המלחים הנכנס למקורות המים ועוד.

להתפלה וריכוך המים יש גם חסרון בכך שהקורוזיה ברשתות עשויה לגדול. התפישה שהתפלה תיעשה ברמה של הבית או השכונה כשמי הגלם מסופקים ברשת העירונית יכולה להיבנות לפי תפישה דומה לטלויזיה בכבלים.

יש לבחון גם מיחזור של לפחות חלק מהמים ברמה הביתית או השכונתית. כמו כן יש לבחון שימוש ברשת הביוב העירונית גם לקליטה של התמלחות, בפרט אם בסופו של דבר בתהליך המיחזור יותפלו המים עד לרמה של מי שתייה.

אין ספק שיש צורך דחוף בתשובה חדשה יצירתית בראיית מערכת שלמה. החשיבה החדשה, הכרחי שתצא מהנחה שהתפלה תהיה לאלתר. כמובן שיש מקום לבחון את משמעויותיה של הנחה זו, אולם עד כמה שאפשר לשפוט עכשיו ישנה תועלת רבה מאוד ולמעשה אין ברירה אלא להתפיל. מרגע שהנחה זו מתקבלת נפתחות אפשרויות תכנון חדשות ומגוונות מאוד וכן צרכים שונים שלא העלינו על דעתנו לפני כן. לא פחות חשוב, כל מיני טכניקות ורעיונות הופכים פתאום לבלתי רלבנטיים, מיושנים ובלתי כדאיים. הכרחי לעשות את המחפכה החשיבתית הזו לפני שמשקיעים בכל פתרון חדש.

10.6 צריך לחזור לתקנות למחירי מים לתקן אותם ולעדכן אותם. בין השאר צריך כאמור לכלול במחיר את העלות של חידוש מקורות או תוספת מים שוליים. כמו כן, צריך לפרש מחדש את חוק המים. הסדרת החלוקה של המים צריכה להיות על ידי מחירים נאותים והרשות לסחר בזכויות העבר ולא על ידי הקצבה. מחירי המים צריכים לקחת בחשבון את מועדי האספקה, סוגי האיכות ורמת האמינות של האספקה. המחיר חייב לכלול גם את צרכי ההסדרה הציבורית בתכנון, בפיקוח ובמחקר ופיתוח.

10.7 מו"פ

יש לתגבר מאוד את המו"פ בתחום המים. יש לחשיב לו את משקלו שאבד לו בהנהגה של 25 השנים האחרונות.

10.8 המערך התכנוני

ישנו צורך דחוף להקים גרעין תכנוני רציני שיעסוק דרך קבע בחקירה הידרולוגית, בתחזיות, בייצור חלופות לתכנון ארצי איזורי ומקומי, בחינה של גישות טכנולוגיות שונות ושיפוט תכנית מוזמנות. כיום המגירות למעשה ריקות מתכניות והפתרונות כולם מאולתרים או נקבעים בדרך איטיאיטיבית.

11. מחקר ופיתוח

11.1 נושאי מו"פ בתחום המים

חלק גדול מאוד של המחקרים בתחום המים הפך להיות בלתי רלבנטי או בעל חשיבות משנית מאוד. אין לכך כל קשר לטיב החוקרים ולחדשנות שבעבודתם. חוסר החשיבות נובע בעיקר משלושה:

א. היוזמה להצעות מחד גיסא ומיון ההצעות מאידך גיסא לא מתחשבות בניתוח המערכת כולה ומכאן סדרי עדיפות חדשים.

ב. אין מי שטורח לנצל את הידע שנוצר ולתרגם אותו לשיקול דעת, עבודת הכנה הנדסית, החלטה ועשייה. ישנו נתק מוחלט בין מקבל החלטות ובין הידע המתפתח.

ג. החקצבות למחקר הן כח קטנות ובתגובה כל כך איטית ובחוסר רציפות שכמעט לא ניתן להעלות רעיון ולהביא אותו לידי הגשמה בזמן סביר.

אינני יודע אם הקורא יסכים עם הניתוח שהובא לעיל. אולם בהנחה שכן, אפשר לתמחיש את מגמת הדברים בסעיף הראשון לעיל בדוגמאות הבאות:

א. מחקר על שיפורים שונים בטיפול בשופכין מיותר אולי אם היעד משתנה והכוונה להפוך את הביוב למים באיכות מי שתייה. ייתכן ששיקוע ראשוני ואוסמוזה הפוכה יהוו בס"ה את הטכניקה היעילה ביותר.

ב. מאמץ להוציא ניטרטים ממי שתייה הם בזבוז זמן גמור אם יש להוציא עוד כמה אלפי תומרים כימיים, מה גם שיש לכך שיטה פשוטה וזולה יחסית - אוסמוזה הפוכה, ועל אחת כמה וכמה אם מתברר שלאוסמוזה הפוכה של מי שתייה עוד כמה תועלות כלכליות משמעותיות מאוד כך שהעלות האפקטיבית אפסית או אף שלילית, בפרט אם מביאים בחשבון את העלות החברתית.

ג. איזה עניין יש להמשיך לקיים מחקר על השקיה במים מליחים אם מתברר שמחירים הראשית האמיתית כה גדול שכדאי יותר להתפיל אותם מאשר להגדיל את מנת השטיפה. מה גם שבכך מגדילים את היבול החקלאי ונמנעים מלפגוע בקרקעות ובמי התהום.

למעשה לא קיימת היום כל עבודת מטה המאפשרת למקבלי החלטות התחשבות בשיקולים תכנוניים מרחיקי ראות ויסודיים ובוודאי לא בתחלפה החדית של אינפורמציה והתאמה בין הצרכים ובין אפשרויות הפיתוח. ישנו נתק בין הגורמים המדעיים והטכנולוגיים ברמה הגבוהה ובין המנחלים, שמתאפייין כבר כמה עשרות שנים והוא הולך ומתגבר.

ישראל הצטיינה בעבר בפער זמן קצר ביותר בין הרעיון ויישומו או בין הבעת הצורך והגיית רעיון לסיפוקו. קשר כזה הוא סוד ההצלחה של כל פיתוחים הקרויים Hi Tech. שירות השדה ומינהל החדרכה המפורסמים בישראל היוו דוגמא לקשר כזה בין השדה ובין מערכת המחקר. המערכות

האלה הלכו והתפרקו מתוך אידיאולוגיה. ברציונל המושמע לעתים קרובות מוצאים את הטענות הבאות:

- אין זה מעניינה של המדינה לממן פעולות שהתעשייה הפרטית צריכה לממן (הנסיגה הגדולה ביותר במו"פ ובתעשייה בארה"ב קרתה בתקופה שאידיאולוגיה זאת השתלטה);
 - שירות השדה צריך להיות ארגון כלכלי והחקלאים צריכים לשלם תמורת השירות;
 - ישראל לבדה לא יכולה להרים את בעיות המו"פ. צריך לבקש סיוע במימון מבתוך;
 - אין הצדקה כלכלית לגוף תכנוני ממלכתי;
 - נושאים תשתיתיים אינם Hi-Tech. העתיד הכלכלי של מדינת ישראל הוא ב-Hi-Tech, הכולל בעיקר מחשבים, תקשורת וביוטכנולוגיה.
- תחליך אופייני של השגת אמצעים למחקר כרוך בפרקי זמן של לפחות שנה ולעתים 2-3 שנים. ההצלחה היא לא טובה מאשר 1:10 בממוצע. החקצבה למחקר לא מבטיחה כל רציפות ועפ"ר חסרה מסה קריטית כדי לשכור כוח אדם או לרכוש ציוד. ההחלטות על הקצאה או חוסר הקצאה נובעות משיקולים בלתי רלבנטיים שבמקרה הטוב נובעים משיקולים ביורוקרטיים.
- ישנו גם קושי לא מבוטל בדרך הבדיקה והמיון של הצעות המחקר. אחת הדרכים להרוג כל רעיון חדש היא להכין מראש טבלת עדיפויות. כל רעיון חדש שחורג ממה שהעלו על דעתם אלה שהכינו את הסיווגים לא יתקבל.
- אין דיון חוזר בנושאי המחקר שיסייע לחוקר לעתיד או שימנע טעויות גסות ולעתים גסות מאוד של בודקי החצעות.
- אחד המתדלים הקשים של המחקר בתחום המים הוא צמצום המחקר ההידרולוגי. כמות הולכת ופוחתת של נתוני מדידה וחוסר התפתחות של המודלים ההידרולוגיים שיאפשרו לנו ניהול רציונלי של מערך המים. הרבה שאלות הידרולוגיות נשארו פתוחות משום שלא היה מימון לאימות מודלים או חקירת הנעלמים. מחקרים אלה קשורים בדרכים לבקר את תהליכי הזיהום, לנצל כמות מיטבית של המים תוך כדי שיקום של האקוויפרים.

11.2 מסגרות והיקפים

במסגרת המחקר והפיתוח יש לכלול כמה רמות:

- א. הגיית רעיונות ובחינה ראשונית שלהם בתקציבים קטנים יחסית ובפרוצדורה מהירה
 - ב. עבודות מחקר בהיקף נמוך של מספר עשרות אלפי דולרים כדי שכירת אדם אחד ומעט ציוד
 - ג. עבודות בקנה מידה גדול לצוות כדי מאות אלפי דולרים ל-2-3 שנים
 - ד. פיתוח לקראת יישום
 - ה. מפעלי הדגמה
 - ו. תקציב מיוחד להצלת עבודת מו"פ במקרים של הסתבכות זמנית.
- לעבודות ברמה ג', ד', ה' רצוי למצוא שותפים תעשייתיים שיממנו חלק ניכר של הפרוייקט.
- בחינה של תקציבי מחקר במדינות אחרות ובחברות הנשענות על עבודת פיתוח מצביעה על כך שהיקף המחקר לא צריך לרדת מתחת ל-3% מהיקף הפעילות בתחום המים. בישראל הסכום צריך להיות בסדר גודל שאיננו נופל מ-40-50 מיליון דולר בשנה. אני בטוח שזה נשמע היום כהגזמה פרועה. אבל אם זה כולל הקמה של מפעלי הדגמה להתפלה, מתקנים למניעת התאדות, מתקנים לטיפול במיחזור מים, קידוחי ניסיון ומדידות שדה וניתוחן, ניהול הביולוגיה של חכנרת,

אין זה סכום גדול כלל. להיפך. ייתכן מאוד שלאור המהפכות שאנו צריכים לעשות ולאור חשיבותו הקריטית של הנושא, אין בכך די.

הפעילויות הנ"ל הן מעבר לצורך לחזק ולהרחיב את תחליך איסוף הנתונים השיגרתי, החקירות ההידרולוגיות וחברקה של נציבות המים על אגפיה.

סכום המחקר המוצע כאן איננו מגיע אף ל-10% מהסבסוד הציבורי למים; הוא מהווה ללא ספק הוצאה אלטרנטיבית הרבה יותר מושכת.

הניסיון בעבר הוכיח שהמחקר וחפיתוח שילמו את עצמם ביחס בלתי רגיל בהגדלת היכול לקוב מים, במציאת הדרך לנצל עד למקסימום את משאבי המים, ובפיתוח ציוד השקיה וייצוא שלו בקנה מידה גדול מאוד. יש יסוד להאמין שכך יהיה גם בעתיד. די בהצלחה אחת של טכנולוגיה להתפלה כדי להצדיק את כל המו"פ. השותפות הממשלתית מהווה סכום קטן יחסית המשמש תנופה לתחום. בתחום אחר של אנרגיה ההוצאה הממשלתית למו"פ במשך רוב שנות קיומו של משרד האנרגיה היתה כ-170 מיליון דולר. אלא שההכנסות עקב ייצור וייצוא לפי פיתוחים שנעשו במסגרת זו הגיעו לערכים שהם פי שלושים או יותר מההשקעה במו"פ. מעניין לעשות חשבון דומה במשק המים.

ישנם כמה מיניסטריונים שאמורים להיות מעוניינים בנושאי המחקר במים: ראש וראשון הוא משרד החקלאות, וזאת משום שקיומה של החקלאות תלוי בכך. האחריות המיניסטריאלית למים היא היום במשרד התשתיות. שני גופים אלה התפרקו למעשה כמעט מכל אחריות למו"פ במים והתקציבים המיועדים לכך הם שוליים - חסרי ערך.

המשרד לאיכות הסביבה ומשרד הבריאות מתמודדים עם נציבות המים על הסמכות בענייני איכות אבל מתחרים זה בזה גם על חוסר כל אחריות למעשה לתחומים אלה. גם למשרד המדע ולקרן הלאומית למדע תקציבים לתשתיות אבל הם לעולם ימצאו סיבה מדוע תרומה טכנולוגית קונקרטי לא נופלת בקטגוריות המתאימות.

ישנן תכניות משותפות עם מדינות אחרות. ספק רב אם לישראל יש עניין עסקי בחעברת נושאי פיתוח למימון ע"י קרנות אלה.

11.3 נושאים בעדיפות גבוהה למחקר

כל רשימה שתוכן כאן תחטא בוודאי לכמה נושאים. אבל תחטא הגדול ביותר יהיה אם נאבד את הפתיחות לרעיונות ומחשבות שהועלו על ידי אחרים. לצערי רבות מידי הרשימות שהתייחסו אליהן ברצינות עצמית מוגזמת. ואף על פי כן אסתכן כאן בעוד רשימה אחת.

• התפלה

זהו התחום החשוב ביותר למחקר בתחום המים ללא כל צל של ספק.

• חקטנת התאדות. הכמות המתאדה בשנה מגיעה בערך ל-9.5 מיליארד קוב.

• ניצול מי הגשם על ידי גידולי בעל, על ידי חקטנת התאדות, על ידי איסוף מים לשורות או השקיית עזר.

• מחקרים אפידמיולוגיים לאיכות מים.

• מיחזור מים ע"י שימוש בממברנות חצי חדירות.

• ניתוח דרכים להסדרה ציבורית וניהול משק המים

• בחינת של חלופות לרשתות כפולות בערים

• שיטות הידרולוגיות לניצול, שיקום ושימור אקוויפרים, ולהגדלת נפח האגירה האופרטיבית.

צריך לזכור שתמיכה במחקר היא גם תהליך חיוני של הכשרת כוח אדם. לפיכך יש לגלות סובלנות מסויימת גם לנושאים שנראים פחות מבטיחים.

- שימוש יעיל במים, מניעת הפסדים, שיטות השקיה ועוד.

11.4 כמה תכניות מו"פ ספציפיות בתחום התפלה

התלבטתי אם נכון יהיה לכלול דיווח קצר על "ארובות השרב" בחוברת על המים. הסיבה היא שאני עומד בראש צוות הפיתוח של "ארובות השרב". החשש שלי לא היה על כך שאהיה תשוד בחוסר אובייקטיביות (לכך יש עדויות למכביר שכל המתעניין יוכל למצוא אצל עשרות המומחים החיצוניים שבדקו את הפרוייקט).

החשש היה לחשד של הקורא שכל החוברת הקשה הזו המובאת כאן איננה אלא תעמולה ל"ארובות השרב".

בכל אופן החלטתי לא לוותר על תיאור קצר של הארובות יחד עם שיטת הזיקוק החדשה שבידי חברת הנדסת התפלה. שתי טכנולוגיות אלה עושות את הטענה לא להמשיך במצב הקיים בעלת תקיפות רבה יותר. עדיין חפותרון לטווח המידי החשוב ביותר הוא התפלה של מים מליחים ושל כל הנפח של המים הממוחזרים כפי שהוסבר לעיל.

ישנן לפחות שתי שיטות התפלה שהוכחו באופן עקרוני והן מצפות להשלמת תכנון הנדסי והדגמה.

טכניקת א': "זיקוק בשלבים MED בסדור אנכי"

זוהו זיקוק בשיטת M.E.D. שמתוכננת באופן שונה מאשר הטכנולוגיה של חברת "הנדסת התפלה". היוזמה לחידוש זה היא של החברה המספקת מים לאזור לוס אנג'לס בארה"ב. הערכת החברה היא שעלות הזיקוק תרד בערך למחצית. ישנם מגעים בעניין זה ביניהם ובין שני גורמים בישראל, המכון למחקר במים בטכניון ו"החברה להנדסת התפלה" ברעננה (חברה בת של כ"ל). יש מידה לא קטנה של סקפטיות ביחס לסיכויים להוזלה המבוקשת. אבל אין ספק שתחיה הוזלה כלשהי ושהטכניקה הצפויה עשויה להיות נוחה להתקנה באזורים עירוניים צפופים וסמוך למקורות חום זולים. ייתכן שהיא תשמש בסופו של דבר בכמה מקרים מיוחדים, ביניהם למשל שניים:

א. להכנת מים המחייבים איכות גבוהה במיוחד לתעשייה, למשל לשימוש בדוודים, לתרופות, לתעשיות מזון מיוחדות וכו'.

ב. תחנות כוח ייעודיות להתפלה כאשר ניתן לשלב בין MED ובין אוסמוזה הפוכה.

טכנולוגיה זו אפשר יהיה לשלב במשרפות אשפה לייצור חשמל. ניצול החום יעלה מאוד את הכדאיות של משרפות אשפה.

ברכות סולריות נוסח אראל אנרגיה עם כיסוי שקוף יכולות לשמש כמקור חום להתפלה זו. הכרחי להדגיש שאם לא יהיה שימוש בחום ממקור מתחדש יהיה קשה להצדיק התפלה כלשהי בזיקוק בגלל הדרישה שישראל ומדינות אחרות תפחתנה באופן דרמטי את פליטת גזי חממה עקב שריפת דלק. דרך אחרת להביע זאת היא שחעלות של החום עשויה לגדול עקב הפנמה של העלויות החברתיות החיצוניות. עקב זאת עלות ההתפלה עשויה לגדול בעשרות סנטיים למטר קוב.

לדוגמא, נניח שהזיקוק נעשה על ידי דחיסת אדים ע"י מפוחים חשמליים. ונניח שעלות האנרגיה היא כ-40% ממחיר ההתפלה. אם עלות החשמל תעלה מ-6-7 סנט ל-12-14 סנט לקו"ש כפי שכבר קרה למשל בגרמניה, הרי שעלות ההתפלה תוגדל ב-40%. הטכניקה הנראית מתאימה ביותר לאספקת חום ממקור מתחדש נראית כיום בריכות סולריות עם גג העשוי מבידוד תרמי שקוף, לפי הפיתוח של אראל-אנרגיה. עלות החום שאפשר להפיק נמוכה מסנט אחד לקו"ש חום.

טכניקה ב': "ארובות שרב"

הפרוייקט, שפותח בטכניון, עוסק קודם כל בייצור חשמל מאנרגיה סולרית מתחדשת. הוכחה הייתכנות של הפרוייקט והוא נבדק על ידי ועדת מומחים ממשלתית. הוא עומד לקראת חקמה של מפעל חלוץ שייצר 3/4 מגהוואט נטו. הוכח גם מעל כל ספק שלאחר מימוש מתקן מסחרי של "ארובות שרב" אפשר יהיה להתפיל מים בזול, הן ממי ים והן ממים מליחים בחסכון ניכר מאוד. ההערכה היא שההשקעה תהיה כמחצית מזו הכרוכה באוסמוזה הפוכה וצריכת האנרגיה כ- 2/3 מזו שבאוסמוזה הפוכה. המשמעות היא, לפי מחירי היום באוסמוזה הפוכה, חסכון של כ- 35 סנט מתוך 85 סנט. עם הזלת ההתפלה בכלל, החסכון היחסי ב"ארובות שרב" יגדל. אחת התכונות המושכות מאוד בטכניקה של התפלה בעזרת "ארובות שרב" היא שניתן לבנות אותה בהדרגה בשלבים נוחים לפי הצורך (זאת בניגוד לרעיונות שונים על תעלת הימים). כמובן שהבעייה של הגבלות על שריפת דלק נפתרת בזה.

ליד "ארובות שרב" מסחרית אחת ניתן להגיע להתפלה בנפח של יותר ממחצית נפח המוביל הארצי. המיקום האידיאלי של ה"ארובות" הוא בחלק הדרומי של הערבה, למשל מול תימנע ומדרום ל"חי ברי" שליד יוטבתה (שהם שני אתרים ספציפיים שסומנו ע"י המתכנן האזורי). אזור אחר הוא בפיתחת שלום, סמוך לגבול עם מצרים, בגובה טופוגרפי של בערך 100 מ' מעל פני הים. לא ידוע לנו היום על אף טכנולוגיה להתפלה בפועל או בפיתוח שהיא זולה יותר ועתידה להשתפר עם הזמן, כמו זו הסמוכה ל"ארובות שרב".

תמורת כ-20% של האנרגיה ב"ארובות שרב" אחת ניתן להתפיל כ-200 מליון מ.ק. - מחצית המוביל הארצי. ס"ה ההתפלה תלוי בחיקף הניצול של האנרגיה ב"ארובה" אחת ובמספר הארובות. הפוטנציאל להתקנת ארובות בערבה יכול להגיע ל-10. מכאן שכמויות המים שניתן יהיה להתפיל ביתרון המחיר הזה כמעט בלתי מוגבלות. אם נבחן את נתוני הרשות לתכנון חקלאי שהראינו לעיל המשמעות היא להרחיב את כל ענפי הגידולים המושקים להוציא הדרים וכמה גידולי שדה, וזאת כמעט ללא הגבלת. אמנם צריכת המים בדרום תהיה גבוהה יותר מאשר בישראל כולה אך אין ספק שזו מהפכה בתפיסת הפיתוח של ישראל.

מקור ה"דלק" המתחדש של "ארובות שרב" הוא אוויר חם ויבש היוצר את המדבר. החום הזה חופך לחשמל בנצילות שהיא סביב 1%. העלות הצפויה של החשמל מארובות שרב היא פחות מחשמל מפחם או גז טבעי. העלות הצפויה של ההתפלה לפי מחירי טכנולוגיות היום היא פחות מ-50 סנט למטר קוב בהתפלת מי ים.

ה"ארובות" פועלות 24 שעות ביממה. נוסף לכך, יש בחן יכולת מובנית לאגירה שאובה ברמה היומית או השבועית ואפשרות להתקרב לאספקת בסיס אחידה על פני כל השנה בעלות שולית.

כד תחפוכנה "ארובות השרב" את תסרונו של המדבר, חיובש והחום, למעלתו. אותו חום ויובש יתפוד למשאב שעשוי לחסוד לישראל יבוא במיליארדי דולרים בשנה.

שני מתסומים להתפתחותה של ישראל, היעדר מקורות אנרגיה והיעדר מקורות מים, יוסרו.

תמיכה דרושה

יש לתמוך באופן מסיבי בשני הפרוייקטים הנ"ל כדי לקדם אותם ככל האפשר. מעבר לתועלת שבהתפלה יותר זולה, יש סיכוי לייצא את הטכנולוגיות הללו תוך רווח ניכר מאוד למדינה. הערכות של התועלות הנלוות של "ארובות שרב" מגיעות להיקפי ייצוא של הטכנולוגיה עצמה כדי 200-400 מיליון דולר בשנה. התועלת הנלווית בגידולי קרקע ובדגי ים מגיעות בפוטנציאל ליותר מכל הייצוא החקלאי היום. גם בטרם הושלמו כל עבודות ההכנה הכרחי לקחת אותם בחשבון בפעולות התכנון השונות כדי שלא תיסגרנה אפשרויות בעתיד.

הפרוייקטים החשובים ביותר מבחינה סביבתית, הפרוייקטים שהם הסיכוי היחיד לקיומה של החקלאות המושקית, ובעלי משקל כלכלי אדיר לא זכו עד כה למורה בקנה מידה מתאים על ידי כל המופקדים עליהם.

אנחנו נוכל לדון על עוד ואריאציה בטפטפות או עוד מכשיר לבדיקת רטיבות בקרקע מושקית. אבל לא יהיה מה לטפטף ולא תהיה קרקע להשקייה.

מחקר נוסף בהתפלה

המחקר על התפלה, כאמור, הוא הנושא החשוב ביותר למתקר בתחום המים. רק פיתוח שיטות התפלה זולות יתרום תרומה משמעותית לפתרון רדיקלי של בעיות המים בישראל. להלן כמה מהתחומים שיש לחקור:

1. טכנולוגיות חדשות להתפלה

- א. שיפור ביצועים של אוסמוזה הפוכה ע"י שינוי זמני של תכונות המים (ניתוח מדעי נעשה ומצביע על סיכויים. בינתיים אין הוכחה כלכלית לתועלת);
- ב. התפלה ללא ממברנות וללא שינויי פסה - בדיקות מוקדמות מצביעות על פוטנציאל למהפכה בהתפלה;
- ג. שיפור טיפול מוקדם במי הגלם;
- ד. שיפור שיטות התפלה בסיבים חלולים וצעדים לפיתוח תעשייה ישראלית לממברנות וסיבים חלולים.

2. בדיקת טכנולוגיות ולימוד השימוש האופטימלי בהם

- א. טיפול מוקדם של מים באיכות שונה, בין השאר במים עם כמות גדולה של חומר אורגני;
- ב. ניסויים ממושכים בהתפלת מים מושבים;
- ג. אבטחת איכות ואמינות גבוהות מאוד בחשבת מים;
- ד. אופטימיזציה של מערכי התפלה;
- ה. הידרולוגיה של שאיבת מים מליחים באקוויפר החוף ושילוב עם נקז חופי;
- ו. שילוב עם מערכים של אגירת מים.

3. מחקר אפידמיולוגי על איכות המים והשפעתה על האוכלוסייה

- א. ריכוזי מומסים מומלצים;
- ב. הרכב מינרלים מומסים מומלץ.
- ג. רדיקלים שאוסמוזה הפוכה איננה מפנה די הצורך מתמים.

תקציבים דרושים למחקרי התפלה

לפי הערכה גסה דרושים התקציבים הבאים למחקר:

- א. יישום טכנולוגיות מוכחות ומפעלי חלוץ - 10 מיליון דולר לפחות ל - 3-5 השנים הבאות.
התמשך לפי תוצאות.
- ב. מחקרי יסוד בשיטות חדשניות להתפלה - 300,000 - 500,000 דולר בשנה
- ג. לימוד טכנולוגיות ואופטימיזציה שלהן - 500,000 דולר בשנה
- ד. מחקרים אפידמיולוגיים - 200,000 דולר בשנה
- בסח"כ לא פחות מ- 10-12 מיליון דולר בשנה מכאן ואילך.

ביבליוגרפיה

- ארלוזורוב, שאול, 1997, הוועדה לבחינת הניחול של אספקת המים בישראל.
 בלאס, שמחה, 1973, מי מריבה ומעש, דפוס פלאי.
 בנארי, נ., 1931, "עין חרוד", סדרות ארץ ישראל של חק"ל, הוצאת אומנות, חוברת ל"ד.
 ברץ, יוסף, 1931, "דגניה", סדרות ארץ ישראל של חק"ל, הוצאת אומנות, חוברת ה'.
 גרינוולד, צבי, 1980, מים בישראל, הוצאה לאור ארגמן, עובדי המים.
 דיין, שמואל, 1931, "נהלל", סדרות ארץ ישראל של חק"ל, הוצאת אומנות, חוברת כ"ה.
 דליהו עמנואל, אפרת הדס, 1996, "תחזיות הייצור החקלאי לשנים 1995 – 2020", הרשות לתכנון
 ופיתוח חקלאות, התיישבות והכפר, האגף לתכנון כולל.
 הלישכה המרכזית לסטטיסטיקה, 1997, שנתון סטטיסטי לישראל.
 השירות ההידרולוגי, נציבות המים, 1996, התפתחות, ניצול ומצב מקורות מי התהום בישראל
 עד סתיו 1995, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
 השירות ההידרולוגי, נציבות המים, 1998, התפתחות, ניצול ומצב מי התהום בישראל עד סתיו
 1997.
 ונסקי, בן ציון, 1930, "תל יוסף", סדרות ארץ ישראל של חק"ל, הוצאת אומנות, חוברת כ"ד.
 זסלבסקי, דן, 1998, פיתוח בר קיימא של אנרגיה בישראל – הערכת מצב ותכנית המשרד לאיכות
 הסביבה.
 ירון, דן, רבקה ספקטור, סלווין מאיירס, אריה וולך, ירחמיאל גולדין, 1966, "השימוש במים
 ועתיד חקלאות השלחין בישראל בשנת 2010", המרכז למחקר בכלכלה חקלאית, הפקולטה
 לחקלאות, האוניברסיטה העברית.
 כהן, אבי (סרן), 1992, חתגנח על מקורות המים. מדיניות הפעלת חיל האוויר לתקיפה בגבול
 ישראל
 סוריה 1958 – 1967, משרד הבטחון, הוצאה לאור.
 כסלו, יואב, וקסין יבגניה, 1997, "משק חמים – סקירה מאוירת", מרכז למחקר בכלכלה
 חקלאית,
 מאמר 9705.
 כרמון, נעמי, אורי שמיר, 1997, תכנון עירוני רגיש למים: הגנה על אקוויפר החוף הישראלי,
 המרכז לחקר העיר והאיזור, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל.
 מוסנזון, רן, 1986, "תקציב המים, מבט כולל ורב שנתי", אגף התקציבים, משרד האוצר.
 מקורות חברת מים בע"מ, 1996, דו"ח אספקת מים.
 משרד התשתיות, 1997, התפתחות, ניצול ומצב מקורות מי התהום בישראל עד סתיו 1996.
 נציבות המים, דינים וחשבונות פנימיים ודו"חות מחקר ותכנון בתחום ההתפלה.
 נציבות המים, השירות ההידרולוגי, 1992, האירועים ההידרולוגיים בחורף תשנ"ב (1991/2),
 קובץ לזכרה של עופרה כהן.
 סמילנסקי, משה, 1936, "חדרה", סדרות ארץ ישראל של חק"ל, הוצאת אומנות, חוברת י"ד,
 מהדורה שנייה.

ספרים, ישי, שרית שלהבת, נאווה חרובי, נורית אטיאס, 1997, חקלאות ישראל בסביבה משתנה, מכון וולקני.

שוורץ, יהושע, 1996, "נייר רקע למדיניות משק המים", שלב ג', דו"ח מס' 19, תכנית אב לישראל בשנות האלפיים.

שלם, ד"ר נ., 1933, "טל ומטר – פרקים בהלכות המים בארץ ישראל", סדרות ארץ ישראל של הקק"ל, הוצאת אומנות, חוברת מ"ג, מ"ד.

שלם, ד"ר נ., 1935, "עמק החולה א'", סדרות ארץ ישראל של הקק"ל, הוצאת אומנות, חוברת נ"ד.

שלם, ד"ר נ., 1936, "עמק החולה ב'", סדרות ארץ ישראל של הקק"ל, הוצאת אומנות, חוברת נ"ה.

Ghassemi, F., A.J. Jakeman and H.A. Nix, Salinization of Land and Water Resources, University of New South Wales Press Ltd., 1995.

Segal, M., P. Alpert, U. Stein, M. Mandel, M.J. Mitchel, "Some Assessments of the Potential 2xCO₂ Climatic Effects on Water Balance Components in the Eastern Mediterranean, Climatic Change 27: pp. 351-371, 1994.

Van Genuchten, Mth. and Hoffman, G.J., "Analysis of crop Salt Tolerance Data", in Shainberg I. And Shalhevet, J. eds., Soil Salinity Under Irrigation, Processes and Management, Springer Verlag, 1984.

Zaslavsky, D., "Some Aspects of Watershed Hydrology", Special report to U.S.D.A. Agric. Res. Serv. (ARS) paper 41-157.

Zaslavsky, D., G. Sinai, Surface Hydrology I-V, Journal of Hydraulic D.r. A.S.C.E., vol. 107, pp. 1-93, 1981.