

Ben Gurion Univ. in
Coop. w/ Dr. Jor't Water
Univ. Engin. & Consultants, Inc.
(Tahal)

Draft

Paper Submitted to World Bank

Water Supply in Israel
(all sectors)

Summary & Recommendations.

Mar. 1994

Kushai Brannman
Nechamaya Chasid

Shalom Drori

Yeshua ~~Schwarz~~
Schwarz

Yakov Marz

8119

אוניברסיטת בן גוריון בנגב
בשיתוף עם
תה"ל מהנדסים יועצים בע"מ

טיוטא

משק המים בישראל

נייר עבודה מוגש לבנק העולמי

תמצית מנהלים

והמלצות

ד"ר אבישי ברורמן
נחמיה חסיד
שלום דרורי
יהושע שוורץ
יעקב מעוז

מרס 1994

אוניברסיטת בן גוריון בנגב
בשיתוף עם
תה"ל מהנדסים יועצים בע"מ

טיוטא

משק המים בישראל

נייר עבודה מוגש לבנק העולמי

תמצית מנהלים

והמלצות

ד"ר אבישי ברוורמן
נחמיה חסיד
שלום דרורי
יהושע שורץ
יעקב מעוז

מרס 1994

תמצית מנהלים

מבוא

1. הרקע

נייר העבודה המוצג להלן מהווה את החלק הישראלי של עבודה מקיפה אותה מתכוון לבצע הבנק העולמי. מטרתה של העבודה המקיפה היא לבחון שיתוף פעולה בנושא המים בהסתכלות אזורית הכוללת את כל השטח התחום בין הים התיכון לירדן ואת מדינת ירדן.

הבנק העולמי שיזם את העבודה הזו יוצא מתוך הנחה שפיתוח מערכת המים תוך תאום אן שיתוף פעולה בין המדינות השכנות יביא, כתוצאה סופית לכמות גדולה של מים שיופקו בצורה יעילה וזולה לעומת האלטרנטיבה שבה כל גורם מפתח את מערכת המים בצורה נפרדת.

נייר עבודה זה עוסק רק בבירור המקורות האפשריים לאספקת צרכי המים העתידיים בשטח שממערב לירדן. אין בו כל נסיון להציע חלוקה פנימית של המים בתוך השטח ואין בו כל כניסה לשיקולים פוליטיים.

2. מטרת העבודה

- א. לעדכן ולהציג את הביקוש הצפוי למים עד שנת 2040.
- ב. לעדכן ולהציג את מקורות המים הקיימים בתקופה הנתונה ולהציג את הפער בין הביקוש לכמות המים הצפויה להיות זמינה.
- ג. להציג אלטרנטיבות הנדסיות שונות הנותנות תשובה לסגירת הפער.
- ד. לבחון את האלטרנטיבות השונות ולהציג אותן במסדר יורד על בסיס קריטריונים של עלות, כמות, קשיים הנדסיים, אמינות, איכות המים, בעיות הכרוכות בהולכה ועוד.

3. ביצוע העבודה

- א. העבודה הוזמנה ע"י הבנק העולמי באוניברסיטת בן גוריון בנגב ונעשתה בהנחיית נשיא האוניברסיטה, ד"ר אבישי ברוורמן.
- ב. ריכוז ביצוע העבודה נעשה ע"י נחמיה חסיד.
- ג. הניתוח הכלכלי בוצע ע"י שלום דרורי ונחמיה חסיד.

ד. הניתוח המקצועי הנדסי לרבות בסיס הנתונים, ניתוח האלטרנטיבות השונות וטיפול מיוחד בנושא השבת מי ביוב והתפלה נעשו ע"י תה"ל בראשות יהושע שוורץ ויעקב מעוז.

- ה. קטעים שונים של העבודה בוצעו ע"י אנשי מקצוע באוניברסיטת בן גוריון וע"י אחרים.
- ו. העבודה לוותה ע"י צוות מקצועי מיעף בראשותו של דר' אבישי ברוורמן והשתתפו בו: פרי פנחס זוסמן, פרי עזרא סדן, פרי גדעון פישלזון, דר' דן המברג, מר עמנואל דליהו ומר גדעון ויתקון.
- ז. תודת הצוות נתונה לאנשים ומוסדות שסייעו בביצוע העבודה, בנתונים ובהערות.
- ח. העמדות המובעות בעבודה זו משקפות את דעתם המקצועית של מבצעייה בלבד.

4. תכולת העבודה והמסקנות העיקריות - כללי

במסגרת העבודה המתייחסת לשנים 2000-2040 נעשתה בחינה של ההיקף החזוי של צריכת המים, המקורות הקיימים, הפערים והאפשרויות לסגירת פערים אלה.

מבחינה גיאוגרפית מתייחסת העבודה לשטחים ולאוכלוסיה הנמצאים בין הים התיכון לירדן, דהיינו, שטחי מדינת ישראל בגבולות הקו הירוק, הגדה המערבית וחבל עזה.

במסגרת העבודה הושם דגש על ראייה כוללת המביאה בחשבון את תהליכי האורבניזציה, הדרישות בתחום איכות המים והדרישות בתחום איכות הסביבה באופן כללי ואיכות סביבת המים בפרט.

במסגרת העבודה נבחנו האלטרנטיבות השונות למתן מענה לפערים. הכיוון הנראה כרגע לפתרון בעיית הפערים יהיה שילוב של טיהור והשבה של מי קולחין והתפלה. מי קולחין מושבים יהוו פתרון עיקרי לסגירת הפערים עד שנת 2010 ולאחר מכן ייסגרו הפערים ע"י כניסה הדרגתית של פרויקטים להתפלת מי ים.

הפרוייקטים של טיהור מי קולחין מתחייבים, כפי שיוסבר להלן, לא רק מצרכי האספקה של מים, אלא גם מהצורך לסלק קולחין בצורה שתעמוד בדרישות האקולוגיות והסביבתיות של שנות האלפיים.

הבחירה בהתפלת מי ים כפתרון ארוך טווח לעומת האפשרויות האלטרנטיביות של יבוא מים ממדינות אחרות נעשתה מהשיקולים הבאים:

א. קיימת אי ודאות רבה ביחס לפרמטרים ההנדסיים והכלכליים של תכניות יבוא מים והערכות העלות שלהן (למעט התעלה מהנילוס לגביה המידע ההנדסי הוא ברמת וודאות גבוהה יותר).

ב. קיימת הערכה שבהשוואה לעלות ההקמה וההפעלה של מתקנים הקיימים כיום, תתקיים מגמה של ירידה בעלויות וזאת, לאור שיפורים טכנולוגיים הצפויים להופיע בעשורים הבאים.

ג. התפלת מי ים היא הדרך היחידה לתוספת מים ממקורות בלתי מוגבלים כמותית ואשר אינם שייכים לאף אחד.

ד. מכיון שיבוא מים כרוך בהסכמת גורמים המחזיקים בהם, יש בכך גם סיכונים פוליטיים וגם אפשרות שהמחיר שיידרש עבורם בטווח הארוך יהיה לפחות זהה למחיר האלטרנטיבה של התפלה.

ה. במערכת המים העתידית, אשר תנצל את כל המקורות מן האיכויות השונות, לרבות מי ביוב מטוהרים, יהיה הכרח בהעלאת האיכות המינרלית ע"י יצירת מים מאיכות עליונה באמצעות מיהול במים מותפלים.

בעבודה מסוג זה צפויה להיות רגישות רבה להנחות. אם יתקבלו המלצות עבודה זו יהיה המהלך הכללי בכיוון של כניסה מיידית לביצוע פרויקטים של טיהור והשבה של מי קולחין ולקראת שנת 2010 כניסה להתפלת מי ים. טעות בהנחות יכולה לגרום לכך שהמועד בו תיידרש כניסה להתפלה צריך להיות מוקדם יותר או מאוחר יותר משנת 2010. באם קיימת טעות כזו ובאם תהיה התחלה מיידית של הכנות בתחום ההתפלה ניתן יהיה לתקן את הטעות בהתאם להתפתחויות בשנים הקרובות.

תיאום התכנון מתבקש ואפילו הכרחי כאשר מדובר על מים ועל סילוק מי קולחין. נראה שכל הפעילות במדינת ישראל שבתחום הקו הירוק יחד עם הגדה המערבית ועזה צריכה להיות משולבת תכנונית.

חשוב להדגיש שפתרון בעיות המים באיזור תוך ראייה כוללת ומשולבת מחייב ביצוע השקעות כבדות. מבנה ארגוני נכון, מדיניות מחירים, יצירתיות בתחום ההנדסי והפיננסי וכן, סיוע של גורמי מימון בינלאומיים יבטיחו את מימוש התכניות במועד הנכון.

5. המיתאר הגיאוגרפי-אורבני

בהתאם לתחזיות ולתפיסת התכנון הקיימת במדינת ישראל, מרבית האוכלוסיה תתרכז באיזור המטרופוליטני שבין חדרה לגדרה ואשר מרכזו תל אביב. בתוך איזור זה עיקר האוכלוסיה תתרכז בתל אביב ובנותיה במסגרת של בניה רוויה. ריכוז זה ייווצר מ"עצמו" כתוצאה מדינמיקה של התפתחות מטרופוליטנית ואפשר שהוא יעודד ע"י ממשלת ישראל משיקולים תחבורתיים. (אין פתרון תחבורתי יעיל לנושא היוממות במצב בו חלק גדול מהאוכלוסיה יגור בפריפריה של האיזור המטרופוליטני).

פרט לריכוז המטרופוליטני הגדול שמרכזו תל אביב, צפויים ריכוזים מטרופוליטניים נוספים כגון חיפה, ירושלים רבתי ועזה.

במקביל, יתפתחו ריכוזים עירוניים קטנים יותר ברחבי הארץ כגון באר שבע, כרמיאל, קרית שמונה, רמאללה, שכם ועוד.

הגידול הצפוי של האוכלוסיה ישנה את היחס בין כמות המים שתסופק למגזר האורבני לזו שתסופק למגזר החקלאי.

ההתפתחות הגיאוגרפית הצפויה תטה את מרכז הכובד לכיוון הריכוזים האורבניים וכתוצאה מכך ילכו ויגדלו הדגשים ואיתם הבעייתיות בנושא איכות המים ופינוי מי הקולחין.

6. איכות המים

גידול האוכלוסייה, הריכוזיות, המחסור במים והעירנות הגוברת לנושאי בריאות ואיכות סביבה, יציבו את נושא האיכות במרכז הדיון במערכת המים בשנים 2000 - 2040. איכות המים לשתיה ולחלק מהצרכים התעשייתיים תצטרך להיות גבוהה מאד. נקודת המוצא לאספקת מים אלה (כל עוד אין התפלה) תחייב טיפול מתאים במים הגולמיים.

הנחת העבודה היא שבתקופה העתידית הנדונה יחול איסור לפינוי והובלת מים אחרי שימוש אורבני לסוגיו השונים (צריכה ביתית, תעשייתית וכו'), אלא במסגרת מערכות סגורות וזאת בשונה מהמצב הנוכחי בו מי ביוב (בחלקם ללא טיפול כל שהוא) מוזרמים לבורות ספיגה, לוודיות, לנחלים וליים. כאשר מדובר על מערכות סגורות, הכוונה היא שהשלב הסופי של מערך הטיהור יהיה השימוש להשקיה.

לחקלאות, כחלק ממערך המים, יהיה תפקיד חשוב בהקשר לאיכות. מערך ההשקיה יהווה חלק אינטגרלי של מערך הטיהור והסילוק של מי הקולחין והחקלאות עצמה תצטרך להיכנס למשטר של דישון מאוזן וחקלאות מבוקרת בכפוף לדרישות בתחום מניעת זיהום קרקע ומקורות מים ואיכות המזון.

7. המתודולוגיה של העבודה

כתוצאה מהאמור לעיל, העבודה איננה מסתפקת באיתור הפערים ובניתוח כלכלי פשטני של הכדאיות הכלכלית של סגירת פערים אלו.

בחינת המקורות והשימושים נעשתה על ציר הזמן תוך נסיון להביא בחשבון, במסגרת ההנחות, את ההתפתחויות החזויות בהקשר לפרמטרים השונים ולרבות מתן תשומת לב מיוחדת למיון מקורות המים בהקשר לפיזור הגיאוגרפי ובהקשר לאיכויות. במסגרת בחינת האפשרויות לסגירת פערים הובאו בחשבון המקורות הקיימים, תוספות אפשריות ממקורות אלה, מכלול נושא מי הקולחין ומקורות בלתי קונבנציונליים המתחלקים לשתי קטגוריות עיקריות: יבוא באמצעות הולכה מארצות אחרות והתפלה של מי ים. מבחינת התפתחות המקורות, נושא מי הקולחין מטופל כבר מספר שנים והוא קיבל דחיפה בשנים האחרונות. למרות זאת ניתן להסתכל על נושא זה כעל נושא בלתי קונבנציונלי וזאת לאור התפיסה הכוללת העתידית, בעיות הנדסיות שעדיין לא נפתרו ובעיקר היקף המימון הנדרש.

8. הנחות לתכנון

א. אוכלוסיית מדינת ישראל תגדל מ- 4.9 מיליון תושבים בשנת 1990 ל- 7.7 מיליון תושבים בשנת 2010 ו-12.8 מיליון תושבים בשנת 2040.

ב. האוכלוסייה הערבית בגדה המערבית ובחבל עזה תגדל מ- 1.6 מיליון תושבים בשנת 1990 ל- 3.2 מ' ב-2010, ול-6.3 מ' בשנת 2040.

ג. הביקוש למים בסקטור האורבני והתעשייתי הוא כמעט בלתי גמיש והוא יעמוד בישראל על 120 מ"ק לנפש בתחילת התקופה וירד ל- 110 מ"ק לנפש בסוף התקופה. בגדה המערבית ועזה ערך זה הוא 35 מ"ק לנפש כיום והוא יגדל ל- 100 מ"ק לנפש לקראת שנת 2040.

ד. הביקוש למים בסקטור החקלאי מתקבל כפונקציה של תחזית התפתחות המשק החקלאי וכן בהתייחס לתפקיד החקלאות במעגל איכות המים.

9. אספקת מזון ממקורות החקלאות המקומית ותוכנית הגידולים החקלאיים

השאלה ביסוד פרק זה היא: אילו מחירי מים תוכל החקלאות לשאת והאם ניתן לבסס תוכנית גידולים חקלאיים עתידיים שבפניה יעמדו מחירי מים הנובעים מהעלויות העתידיות ומשיקולים מערכתיים של כלל אספקת המים לצרכנים השונים ואשר תוכל לספק את כל צרכי המזון המוגדרים כבלתי סחירים.

כבסיס לבניית תוכנית הגידולים שימשה תחזית הייצור החקלאי לשנים 1993-1997 שהוכנה ע"י הרשות לתכנון של משרד החקלאות הישראלי.

במסגרת הנחות היסוד לתחזית הנייל נקבע שאספקת מזון לאוכלוסיית מדינת ישראל בהתייחס לירקות, פירות וחלב תהיה רובה ככולה ממקורות החקלאות המקומית. בניתוח כמותי הונח שמצב זה ישמר במשך כל התקופה אם כי קימת אפשרות שבעתיד יהיה יבוא חלקי של ירקות, פירות וחלב. הנחה זו כאשר במקביל לה מחושבת התמורה למים מכלל גידולי החקלאות הישראלית, מביאה למצב בו מרבית פעילות השלחין תעסוק בייצור ירקות ופירות ובאספקת 25% מהחומר היבש הנדרש לייצור חלב.

במסגרת העבודה הונח שבתקופת התכנון תחול התיעלות בתחומי הייצור החקלאי בכלל ובתחום ניצול המים בפרט. ההתיעלות בשנים 1993-1997 היא בשיעור של 5% מצטבר, ולגבי התקופה 1997-2040 הונח שההתיעלות תהיה בשיעור מצטבר של 15%. קיימת טענה שמקדמי ההתיעלות יהיו גבוהים יותר. בהקשר לנקודה זו ולרגישות לשאר הנחות היסוד, ניתנה התייחסות בנפרד.

תוכנית הייצור החקלאי מסתכלת על ישראל, הגדה המערבית ועזה כעל מערכת כלכלית אחת עם תנועה אפשרית של סחורות ושירותים.

בהקשר לאספקת מזון, המערכת החקלאית בשלושת האיזורים הנייל תספק את הדרישות של כלל האוכלוסייה בירקות, פירות וחלב.

על בסיס תחזית משרד החקלאות הישראלי לשנים 1993-1997 ובכפוף להנחות לעיל, הוכנה תוכנית הגידולים החקלאיים לשנים 2000-2040. תוכנית גידולים זו מוינה במסדר יורד של התמורה למ"ק מים, וכך ניתן לקבל את כמויות המים הנדרשות לסקטור החקלאי ואת המחיר שסקטור זה מסוגל לשלם עבור מ"ק מים.

10. מאזן המקורות והשימושיםא. מקורות המים הקונבנציונליים (מיליון מ"ק מים)

שנים	2000	2100	2020	2040
מי תהום	1,090	1,100	1,100	1,100
אגן היקוות הירדן	670	670	670	670
שיטפונות	50	70	80	70
מי קולחין	198	198	198	198
עזה	87	87	87	87
<u>איבודים</u>	<u>(40)</u>	<u>(30)</u>	<u>(25)</u>	<u>(25)</u>
סייה	2,055	2,095	2,110	2,100

ב. תחזית צריכת המים בשנים 2000-2040 (מיל' מ"ק מצטבר כולל גדמייע וחבל עזה)

שנה	צריכת מים		צריכת מים		מקורות חדשים		
	בסקטור האורבני	בסקטור החקלאי	סייה צריכה	מקורות קיימים	פער מצטבר	מי קולחין	אחר
2000	903	1,250	2,153	2,055	98	98	--
2010	1,151	1,317	2,468	2,095	373	288	85
2020	1,440	1,542	2,982	2,110	872	453	419
2040	2,041	2,017	4,058	2,100	1,958	873	1,085

11. כיווני הפיתוח של מקורות נוספים

- א. המקורות האפשריים לאספקת כמויות נוספות של מים הם:
- 1) המשך פיתוח השבת מי קולחין
 - 2) יבוא מים ע"י הולכתם ממדינות שכנות.
 - 3) התפלה (מים מליחים ו-או מי ים).
 - 4) יעול השימוש במים.

ב. מי קולחין מושבים

שימוש חוזר במים לאחר טיהור מתאים בא לענות על הבעיות דלהלן:

- 1) מתן פתרון תברואתי לסילוק מי ביוב תוך מניעת מטרדים וסיכון לסביבה אשר איכותה טעונה שימור ושיפור.

2) מניעת זיהום מקורות המים עיליים ומי תהום (שמירת "סביבת המים" - Water environment). נושא זה חשוב במיוחד בגדה המערבית בגלל קצב הפיתוח האורבני הצפוי וכן המבנה הקרסטי של השטח.

3) מקור חשוב כלכלי, ואמין לפתרון בעיית הפער.

בהתאם למדיניות הקיימת במדינת ישראל ובמסגרת התכנית רב שנתית כל מי הקולחין יועברו למאגרים מוסדרים ויטופלו ברמה המתאימה כך שיוכלו לשמש להשקייה של גידולים חקלאיים.

ממאזני המים ניתן ללמוד בין השאר שבשנת 2020 מי הקולחין המטוהרים והמושבים יהיו 46% מכלל האספקה לצורכי השקייה ובשנת 2040 יגיע ערך זה ל- 58%.

היקף ההשקעה הנדרשת על מנת לעמוד בתכנית הנייל הוא 550 מיליון דולר עד שנת 2010, תוספת של 450 מיליון דולר עד שנת 2020 ותוספת של 770 מיליון דולר עד שנת 2040 ובסייה 1.8 מיליארד דולר ב- 40 השנים הבאות.

מערך הספקת המים והביוב בסקטור הלא חקלאי בישראל אמור להיות מושתת, בהתאם לתכניות משרד הפנים, על תאגידי עסקיים שיהיו פרושים ברחבי הארץ ואשר תפקידם יהיה לספק מים לסקטור זה ברמת האיכות הנדרשת, לקלוט את הקולחין ולהביא אותם לרמת נקיון מתאימה מנקודת מבט איכות הסביבה ודרישות ההשקייה. עלות הטיפול וההולכה של המים המטוהרים מוערכת בסכום הנע בין 26 ל- 52 סנט לקוב. התאגידיים יפעלו על בסיס עסקי ויתנהלו כמשק סגור. מקורות ההשקעה יהיו מרווחי התאגיד וממקורות שוק ההון. אין ספק שהשתתפות גורמים בינלאומיים בפרויקט זה תתרום רבות לישומו וקידומו. יש חשיבות רבה להסתכלות על נושא זה בצורה מערכתית המתייחסת לישראל, הגדה המערבית ועזה כמערכת אחת. תנאי השטח, הפיזור הגיאוגרפי, צרכי שמירת הסביבה ופיזור שטחי החקלאות מצדיקים תנועה הדרגתית של מים וקולחין מטוהרים בין שלושת הגורמים הנזכרים.

ג. יבוא מים (באמצעות הולכה מארצות שכנות)

במסגרת נייר העבודה נבחנת האפשרות ליבוא מים מהמקורות דלהלן:

- 1) יבוא מים במיכליות פלסטיק מטורקיה.
- 2) יבוא מים מטורקיה במוביל יבשתי (seyhan-cheyhan)
- 3) לכיוון סוריה, ירדן וישראל, הגדמייע ועזה וחצי האי ערב.
- 4) כנייל אולם ללא חצי האי ערב.
- 5) יבוא מים מהליטני לכינרת במוביל יבשתי.
- 6) יבוא מים מהנילוס במוביל יבשתי או בהולכה ימית.

המסקנה היא שלא קיים סיכוי גבוה לפרוייקטים של יבוא מים. רמת הידע בהקשר לאספקטים ההנדסיים/כלכליים של הפרוייקטים הנייל אינה מספקת למרות ההתקדמות בכיוון שלום, הנושא המדיני עלול להוות בעיה. צריך לזכור שמדובר על מדינות שגם בהן עשוי להיות מחסור במים, וכמו כן, יש להניח שמדינה שתהיה אמורה לספק מים לשכנתה תגבה עבור המים את אותו מחיר אשר ביחד עם עלות ההובלה ישתווה למחיר ההתפלה. באם מביאים בנוסף לכך בחשבון את איכות המים והצורך להזרים למערכת מים נקיים ממלחים, מתחזקת המסקנה שיבוא המים יהיה נחות לעומת פתרון של התפלה.

ד. התפלת מים מליחים ומי ים

נייר העבודה עוסק בהרחבה בנושא ההתפלה. כפי שניתן לראות בהמשך, הצורך במים מותפלים בכמויות גדולות מתעורר החל משנת 2010. משך הזמן עד לאותו מועד מאפשר הערכות מתאימה מבחינת הפתרונות הטכנולוגיים ומבחינת עלות המים. לנושא ההתפלה יש חשיבות רבה לא רק כמקור אלא גם ובעיקר בהקשר לאיכות המים.

כזכור, מדובר על מערכת אינטנסיבית המנצלת כל טיפה של מים מהמקורות הקונבנציונליים, מטהרת את הקולחין ומעבירה אותם לחקלאים לצורכי השקיה. במערכת כזו קיים הצורך לטייב את המים ע"י אספקת מים באיכות גבוהה ממקור חיצוני. המקור הטוב ביותר מנקודת מבט זו היא מים מותפלים.

גם מבחינת הלוגיסטיקה של ההולכה יש יתרון למקור זה. המרכזים האורבניים הגדולים יהיו לאורך מישור החוף (חיפה, ת"א, עזה) מקור המים להתפלה הוא הים התיכון ומכאן שאת מתקני ההתפלה ניתן להקים בסמוך לאזורי הצריכה הגדולים.

בהתאם לחישובים שנעשו קיים החל משנת 2000, פער העולה מ-45 מיליון מ"ק באותה שנה ועד ל-870 מיליון מ"ק בשנת 2020. התשובה המועדפת כרגע לסגירת פער, מעבר להשבת מי ביוב, תהיה התפלה. ההשקעה הנדרשת על מנת לענות על פער זה היא כ-1.4 ביליון דולר. עד שנת 2040 יגדלו צרכי ההתפלה לכביליון מ"ק וההשקעה המצטברת במתקני התפלה תגיע ל-3.3 ביליון דולר.

עלות הייצור של מ"ק מי ים מותפלים בעתיד מוערכת בסביבות 70 סנט.

שלב ביניים בדרך להתפלה הוא השימוש במים מליחים. עלות ההתפלה של מים אלה היא 35-50 סנט למ"ק בלבד.

פוטנציאל המים המליחים (במונחי אספקה שנתית) נע בין מינימום של 140 מיליון מ"ק לשנה למקסימום של 450 מיליון מ"ק לשנה. הפער בין שתי ההערכות נובע מקשיים שונים הקשורים בשאיבת מים מלוחים כמפורט בגוף העבודה.

התפלת מי ים היא נושא מרכזי בהקשר לפתרון בעיות המים באיזור לקראת שנת 2010. הנושא מחייב הערכות בעוד מועד מבחינת הטכנולוגיה, התכנון, הסכמי שיתוף פעולה ומקורות מימון. כן, מתחייבת מעורבות הממשלה והתעשייה לרבות השקעות במחקר, פיתוח ועבודות תכנון.

12. עלויות תמורה שולית וממוצעת למים ומדיניות מחירי מים

עלות ייצור והולכת המים הנוספים שיידרשו היא 26 עד 52 סנט למ"ק, כאשר מדובר על מי קולחין ו- 72 סנט כאשר מדובר על מים מותפלים.

ניתוח תוכנית הגידולים הממוינת במסדר יורד של תמורה שולית למים, מראה תחום נרחב של תמורה המתחיל מ- 4.0 דולר ומסתיים ב- 10 סנט.

אם מסתכלים על ערכים ממוצעים (בשנת 2010 לדוגמא) מתקבלת התמונה דלהלן:

תמורה ממוצעת	כמות המים	תמורה שולית למים (דולר למ"ק)
1.58	593	>1.0
0.83	285	0.5-1.0
<u>0.27</u>	<u>318</u>	< 0.5
1.11	1,196	סה"כ

באותה שנה הפער הכולל הוא 375 מיליון מ"ק בהנחה שפער זה עומד מול צרכי ההשקייה ובהתייחסות של תמורה שולית מול מים שוליים אזי 318 מ"ק האחרונים נותנים תמורה ממוצעת של 27 סנט למ"ק בעוד העלות שלהם היא 72 סנט למ"ק.

מנקודת מבט כלכלית טהורה מתבקשת המסקנה שלא יהיה כדאי לייצר את הכמות הנזכרת של 318 מיליון מ"ק וזאת בתנאי שיהיו תחליפי יבוא באותם מחירים. באם תחליפי היבוא יהיו יקרים יותר, גם התמורה השולית למ"ק תעלה ומאליו ייצור המים השוליים יהיה כדאי. ההחלטה בנוגע לייצור כמות זו של מים צריכה להתקבל בשנים 2003 - 2000 ועד אז שאלת הכדאיות תהיה ברורה יותר. עשויים כמובן להופיע שיקולים נוספים הקשורים להרכב האוכלוסיה, פיזור, החקלאות כערך וכי שיעלו את הצורך לשמר חקלאות בהיקף מסוים. בהקשר לשאלה זו יש לשים לב לשתי נקודות חשובות: האחת היא שהתמורה הממוצעת למ"ק גבוהה מדולר והשנייה שכל המים שמקורם מי קולחין הם מים שהמשתמש האורבני יהיה חייב לשלם עבור טיהורם ולספק אותם לחקלאים בחינם למעט הוצאות הובלה.

עומדת גם השאלה הכלכלית - חברתית המתבטאת במדיניות מחירי המים: האם עלות המים הנוספים עומדת מול החקלאות הקיימת, שיש לה מקורות מים מוצדקים כלכלית, או מול האוכלוסיה העתידית שתהיה מסוגלת לשלם את העלות השולית הגבוהה.

13. רגישות להנחות

בעבודה העוסקת בתכנון לטווח של 45 שנה, עולה שאלת תקפות ההנחות. אין ספק שבכל אחד מהפרמטרים המתייחסים להנחות עשויים לחול שינויים עם חלוף השנים. קצב גידול האוכלוסיה, שיפורים טכנולוגיים, תנאי הסחר, הרכב סל המזון וכי.

מהעבודה עצמה ולכאורה בכפוף להנחות, מתקבלות שתי מסקנות עיקריות: הפתרון לבעיות האיכות ופערי אספקת המים יתקבל במסגרת ההיערכות לטיהור מי קולחין ולהתפלת מי ים. טעות בהנחות ובמודל עלולות להביא, לכאורה, להחלטות שגויות. עיון נוסף בסוגיה זו מראה שהטיפול בנושא מי הקולחין איננו מושפע מההנחות.

התשתית הטכנולוגית והפיזית לנושא זה הוקמה בעשר השנים האחרונות הן במסגרת פרויקט השפדיין והן במסגרת פרויקטים מקומיים. המשך טיפול בנושא הוא פונקציה של המשאבים שיוקצו מדי שנה בשנה.

בהקשר להתפלה, מועד הכניסה הוא שנת 2010. שינוי בהנחות היסוד (כגון: גידול האוכלוסיה או אפשרות המרת מים שפירים המסופקים היום לחקלאות בקולחין) עשוי לגרום לכך שמועד הכניסה יהיה מוקדם יותר אולם עשוי גם להתברר שמועד הכניסה ההכרחי הוא מאוחר יותר. בכל מקרה, בהנחה שנושא ההתפלה ימומש, יש לנצל את התקופה הקרובה להיערכות מבחינת תשתית הידע והטכנולוגיה. מועד הכניסה עצמו ייקבע בהתאם להתפתחויות.

14. שיתוף פעולה ברמה האזורית

שיתוף הפעולה ברמה האזורית עשוי להתייחס בעתיד לכל מדינות האיזור (טורקיה, עירק, סוריה, לבנון, ירדן, ישראל, הגדה המערבית ועזה, מצרים ומדינות המפרץ).

בעבודה זו קיימת התייחסות לישראל, הגדמייע ועזה בלבד.

התחום של ישראל, הגדה המערבית ועזה מופיע בחישובים כמקשה אחת ומבלי להתייחס לאספקטים הפוליטיים והמוסדיים של הקצאה או ניהול.

ההנחה הבסיסית לגבי תיאום עם ירדן היא שגם בניתוח המקורות והשימושים העתידיים בירדן יגיעו למסקנות דומות של צורך בניצול מקסימלי של מי הקולחין ובהתפלת מי ים, אם כי יתכן שבעיתוי שונה מאשר בישראל.

מאחר ואין בידינו כרגע מידע לגבי בעית המים בירדן והדרכים האפשריות לפתרונה ניתן לדבר על נושא זה באופן כללי בלבד.

ריכוזי האוכלוסיה בירדן מרוחקים ממקורות מי הים להתפלה. כתוצאה מכך יכול שיתוף הפעולה להתמקד באפשרויות קידום מקורות מי הים אל הירדנים עם או ללא שילוב עם פרויקט תעלת ימים ישראלי או משותף.

15. תעלת הימים

תעלת ימים יכולה לתרום במישרין או בעקיפין לאספקת מים בהקשרים הבאים:

- א. ייצור חשמל בעלות נמוכה לשם התפלת מים.
- ב. ניצול הפרשי הגובה בין הים התיכון (או ים סוף) לים המלח על מנת להוזיל את תהליך ההתפלה בשיטת האוסמוזה ההפוכה.

ג. הולכת מי ים לאזורי ההתפלה והצריכה.

הוזלת ייצור האנרגיה איננה רלבנטית ישירות להתפלת מים באשר אם ניתן לייצר חשמל בעלות נמוכה, ינוצל חשמל זה לאו דווקא לצורך התפלת מי ים אלא למטרה המוצדקת ביותר מבחינה כלכלית.

באשר לניצול מפל הגבהים לצורך הוזלת תהליך ההתפלה, יש לזכור שבמקרה זה המים המותפלים יתקבלו באיזור ים המלח ומחיר העלאתם והולכתם לצורך שימוש בנגב או במרכז הארץ עלול להיות גדול יותר מאשר החסכון שיושג בגין מפל הגבהים.

הדעות עדיין חלוקות בקשר לכדאיותן של תעלות ימים ואף בקשר לתועלתן העיקרית: מים, אנרגיה, תיירות או שילוב כל הנייל. לפיכך יש מקום לבצע חקר ישימות גם בדבר תרומת התעלות המוצעות למערך העתידי של אספקת המים.

16. סיכום

עבודה זו אמורה לבחון את צרכי המים בתחום האורבני והחקלאי בשטחים שממערב לירדן כבסיס למתן תשובות הולמות לצרכים אלה וכבסיס לתיאום עם ירדן.

במסגרת תהליך החשיבה של עבודה זו ניתנה תשומת לב לאיכות המים שיסופקו לתושבים ולמערך טיהור ופינוי מי השפכים.

בהסתכלות מערכתית כוללת מתגלים פערים במים החל משנת 2000 כאשר עד שנת 2010 פערים אלה עשויים להיסגר ע"י טיהור מי הקולחין ואילו לאחר שנת 2010 מתעורר צורך בייצור מים ממקורות בלתי קונבנציונליים. העבודה מציעה להסתכל על ההתפלה של מי ים כעל המקור הריאלי ביותר למים כאלה.

על מנת שטכנולוגיית ההתפלה תהיה זמינה במועד שבה תידרש, גם מן הבחינה ההנדסית וגם מן הבחינה הכלכלית, יש צורך להתארגן כבר היום ולהקצות את המשאבים הדרושים למחקר ולפיתוח מתקנים.

בהסתכלות כוללת הרואה את הביקוש של הסקטור האורבני כבלתי גמיש, לרבות חובתו להחזיר את מי הקולחין כאשר הם מטוהרים ובהנחה שצרכי המזון בירקות, בפירות ובחלב יסופקו ע"י חקלאות מקומית, נראה שהמערכת האורבנית תהיה מסוגלת וחייבת לשלם את עלויות טיהור מי הקולחין ואת עלויות ההתפלה.

שיתוף הפעולה בתחום המים והכלכלה יתרום רבות ואולי הוא אפילו הכרחי להשגת המטרות שהוגדרו במסמך זה.

המלצות

1. כללי

ההמלצות ניתנות בהנחה שמתבקשת ראייה כוללת ואינטגרטיבית כאשר האופק התכנוני משתרע על פני השנים 2000-2040.

הטכנולוגיות העיקריות שיתנו פתרון לבעית המים בתקופה הנ"ל יהיו טיהור מי ביוב והתפלת מי ים.

מומלץ שבמסגרת מתן פתרונות לבעית המים יהוו מדינת ישראל, הגדה המערבית ועזה יחידה תכנונית אחת.

ההמלצות המוצגות להלן, שביסוסן מפורט בפרקי העבודה מציעות פתרון כוללני לבעיות דלקמן:

א. הבטחת התאמת מקורות המים והיצע המים לביקוש בתקופות השונות ע"י המשך פיתוח המקורות הקיימים, פיתוח מקורות בלתי קונבנציונליים תוך יישום טכנולוגיות ופרוייקטים חדשניים, "ניהול הביקוש", ומדיניות מחירים מתאימה.

ב. הבטחת איכות המים הנדרשת לכל סוג שימוש: שתיה, תעשייה וחקלאות.

ג. הבטחת שמירה כוללת על איכות הסביבה ו"סביבת המים".

2. מקורות המים הקיימים

מומלץ למצות עד למקסימום האפשרי את מקורות המים העיקריים הקונבנציונליים. מיצוי זה יתן תוספת שנתית של עד 145 מיליון מ"ק מעל הקיים כיום. פעילות זו תבוצע, בין השאר, תוך מתן תשומת לב מיוחדת לניצול מי שטפונות ומים מליחים, הקטנת איבודי מים ובמיוחד פעילות בתחומי "ניהול הביקוש" ומדיניות מחירים שתמנע בזבוז מים או שימוש במים לפעילויות שאינן נותנות תמורה נאותה.

3. מקורות חדשים לסגירת הפערים

א. איכות המים

יש להסתכל על מערך פיתוח המים בשנים 2000-2040 כעל מערך האחראי גם על אספקת המים הנדרשים וגם על טיהור המים הנפלטים ופינויים. בכל נקודה במחזור המים תינתן תשומת לב לאיכות המים המסופקים ללקוחות האורבניים ולחקלאים ולטיהור ופינוי מי הביוב כך שלא יגרמו נזקים כל שהם במונחים של איכות הסביבה ושל "סביבת המים".

ב. טיהור ופינוי של מי הביוב

הקמת מערך טיהור ופינוי של מי ביוב מהווה שלב ראשון בטיפול בנושא האיכות. העקרון הוא שכל מי הביוב מטוהרים והפינוי שלהם אינו נעשה לבורות ספיגה, לים, לואדיות ולנחלים אלא אך ורק למטרות השקיה, כאשר ההשקיה מהווה שלב סופי במחזור הטיהור.

נושא הביוב, טיהורו ופינויו נמצא בשלבי פיתוח במדינת ישראל והוא לא קיבל עד היום טיפול מספיק בגדה המערבית ובעזה. לצורך קידום נושא זה דרושים עד לשנת 2010 כ-550 מיליון דולר. עד שנת 2020 דרושים עוד 450 מיליון דולר ועד שנת 2040 דרוש סכום נוסף של 770 מיליון דולר. הסכום הכולל של ההשקעות בסך 1.8 ביליון דולר יתן תוספת שנתית של כ-870 מיליון מ"ק.

לאור חשיבות הטיפול במי הביוב גם מזוית הראיה הסביבתית וגם כמקור מים להשקיה, מומלץ שגורמי מימון בינלאומיים יסייעו במימון הפרוייקטים.

ג. התפלת מים

בהתאם למסקנות הדו"ח, מופיע המחסור במים מעבר למקורות הקונבנציונליים בשטח התחום בין הים התיכון לירדן בין שנת 2010 לשנת 2020. (זאת בלבד שעד לאותו מועד יטוהרו ויושבו לשימוש חקלאי מי הביוב בהתאם לנתוני העבודה). התשובה למחסור זה, בנוסף לטיהור מלא של מי הביוב, תינתן באמצעות מתקנים להתפלת מי ים.

על מנת שמתקני ההתפלה העתידיים יהיו אמינים ולא יקרים מדי בהקמה, בתפעול ובתחזוקה, יש לבצע מחקרים ישומיים ויעודיים הן בתחום הטכנולוגיות הבסיסיות והן בתחום התיכון של המתקנים עצמם. מדובר, בין השאר, על שיפור עמידות של חומרים, שיפורים בטכנולוגיות מעבר חום (בעיות אבנית), שיפור יעילות משאבות, פיתוחים בתחום הבקרה הממוחשבת, שיפורים בתחום עמידות של ממברנות בלחצים ועוד.

על מנת שניתן יהיה להתפיל מים ביעילות הדרושה בשנת 2010, יש להיכנס להשקעה בפיתוח ותכנון כבר עכשיו.

מומלץ ליזום התארגנות ומימון בינלאומיים לפיתוח התשתית הטכנולוגית הנדרשת.

מיותר להזכיר שהיכולת הטכנולוגית שנבנתה בישראל ב-30 השנים האחרונות, בראש ובראשונה בתחום ההתפלה עצמו ובפרט בתחום הבטחוני, יכולה להוות בסיס לקידום טכנולוגיות ההתפלה.

על מנת שניתן יהיה לספק מים מותפלים במחיר סביר החל משנת 2020 מומלץ שבמקביל לפיתוח בתחום הטכנולוגי יוקמו מתקני התפלה ראשוניים החל משנת 2000 וזאת, על מנת שניתן יהיה לקבל משוב שיזרז וישפר את עבודת המחקר והפיתוח.

ההשקעה שתידרש לצורך הקמת מתקני התפלה עד סוף שנת 2040 תסתכם ב-3.3 ביליון דולר. השקעה זו תביא לתוספת של -1.0 ביליון מ"ק לשנה בסוף התקופה.

ד. "ניהול הביקוש" ו- מדיניות מחירים

בתחום "ניהול הביקוש" נצבר נסיון רב במדינת ישראל. יש להביא תחום זה לידי מיצוי מקסימלי ע"י עידוד שיטות ייעול וחסכון בשימוש במים גם בתעשייה והצריכה העירונית בנוסף לחקלאות.

בתחום מדיניות המחירים תידרש גישה חדשה: צרכני המים יידרשו לשלם עבור המים מחיר המבוסס על השיקולים הכלכליים דלקמן:

התוספת העיקרית של ביקוש למים בשנים 2000-2040 תבוא מצד הגידול באוכלוסיה האורבנית ואוכלוסיה זו תצטרך לשלם את עלות הפיתוח הטכנולוגי במקורות המים החדשניים. אוכלוסיה זו תצטרך לשלם גם עבור סילוק הביוב וטיהורו למים הראויים לשימוש בחקלאות.

החקלאות תצטרך לשלם רק את מחיר הובלת המים המושבים. זה יגרום להורדת המחיר הממוצע לשימושים החקלאיים.

החקלאות תקבל תפקיד חדש של "מטהר המים" ו"שומר איכות הסביבה" ותיפקוד זה יקבל ביטוי במחיר המים.

מחיר המים לחקלאות ייקבע לא על בסיס של סיבסוד, אלא על בסיס של עלות בחישוב כלכלי כפי שהוצג לעיל. השינוי במחיר המים וברמת איכותם לחקלאות יחייב שינויים בתכנית היצור החקלאי. ניתן להרכיב תכנית יצור חקלאית עתידית שתוכל לעמוד במחירי מים גבוהים מהנהוגים היום.

4. שיתוף פעולה עם ירדן

לכאורה פתרון בעיות המים בשטח שבין הים התיכון לירדן מנותק מהפתרונות של בעיות המים ממזרח לירדן. בפועל קיימת על ציר הזמן אסימטריה מאחר ובירדן קיים כבר כיום מחסור במים.

במסגרת עבודה זו הוצעו פתרונות כוללניים שאמורים לתת תשובה לבעית המים בשטח התחום בין הים לירדן. לכאורה, ניתן לפתור את בעית המחסור במים בירדן על ידי סט דומה של פתרונות, כאשר תיאום עם ירדן יכול להביא לתועלת הדדית ולפתרונות יעילים יותר.

תיאום כזה יכול להיות במסגרת פרויקטים עתידיים משולבים בתחום ההתפלה ותעלת הימים.

בשלב זה, בהעדר נתונים לגבי צרכי המים של ירדן והפתרונות שהועלו במסגרת העבודה של הצוות הירדני, לא ניתן לפרט פתרונות משותפים.

אחד הפרוייקטים המוזכרים לעתים קרובות בהקשר לפתרון בעיית המים הוא פרוייקט תעלת הימים. תרומת פרוייקט זה למקורות המים מוזכרת בהקשר לאפשרות ניצול הפרשי הגבהים בין הים התיכון ו/או ים סוף לים המלח לצורך יצירת אנרגיה. כמו כן, קיים רעיון לחסכון באנרגיה במתקני התפלה הפועלים בשיטת האוסמוזה ההפוכה. חסכון זה אמור להיות מושג ע"י ניצול הפרשי הגבהים במתקני התפלה שיוקמו באזור ים המלח. מים שיותפלו במסגרת מתקן התפלה כזה ניתן יהיה לנצל לצורך פתרון בעית המחסור במים בירדן.

פרוייקט תעלת הימים לא נבחן עד היום בהקשר להתפלה ואספקת מים ולא הוכחה תרומתו הכלכלית כמקור להגדלת פוטנציאל המים. מומלץ, על כן, שיבוצע חקר ישימות מעמיק של החלופות השונות של תעלת ימים והפוטנציאל שיש להן בהקשר לפתרון בעיות המחסור במים ביחד עם שאלות של אנרגיה, תיירות ותחבורה.