



הטכניון
מכון טכנולוגי לישראל



מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

ירידת מפלס ים המלח חלופות לפעולה

בשיתוף עם:

מכון ים המלח למחקר, פיתוח ולימוד

עמותת נגב בר קיימא

מועצות אזוריות תמר ומגילות

מפעלי ים המלח

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, מכון צוקרברג לחקר המים



צילום: גיא שחר

90טמבר 2007

תמונת השער צולמה בצפון ים המלח, מאזור מפעלי האשלג והמלח.

בתמונה רואים רציף עץ ששימש בעבר לסירות על שפת ים המלח. הרציף עמד על הקצה העליון של עמודי העץ, ומפלס המים הגיע עד אליו. היום המים נמצאים במרחק עשרות רבות של מטרים מהמקום. קו המים נראה בחלק העליון של התמונה. אנו מודים לגיא שחר <http://www.guyshachar.com>, על השימוש בתמונה זו.

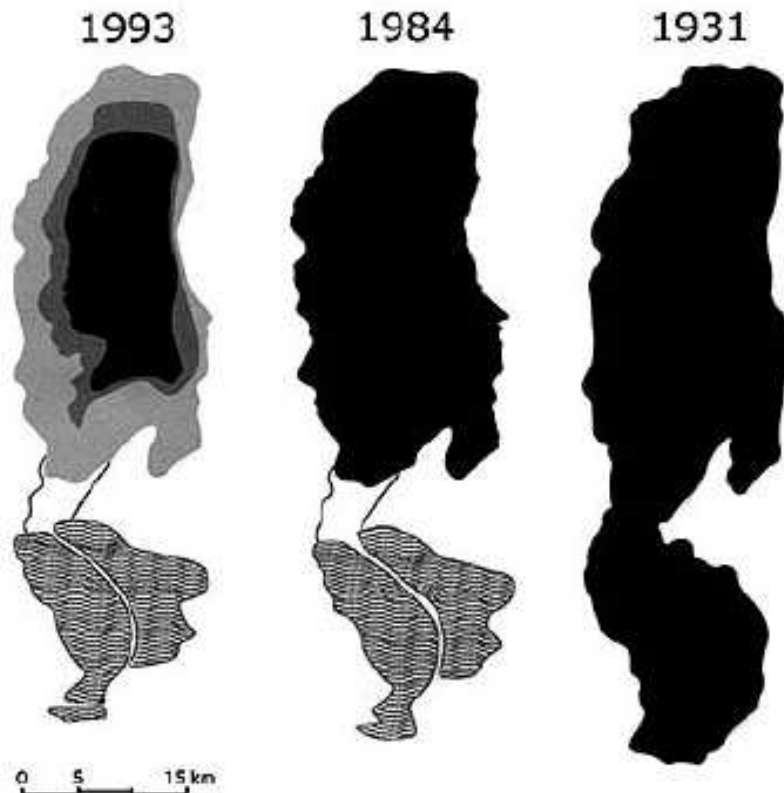


מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה



ירידת מפלס ים המלח

חלופות לפעולה



אוקטובר 2007

מכיני הדו"ח:

יורם אבנימלך, יפעת ברון - מוסד שמואל נאמן
גד רוזנטל, נחום יהושע - כיוון - אסטרטגיה, כלכלה ופיתוח עסקי
גיורא שחם - הנדסת משאבי סביבה ומים

חברי ועדת ההיגוי:

יעל מאור - מכון ים המלח למחקר, פיתוח ולימוד
בלהה גבעון - עמותת נגב בר קיימא
דן שחף - מועצה אזורית תמר
נעם גולדשטיין, יוסי לאטי - מפעלי ים המלח

יעוץ לצוות היגוי:

נחמיה חסיד - מכון צוקרברג לחקר המים, אוניברסיטת בן גוריון
אלי רז - מכון ים המלח למחקר, פיתוח ולימוד, קיבוץ עין גדי

תוכן העניינים :

7	עיקרי הדברים.....
8	תקציר.....
13	מבוא
15	א. סיכום החלופות לשיקום ים המלח.....
15	תיאור החלופות הנבדקות
15	1. חלופת האפס / חלופת ברירת המחדל – המשך פעולה ללא שינוי.....
16	2. חלופות הזרמת מי ים לים המלח
16	2.1 חלופת Red- Dead (להלן R-D)
19	2.2 חלופת Med – Dead-1 (להלן M-D1).....
20	2.3 חלופת Med-Dead-2 (להלן M-D2)
21	3. הזרמת מי הירדן כפתרון בלעדי לשיקום ים המלח.....
24	4. שיקום הירדן הדרומי.....
25	שיקול לוח הזמנים לפעולה
27	ב. ניתוח כלכלי ראשוני.....
28	הגדרת יעדים לחלופות האקטיביות.....
28	חלופות לבחינה.....
29	תרחישי השפעות של מי ים על ים המלח.....
30	חלופת האפס
30	חלופת R-D.....
34	חלופת M-D1
36	חלופת M-D2
38	ריכוז החלופות והתרחישים
39	סיכום ומסקנות ראשוניות.....
41	נספחים :
41	נספח 1 : סקירת החלופות העיקריות
53	נספח 2 : נספח מתודולוגי לניתוח הכלכלי הראשוני
59	נספח 3 : סקירת מאזני המים לים המלח

לוח קיצורים

ביני"ל – בין לאומי
מ"ק – מטר קוב
מלמ"ק – מיליוני מטר קוב
מלמ"ש – מיליוני מטר קוב לשנה
מ"מ – המוביל המלוח
מפא"ר – מפעל המים הארצי
ס"מ - סנטימטר
קוט"ש – קילו ואט לשעה
ק"מ – קילומטר
קמ"ר – קילומטר רבוע
תלי"ג – תוצר לאומי גולמי

עיקרי הדברים

1. חיוני לשקם את ים המלח שמפלסו יורד בהתמדה. המשך אי העשייה הינה החלופה הגרועה ביותר מהבחינות הסביבתית והכלכלית. לכן המטרה העיקרית צריכה להיות מימוש פרויקט שיקום ים המלח.
2. אין פתרונות קלים ובכל החלופות ישנן אי וודאויות וסיכונים מסוימים.
3. הזרמת מים מלוחים מים תיכון או מים סוף לים המלח היא בעייתית. כדי להקטין אי וודאויות, יש לבצע בדיקות מקיפות ולנקוט בכל הצעדים להקטנת הסיכונים.
4. הצמדת הפתרון לים המלח לפתרון אזורי משולב לאספקת מים מתוקים לירדן ולפלסטינאים יכולה ליצור הזדמנות ריאלית וחד פעמית לקידום פרויקט השיקום.
5. לחלופות הזרמת מים מלוחים מהים התיכון מצפון או הזרמת מי ים סוף מדרום, יתרונות פרגמאטיים על פני חלופות אחרות. לחלופה הצפונית יתרונות כלכליים – סביבתיים (כולל שיקום הירדן הדרומי ואספקת מים לפלסטינאים), כשלחלופה הדרומית יתרונות יישומיים וייתכנות פוליטית.
6. מומלץ לנסות ולהשיג הסכמה של כל הגורמים המעורבים, לבצע בדיקה מעמיקה של החלופה הצפונית, במקביל לבדיקה המתוכננת לחלופת ים סוף – ים המלח, במסגרת הבנק העולמי.
7. מועלית חלופה לשיקום ים המלח, אספקת מים לירדן ולפלסטינאים ושינוי מערכת המים בישראל, כל אלו בהתבסס על התפלת מים מאסיבית בים התיכון. לחלופה זו יתרונות לגבי משק המים הישראלי. יש לבדוק ולבחון גם חלופה זו.
8. מומלץ כי ממשלת ישראל תבצע, במסגרת שלה, בדיקה של נושאים ספציפיים הקשורים למכלול החלופות, כולל נושאים הקשורים למכלול משק המים הישראלי.

תקציר

מסמך זה מסכם עבודה שבוצעה ע"י מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה וביזמה משותפת עם המועצות האזוריות תמר ומגילות, מכון ים המלח למחקר, פיתוח ולימוד, ארגון "נגב בר קיימא" ובשיתוף "מפעלי ים המלח" ומכון צוקרברג לחקר המים באוניברסיטת בן גוריון. המסמך מיועד להציג את החלופות השונות לשיקום ים המלח, להציג היתרונות והבעיות בחלופות השונות ולהציג הערכה כלכלית ראשונית להשוואה בין החלופות.

נסקרו החלופות הבאות:

- א. חלופת האפס ("עסקים כרגיל")
- ב. הזרמת מים, מים סוף לים המלח
- ג. הזרמת מים מהים התיכון לירדן וליים המלח:
 1. הזרמת מים מותפלים מהים התיכון לירדן וליים המלח
 2. הזרמת מים מלוחים מהים התיכון להתפלה באזור עמק בית שאן למטרת אספקה לירדן וליים המלח
 - ד. חלופות הזרמת מים מתוקים
 1. הפסקת צריכת מים מאגן היקוות ים המלח וחידוש המצב ההיסטורי של הזרמת מים בירדן
 2. הגברת ההתפלה במישור החוף לכ-1,500 מלמ"ש והזרמת 800 מלמ"ש לממלכת ירדן ו-700 מלמ"ש לשיקום ים המלח.
 - ה. שיקום הירדן הדרומי ע"י הזרמת מים, ללא קשר עם שיקום ים המלח.

יש לציין כי אין פתרון קל למצב הסביבתי הגרוע בו נמצא ים המלח. אין פתרון אידיאלי ואין אף אחת מהחלופות שנבדקו שאינה כוללת סיכונים, אי וודאות וקשיים. אי הוודאות והקשיים שונים בחלופות השונות, כפי שנידון בתיאור החלופות השונות.

הנתונים המובאים בנייר זה הינם ברמת אי ודאות גבוהה וכותבי המסמך ערים לכך. דרוש זמן וכסף על מנת להגיע לדיוק רב יותר. יתר על כן, בהשוואה בין החלופות נדרש כימות של השפעות סביבתיות שונות עבור כל חלופה. קיים קושי אובייקטיבי לבצע כימות כאמור. על אחת כמה וכמה כשמדובר בפרויקט שחלק מההשפעות עדיין אינן ברורות. למרות זאת, חוסר הדיוק אינו פוגם במסקנות העיקריות של דו"ח זה.

על פי המודל שנבנה נמצא כי ברירת המחדל, היינו לא לעשות דבר, הינה החלופה הפחות כדאית מבחינה כלכלית וסביבתית והיקרה ביותר. הנוקים הסביבתיים, נזקים לתיירות ולכבישים מוערכים ב-90 מיליון דולר לשנה.

הזרמת מים ים, מים סוף או מהים התיכון כרוכה בסיכונים סביבתיים מרחיקי לכת. ערבוב מי אוקיינוס המכילים ריכוזי גפרה גבוהים עם מי ים המלח יביא להיווצרות גבישי גבס העלולים להישאר מרחפים במים ולשנות אופי ים המלח. כן יש חשש לפריחה של אצות וחיידקים והתפתחות אורגנית בלתי ברורה במקרים של הוספת מים פחות מלוחים (מי אוקיינוס או מים מתוקים, במיוחד במקרים בהם המים

יכילו זרחן). יש צורך בבדיקה יסודית של התהליכים העלולים לחול בים וכן יש לבדוק האמצעים ההנדסיים הנדרשים להקטנת הסיכון.

בכל אחד מנתיבי העברת מים מלוחים, אם מהים האדום או מהים התיכון, קיימים סיכונים לזיהום קרקעות ומי תהום במלח. העברת מים לאורך עמק הערבה רגישה במיוחד בגלל היות העמק איזור טקטוני פעיל ובגלל שטפונות החורף. אלו יחייבו אמצעים מאד יקרים להגנה מפני זיהום במלח. חלופת החזרת הזרימה הטבעית בירדן לשיעורים שהיו בתחילת המאה ה-20 אינה ריאלית לאור הגידול באוכלוסיה בכלל אגן היקוות ים המלח, בישראל, ירדן וסוריה. לאפשרות להתפיל בחוף הים התיכון כ-1,500 מליון מ"ק לשנה, והולכת מים מותפלים לירדן, לפלסטין ולהחלפת המוביל הארצי בישראל יתרונות מהותיים הן לגבי התהליכים הצפויים בים המלח והן לגבי מערכת המים בישראל. יחד עם זאת חלופה זו תלויה בהתפלה של כמויות מים גבוהות ביותר, פגיעה סביבתית בגלל צריכת דלק רבה ובעיות מימון ומימוש.

החלופות הושוו כלכלית כקירוב ראשון, תוך ידיעה כי מסד הנתונים מבוסס על הערכות ואי וודאות גבוהה. בהתאם לניתוח הכלכלי, כל אחת מהחלופות להזרמת מי ים לים המלח תביא ליתרון כלכלי, כשהתרומה העיקרית הינה אספקת מים שפירים לממלכת ירדן.

- התועלת הכלכלית מהזרמת מים, מים סוף לים המלח (R-D) היא 460 ו-685 מיליון \$ לתרחיש פסימי ואופטימי בהתאמה, ללא החזר הון, או (5-) ו-200 מיליון \$ עם החזר הון.
 - התועלת הכלכלית להזרמת מים מותפלים מהים התיכון לים המלח (MD-1) עומד על 645 מיליון \$.
 - התועלת הכלכלית מהזרמת מים מלוחים להתפלה באזור בית שאן והעברה לירדן וים המלח (MD-2) עומד על 660 ו-885 מיליון \$ לפי תרחיש פסימי ואופטימי בהתאמה, ללא החזר הון, או 145 ו-370 מיליון \$ עם החזר הון בהתאמה. חלופה זו נמצאה ככלכלית ביותר בתרחיש אופטימי. אלטרנטיבה זו, בתנאים הנוכחיים, כרוכה בבעייתיות פוליטית.
- צוות המחקר וועדת ההיגוי לא ראו כאפשרות סבירה הפסקת השימוש במים באגן היקוות ים המלח, בשלוש המדינות המשתמשות במים, והזרמתם לשיקום הים ללא מתן מענה אלטרנטיבי מתאים לאספקת מים למדינות אלו.
- חלופה נוספת הינה התפלת מים לאספקה לממלכת ירדן ולשיקום ים המלח. קיימות בעיות כלכליות וסביבתיות לגבי ההצעה להתפיל 1,500 מלמ"ק מים בשנה, אם כי על פניו נראה כי הזרמת מים מתוקים לים המלח כרוכה בסיכונים סביבתיים פחותים מאלו הכרוכים בהזרמת מי ים ונראים יתרונות למערכת המים הישראלית. לא בוצע ניתוח כלכלי לגבי ההשפעה של ישום חלופה זו על משק המים הישראלי, נושא החורג מתחום העבודה הנוכחית. הועלה החשש כי חלופה זו לא תהיה ברת קיימא אפילו בתרחיש (בסבירות מאד נמוכה) בו ההשקעה בתשתית לא תהיה על חשבון מדינת ישראל, וזאת בגלל הסיכוי שבכל משבר כלכלי וצורך בכספים, תהיה אספקת המים לים המלח אחת ההוצאות הראשונות שיקוצצו.

גורם הזמן הינו גורם חשוב, כשהתקווה הינה לשקם את ים המלח בהקדם, ככל הניתן. נראה כי להצמדת פרויקט שיקום ים המלח לפרויקט אספקת מים לממלכת ירדן, המשלב מימד של דחיפות וסיכוי למימון

בינ"ל, יכול להיות יתרון מבחינת לוח הזמנים לביצוע, לעומת חלופות בהן המימון והיזמה יהיו ישראלים או אזוריים בלבד.

בעיות אלו ואחרות חייבות להיבדק היטב לפני קבלת החלטות לגבי הפתרונות לשיקום ים המלח. עורכי דו"ח זה ממליצים מאד להקדים ולבצע מחקרים ובדיקות אלו בהקדם תוך השקעת האמצעים הראויים לכך. כן מודגש הצורך לבדוק את כל החלופות, תוך הכללת השיקולים השונים, לפני קבלת החלטה סופית.

סיכום החלופות, שיקולים, היבטים סביבתיים וכלכליים שנבדקו בעבודה זו

א. חלופות (פירוט בטקסט)

1. ברירת מחדל, לא לעשות כלום
2. תעלת ים סוף ים המלח R-D
3. מים מותפלים כחלופה למי ירדן היסטוריים M-D1
4. הולכת מים מהים התיכון למורד עמק בית שאן והתפלה בירדן M-D2

ב. השפעות סביבתיות

ב.1 העלאת ושמירת מפלס ים המלח:

ברירת מחדל: המשך ירידת המפלס
R-D, M-D2: העלאת מפלס כפועל יוצא של החלופות.
M-D1: שמירת מפלס מחייבת התפלה של כ 800 מליון מ"ק לשנה. להעלאת מפלס לרמה היסטורית נדרשת התפלה נוספת.

ב.2. השפעות סביבתיות על ים המלח:

ברירת מחדל: ירידת מפלס נמשכת, פגיעה חמורה בנוף, תיירות, טבע ותעשייה
R-D, M-D2: סיכון סביבתי בהיווצרות גבס במגע בין מי אוקיינוס למי ים המלח. אפשרות לפריחת אצות וחיידיקים. אי וודאות לגבי היקף הפגיעה.
M-D1: לא נראה סיכון סביבתי לים המלח. אפשרות-מה לפריחת אצות.

ב.3. סיכונים סביבתיים במהלך שאיבה והעברת המים לים המלח:

ברירת מחדל: לא רלבנטי
R-D: סיכונים להמלחה בעמק הערבה בגלל רגישות סיסמית ומעבר של נחלים שטפוניים. יתרון אפשרי בהוספת גופי מים בעמק הערבה. מחייב תשומת לב למניעת פגיעה בשוניות האלמוגים בחוף המפרץ. יתרון מה בהגברת תחלופת המים במפרץ אילת.

M-D1 : העברת מים מותפלים לרוחב הארץ, מעט מאד סיכונים סביבתיים. נזק סביבתי בהגברת צריכת אנרגיה ופליטת גזי חממה. יידרש שטח בחוף הים התיכון למתקני התפלה.
M-D2 : סיכון בהמלחת אקוויפר במעבר תחת הכרמל וסיכון להמלחת קרקע בעמקים. פחות בעיות סיסמיות ואורך קצר יחסית של מובל. צורך באמצעי מיגון.

4.2 שיקום הירדן :

ברירת מחדל : גם באם תוגבר הזרמת מים בירדן לשיקומו, קיים חשש רציני לכך שהמים ילקחו ע"י חקלאים ירדניים הצמאים למים.
M-D2 ,R-D לא רלבנטי. אפשרית הזרמת כ 100 מלמ"ש לשיקום תיירותי.
M-D1 שיקום הירדן כחלק מהתכנית. יוזרמו כמיליארד מ"ק בשנה מים שפירים באפיק הירדן.

ג. אספקת מים לממלכת ירדן

(הערה : היזמה לפרוייקט הנוכחי נובעת מהצורך הדחוף לתגבר אספקת המים לממלכת ירדן)
ברירת המחדל : אין תוספת מים לירדן (אלא באם הירדנים יקימו מוליך מים מותפלים מעקבה צפונה).
M-D2 ,R-D : הולכת מי גלם להתפלה בגרביטציה למתקני התפלה ירדניים.
M-D1 : אספקת כ 800 מלמ"ש ע"י מתקני התפלה בישראל, קרוב לוודאי בהפעלה ישראלית.

ד. השפעות על משק המים הישראלי

ברירת המחדל : אין השפעה
M-D2 ,R-D : השפעה שולית (פרט לסיכונים שהוזכרו קודם). אספקת מים לפלסטינאים (נוחה יותר ב M-D2) שתשחרר אולי עומס על המערכת הישראלית האחראית כיום לאספקת המים.
M-D1 : מספר יתרונות, בעיקר שיפור ניכר בעומס המלחים על אקוויפר החוף ועל קרקעות חקלאיות. אולי אפשרות להשבתת המוביל הארצי ותיגבור הכנרת. אספקת מים נוחה לפלסטינאים. יש לציין כי במדיניות המים הלאומית יש כנראה צורך להשאיר חיבור למקור המים בכנרת, ולו לחירום.

ה. עלויות ומימון

ברירת מחדל : נזק לסביבה ולתיירות מוערך ב 90 מיליון דולר בשנה.
חלופה M-D2 מוערכת כחלופה הזולה ביותר.
חלופה M-D1 נראית היקרה בין החלופות הנבדקות. במסגרת עבודה זו לא הוכנסו שיקולי עלות ורווח למערכת המים הישראלית.
חלופות M-D2 ,R-D : בנויות על הנחה של מימון הקהילייה הבין לאומית בהסדרים כאלו או אחרים עם ירדן.
מימוש חלופה M-D1 יהיה תלוי כנראה במימון ישראלי, בלעדי או מכריע.

ו. הערכות לזמן הנדרש להחלטה על ביצוע

(ההערכה הינה כי הזמן להחלטות הינו הנתיב הקריטי, יותר מהזמן הנדרש לביצוע) ברירת המחדל מבוצעת כבר, וללא החלטות והכרעות, תמשך להרבה שנים. ההחלטה על חלופות R-D, M-D2 בידי הקהילייה הבין לאומית כשקיים לחץ לייצב את ממלכת ירדן. החלטה על ביצוע חלופה M-D1 כרוכה בהחלטות ממשלת ישראל הן לגבי ההשקעה הכבדה והן לגבי ההוצאות להתפלה שנתית בהיקף של כ 1500 מלמ"ק (מעבר לתכניות התפלה קיימות). קיים חשש כי קבלת החלטה כזו לא תהיה בדורנו.

ז. שיקולים גיאוגרפיים-פוליטיים

ברירת המחדל: מצבם של ים המלח ונהר הירדן עשוי להביא למחאות של גופים סביבתיים ודתיים בעולם. ספק באם בכך יהיה מנוף לפעולה. כן יתכן כי דחיית הפרוייקט תביא לנזקים במצב המים של ממלכת ירדן ו/או ביחסי ירדן ישראל
חלופת R-D הינה החלופה המועדפת כיום ע"י ממלכת ירדן: המובל ומתקני ההתפלה יהיו בשטח ממלכת ירדן והתלות בישראל תהיה (לכאורה) נמוכה.
בחלופת M-D2, הולכת המים בשטח ישראלי. הדבר לא מקובל כרגע על ירדן. יתכן אולי להגיע להסדר מעבר בטוח של המים. תתכן התפלה בשטח ירדני (לא טריביאלי).
בחלופת M-D1 תלות מוחלטת של ממלכת ירדן בישראל, הן בהולכת המים והן ביצור המים (בחלופת M-D2 המים זורמים לשטח ירדן בגרביטאציה במעורבות מינימלית של ישראל, כשמתקן ההתפלה בתפעול ירדני). יהיה צורך בהסדרים כספיים בין ירדן לישראל לתשלום עבור התפלת המים. מדינת ישראל התנגדה בעבר וממשיכה להתנגד למעורבות בינ"ל בכל הקשור למקורות המים של ישראל. קרוב לוודאי שישראל לא תסכים להתחייבות שלא לנצל את מי הכנרת לצרכיה ולהעבירם לשימוש בין לאומי.

בליבת נושא הדיון העובדה כי קיימת תכנית לסיוע בין לאומי לפתרון בעיית המים החמורה בממלכת ירדן, כשבצמוד לפתרון זה טמון סיכוי לפתרון הבעיה החמורה של ירידת מפלס ים המלח.

הדבר מהווה הזדמנות להישג סביבתי חשוב למדינת ישראל ולמדינות באזור וחשוב לשמור על מומנטום זה.

מבוא

ים המלח, הים הנמוך ביותר והמלוח ביותר בעולם, ערש ההתפתחות האנושית הקדומה ואתר מרכזי בהיסטוריה של עם ישראל, נתון כיום במצב של פגיעה סביבתית חמורה. פגיעה זו, השפעתה משמעותית ביותר על הסביבה ואותותיה החלו זה מכבר להשפיע על הפעילות האנושית הסמוכה לאזור ים המלח, כשהשינוי הבולט הינו הירידה במפלס ים המלח ובהשפעות נלוות ובשינוי במכלול התכונות של ים המלח.

הזרימות ההיסטוריות במאה הקודמת לים המלח היו בשיעור של כ-1,700 מלמ"ש. במהלך המאה האחרונה, חלה ההתפתחות המואצת במדינת ישראל, בפלסטין, ירדן וסוריה, חל גידול במספר התושבים ובפעילות הכלכלית ובעקבות אלו חלה עליה חדה בצריכת המים באגן היקוות ים המלח. העלייה בצריכת המים במדינות האזור יצרה שחיקה מתמדת במקורות המים הטבעיים של ים המלח וגרמה עם הזמן לשינויים חדים במפלס הימה.

שאיבת מים מהכינרת ומהירמוך לאספקה השוטפת בישראל, בירדן ובסוריה, וכן שאיבת מי ים המלח למפעלי תעשיות המינרלים בישראל ובירדן, מצמצמים בהתמדה את אספקת המים לימה. הגירעון גדל בהתמדה בשל העלייה בצריכת המים וצמצום הזרימות הטבעיות. ספיקת המים, המגיעה בשנים האחרונות לים המלח, הצטמצמה לשיעור של כ-300-400 מיליון מ"ק לשנה, הרבה פחות מההתאדות הטבעית מפני הים ומההתאדות הנובעת מאיגום מים בבריכות מפעלי האשלג הישראלי והירדני. הגרעון ההידרולוגי בים המלח, היינו הפער בין ההתאדות לכניסות המים, הינו 600-800 מיליון מ"ק לשנה. מאחר ונגרעים יותר מים משיעור החידוש, חלה ירידה מתמדת במפלס הים, בשיעור של כמטר לשנה.

במהלך המאה ה-20 ירד מפלס ים המלח ביותר מ-25 מ' וכיום עומד על גובה של 420 מ' מתחת לפני הים. **במידה ולא יחול מפנה בתהליכי הידלדלות הים, צפוי לרדת המפלס בעוד כ-150 מטר עד שים המלח יתייצב כפי הנראה כימה קטנה הרבה יותר, במפלס של כ-550 מטר מתחת לפני הים (מסמך מדיניות לעתיד ים המלח¹, 2005).**

מפעם לפעם עולות תכניות לשיקום ים המלח, בעיקר כאלו בהן מדובר בהזרמת מי ים, מהים התיכון או מים סוף, תוך ניצול הפרש הגובה ליצירת חשמל ו/או להתפלת מים. לאחרונה מועלית תכנית להזרמת כ-2,000 מיליון מ"ק מי ים מאזור אילת-עקבה לים המלח, תוך הפקת כ-800 מיליון מ"ק מים מותפלים לשימוש, בעיקר בממלכת ירדן, והזרמת היתרה ומי הרכז לים המלח לשיקומו. מדובר כיום בפרויקט רב היקף של הבנק העולמי לבחינת הצעה זו, ובהמשך, אולי במימון הפרויקט ע"י גורמים בין לאומיים שונים.

גורמים שונים הציעו פתרון של הפסקת הטיית וצריכת המים שזרמו בעבר לים המלח וחידוש הזרימות בירדן כפי שהיה בעבר, במטרה לשקם את הירדן ואת ים המלח. פתרון זה דורש לעבור בהדרגה לצריכת מים מותפלים.

¹ 2005, מסמך מדיניות לעתיד ים המלח – בחינת תרחיש של "ברירת מחדל", המשרד לאיכות הסביבה, המכון הגיאולוגי, מכון ירושלים לחקר ישראל

במסגרת עבודה זו, שהחלה ביזמה משותפת של מוסד נאמן שליד הטכניון, מכון ים המלח למחקר, פיתוח ולימוד, עמותת "נגב בר קיימא", והמועצות האזוריות תמר ומגילות ובשיתוף מפעלי ים המלח, נבחנות ומוצגות החלופות השונות. החלופות השונות יוצגו, תוך הדגשת המאפיינים של כל אחת מהן, סקירה כללית של הידע הקיים והדגשת פערי הידע המרכזיים.

מטרת עבודה זו הינה פריסת התמונה הרחבה בפני הגורמים השונים הקשורים לפרויקט ובפני הציבור בישראל ובארצות הסמוכות. אנו מניחים ומקווים כי קבלת התמונה הרחבה תאפשר דיון אמיתי בבחינת החלופות השונות ותבטיח קבלת החלטה שקולה יותר לבחירת החלופה שתביא תועלת מרבית ברמת סיכון סביבתי מינימאלי.

העבודה הנוכחית, מוגשת בצניעות הראויה, לא כעבודת מחקר, תכנון ובדיקה יסודיים.

כפי שפורט לעיל, הצעות שונות הועלו כחלופות לפתרון בעיות המפלס של ים המלח. במסגרת מסמך זה מובאות לדיון החלופות העיקריות ומספר תת חלופות ומוזכרים היתרונות והחסרונות שלהן. בכל מקרה מוזכרות ההשפעות העיקריות. התייחסות מיוחדת מוקדשת לפערי מידע ולחוסר הוודאות של נושאים שונים. לכך מתווספת התייחסות ראשונית להיבטים הכלכליים של סוגיות שונות.

העבודה במסמך זה מתבססת על נתונים שהתפרסמו וניתנו ע"י אישים ומוסדות שעסקו במסירות במהלך השנים במחקר בנושא ים המלח.

ד"ר ניר בקר – מכללת תל חי, המרכז לחקר משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה

ד"ר איתי גבריאלי – המכון הגיאולוגי

פרופ' דן המברג – קבוצת תהל

פרופ' אמיתי כץ – האוניברסיטה העברית, ירושלים

תהל – תכנון המים לישראל

נציבות המים

מכון ירושלים – המשרד לאיכות הסביבה, מסמך מדיניות לים המלח

למדנו הרבה מהידע הקיים, אך אין ספק כי הידע אינו מספיק. אנו מקווים שיתאפשר המשך אינטנסיבי של עבודת חוקרים ומהנדסים לבדיקת הנושא.

א. סיכום החלופות לשיקום ים המלח

(פירוט נוסף בנספח 1)

מטרות הפרויקט כפי שהן מוצגות כיום על ידי יזמי הפרויקט השונים הינן כלהלן:

* העלאת מפלס ים המלח או לפחות עצירת תהליך נסיגת מפלס הים.

יש לציין כי הניסוח לגבי עצירת ירידת המפלס אינו חד משמעי והינו תלוי במועד בו תבוצע העבודה. לאור הירידה של המפלס בכמטר לשנה, הרי במידה והעבודה תבוצע בעוד 20 שנה כדוגמה, יהיה המפלס נמוך בכ-20 מטר מהמפלס הנוכחי ולעצירת ירידת המפלס במועד זה תהיה משמעות שונה מזו המתקבלת היום. לצורך מימוש מטרה זו ועל מנת לאפשר השוואה הוגנת של החלופות, נקבע יעד בהקשר זה של הזרמת כ-1 מיליארד מ"ק לשנה לפחות לים המלח להפסקת הנסיגה והעלאה מסוימת של מפלסים

* אספקת מים שפירים לממלכת ירדן.

ממלכת ירדן מצויה במחסור חמור במים, מחסור המסכן המשך קיום ופיתוח הממלכה, במיוחד לאור הגידול שחל בשנים האחרונות במספר התושבים במדינה. לממלכת ירדן אין מקורות מים חלופיים לפתרון הבעיה, למעט התפלת מי ים המצויים במרחק גדול ממרכזי צריכת המים.

* שיקום הירדן הדרומי.

הירדן הדרומי פגוע סביבתית, כשאחד הגורמים המרכזיים לפגיעה זו הינו הקטנת הזרימה ההיסטורית של הירדן. אמנם לא כל החלופות המוצעות פותרות בעיית שיקום הירדן, אך יש צורך בהתייחסות למטרה זו.

* מטרה נוספת המצוינת ע"י יוזמי הפרויקט הינה הקמת איזור לשיתוף פעולה אזורי ותרומה לשלום. לא התייחסנו בעבודה זו לשיקול זה.

תיאור החלופות הנבדקות

1. חלופת האפס / חלופת ברירת המחדל – המשך פעולה ללא שינוי.

חלופה זו נידונה בפירוט רב על ידי צוות שרוכז ע"י המשרד להגנת הסביבה ומכון ירושלים. ההנחה היא כי המצב הקיים מבחינת זרימות המים לים המלח ימשך, המפלס ימשיך בירידה אך יתייצב כשהימה תקטן ותגיע לרום של 550 מטר מתחת לפני הים. הבעיות המרכזיות הקשורות בנסיגת המפלס בהווה והצפויות להמשיך ואף להחמיר בעתיד רבות ומגוונות: האצת תהליכי עירוף וסחיפה, נסיגת קו החוף והיווצרות בורות קריסה (בולענים). לתופעות אלה השפעות רבות על סביבת ים המלח הגורמות הן לפגיעה במערכות אקולוגיות והן לפגיעה במערכות האנושיות הסמוכות לימה (היישובים השונים, התיירות, התעשייה ותשתיות). בהשוואה לחלופות אחרות יש לקחת בחשבון כי חלופה זו משאירה את סוגיית המחסור במשק המים הירדני ללא פתרון.

כיוון שחלופה זו אינה דורשת נקיטת צעדים כלשהם, עלויותיה הישירות שוות לאפס. עם זאת, העדר נקיטת אמצעים לשינוי המצב יביא להמשך ההידרדרות של ים המלח וסביבתו ויגרום לנזקים ועלויות חיצוניות במגוון תחומים. העלויות הקשורות בנזקי תשתית, פגיעה באקוויפר המים ופגיעה בחקלאות הינן נמוכות יחסית (15 מיליוני \$ לשנה). עלות הנזק לענף התיירות דומה. הפגיעה בים המלח כמקור לפעילות נופש ופנאי וכמשאב טבע ייחודי נבדקה בשיטות שונות (Travel Cost Method², Contingent Evaluation Method³). הנזק מוערך בעלות של 60 מיליון \$ לשנה. העלייה בריכוז המלחים בים, עקב ההקטנה בכניסת מים מתוקים, מאפשרת להפיק מינרלים ביתר קלות. מאידך גיסא, נתקלים מפעלי ים המלח, הן בצד הישראלי והן בצד הירדני בקשיים בשאיבת המים לבריכות האידוי.

סך הנזק מסתכם בעלות של כ-90 מיליוני דולר לשנה.

2. חלופות הזרמת מי ים המלח

ההזרמה של מי ים לאזור ים המלח, תוך ניצול גרדיאנט הגובה ליצירת אנרגיה הועלתה מספר פעמים בעבר בווריאציות שונות, החל מתקופת ראשית הציונות. בימים אלו, נמצאת על הפרק חלופה להזרמה של מי ים מאזור אילת-עקבה לים המלח. התייחסות נוספת מוקדשת גם לתני חלופה של תעלה להובלת מים מהים התיכון לים המלח.

2.1. חלופת Red-Dead (להלן R-D):

חלופה זו מועלית בימים אלו לדיון בעצם כיזמה ירדנית יותר מאשר כיזמה ישראלית. ירדן המצויה בקשיים חמורים מאד באשר למאזן המים של הממלכה מחפשת דרך להגביר אספקת המים הדרושים לקיום המדינה. במסגרת זו הועלתה ההצעה להזרמת מי ים בתעלה מים סוף לים המלח (כל זאת בשטח ממלכת ירדן). הכוונה להזרים נפח מים של שני מיליארד מ"ק מהים האדום ולהתפיל כ-800 מלמ"ק, תוך ניצול מלוא הרווח האנרגטי. באופן זה יתאפשר לספק 800 מלמ"ק לירדן.

² שיטת עלות הנסיעה (Travel cost Method) מאפשרת להעריך ערכים אשר לא ניתנים לכימות במושגים מוניטאריים מהשוק כמו ערכי שימוש (למשל הערך שניתן לייחס לשימוש במשאב טבע מסוים כמו שמורת טבע), ערכי קיום (למשל הערך שניתן לייחס לעצם קיומו של משאב טבע מסוים, גם כאשר המשאב אינו משמש את הצרכן ישירות) וערכים נוספים הקשורים למשאבי טבע ומוצרים ציבוריים. הערכים מחושבים בהתבסס על התנהגות צרכנים בשוקי מוצרים הקשורים לערך אותו מנסים לכמת. העלויות הקשורות בצריכת המוצר אשר מנסים לבדוק את ערכו משמשים לכימות ערך זה. באופן זה, הערך של שמורת טבע נמדדת כתלות במוכנות של אנשים לשלם עבור הוצאות נסיעה ושהות בה, דמי כניסה וכל אותם הוצאות הנלוות לצריכת מוצר זה (Hanley & Spash, 1993).

³ שיטת ההערכה המותנית (Contingent Valuation Method) מאפשרת להעריך מגוון רחב של ערכים אשר לא ניתנים לכימות במושגים מוניטאריים מהשוק. בשיטה זו, סדרה של שאלות מופנית לאנשים במטרה לקבל מידע אודות מוכנות הפרטים לשלם עבור שינוי במשאב סביבתי מסוים, או לחלופין בכדי לבדוק את מוכנותם לקבל פיצוי עבור אובדן ערך או שירות כזה או אחר. השאלון מלווה לרוב בתיאור מצב היפותטי של שינוי. הפרטים נשאלים ישירות כמה יהיו מוכנים לשלם/לקבל עבור מצב כזה או אחר (Hanley & Spash, 1993).

כשליש מכמות המים מיועדת לרשות הפלסטינאית ולישראל. לים המלח יוזרמו 1.2 מיליארד מ"ק מי ים (800 מלמ"ק) ותמלחת (כ-400 מלמ"ק).

קיימות מספר שאלות מהותיות לגבי השפעות סביבתיות של חלופה זו. חלק מנושאים

אלה נוגעים גם לחלופות אחרות.

*** מערכת שאיבת המים ממפרץ אילת.**

מדובר בשאיבה של כ-2,000 מלמ"ק לשנה (פי 5 בערך מהמוביל הארצי) לנקודת יניקה במפרץ בגובה של כ-100 מטר. נקודת היניקה, במידה ולא תתוכנן כראוי, עלולה לגרום לזרמים שיביאו להשפעות שליליות על שוניית האלמוגים הרגישה (מאיךד, שאיבת המים תגביר במידת מה את קצב חילוף המים במפרץ). יידרש מתקן שאיבה גדול ומערכת הולכה שעלולים להשאיר חותם אקולוגי ניכר, בהתייחס לחזות המפרץ, רעש, פליטת גזים ואיכות אויר ועוד. כל אלו באזור המבוסס על תיירות והמהווה אזור ייחודי הן מבחינת הסביבה הימית והן מבחינת הסביבה היבשתית הנושקת לים. בנוסף מדובר בשטח קרקע ניכר שיידרש למערכת זו, באזור בו אורך החוף מוגבל וקטן.

*** מערכת ההולכה מעקבה לים המלח.**

השפעות אפשריות לאורך תוואי ההולכה עלולות להיגרם כתוצאה מדליפות ונזילות של מי הים ופגיעה במי תהום ובקרקע. באזור עמק הערבה גופי מי תהום שונים, מים המשמשים בסיס לפעילות החקלאות באזור וכן לטבע המיוחד לעמק זה. יש לציין כי אזור הערבה דרכו יעבור המובל המתוכנן הינו איזור טקטוני פעיל ורגיש וכן אזור המחורץ בנחלים שטפוניים, שני מאפיינים המגבירים החשש לפגיעה במערכת הולכת המים ולאפשרות לפריצות מי ים החוצה. האמצעים ההנדסיים שידרשו להקטנת הסיכון יחייבו השקעות ניכרות.

באזור הנופי המיוחד של עמק הערבה יש להימנע מהשפעות נופיות שליליות של התעלה והמתקנים הנלווים.

*** אזור המגע בין המובל לים המלח.**

באזור המגע בין המובל לים המלח יוקמו מפעלים גדולים להתפלת המים, לשאיבה של כ-800 מלמ"ק לממלכת הירדן (העלאת מים לגובה של כ-1,000 מטר ומעלה!), וכן תחנת כח הידרואלקטרית. כל אלו יוצרים קומפלקס תעשייתי רציני מאד. אין בעולם מתקן התפלה בגודל המתוכנן כאן. גם מתקני השאיבה המתוכננים הינם מהגדולים בעולם. למערכת זו השפעות נופיות, השפעות רעש, וכן עשויות להיות בעיות של פליטת כימיקלים מזהמים. ניקוי ממברנות ההתפלה כדוגמה מחייב שימוש בכימיקלים שונים כולל בכאלו המכילים זרחן, העשוי בהמשך לגרום לפעילות ביולוגית לא מבוקרת.

*** כניסת מי ים לים המלח.**

הכנסת מי ים לים המלח עלולה להיות מאד בעייתית.

מי ים המלח רוויים (למעשה רוויים ביתר) ביחס לגבס. במי ים המלח אין סולפאט (גפרה) מסיס. לעומת זאת, מכילים מי מפרץ אילת (כמו מי אוקיינוס בכל העולם) ריכוזים גבוהים של יוני גפרה. במגע בין מי ים המלח למי אוקיינוס נוצר רוויון יתר ביחס למסיסות גבס ובהכרח חלה שקיעה של גבס. למרות מחקרים חשובים ויסודיים בנושא, אין תחזית אמינה לגבי גודל הגבישים של הגבס שישקע. קיימת האפשרות לשיקוע גבישי גבס קטנים מאד, דבר שיצור תחליב, מערכת בה הגבישים

מרחפים במים ונותנים למים צבע לבן. מצב כזה, אם יתרחש, יגרום לפגיעה בחזות ים המלח, בתיירות, במשטר התרמי של הים (ובקליטת אנרגית השמש ליבוש בבריכות התעשייתיות) ועלול להוות קושי בהפקת מינרלים מהים. לעומת זאת תתכן היווצרות גבישים גדולים שישקעו במהירות לקרקעית הים. קיימים ממצאים ניסיוניים המראים על קיום שתי האפשרויות. תיאורטית, יש אפשרות להשפיע על גודל הגבישים ע"י קביעת משטר ההזרמה של המים מהמובל לתוך ים המלח. אולם, אין כל נתונים ועבודות בכיוון זה.

ממד נוסף הקובע השפעת שיקוע הגבס הינו השיכוב הצפוי של ים המלח. ים המלח היה אגם משוכב, כשהמים העשירים מאד במלח היו בשכבה התחתונה של הים, שכבה שעליה צפה שכבת מים פחות מלוחים, מים שהגיעו מנהר הירדן. עם הירידה בספיקת הירדן, נעלם השיכוב וכיום הים מעורבל וריכוז המלחים שווה, למעשה, לכל עומקו. באם יוזרמו מי ים לים המלח, מים קלים יותר ממי האגם המלוח, ייווצר שוב שיכוב כשמי המובל "יצופו" על גבי המים המלוחים המקוריים. במקרה כזה, יהיה המפגש בין יוני הגפרה לבין מי ים המלח באזור המגע בין שתי השכבות, לא יהיה כנראה תחליב של גבס בגוף המים העליון והגבס ישקע.

ים המלח היה בעבר אגם משוכב, כשבשכבה התחתונה היו תנאים אנאירוביים הנובעים ממחסור בחמצן. הכנסת מי ים המכילים גפרה, עלולה לגרום לכך ששכבה זו תועשר בסולפידים, וזאת במקרה בו שיקוע הגבס לא יוריד את ריכוז הגפרה לערכים נמוכים מאד (סדרת תהליכים זו תלויה בין השאר בזמן ובכמות מי הים שתכנס). גם הגבס שישקע יכול לגרום ליצירת סולפידים בשכבה האנאירובית. תרחישים אלו, תרחישים קריטיים לתחזית לגבי השפעות המובל על ים המלח, הם עדיין בגדר ספקולציות, ספקולציות בעלות ביסוס תיאורטי אך חסרות כימות, ניתוח הנדסי ואפשרות לחיזוי אמין לעלול או לעשוי להתרחש.

בעיה נוספת הקשורה בערבוב מי המובל עם ים המלח הינה הגברת הפעילות הביולוגית בים. בים המלח קיימת פעילות ביולוגית למרות המליחות הגבוהה. אולם, הפעילות הביולוגית מוגבלת בגלל ריכוזי המלח הגבוהים. הכנסת מים פחות מלוחים תגרום ככל הנראה להגברת הפעילות של האצות והחיידיקים המיוחדים הקיימים בים המלח. התופעה נצפתה במהלך שנים בהם היו שטפונות שהביאו לים המלח כמות משמעותית של מים מתוקים. במקרה זה נראתה על פני הים שכבה עם ריכוז גבוה של אצות וחיידיקים, שכבה שנתנה לפני הים גוון ירוק ואח"כ אדום. בניסויים שבוצעו בסדום נמצא כי גם הכנסת מי מפרץ אילת עשויה לגרום ליצירת פעילות ביולוגית כזו, במיוחד באם המים מועשרים בזרחן (תהליך העלול לחול בגלל הזרמת מי שטיפת הממברנות).

*** מודלים, אמצעים הנדסיים, תכנון שיקום הים.**

התהליכים הצפויים בים המלח הינם מורכבים, תלויים בכימיה מאד מורכבת, ביולוגיה מיוחדת אך גם במכאניקה ופיזיקה של הים, זרמים, ערבול וכו'. כל אלו מחייבים עבודת צוות רב תחומי לפיתוח מודל לים. מודל כזה ישמש גם לפיתוח אמצעים הנדסיים להקטנת הנזקים הצפויים לים. בין המשתנים הקריטיים, קצב הכנסת המים מהמובל לים, קצב שיקבע שיעור עליית המפלס. יש להיערך לעלית מפלס, שבאם אינה מתוכננת כראוי יכולה גם להביא לנזקים.

בגלל אי הוודאות הרבה לגבי השפעות הכנסת מי ים סוף לים המלח, היה צורך במודל כלכלי שיביא בחשבון אי וודאות זו. בחרנו להגיש שני תרחישים. התרחיש הפסימי מתבסס על מצב בו נוצר תרחיף גבס בים, חלה פגיעה בנוף ופגיעה במפעלי ים המלח פגיעה המתבטאת בעליה בהוצאות היצור בשיעור של 10% (לצערנו אין בידי המפעלים הערכות טובות ומהימנות יותר). לא הובא בחשבון שיפור המצב עם יצירת השיכוב היציב. התרחיש האופטימי מדבר על נזקים מסוימים, אך נזקים פחות קריטיים. בשלב זה עלינו להביא בחשבון שני התרחישים.

יש לציין כי חלק ניכר מהבעיות שהועלו כאן קיימות גם בחלופות אחרות לשיקום ים המלח. כל החלופות המתבססות על העברת מי אוקיינוס לים המלח (העברת מים מהים התיכון לים המלח) יביאו לבעיות שהועלו כאן לגבי שיקוע הגבס, עם כי מיקום הכנסת המים יהווה גורם משפיע. כל הזרמה של מים לים המלח תביא בצורה זו או אחרת להגברת הפעילות הביולוגית בים. למעשה, התופעה של הופעת צבע אדום בים התגלתה בקנה מידה גדול דווקא במקרים של זרימה שטפונית של הירדן אל הים. דווקא לכן יש להדגיש הצורך בהגברת המחקר ופיתוח ידע לגבי בעיות אלו.

2.2. חלופת Med – Dead-1 (להלן M-D1):

מדובר בתכנית להזרמת מים מותפלים ממקור ים תיכוני לים המלח כש-1,800 מלמ"ש מי ים תיכון יותפלו מדרום לחיפה (הכמות היא במונחי תפוקה נטו). למרות שלא קיימת תכנית מוגדרת לחלופה זו, ניתן להעריך כי כ-270 מלמ"ש מכמות זו מיועדים לפלסטינאים ולנגב, ועוד 400 מלמ"ש ישמשו תחליף לצרכי המוביל הארצי שיושבת (ויתקבלו מים באיכות יותר טובה וממתקנים קרובים). יתרת הכמות, 1,130 מלמ"ש, תועבר דרך מנהרה קצרה בכרמל ומובל לרוחב העמקים עד רמת צבאים, שם יופלו לאזור נהריים על מנת ליצור אנרגיה (מתקן הירדן-אלקטרי). כ-530 מלמ"ש מים מותפלים יסופקו מנהריים לממלכת ירדן (אזור רבת עמון ובקעת הירדן), ו-600 המלמ"ש הנותרים יוזרמו לים המלח באמצעות נהר הירדן (או יוזרמו חלקית לכנרת שתשמש כמאגר אופרטיבי). זאת, בנוסף למים שהשתחררו מהשבתת המוביל, כדי להשלים את המיליארד הדרוש לשיקום ים המלח. קיימת חלופת משנה לפיה ההתפלה בחופי הים התיכון תהיה התפלה חלקית ושלב שני של ההתפלה יבוצע באזור נהר הירדן. חלופה זו לא תידון בעבודה זו בנפרד.

חלופת M-D1 כפי שהיא מוצגת כאן מהווה שינוי כולל במערכת המים הישראלית. המערכת המבוססת כיום על הזרמה מצפון לדרום תבוסס במידה רבה על הזרמת מים ממערב למזרח ותתבסס במידה רבה מאד על מים מותפלים. יתרון נכבד לחלופה זו הינה העובדה כי תוקטן במידה רבה המלחת קרקעות ומי תהום, המקבלים כיום אספקת מים ממי הכנרת המכילים ריכוזי מלח גבוהים יחסית למים המותפלים, וכן כי החלופה תחסוך את הפעלת המוביל וההשקעות הצפויות בעתיד לחידושו. לעומת החלופות האחרות, חלופה זו מציעה את שיקום ים המלח והירדן כאחת, באמצעות משק מים ואיכות מים הקרובים ביותר למצב המקורי ויתרונה הגדול הוא במזעור הסיכונים והקטנת

אי הודאיות לעומת החלופות הימיות. בחלופה זו קיים גם יתרון לגבי אפשרות תגבור אספקת המים לרשות הפלסטינאית.

חלופת MD1 כפי שהיא מוצגת כאן כרוכה בשינויים מרחיקי לכת במשק המים הישראלי, כולל פתרון בעיות חמורות אך השקעות רבות. ניתוח שינויים אלו חורג מתחום העבודה המבוצעת כאן ולכן לא ינותחו כאן כלכלית ההשפעות השונות.

בעבר הזרים הירדן לים המלח כ-1,300 מלמ"ש ללא הופעת פריחות ביולוגיות ושינויים בצבע הים, למעט בעקבות חורפים נדירים וחריגים במיוחד (למשל חורף 2-1991 בו נכנסו לים המלח 2,000 מלמ"ש). ואולם, למרות שחלופה זו אמורה להכניס לים המלח רק 600 מלמ"ש מים מותפלים, טיפול מקובל בממברנות מתקני ההתפלה הוא בפוספט וידוע שפוספט מעודד את פריחת המיקרואורגניזמים. לכן יש להדגיש הצורך בהגברת המחקר ופיתוח הידע לגבי בעיות אלו. בחלופה זו מספר חסרונות מהותיים. ראשית, מדובר בחלופה שתביא להגברת כמות התפלת מים בישראל של כ-1,800 מלמ"ש, תוך הגברת צריכת הדלק של ישראל, הגברת התלות ביבוא דלקים ויותר מכך הגברה בפליטת דו תחמוצת הפחמן, וזאת בניגוד למגמה הקיימת בעולם להקטין פליטת גזי החממה. התפלת כמות כה גדולה של מים הינה פעולה יקרה, ומחירה בעתיד בלתי ידוע, עם העלייה הצפויה במחירי הדלק והעלייה בקנסות הסביבתיים על פליטת גזי חממה. בנוסף, בהיות חלופה זו כרוכה בצורה הדוקה בשינויים במערכת המים הישראלית (בניגוד לחלופות אחרות המונעות על ידי התכניות לאספקת מים לממלכת ירדן), תהיה כנראה חלופה זו תלויה בהחלטה ישראלית להשקיע סכומי כסף ניכרים במימושה, בניגוד לחלופות אחרות בהן המימון יהיה בעיקרו בחסות הצורך לספק מים לממלכת ירדן. שיקול נוסף העולה מהערכה לגבי ישימות חלופה זו הינו העובדה כי בניגוד לחלופות האחרות בהן אחרי ההשקעה הראשונית יזרמו מים לים המלח בגרביטציה תוך הוצאות קטנות יחסית בהחזקת מערכת ההזרמה, הרי בחלופה הנדונה, תצטרך ממשלת ישראל להשקיע מדי שנה מאות מיליונים בהתפלת המים והזרמתם, ישירות או בעקיפין לים המלח. אנו מעריכים כי בכל מקרה בו המדינה תהיה במצוקה כלכלית (צורך בהשקעות לבריאות, חינוך, בטחון וצורך בקיצוץ בהוצאות המדינה, יהיה הקיצוץ "רק לשנה אחת" בהזרמת מים לים המלח, פתרון נוח מאד לממשלות ושרי אוצר. בכך נראה כי חלופה זו אינה ברת קיימא מהבחינה הפוליטית. יחד עם זאת, ולאור היתרונות הפוטנציאליים שלה, יש צורך לבדוק אותה בצורה קפדנית.

2.3 חלופת Med-Dead-2 (להלן M-D2): הזרמת מים מהים התיכון לים המלח. הולכת

2 מיליארד מ"ק מהים התיכון והתפלה באזור נהריים – בית שאן ליצור 800 מלמ"ש מותפלים שיסופקו לירדן (לשימוש בבקעת הירדן ולאזור רבת עמון). הולכה לים המלח בתעלה (או צינור) של 1.2 מיליארד מ"ק מי ים ותמלחת).

בחלופות הזרמת מים מהים התיכון לירדן יתרון לגבי האפשרות לתגבר אספקת המים לרשות הפלסטינית.

3. הזרמת מי הירדן כפתרון בלעדי לשיקום ים המלח

בתגובה לתופעות השונות שנוצרו עם ירידת המפלס ובמטרה למנוע את הנזקים השונים הכרוכים בכך ואת הפגיעה במשאב טבע ייחודי זה, הועלתה בשנים האחרונות, על ידי גורמים שונים, חלופה הממליצה על חידוש הזרמת מי הירדן לעצירת תהליך ירידת מפלס ים המלח. הזרמת מים מאגן ההיקוות של ים המלח (כולל אגן הכנרת), היא חזרה למצב ההיסטורי במטרה להגיע לאיזון בין הכניסות והיציאות מים המלח. החלופה כוללת גם שיקום של הירדן הדרומי. אחד הנימוקים המועלה בהקשר להצעה זו הינו כי הסיכונים הסביבתיים הינם קטנים מאחר והפתרון מחזיר את המערכת למצבה ההיסטורי והטבעי, מצב בו הייתה אלפי שנים.

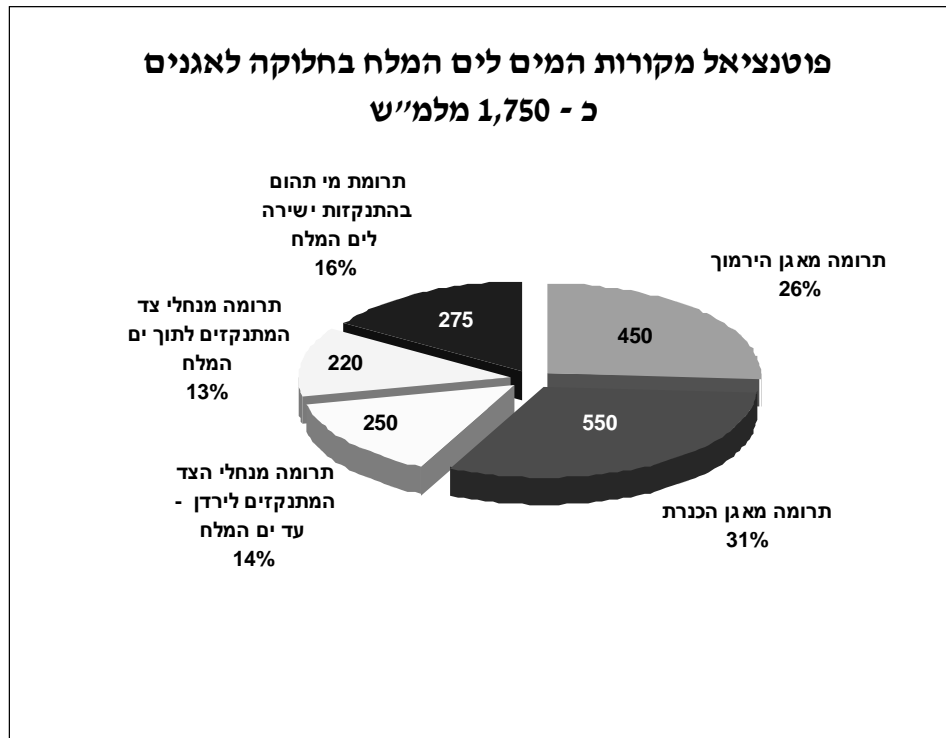
בתנאים הנוכחיים של ים המלח (ללא שיכוב) ושל צריכת המים בהווה של מפעלי ים המלח, ההערכה היא כי הכמות השנתית הנדרשת, בכדי לשמור על מפלס יציב, עומדת על 600 מלמ"ש. אומדן זה מבוסס על מאזן הכניסות והיציאות מהימה, אשר יפורט להלן. יש לציין כי במקרה של הזרמת מים מתוקים ושיכוב בו יצטברו המים המתוקים בשכבה העליונה של גוף המים, תגבר ההתאדות ותגבר צריכת המים.

ההתאדות הנוכחית מים המלח הצפוני מוערכת ע"י חוקרי המכון הגיאולוגי בכ-800 מלמ"ש. 500 מלמ"ש נשאבים ע"י מפעלי האשלג של ישראל וירדן כחלק מתהליכי ייצור המינרלים. חצי מכמות זו, 250 מלמ"ש, אובדת באגן הדרומי בשל התאדות מתחום הבריכות התעשייתיות. השארית מוזרמת חזרה לאגן הצפוני כתמלחת מרוכזת יותר. לפי הערכות אלה, סך היציאות מהאגן הצפוני עומד על 1,300 מלמ"ש.

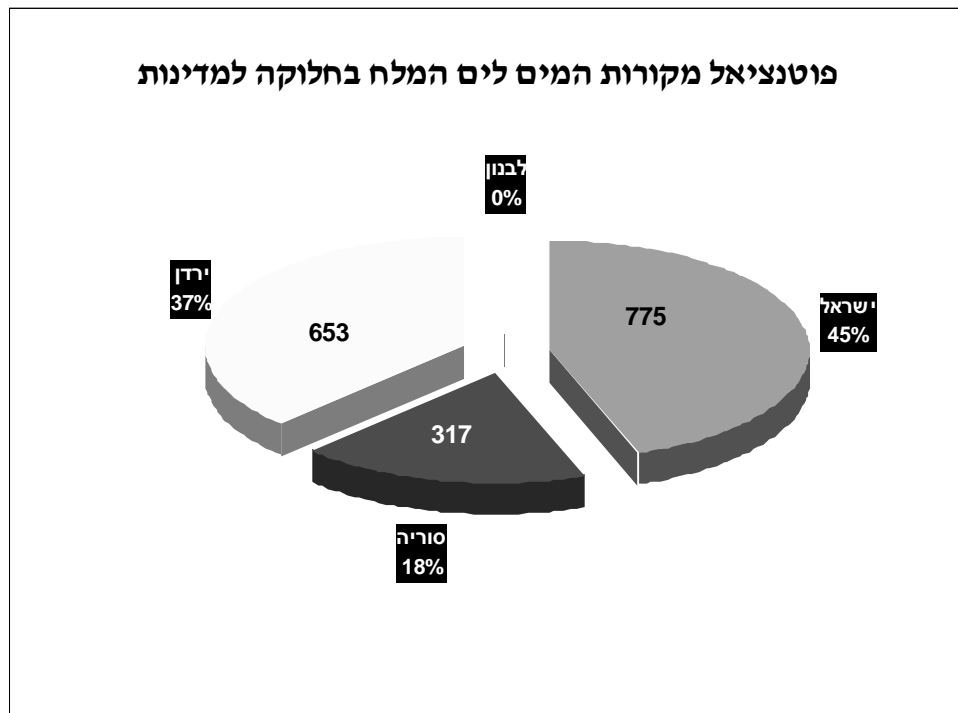
מכמות זו יש להוריד את סך הכניסות ממקורות שונים לים המלח. 400 מלמ"ש מוזרמים לים המלח בזרימות עיליות ובאמצעות מי תהום. בנוסף נכנסים לימה מידי שנה 50 מלמ"ש כגשם ישיר. לכך יש להוסיף את התמלחות המוזרמות מהאגן הדרומי בסוף תהליך הפקת המינרלים, כ-250 מלמ"ש. הפער הנוצר במאזן זה עומד על 600 מלמ"ש. פער זה הוא הגורם לירידה השנתית של מפלס הים בסדר גודל של 1 מטר, ועם הזמן לכל התופעות הקשורות בכך.

בכדי לבחון חלופה זו, יש להבין בשלב ראשון מה הם המקורות האפשריים של מים לים המלח ומה היא הייתכנות למימוש הזרמה של מים בנפח שיספיק לעצירת תהליך הירידה של המפלס. בתרשימים להלן מסוכמים אומדני מקורות המים הטבעיים לים המלח, בהבחנה לתאי שטח הידרולוגיים ובחלוקה גיאוגרפית של המקורות עלפי המדינה בה הם נמצאים.

פוטנציאל מקורות המים לים המלח בחלוקה לאגנים, סה"כ 1,750 מלמ"ש



פוטנציאל מקורות המים לים המלח בחלוקה למדינות, סה"כ 1,750 מלמ"ש



עלפי סקירת מאזני המים לים המלח, המופיעה בנספח 3.

התפוקה הממוצעת של אגן היקוות הכנרת כיום, הינה כ-900 מלמ"ש לשנה. תפוקה זו מתחלקת באופן כמעט שווה בין שלושה שימושים: אספקת מים לשימוש עירוני וחקלאי באגן הכנרת, שאיבה למוביל הארצי ואידוי מפני הכנרת.

אין ויכוח שלא ניתן לייבש את הגליל כדי לספק מים לים המלח וכי הזרמת מים מותפלים מהים התיכון לגליל העליון אינו פתרון סביר. לכן, ברור כי הדיון מסתכם באפשרות לבטל את המוביל הארצי ולהעביר כ-300 מיליון מ"ק מהכנרת לים המלח, כמות שלא תספיק אפילו לעצור את הירידה במפלס הים, שלא לדבר על החזרת המפלס למפלסו ההיסטורי.

שיקול אחר העומד לדיון בהקשר לחלופת הזרמת מים מתוקים לים המלח הינו הפגיעה האפשרית בחקלאות. החקלאות בישראל משמשת מקור לאספקת מזון טרי ולקיום ישובים כפריים. בנוסף, אין ספק כי מדינת ישראל ללא חקלאות תהיה מדינה יבשה, כשהפסקת החקלאות תגרום לנזקים סביבתיים, תרבותיים ואחרים, נזקים שהציבור בישראל אינו מוכן לקבלם. אי לזאת, ברור כי העברת מים מהחקלאות לים המלח תחייב פתרון תחליפי.

יש הטוענים כי חלופה זו מבטיחה את שיקומו של ים המלח ברמת הסיכון הנמוכה ביותר. זאת מכיוון שמדובר בשיקום ים המלח על ידי חזרה למשטר זרימות היסטורי, אשר השפעותיו על המערכות השונות מוכרות וצפויות יותר. כמו כן, פועל יוצא של חלופה זו היא בשיקומו של הירדן הדרומי וגם לכך ניתן לייחס תועלת. יש לזכור כי ים המלח כיום אינו מה שהיה בעבר ולכן השפעת מים מתוקים המגיעים מהירדן גם היא מחייבת בדיקה.

מבדיקה של מקורות מים טבעיים אחרים הניתנים להזרמה למטרת שיקום ים המלח, ברור כי מעבר לקושי הפוליטי שבקידום נושא זה, גם מבחינה מעשית קשה לתאר מצב בו המדינות האחרות באזור יוותרו על חלק ממאזן המים שבתחומן, ללא מתן מענה אלטרנטיבי מתאים לאספקת מים למדינות אלו.

הביקוש השנתי למים בממלכת ירדן הסתכם בתחילת שנות ה-90 בכ-980 מלמ"ק. צריכה זו צפויה לעמוד על כ-1,400 מלמ"ק בשנת 2010 ואף להמשיך ולעלות לאחר מכן. מקורות המים הקיימים בירדן מסתכמים בהווה בכ-900 מלמ"ק ועל אף שנפח זה צפוי לגדול עם פיתוח אפשרויות לניצול מי תהום, ברור כי מדינה זו מתמודדת עם מצב גרעוני קשה בתחום המים. אין לצפות כי יסכימו הירדנים לוותר על חלק מזרימות מי הירמוך המהווים 50% מכלל מקורות המים בממלכה.

מבחינת נושא משאבי מים בסוריה, ברור כי גם מכיוון זה לא תבוא הישועה. פיתוח משאבי המים בדרום מערב סוריה (האזור הנסמך על מי הירמוך), מבוסס כולו על מי מקורות הירמוך ומשרת צרכים כלכליים והתיישבותיים בעלי חשיבות עליונה למדינה. אין שום תסריט סביר בעתיד הנראה לעין, המצביע על ייתכנות כלכלית או פוליטית לוותר סורי כזה או אחר על שימוש במי הירמוך לצורך שיקום מפלס ים המלח.

בדיון שנערך בוועדת ההיגוי לפרויקט, ובהתבסס על השיקולים לעיל סוכם כי החלופה לחזרה לזרימה היסטורית של מי הירדן הכוללים מקורות מישראל, ממלכת ירדן וסוריה אינה מעשית ולכן הורדה מסדר היום.

במקום הזרמת מי הירדן, הירמוך והרוקד לים המלח מועלית האפשרות לבסס את אספקת המים לשיקום ים המלח והעברת מים שפירים לממלכת ירדן על התפלת מים במישור החוף. מדובר במערכת

להתפלת מים בשיעור של כמיליארד וחצי מ"ק לשנה, כש-800 מיליון מ"ק יועברו לממלכת ירדן והיתרה תועבר לים המלח. קיימות מספר חלופות הנדסיות לחלופה זו, כולל החלפת המוביל הארצי (ובכך השקיה במים בעלי ריכוזי מלח נמוכים יותר במכלול מערכת המים הישראלית). ניתוח חלופות אלו חרג מתחום העבודה בפרויקט הנוכחי. יש לציין כי מדובר בפרויקט ענקי, התפלת מים בקנה מידה הרחוק מאד מכל הידוע והמוכר בעולם. התפלה של 1.5 מיליארד מ"ק הינו פרויקט יקר מאד, הן מבחינת ההשקעה בהקמת מתקנים והן מבחינת ההוצאה השוטפת. מדובר בפרויקט עתיר אנרגיה ובכך, לפחות בטכנולוגיות הקיימות כיום, מדובר בפרויקט שיגרום לפליטה מאסיבית מאד של גזי חממה, דבר הנוגד את המדיניות הסביבתית הרווחת כיום בעולם.

4. שיקום הירדן הדרומי

בחינתה של חלופת שיקום הירדן אינה הכרח מתוקף בחינת הפתרונות לשיקום ים המלח, אך כיוון שהשיקום הוא פועל יוצא של מספר מהחלופות שנבדקו, אנו סבורים כי יש מקום להתייחס לנושא זה במסגרת סקירה זו. כמו כן, חלק לא מבוטל מהציבור, המעדיף את חלופת הזרמת הירדן לטובת שיקום ים המלח, רואה את אחד מיתרונות החלופה בערך המוסף שזו משיגה בדמות שיקום הירדן הדרומי. ללא תלות בשיקום ים המלח ניתן לתכנן שיקום הירדן הדרומי תוך הזרמת כמות מים מצומצמת יחסית, בסדר גודל של 50-100 מלמ"ש. כמות זו תוזרם עד ים המלח או לחלופין ניתן לאסוף מים אלו לפני השפך, להתפילם ולהעבירם לירדן על מנת לתמוך במשק המים שם. חלופה זו אינה נבחנת ישירות בהתייחס לחלופות לשיקום ים המלח, שכן אין היא מובילה לשינוי משמעותי במצב הימה, גם באם יוזרמו המים עד אליה ולכן אינה בת השוואה. יתרונה בכך שהיא מציגה אלטרנטיבה לשיקום הירדן הדרומי ללא תלות בהחלטות שיתקבלו בנושא ים המלח. יש לבחון את אופן השיקום כתלות ברמת השיקום אליה שואפים – החזרת האזור למצב היסטורי, שיקום מערכות אקולוגיות בלבד, שיקום אזורים מסוימים לטובת שימושים של נופש ותיירות וכו'. עלות חלופה זו מסתכמת בעלות האלטרנטיבית של המים בלבד. נתייחס לכמות של 100 מלמ"ק לשנה, כאשר ההנחה היא כי כמות זו נגרעת מהאספקה המופנית לחקלאות האזור. עלות זו מוערכת בין 25 ל-75 מיליון ₪ לשנה. כמו כן, במידה והמים המוזרמים נתפסים מעל השפך ומועברים לירדן להתפלה ושימוש, ניתן להתייחס גם לעלות ההתפלה והתשתיות שידרשו למטרה זו. התועלות מחלופה זו קשורות לאופן השיקום. אומדנם תלוי בהשפעות על תיירות האזור, שיפור התנאים הסביבתיים למערכות אקולוגיות וכדומה.

שיקול לוח הזמנים לפעולה

ועדת ההיגוי העלתה את גורם הזמן כשיקול בעל משמעות. אכן, תושבי האזור בפרט, וכלל תושבי ישראל מעוניינים בפתרון בעיית ים המלח בדור הנוכחי ולא כחזון לאחריית הימים. קשה, ואף לא ניתן להעריך לוח הזמנים לשיקום ים המלח בהתחשב בחלופות השונות.

ניתן להעריך מספר שיקולים שיקבעו לוח הזמנים:

1. שיקול אחד הינו שיקול של פתרון פערי הידע הקריטיים. להערכתנו חייבים להגיע להערכה סבירה למידת הסיכון ולאמצעים ההנדסיים הנדרשים להקטנת הסיכון בערבוב מי האוקיינוס עם מי ים המלח. מדובר בהמשך של בדיקות הכימיה של התהליך, אך יותר מכך יש לבדוק הפריסה במרחב של זרמי המים, גרדיאנט הריכוזים שיווצר, השפעת השיכוב ומיקום כניסת המים מהמובל לים המלח. בנוסף יש לבחון אמצעים הנדסיים להקטנת הסיכון, אם ע"י שיקוע של הגבס במבנים הנדסיים או ע"י הכנסת המים בצורה שתגרום להיווצרות גבישים גדולים יחסית. אנו מעריכים כי היה ותינתן התמיכה המתאימה לעבודות אלו ניתן יהיה להגיע לסיכום תוך 2 שנות עבודה.
2. לוח הזמנים לפעולה יקבע במידה רבה על ידי מציאת מקור מימון לפרויקט. מימון הפרויקט ע"י גורמי חוץ (הבנק העולמי, מדינות תורמות וכו') יזרז התחלת העבודה. ביצוע הפרויקט כתלות בהחלטות להקמת מפעלים להתפלת מים בישראל ועל חשבון מדינת ישראל הינו תהליך שהחלטה עליו צפויה להיות מאד מאוחרת.
3. כל החלטה המבוססת על תרומה של ישראל וישראל בלבד לאספקת מים ממקורות טבעיים או מים מותפלים לשיקום ים המלח תהיה החלטה אשר פוליטית קשה יהיה לקבלה, במיוחד במידה והדבר יהיה כרוך במחויבות של מדינת ישראל לוותר לטובת האזור על ריבונותה לשימוש במקורות המים הטבעיים בשטחה ו/או מחויבות בני"ל לספק מים לשיקום ים המלח על חשבון מדינת ישראל.
4. התפלה חלקית או הזרמה של כמות קטנה של מי ירדן לים המלח תהווה שינוי קטן מאד לשיקום הים. מפלס הים ימשיך לרדת, אם כי בקצב מעט איטי מהקצב הנוכחי, דבר שלא יתקבל כפתרון לבעיה. יתכן שמהבחינה הציבורית פעולה כזו שתעלה בממון רב ושלא תביא לשינוי במפלס ים המלח, תגרום לדעת הקהל לפסול פתרונות עתידיים כמו פרויקט שיתבסס על הזרמה מסיבית של מי ים לים המלח, אשר לו סיכוי להביא לשינוי נראה לעין במהלך מספר שנים קטן אחרי ההפעלה. זאת מתוך תחושה כי המשאבים הכספיים הרבים שהושקעו לא גרמו לשינוי מהותי.
5. בנוסף, יש להביא בחשבון כי באזורנו, החלטה בה שותפות כמה מדינות ורשויות עלולה להסתבך ולהיות תלויה בבעיות מדיניות מורכבת וזרות לנושא עצמו. מאידך, העובדה כי ממלכת ירדן זקוקה למים בדחיפות תקל ותזרז הפן המדיני.

ב. ניתוח כלכלי ראשוני

לשם התייחסות נכונה לניתוח הכלכלי המוגש כאן יש להדגיש מספר נקודות.

א. היזמה לפרויקט הנוכחי של מובל ים סוף ים המלח, כוללת בתוכה כמרכיב עיקרי את הרצון לפתור את בעיית המים של ממלכת ירדן. כדי להשוות נכון את החלופות השונות, נכלל שיקול זה, באותם ערכים כמותיים, גם בחלופות האחרות המוצגות בעבודה. ממלכת ירדן סובלת ממחסור חמור במים, עד כדי בעיות באספקת מי שתייה לתושבים, כשאין חלופה קלה, כולל התפלת מים בקטע הים היחיד המצוי ברשות ירדן, בעקבה. לממלכת ירדן, לעמי האזור, לקהילייה הבין לאומית ולישראל אינטרס לסייע בידי ירדן לפתור את הבעיה העלולה כיום לסכן קיום הממלכה. הניתוח הכלכלי לפיכך כולל את הרווח באספקת מי שתייה לממלכת ירדן. לישראל כמובן אינטרס מובהק, והוא **שיקום ים המלח**. שותפים לאינטרס זה בצורה זו או אחרת גורמים אזוריים (ירדן) ובין לאומיים.

ב. בניגוד לבדיקות כלכליות- הנדסיות שנערכו בעבר לפרויקט תעלת הימים, מטרת פרויקט זה הינו אספקת מים לירדן ולא יצור חשמל. בהקשר זה ברור כי הניתוח הכלכלי צריך לכלול הרווח באספקת מי שתייה לממלכת ירדן.

ג. עיקר החלופות הנידונות בהקשר לאספקת מים לירדן (פרט לאפשרות שירדן תתפיל מים בעקבה ותוליך אותם צפונה), כוללות, כמוצר לוואי, שיקומו של ים המלח. לכן יש להכניס לניתוח הכלכלי את הרווח והסיכונים משיקומו של ים המלח.

ד. **יש קושי עקרוני בחישוב כלכלת הפרויקט**. לא ידוע מי יממן את הפרויקט: האם מדובר בתרומה של מדינות בעולם לייצוב ממלכת ירדן? האם מדובר בחברות פרטיות שישקיעו בפרויקט וימכרו מים לממלכת ירדן? האם יידרש תשלום נפרד עבור הרכיב הקשור לשיקום ים המלח? האם יידרש תשלום נפרד עבור שיקום נהר הירדן? כל אלו לא ידועים כיום ויהיה צורך בדיון מפורט בנושאים אלו הן מצד הבנק העולמי והמדינות התורמות, מצד ממלכת ירדן וכמובן מצד ממשלת ישראל.

ה. בהסתמך על סעיפים קודמים, ברור כי אין המדובר בניתוח כלכלי של הוצאות ממשלת ישראל. הניתוח הכלכלי המוגש כאן מתייחס להערכה ראשונית של עלות כוללת ובמידת האפשר של רווח כולל.

ו. בחריג מההערה קודמת, הרי שחלופה MD1 הינה חלופה שחלק ניכר ממנה מבוסס על שינויים מרחיקי לכת במבנה משק המים בישראל. ניתוח הנדסי וכלכלי של שינויים כאלו חורג ממסגרת עבודה זו ולכן לא מובא ניתוח כזה בחלק הכלכלי של העבודה.

ז. **הניתוח הכלכלי מבוסס על מקורות מידע גלויים ועל עבודה בהיקף ראשוני ומצומצם.**
קיימים אי וודאות וספקות רבים לגבי הנתונים. לפיכך יש להתייחס בעיקר לסדרי הגודל של הפרמטרים הכלכליים, שבחלקם הינם אומדנים ראשוניים מאד. בהמשך העבודה יוכנסו בוודאי ערכים מדויקים יותר שיאפשרו השוואות כלכליות טובות יותר. **בשלב זה אנו מגישים אומדן ראשון בלבד.**

הגדרת יעדים לחלופות האקטיביות

הזרמת כ – 1 מיליארד מ"ק לשנה לפחות לים המלח להפסקת הנסיגה והעלאה מסוימת של מפלסים.

אספקת 800 מלמ"ק לשנה מים שפירים לירדן ממקור של התפלת מי ים (יתכן וחלק מהאספקה תהיינה לרשות הפלסטינאית בגדה המערבית).

הערות לגבי היעדים :

1. בעבודה זו לא הוכנס שיקום הירדן כיעד אותו צריכות למלא כל החלופות. לעומת זאת הובאה בחשבון התועלת משיקום כזה בחלופה הממלאת אותו, כפי שיוסבר להלן בחלופת M-D1 במידה שמוסיפים יעד כזה יש להוסיף לחלופות האחרות את העלות והתועלת מהזרמת 50-100 מלמ"ק מהכנרת לים המלח. הערכים הכספיים צורפו לנתוני החלופות הרלבנטיות.
2. יש מקום לבדוק בעתיד הזרמה והתפלה של כמויות מים שונות מאלו אליהן התייחסנו בנייתן שלהן.

חלופות לבחינה

"עסקים כרגיל" (חלופת אפס).

המשך הירידה של מפלס ים המלח (פגיעה בתשתיות, בתיירות ובערכים נופיים, כולל ערכי אי שימוש במוצר הציבורי⁴).

המשך קשיים באספקת צרכי המים של ירדן (ביתיים וחקלאיים) ו/ או הזדקקות למקור חלופי יקר יותר.

חלופת Red- Dead (להלן R-D)

תעלה מים סוף לים המלח

הזרמת 2 מיליארד מ"ק מהים האדום

התפלת 1.2 מיליארד מ"ק ברוטו (800 מלמ"ק נטו), תוך ניצול מלוא הרווח האנרגטי

אספקת 800 מלמ"ק לירדן

⁴ למוצר ציבורי אין שוק ממשי, שדרכו ניתן לקבל מושג אודות ערכו המוניטארי. המאפיינים הבולטים של מוצר ציבורי, הם חוסר יכולת ל"גדר" את המוצר (non excludability) וחוסר יכולת להגביל את הצריכה (non depletability). ברגע שמשמש מסוים עושה שימוש במוצר, לא ניתן למנוע ממשמש אחרים להשתמש (לא ניתן לגדרו). חוסר היכולת להגביל את הצריכה, משמעותה כי השימוש של אדם אחד במוצר אינו פוגע באפשרות של אחרים ליהנות משימוש במקביל (Freeman, 1993).

הזרמה לים המלח של 800 מלמ"ק מי ים + 400 מלמ"ק מי תמלחת (כשליש מהכמות ברוטו) תועלת נוספת מ-R-D: פוטנציאל להרחבת התיירות ולפיתוח חקלאות ימית לאורך הערבה.

חלופת 1-Med – Dead-1 (להלן M-D1)

התפלת 1.8 מיליארד מ"ק מי ים תיכון מדרום לחיפה (הכמות היא במונחי תפוקה נטו).
הולכת המים המותפלים דרך מנהרה קצרה בכרמל לרוחב העמקים עד רמת צבאים והפלתם לאזור נהריים (רווח אנרגטי).
אספקת 800 מלמ"ק לירדן (אזור רבת עמון ובקעת הירדן).
הזרמה לים המלח בנהר הירדן: 1,000 מלמ"ק מים מותפלים.

חלופת 2-Med-Dead2 (להלן M-D2)

הולכת 2 מיליארד מ"ק מהים התיכון.
התפלת 1.2 מיליארד ברוטו באזור נהריים – בית שאן ליצור 800 מלמ"ק מותפלים שיסופקו לירדן (לבקעה הסמוכה ולאזור רבת עמון)
הולכה לים המלח בתעלה (או צינור) של 800 מלמ"ק מי ים + 400 מלמ"ק תמלחת (למניעת השפעה סביבתית שלילית על הירדן).

תרחישי השפעות של מי ים על ים המלח

תרחיש פסימי: פגיעה למשך תקופה ארוכה מאד באופי ובהרכב של מי האגם כתוצאה מכך יכולות להיווצר מספר השפעות:

תרחיפי גבס שילבינו את המים באגם
מצב שריכוזי האשלג במים אינם יציבים
משמעויות (מעבר לעליית המפלס):

פגיעה במפעלי האשלג בישראל ובירדן (שאיבה מעומק רב יותר, תפוקה מעומק רב יותר, ועוד).
פגיעה בתיירות

התרחיש הפסימי רלבנטי לחלופת R-D ו-M-D2.

תרחיש אופטימי: אין השפעה לאורך זמן על הרכב ואופי המים בים המלח.

בסעיפים שלהלן מוצגות ההנחות הכלכליות הכמותיות לכל חלופה

חלופת האפס (פרוט נוסף בנספח 2)

מיליוני \$ לשנה	נזקים ישירים
15	פגיעה בתיירות (מחצית הערך המוסף)
15	נזקים לתשתיות מנסיגת המפלס
30	סה"כ

מיליוני \$ לשנה	נזקים עקיפים
40	ערך השימוש לנופש (ע"פ גישת עלות הנסיעה)
20	ערך אי השימוש לנופש (WTP ⁵ של הציבור)
60	סה"כ

90	נזק כולל בחלופת האפס
-----------	-----------------------------

הערות:

- ישנם מעט מאוד נתונים ומחקרים (ראה נספח 1) עליהם ניתן להסתמך בנושא זה. הערך הכמותי המובא כאן חולץ ממחקרים אלו.
- אין כימות של נזקים אקולוגיים, אבדן ערכי טבע ומדע (ירידה במגוון המינים, איום על מינים אנדמיים).

חלופת R-D

מיליוני \$ לשנה	אומדן ההשקעה
600	תעלה
3,600	מתקן התפלה
800	הולכה לממלכת ירדן
5,000	סה"כ

⁵ WTP – Willingness to Pay – המוכנות של צרכן לשלם עבור שינוי באיכותו של משאב מסוים, למשל כמה יהיה פרוט מסוים מוכן לשלם עבור עלייה של מטר במפלס ים המלח.

עלויות שנתיות (מיליוני \$ לשנה)

הנחה לגבי המאזן האנרגטי בין האנרגיה המופקת מהמתקן ההידרו-אלקטרי, לבין צרכי האנרגיה לתפעול מתקני הפרויקט
רווח אנרגטי: $400 \text{ מ' } * 0.004 \text{ קוט"ש למלמ"ק } * 2 \text{ מיליארד מ"ק} = 3.2 \text{ מיליארד קוט"ש}$
צורך באנרגיה להתפלה: $800 \text{ מלמ"ק } * 4 \text{ קוט"ש/מ"ק} = 3.2 \text{ מיליארד קוט"ש}$
לפיכך ההנחה האנרגטית: הפרש הגבהים יספק את צורכי ההתפלה.

עלויות התעלה	מיליוני \$ לשנה
1. החזר הון (6%, 30 שנה)	45
2. תחזוקה 3%	20
סה"כ	65

עלויות התפלה	מיליוני \$ לשנה
3. החזר הון (6%, 15 שנה); $0.45 \text{ $ למ"ק } * 800 \text{ מלמ"ק}$	360
4. תחזוקה לתפעול; $0.1 \text{ $ למ"ק } * 800 \text{ מלמ"ק}$	80
סה"כ	440

עלויות הולכה לירדן	מיליוני \$ לשנה
5. אנרגיית הרמה: 1400 מ' * 0.004 קוט"ש למ' מ"ק * 0.1 \$ לקוט"ש * 800 מלמ"ק =	450
6. אנרגיית הולכה (אומדן בלבד)	50
7. החזר הון צנרת ומשאבות (6%, 30 שנה)	60
8. תחזוקה (2.5%)	20
סה"כ	580
עלות למ"ק: 0.73 \$ סה"כ עלות אספקת המים לירדן: 1.28 \$ למ"ק, 1,024 מיליון \$ בשנה.	

הנחה: התועלת לירדן מהמים היא עלות זו + 10%. נקודת המוצא היא, כאמור, כי יש הכרח לספק את המים לאוכלוסייה הירדנית ולפיכך התועלת גבוהה מהעלות, וכי אין מקורות זולים יותר לאספקת המים לירדן בכמויות אלו.

ריכוז עלויות ישירות R-D	מיליוני \$ לשנה
אנרגיה (5+6)	500
תחזוקה (2+4+8)	120
סה"כ שוטף	620
החזר הון (1+3+7)	465
סה"כ	1,085

הערות: אם המימון ממענק בינ"ל אזי בדור הראשון החזר ההון = 0
אם רוצים לצבור קרן לחידוש בדור הבא, הסכום השנתי הנדרש כ-120 מיליון \$ בשנה.
התועלת לישובי הערבה מוערכת בכ-60 מיליון \$ לשנה.

עלויות נוספות בתרחיש פסימי:

נזק למפעלי האשלג בישראל ובירדן (הנחות ראשוניות)
האומדן: 111 מיליון \$ בשנה, שווה ערך לשליש מהרווח התפעולי של מפעלי ים המלח ב-2005.

כאמור בתרחיש הפסימי תהיה פגיעה של מספר שנים לא מועט בערך הנופי – תיירותי של ים המלח כתוצאה מתרחיפי הגבס, הפגיעה תחושב בהשפעתה על הממוצע השנתי ארוך הטווח, בהנחה שערך פגיעה זו הוא שווה לפגיעה בחלופת האפס.

עלויות נוספות בתרחיש פסימי	מיליוני \$ לשנה
פגיעה בערך המוסף התיירותי	15
ערך המוצר הציבורי	60
סה"כ	75

תועלות כתוצאה מעליה הדרגתית במפלס ים המלח בתרחיש האופטימי	מיליוני \$ לשנה
תועלת לתיירות (50% תוספת לערך המוסף)	25
תועלות עקיפות (50% מהנזק בחלופת האפס)	30
סה"כ	55

בתרחיש הפסימי: התועלת מעלית המפלס רק 40% ביחס לתרחיש האופטימי, 20 מליון \$ לשנה

אספקטים שלא ניתן להם ביטוי כלכלי כמותי (בהנחה שהם קטנים יחסית): השפעה סביבתית של השאיבה מים סוף

הערה לגבי הירדן: חלופה זו לא תורמת לשיקום הירדן. אם תתווסף מטרה של שיקום הירדן באמצעות 50 מלמ"ק מים מתוקים אזי יהיה צורך להזרימם מהכנרת. ערך הצל של מים אלו למשק הישראלי היא העלות החלופית של התפלת מי ים באזור החוף (\$0.60 למ"ק) בניכוי עלות ההולכה מהכנרת לחוף (\$0.26 למ"ק). הערך, אפוא, \$ 0.4 למ"ק. העלות השנתית: $50 \text{ מלמ"ק} * 0.4 = 20 \text{ מליון } \$$ בשנה. התועלת מהזרמה זו נאמדת בערך דומה של 20 מליון \$ לשנה, וזו בהנחה שהתועלת התיירותית – נופית תהיה בקירוב שליש מזו שבהזרמת 1 מיליארד מ"ק לים המלח. (הוערך לעיל כתועלת בסך 55 מיליון \$ לשנה).

M-D1 חלופת

השקעות	מיליוני \$ לשנה
התפלה: 1.8 מיליארד מ"ק * 3.5 \$ למ"ק =	5000
הולכה לבקעת הירדן (על בסיס תה"ל 1997 + 25% בהתאמת היקפים)	900
"תפישת" האנרגיה בבקעת הירדן (אומדן ראשוני)	100
הולכה לירדן (35% מחלופת R-D) (1)	270
התאמת הירדן להולכה לים המלח	50
סה"כ השקעות	6,320

(1) יתרוונות קרבה, גובה ואפשרות שילוב במערכות קיימות. אפשרות תגבור מים למערכות פלסטינאיות ממערב.

עלויות שוטפות	מיליוני \$ לשנה
התפלה לחוף ים תיכון 0.56 \$ למ"ק * 1.8 מיליארד מ"ק = (מתוכם 478 מיליון דולר החזר הון)	1,008
רווח אנרגטי נטו בבקעת הירדן 60% מחלופת R-D (בין 0 ל -240) = 1.3 מיליארד קוטי"ש * 0.1 \$ למ"ק	(- 130)
הולכה ממתקן ההתפלה לבקעת הירדן ותפישת האנרגיה	
החזר הון ההשקעה (6%, 30 שנה)	82
תחזוקה, 0.5% לשנה	50
סה"כ עלויות הולכה ממתקן ההתפלה לבקעת בירדן ותפישת האנרגיה (הערה: האנרגיה נכללה ברווח האנרגטי נטו)	132
הולכה לירדן (לפי שליש מחלופת R-D)	195
החזר הון ותחזוקה שוטפת	5
ריכוז עלויות שוטפות נטו מתוכם החזר הון 560 (כולל רכיב ההון בהתפלה)	1,210
עלויות נוספות נטו (מיליוני \$ לשנה) עלות ערך הקרקע לחוף הים (התפלה) ובהולכה לבקעה	20

השפעות חיוביות מעלית מפלס ים המלח

כמו בתרחיש האופטימי בחלופת R-D (יצוין כי בחלופה זו מוזרמים לים המלח 200 מלמ"ק, 16% פחות מאשר בשאר החלופות).

הערה: בחלופה M-D1 אין תרחיש פסימי כי מוזרמים לים המלח מים מותפלים.

תועלת תיירותית ונופית משיקום הירדן התחתון

בחלופה זו מוזרמים 1 מיליארד מ"ק בירדן והתועלת נאמדת ב-70 מליון \$ בשנה (שווה לתועלת מעלית מפלס ים המלח).

כאמור, התועלת מהזרמת 50 מלמ"ק בלבד נאמדת ב-20 מליון \$ בשנה (מפורט לעיל בחלופה קודמת).

M-D2 חלופת

הערה: בחלופה זו יש להוסיף לבקעת הירדן כמות ברוטו גבוהה ב- 20% מאשר בחלופה M-D1. בנוסף: החלופה לבקעת הירדן יקרה יותר בגלל אמצעי המיגון הנדרשים הנובעים מכך שמוליכים מי ים.

השקעות	מיליוני \$ לשנה
הולכת מי ים תיכון לבקעת הירדן (כמו M-D1 + 70%)	1,540
התפלה בבקעת הירדן (כמו בחלופה R-D)	3,600
הולכה לירדן (כמו M-D1)	270
תעלה להולכת מי ים ותמלחת (ע"פ המובל ב-R-D, 60% מהכמות, 70% מהמרחה)	300
סה"כ השקעות	5,710

עלויות שוטפות	מיליוני \$ לשנה
הולכת מי ים תיכון לבקעת הירדן	
החזר הון התעלה	110
תחזוקה	100

הערה: האנרגיה תיכלל ברווח האנרגטי נטו

מאזן אנרגטי (ללא הולכה לירדן)

הרווח האנרגטי הוא במפל מרמת צבאים (100 +) לבקעת הירדן (280 -), כמו בחלופת R-D

כנ"ל ביחס לצורך האנרגטי

מכאן שיש להתייחס רק לעלות האנרגיה בהולכה:

אנרגית הרמה: 0.004 קוט"ש למ"ק * 2 מיליארד מ"ק = 8 מליון קוט"ש

אנרגיה הולכה (אומדן) 10 קוט"ש

במונחים כספיים זהו, אפוא, סכום זניח.

מיליוני \$ לשנה	המשך עלויות שוטפות לחלופת M-D2
440	עלויות התפלה כמו בחלופת R-D (מהם החזר הון 360)
195	עלויות הולכה לירדן כמו בחלופה M-D1 (החזר הון של 25)
	עלויות הולכה לים המלח 50% מעלויות תעלה ב-R-D
20	החזר הון
10	תחזוקה
30	סה"כ עלויות הולכה לים המלח
875	ריכוז עלויות שוטפות
515	מתוכם החזר הון

עלויות ותועלות נוספות

השפעות על ים המלח כמו בחלופת R-D בתרחיש אופטימי ופסימי

מוצרים ציבוריים נוספים

בחלופה זו אין כמעט פגיעה בחוף הים התיכון וגם לא תועלות תיירותיות סביבתיות בירדן הדרומי.

הערה כללית: ההנחה בחישוב כי פילוג העלויות על ציר הזמן דומה בכל החלופות.

ריכוז החלופות והתרחישים (מיליוני \$)

חלופת M-D2		חלופת M-D1	חלופת R-D		חלופת 0	החלופה	
פסימי	אופטימי		פסימי	אופטימי			תרחיש
5,710	5,710	7,620	5,000	5,000	-		השקעות
							עלויות שנתיות
(- 515)	(- 515)	(- 560)	(- 465)	(- 465)		החזר הון	1.עלויות ישירות
(- 360)	(- 360)	(- 650)	(- 620)	(- 620)		שוטף	
(- 875)	(- 875)	(- 1,210)	(- 1,085)	(- 1,085)		סה"כ	
(- 190)		(- 20)	(- 190)		(- 90)		2.השפעות חיצוניות
(- 550)	(- 360)	(- 670)	(- 810)	(- 620)	(- 90)	ללא החזר הון	3.סה"כ עלויות
(-1,065)	(- 875)	(- 1,230)	(- 1,275)	(- 1,085)	(- 90)	כולל החזר הון	
							תועלות
1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	-	ערך המים לממלכת ירדן	
20	55	125	80	115	-	תועלות בים המלח, בערבה ובירדן	
1,210	1,245	1,315	1,270	1,305	-		סה"כ תועלות
מאזן עלות – תועלת נטו							
660	885	645	460	685	(- 90)	ללא החזר הון	
145	370	85	(5)	220	(- 90)	כולל החזר הון	

	החלופה הכי פחות כלכלית
	החלופה המיטבית מבחינה כלכלית

סיכום ומסקנות ראשוניות

נבדקו החלופות הבאות:

א. חלופת האפס ("עסקים כרגיל")

ב. הזרמת מים, מים סוף לים המלח

ג. הזרמת מים מהים התיכון לירדן וליים המלח:

ג.1 הזרמת מים מותפלים מהים התיכון לירדן וליים המלח

ג.2 הזרמת מים מלוחים מהים התיכון להתפלה באזור עמק בית שאן והזרמה לירדן וים המלח

ד: חלופת מים מתוקים ("החלופה הטבעית")

ד.1 הפסקת צריכת מים מאגן היקוות ים המלח וחידוש המצב ההיסטורי של הזרמת מים בירדן

ד.2 הגברת ההתפלה במישור החוף לכ-1,500 מלמ"ק והזרמת 800 מלמ"ק לממלכת ירדן ו-700

מלמ"ק לשיקום ים המלח

ה. שיקום הירדן הדרומי ע"י הזרמת מים, ללא קשר עם שיקום ים המלח.

ברירת המחדל, לא לעשות דבר והמשך עסקים כרגיל, הינה החלופה הפחות כלכלית והיקרה ביותר.

הנזקים הסביבתיים, נזקים לתיירות ולכבישים מוערכים ב-90 מיליון דולר לשנה.

הזרמת מי ים, מים סוף או מהים התיכון, כרוכה בסיכונים סביבתיים מרחיקי לכת. ערבוב מי

אוקיינוס המכילים ריכוזי גפרה גבוהים עם מי ים המלח יביא להיווצרות גבישי גבס העלולים

להישאר מרחפים במים ולשנות אופי ים המלח. כן יש חשש לפריחה של אצות וחיידקים והתפתחות

אורגנית בלתי ברורה במקרים של הוספת מים פחות מלוחים (מי אוקיינוס או מים מתוקים, במיוחד

במקרים בהם המים יכילו זרחן). יש צורך בבדיקה יסודית של התהליכים העלולים לחול בים וכן יש

לבדוק האמצעים ההנדסיים הנדרשים להקטנת הסיכון.

בכל אחד מנתיבי העברת מים מלוחים, אם מהים האדום או מהים התיכון, קיימים סיכונים לזיהום

קרקעות ומי תהום במלח. העברת מים לאורך עמק הערבה רגישה במיוחד בגלל היות העמק איזור

טקטוני פעיל ובגלל שטפונות החורף. אלו יחייבו אמצעים מאד יקרים להגנה מפני זיהום במלח.

בוצעה הערכה כלכלית כקירוב ראשון, תוך ידיעה כי מסד הנתונים מבוסס על הערכות ואי וודאות

גבוהה. בהתאם לניתוח הכלכלי, כל אחת מהחלופות להזרמת מי ים לים המלח תביא ליתרון כלכלי,

כשהתרומה העיקרית הינה אספקת מים שפירים לממלכת ירדן ואולם הדבר לא משפיע על סדר

החלופות למעט חלופת האפס.

הזרמת מי הים התיכון לכיוון עמק בית שאן, התפלה במקום והזרמת מים לים המלח ומים מותפלים

לממלכת ירדן הינה כנראה החלופה הכלכלית ביותר אולם, יתכן כי מהבחינה הפוליטית, העברת

אספקת המים לממלכת ירדן דרך ישראל מהווה בעיה.

צוות המחקר וועדת ההיגוי לא ראו כאפשרות סבירה הפסקת השימוש במים באגן היקוות ים המלח,

בשלוש המדינות המשתמשות במים, והזרמתם לשיקום הים, ללא מתן מענה אלטרנטיבי מתאים

לאספקת מים למדינות אלו.

חלופה נוספת הינה התפלת מים לאורך חופי הים התיכון, לאספקה לממלכת ירדן ולשיקום ים המלח. קיימות בעיות כלכליות וסביבתיות לגבי ההצעה להתפיל 1,500 מלמ"ק מים בשנה. גורם הזמן הינו גורם חשוב, כשהתקווה הינה לשקם את ים המלח בהקדם, ככל הניתן. נראה כי הצמדת פרויקט שיקום ים המלח לפרויקט אספקת מים לממלכת ירדן יכול להיות יתרון מבחינת לוח הזמנים לביצוע. זאת מאחר והשילוב גורם למימד של דחיפות וסיכוי למימון בינ"ל, ההופך המימוש לישים יותר, לעומת חלופות בהן המימון והיזמה יהיו ישראלים בלבד.

בעיות אלו ואחרות חייבות להיבדק היטב לפני קבלת החלטות לגבי הפתרונות לשיקום ים המלח. עורכי דו"ח זה ממליצים מאד להקדים ולבצע מחקרים ובדיקות אלו בהקדם תוך השקעת האמצעים הראויים לכך. כן מודגש הצורך לבדוק את כל החלופות, תוך הכללת השיקולים השונים, לפני קבלת החלטה סופית.

יש להדגיש כי בכל מקרה מתחייבת בדיקה קפדנית של כל החלופות כתנאי להחלטה.

נמצא כי ברירת המחדל, לא לעשות דבר, הינה החלופה הגרועה ביותר מכל הבחינות: סביבתית וכלכלית. לכן יש לחתור למימוש פרויקט הזרמת מים לים המלח כיעד ראשי.

לצורך הצלת ים המלח הצוות רואה יתרונות לחלופות R-D ולחלופה M-D2 כאשר לראשונה יתרונות פוליטיים ומעשיים ואילו לשנייה יתרון כלכלי וסביבתי. יחד עם זאת, לחלופה M-D2 יתרון בהיותה נוחה יותר לאספקת מים לרשות הפלסטינית וכן יתרון בכך שמשך הזמן למימושה יכול להיות קצר יותר. נראה כי בתנאים הנוכחיים מימוש יתרון חלופה M-D2 כרוך בהסכמה ובהשתתפות ממלכת ירדן, כמו גם הרשות הפלסטינית. מומלץ לנסות ולהשיג הסכמה במסגרת מאמצי הבנק העולמי ובכל מסגרת אחרת, לבדיקה יסודית ומעמיקה גם של חלופת M-D2, כאשר מיקום מתקן ההתפלה וכן הסדר ערבויות לסוברניות של מערכת הובלת המים יהיו חלק מהבדיקה ומהדיון, כל זאת במקביל לבדיקת חלופת R-D). חלופת M-D1 מדורגת כלכלית נמוך מהאחרות, אך היא בעלת יתרונות סביבתיים משמעותיים לעומת האחרות, כוללת שקום הירדן ועצירת המלחת קרקעות ואקוות ונוחה לאספקת מים לרשות הפלסטינית.

בליבת נושא הדיון העובדה כי קיימת תכנית לסיוע בין לאומי לפתרון בעיית המים החמורה בממלכת ירדן, כשבצמוד לפתרון זה מושג פתרון לבעיה הסביבתית החמורה של ירידת מפלס ים המלח.

הדבר מהווה הזדמנות להישג סביבתי חשוב למדינת ישראל ולמדינות באזור וחשוב לשמור על מומנטום זה.

נספחים:

נספח 1: סקירת החלופות העיקריות

1. חלופת האפס/ חלופת ברירת המחדל – המשך פעולה ללא שינוי.

פרק זה מבוסס על "מסמך מדיניות לעתיד ים המלח – בחינת תרחיש של ברירת מחדל" שהוכן ביוזמת מכון ירושלים והמשרד לאיכות סביבה (2005) החשיבות שבבחינת חלופת האפס אינה רק בצורך לייצר מידע השוואתי בין המצב הנוכחי לבין המצבים שייווצרו עם מימוש חלופות אלטרנטיביות. חלופת האפס היא למעשה ברירת מחדל ראשונית של כל חלופה שעתידה להיבחר וזאת ממספר טעמים. ראשית, כפי שהדברים נראים כיום, אם מטעמי סדרי עדיפות ואם מטעמים של דרישה להמשך מחקר ובדיקת השלכות, יידרש עוד זמן עד לבחירת אלטרנטיבה מעשית מועדפת. שנית, גם לאחר קבלת ההחלטה, עצם הביצוע ידרוש מחקר, תכנון והשלמת תהליכים סטטוטוריים לפני שיוכלו להתחיל ביישום ממשי. ולבסוף, למן הרגע שיתחילו בצעדים למימוש חלופה כזו או אחרת, יידרש עוד זמן מה עד להשלמת הבנייה והשינויים שנדרשים.

מקובל לצאת מהנחה כי בכל מקרה של בחירת חלופה כזו או אחרת, משך הזמן שיידרש עד להתייצבות מפלס ים המלח הוא בין 15 ל-20 שנה. מתוך הנחה זו, ברור כי בכל מקרה, יש צורך להבין ולהפנים בכל פתרון עתידי את שינויי המפלס הצפויים לאורך תקופה זו והשלכותיהם השונות על הסביבה, את השלכותיהם על יישום האלטרנטיבה הנבחרת וכן על קביעת היעד הסופי של מפלס ים המלח.

ליים המלח נודעת חשיבות מובהקת כמוקד תעשייתי (ייצור מינרלים) והוא תופס מקום מרכזי על מפת התיירות הארצית והבינלאומית. שינויי המפלס השונים והשלכותיהם, וחוסר הוודאות לגבי עתידו, הביאו לבלימה בפיתוח התשתיות, התיירות, התעשייה וההתיישבות באזור. חלק זה יוקדש להשפעות השונות הקשורות בשינויי המפלס שנגרמו לים המלח בעשורים השונים, והנובעים בעיקרם מהשינויים במאזן המים של האגן. בכדי לקיים דיון זה, יש צורך להבדיל בין השינויים החלים בשני חלקי הימה. ים המלח ההיסטורי, כלל את האגנים הצפוני והדרומי של היום, שהיו מחוברים בעבר. עם השנים ולאור השחיקה ההולכת וגוברת במקורות הימה, החל המפלס לרדת ולסגת. כחיבור בין האגנים נותר מיצר לינץ' בלבד, אשר חיבר את השניים והיה אחראי להמשך הזנת האגן הדרומי. המפלס המשיך לרדת ומקור ההזנה לאגן הדרומי נותק סופית באמצע שנות השבעים, ובכך החל אגן זה להתייבש. מפעלי המינרלים בצד הישראלי ובצד הירדני, אשר נצלו אגן זה שהיה רדוד יותר, להפקת מינרלים שונים, נאלצו להתמודד עם השינוי המתהווה. הבריכות הרדודות הורחבו ובכדי לא לפגוע בהמשך הפעילות, כל מפעל בנה מערכת הולכה מבוקרת של מים מהאגן הצפוני אל בריכות האידוי הדרומיות, וכן מערכת ניקוז לתמלחות סופיות, אשר נוצלו לאורך תהליך ההפקה, והוחזרו לבסוף לאגן הצפוני. התמלחות הסופיות מגיעות לאגן הצפוני כאשר ריכוזם כמעט כפול מהריכוז הטבעי של ים המלח והרכבם המינרלי שונה בשל המינרלים השונים ששקעו בדרך. האידוי באגן הדרומי מצמצם את כמות המים המקורית הנשאבת מהאגן הדרומי בערך בחצי. הפקת המינרלים בדרום ים המלח יצרה

גרעון נוסף במאזן הימה. מאמצי השאיבה לאגן הדרומי הם אולי הסיבה היחידה שלא התייבש קליל ולפיכך ניתן להתייחס לשתי תופעות מנוגדות בין אגני האגם.

באגן הצפוני, אשר שינויי מאזן המים הם הגורם המחולל העיקרי בתצורתו בהווה, ניכרים אותותיה הקשים של ירידת המפלס המחריפה עם השנים. המפלס יורד בין 1 ל-1.2 מטרים בשנה ובמקביל נסוג קו החוף. בשנת 2025 צפוי המפלס להגיע לרום של 440 מטר מתחת לפני הים ובשנת 2050 לרום של 465 מטר מתחת לפני הים. כפי שהוזכר כבר לעיל, גם אם לא יעשה דבר לשינוי המצב, צפוי המפלס להתייבש בסביבות 550 מטר מתחת לפני הים. לירידה החדה במפלס השלכות רבות על המערכות האקולוגיות הסמוכות וכן על פעילות האדם בסביבה, הנובעות בעיקרן בשל שינויים הידרולוגיים וגיאולוגיים הקשורים עם שינוי המפלס.

במקביל, האגן הדרומי, שבנסיבות טבעיות היה מתייבש ונעלם, נשמר הודות למאמצי מפעלי הפקת המינרלים. המפעלים, אשר התבססו באזור הרבה לפני התייבשות האגן, זיהו את פוטנציאל ההפקה הרב ומשתמשים באגן כבריכות אידוי. מגמת המפלס באגן זה הפוכה. בכדי לשמר את תהליך השיקוע של מינרלים שונים המאפשר את הפקתם, שואבים שני המפעלים מים מהאגן הצפוני ומעבירים אותם לאגן הדרומי. מדי שנה שוקעת על קרקעית הבריכות שכבת מלח בעובי של כ- 20 ס"מ, המחייבת את הרמת מפלס המים בבריכות ואת הגבהת הסוללות סביבן בשיעור דומה. מפלס המים העולה מאיים על יסודות בתי המלון, על הכבישים ועל מערכות הניקוז השוכנות לחופי הבריכה.

הבעיות המרכזיות הנובעות משינויי מפלס ים המלח הן רבות וכל אחת מהן משפיעה על מגוון תחומים. הבעיות המרכזיות והשפעותיהן מפורטות להלן.

האצת תהליכי עירוף וסחיפה סביב ים המלח מאיימת על תשתיות ופיתוח עתידי. התופעה מונעת פיתוח אתרי נופש ובתי מלון הנשענים על קו חוף יציב וקבוע ובכך נמנע מימוש פוטנציאל מרכזי של אגן ים המלח.

נסיגת קו החוף, תוצאה ישירה של ירידת המפלס, מותירה אחריה **שטחי בוץ טובעני**, המקשים על הגישה לים ופוגעים בתדמית התיירותית של האזור. נסיגת קו החוף מחייבת הקמת תשתית של נתיבי גישה בין אתרי הנופש לבין החוף (חמי מזור, חמי עין גד). המרחק ומשטחי הבוץ הנשקפים מהדרך פוגעים בהנאת המשתמשים והופכים מקומות אלה לפחות אטרקטיביים לתיירים. מעבר לכך, השינויים במפלס משנה לשנה מחייבים הוצאות הנובעות מהעתקת מערכות הקצה ממקום למקום בהתאם וכן מהקמה ותחזוקה של מערכת שינוע אל החוף.

כמו כן, מלווה נסיגת קו החוף בהשלכות אקולוגיות חמורות המאיימות לפגוע בנאות המדבר באזור ובמערכות הטבעיות העדינות הסמוכות לים המלח.

הופעה נרחבת ופתאומית של **בורות קריסה (בולענים)**, חלקם מתחת למבנים ולכבישים, מהווה בעיה בטיחותית חמורה הגורמת נזקים רבים לתשתיות, תוך סיכול יוזמות להשקעה ופיתוח של האזור. זו אולי הבעיה הכי משמעותית הקשורה בירידת המפלס בשל הקושי לחזות את הופעת הבולענים, את מימדיהם ואת התופעות הנלוות בכל מקום ומקום. ירידת המפלס ונסיגת קו החוף הותירו מאחוריהם משטחים שלמים שהמלח הוא מרכיב משמעותי בתכולתם. במקביל, השתנו מערכות הידרולוגיות של מים מתוקים כמו מפלס מי התהום, הפן הביני, זרימות של מעיינות תת קרקעיים

וערוצי הכניסה של מים עיליים. כאשר אלה פוגשים במשטחי המלח, הן מחלחלות דרכו ויוצרות חללים תת קרקעיים בעומקים שונים. במקרים בהם חללים אלה סמוכים לפני השטח ובהם המבנה הסטטי שלהם כבר אינו מחזיק את השכבה העליונה, קורסת זו פנימה ומגלה את מה שמכונה 'בולען'. הבולענים מאיימים לא רק על תשתיות האדם כי אם גם על המערכות האקולוגיות העדינות של האזור.

היישובים בהם קיימים אתרי בולענים פעילים הם מצפה שלם, עין גדי ונווה זוהר. במצפה שלם נפתח בולען גדול ליד החממות מדרום לנחל דרגה וישנו אתר גדול ופעיל ליד מרחצאות מינרל אשר גרם להקפאת תוכנית תיירותית שאושרה להקמה באזור. בעין גדי אירעו פגיעות אשר גרמו בין השאר לנטישת הגידול המסחרי של התמר, לנטישת אתר תיירות בחוף ולהעתקת תשתיות תיירות שונות, כמו גם להשקעות שנועדו למגן את התושבים והתיירים בפני נזקים עתידיים. בנווה זוהר קיים אתר בולענים פעיל בסמוך למועצה האזורית, אך ככל הנראה מבני היישוב הקיימים והמתוכננים מצויים מחוץ לאזורי הסיכון.

למגוון התופעות שהוזכרו לעיל ישנן **השלכות שונות על החי והצומח** בסביבת ים המלח. שינויים של קו החוף והשפעות שונות על המערכות ההידרולוגיות הסמוכות גורמות לשינויים שונים, שהשלכותיהם ניכרות במיוחד בתחום החי והצומח בנאות החוף של מעינות קנה וסמר. בעקבות שינויים בזרימת מים עיליים ומי תהום, יש בחלק מהמקומות צמצום של מקורות המים או תזוזה של נאות החוף לאזורים בהם תנאי המסלע והקרקע מקשים על הצמחייה להתאים עצמה למצבים החדשים. ישנם שינויים במגוון הביולוגי הן של החי והן של הצומח באזורים אלה. מחד, ניתן להבחין בהיעלמות או ירידה באוכלוסיות של זנים שונים אשר היו לעיתים ייחודיים לאזור. מאידך ניתן לראות התבססות של מספר מינים ייחודיים אף הם. הפגיעה הרבה ביותר ניכרת במיני צמחים, דו-חיים, אורגניזמים אקוואטיים וחסרי חוליות. מינים גדולים יותר כדוגמת היונקים או ציפורים, שחלקן מגיעות לאזור במסגרת מסלולי נדידה, מושפעים פחות מהשינויים, בין השאר מאחר ובתי הגידול שלהם לרוב גדולים יחסית ואינם מסתמכים על שטחי נאות החוף בלבד.

לתופעות השונות הייתה השפעה קשה על תוכניות ושינויים בתחום שימושי הקרקע שהותוו לאזור. מעבר לפגיעות ממשיות בתשתיות כבישים וגשרים, מתחמי תיירות ושטחי חקלאות. הבעיה העיקרית היא חוסר הוודאות. מאחר ונכון להיום לא ננקטים צעדים לשינוי התופעות השונות, ובהעדר מערכת מסודרת של פיצוי ותמיכה במקרה של נזקים המתהווים כתוצאה מאלה, נוצר מצב של **קיפאון תכנוני**. תוכניות רבות הוקפאו, יזמים חוששים לפתח תוכניות חדשות ומצב זה תופס הן באגן הצפוני בו ירידת מפלס מחייבת שינויים בחלק מהתשתיות גם כאשר אין סכנת בולענים, והן באגן הדרומי בו המפלס העולה מאיים על תשתית המלונות הקיימת. החשש העיקרי הוא כי חוסר הוודאות יפגע עם הזמן בענף התיירות, המהווה אחד מתחומי הפרנסה העיקריים ליישובי הסביבה ואף מהמרכזיים המשמעותיים בישראל בענף זה.

2. הזרמת מי ים ליס המלח - תעלת הימים בדגש על תוואי התעלה מים סוף ליס המלח.
חלופת ההזרמה של מי ים מאזור אילת-עקבה ליס המלח, נמצאת על הפרק בימים אלו. יש כוונה לנצל את המים והפרש הגבהים על מנת לייצר אנרגיה, להתפיל את המים ולהוליך את המים המותפלים למשק המים הירדני המדולדל. מי ים ומי הרכז יועברו ליס המלח על מנת לשקמו ולייצב את מפלסו כך שימנע נזק עתידי לסביבה. הנימוקים העיקריים בזכות פרויקט זה הינם הכורח בתגבור משק המים הירדני ושיקום ים המלח.

ממלכת ירדן מצויה במשבר חמור מאד בנושא אספקת המים, כשיש בעיות של ממש באספקת מי שתייה לתושבים. לממלכת ירדן אין חופי ים נרחבים ואזור החשיפה היחיד ליס הינו בקטע שליד עקבה, מקום מרוחק ממרכזי צריכת המים בממלכה, המצויים באזור הבירה עמאן וסביבתה ובאזורים החקלאיים שלאורך בקעת הירדן. התפלת מים באזור עקבה אינה מהווה פתרון יעיל לאספקת מים לאזורים אלו בשל המרחק הרב מאזורי הצריכה. בעיית המים הינה בעיה קיומית של ממלכת ירדן.

נימוק מרכזי נוסף בזכות הפרויקט הינו האפשרות להוליך כמויות גדולות של מי ים לשיקום מפלס ים המלח. מדובר בהולכה של כ-2,000 מיליון מ"ק לשנה, כשיותר ממחצית מכמות זו תוזרם ליס המלח, ובכך תעצור את ירידת המפלס ותחזיר כמצופה את המפלס לרמות ההיסטוריות.

מדובר בפרויקט ענק הכרוך ביניקת כמויות מים משמעותיות ממפרץ אילת, בהקמת מובל (חלקו צינור וחלקו תעלה פתוחה) להעברת מים בשיעור של בערך פי 5 מהמוביל הארצי, ובהזרמת המים ליס המלח, תוך שינוי בהרכב המים של ים המלח. לכל אלו יכולות להיות השלכות סביבתיות משמעותיות. מדובר בפרויקט ענק שחייב להבחן בצורה קפדנית מאד. במסגרת העבודה הנוכחית לא ניתן לבדוק כלל השפעות, בוודאי במצב בו אין תכנית מפורטת למה להתייחס. במסגרת עבודה נוכחית נצביע על נקודות רגישות וכאלו המחייבות בדיקה והוכחה לכך שהנזק הסביבתי הצפוי סביר.

להלן סקירה של השפעות אפשריות של הפרויקט:

יניקת המים.

מדובר ביניקה בשיעור של כ-6 מיליון מ"ק ליום, כ-70 מ"ק לשנייה. זרימת מים כזו עלולה להשפיע על תהליכים כימיים פיזיקאליים וביולוגיים בים סוף. יש צורך בתכנון הנדסי כזה שימנע סכנת נזק לשוניות האלמוגים ושיקטין למינימום גזל חוף הים המצומצם גם באילת וגם בעקבה. יש צורך בבדיקה של ההשפעות האפשריות על הים.

באזור היניקה יהיה צורך להקים מתקן שאיבה גדול, השואב 6 מיליון מ"ק מים ליממה לגובה של כ-100 מטר. מתקן כזה ליד חופי מפרץ אילת יכול להיות מטרד סביבתי ניכר, הן מבחינת גזילת שטח יקר, השפעות רעש באזור תיירות, וכן זיהום הים, בשל קיום סיכון לדליפת דלקים ושמנים ליס. יש מקום לתכנון תעלה שתרחיק את נקודת שאיבת המים מהמפרץ. יש לזכור כי התעלה תצטרך להעביר כ-70 מ"ק מים לשנייה, זרימה המחייבת תעלה בעלת חתך ניכר.

הולכת המים ממפרץ אילת לאזור ים המלח

העברת המים מתוכננת בצינור עד לגובה של כ-100 מטר מעל פני הים ולאחר מכן העברת המים גרביטציונית בתעלה פתוחה. מדובר כרגע על כך שתוואי הולכת המים יהיה בצד המזרחי של הגבול, כלומר בירדן.

מערכת הולכת המים עלולה ועשויה להביא לסיכון סביבתי וליתרונות סביבתיים. אמנם, מדובר באזור דל במים, אך בעמק הערבה מספר גופי מי תהום, גופי מים בעלי חשיבות כלכלית ואקולוגית. העברת מי ים בעמק הערבה מהווה סיכון לפגיעה במי התהום ובקרקע.

קיים סיכון לכך שמים מהמובל ידלפו לסביבה, באם בשגרה בגלל סדקים ואיטום לא מוחלט של המובל ויותר מכך במקרים של כשלים. כשלים עלולים להתהוות לאחר אירועים טבעיים כשיטפונות ורעידות אדמה או בשל פגיעה בידי אדם, בשוגג ובכוונה. יש לציין כי האזור רגיש מבחינה טקטונית. כן יש לזכור, כי המובל יחצה בהכרח מספר וואדיות שיטפוניים, אשר בעת אירוע שיטפון מזרימים כמויות גדולות מאד של מים וחומר הנגרף עם המים. שיטפונות כאלו הרסו בעבר הרבה מתקנים הנדסיים וגרפו מבנים כמבני קלפים.

חיוני לתכנן המובל תוך לקיחת הסיכונים השונים בחשבון, מניעה כפי הניתן של כל נזק בשעת אירוע ותכנון מערכת מובטחת לתגובה מהירה בזמן חירום להקטנת הגלישה החוצה.

אין ספק, כי למובל המים מים סוף לצפון השלכות שונות על הנוף, מחד סיכוי לפגיעה בנוף ומאידך סיכוי לגוון את הנוף. חיוני לשלב תכנון נופי ובקורת של מתכנני נוף על התכנון והשפעותיו האפשריות. חפירת תעלה ממפרץ אילת צפונה במסגרת הפרויקט עשויה אולי להביא להעתקת חלק מפעילות הנמל צפונה ובכך לשחרר חלק מהפעילות שכלל אינה רצויה לאורך חופי המפרץ. כן יתכן שהמובל יוכל להעביר מים שידרשו לתפעול מתקן יצירת אנרגיה בשיטת ארובות שרב, ולאפשר הרחקת המתקן מאזור אילת. יש לזכור כי שימוש זה, במידה ויבחן, מחייב הגברת הזרמת המים במידה ניכרת וגורם ליצירת מים מלוחים יותר ממי הים וסיכון של פיזור מלח.

דובר על הקמת גופי מים לתיירות ולחקלאות מים לאורך עמק הערבה. אכן יתכן ובכך קיים סיכוי לשיפור התיירות והחקלאות באזור, ואף יתכן ולנוכחות גופי מים, כמובל עצמו וגופי מים הנסמכים עליו תהיה השפעה על האקלים בקרבת התעלה. ברור כי יש חובה לבצע בדיקה ותחזית לשינויים הצפויים. יש לזכור כי פיזור גופי מים מלוחים לאורך עמק הערבה מגביר בהרבה הסיכוי להמלחת מי התהום האזוריים.

חשוב לציין ולבדוק את הסיכוי להיווצרות נזק נופי במהלך עבודות ההקמה של המובל. מדובר בפרויקט ענק, הכולל חפירה של נפחי קרקע גדולים מאד ועבודה בשטח של מספר רב של כלים הנדסיים, הקמת מחנות עבודה ומחסנים במהלך הבניה וכיו"ב. הנוף במדבר אינו סלחני ואין בו מנגנוני תיקון כאלו הקיימים באזורים גשומים יותר. לכן יהיה צורך בהקפדה מרבית למניעת השפעות שליליות של מערכת הקמת המובל. כן יש להבטיח כי מציאות מחנות עבודה של מספר עובדים רב לא יפגע במרקם החברתי הקיים בערבה, משני צידי הגבול.

מערכת הולכת המים ממפרץ אילת לים המלח עלולה לגרום לנזקים למי התהום, לקרקע ולנוף, אך מאידך טומנת בחובה אפשרות לניצולה לשיפור הסביבה והכלכלה לאורך עמק הערבה. במקרה של

החלטה חיובית לגבי הפרויקט, יידרש תכנון רגיש וקפדני, תוך מערכת בקרה קפדנית על התכנון והביצוע. חשוב שבעלי העניין, בוודאי תושבי האזור, יהיו שותפים במערכת בקרה כזו.

כניסת המובל לים המלח.

הכנסת מי ים סוף לים המלח גורמת למכלול רב של בעיות אפשריות ומחייבת לימוד קפדני ותכנון רגיש.

בעיה בעלת חשיבות מכרעת לבחינת הפרויקט הינה סדרת התהליכים הנובעים מערבוב מי ים עם מי ים המלח.

ים המלח נוצר בתהליך של אידוי מים והעלאת ריכוזי המלחים שבו. במהלך תהליך זה עלה מאד ריכוז הסידן ונוצר מצב של על רוויה ביחס למסילות גבס, $CaSO_4$. במהלך התקופה של היווצרות ים המלח, שקע גבס שיצר בין השאר את סלעי חוור הלשון. מסיבה זו ריכוזי הסולפאט בים המלח נמוכים מאד כיום. להבדיל, במי האוקיינוס מצוי ריכוז גבוה יחסית של סולפאט (0.091 אחוז גפרית). ערבוב מי ים עם מי ים המלח מביא למצב של על-רוויה ביחס לגבס ויגרום בהכרח לשיקוע של גבישי גבס. אין ספק בכך שבאזור ערבוב מי הים עם מי ים המלח יצטברו גבישי גבס.

לעומת הוודאות המוחלטת לגבי עצם התהליך של היווצרות גבישי הגבס, קיימת אי וודאות לגבי פרטי התהליך ומשמעותו הסביבתית. היווצרות של גבישים קטנים תגרום ליצירת תחליב של גבס במי ים המלח הכבדים, דבר שיביא לצבע לבן עכור של המים, ישנה את המופע החזותי של ים המלח, ישפיע אולי על המשטר התרמי בים (פיזור והחזר של קרינת השמש), ישפיע על הרצון להיכנס לים (כניסה למים עכורים אינה קבילה בדרך כלל) ובכך עלולה להשפיע על התיירות באזור. כן יתכנו השפעות של מציאות תחליב הגבס על תהליך יצור האשלג ומוצרי ים המלח האחרים. היווצרותם של גבישים גדולים יוביל לשרשרת אירועים אחרת, כשהגבישים ישקעו לקרקעית הים (או לפן הביניים בין מי ים המלח למי הים הקלים יותר, שיצופו על גבי המים הכבדים) מהר יחסית. למערכת מורכבת זו נכנס גורם המסבך עוד יותר את התמונה, אך גורם שבלעדיו לא ניתן לקבל תחזית להשפעות הכנסת מי הים לים המלח. מדובר בפיזור המרחבי של מי הים הנכנסים לים המלח ובפיזור המרחבי של איזור הערבול בין שני סוגי המים. חוקרי המכון הגיאולוגי מתחילים כעת בפיתוח של מודל הידרו-מכאני של הים, אך עדיין לא קיים כלי אופרטיבי המאפשר חיזוי לתהליכים שהוזכרו כאן בקצרה.

ים המלח היה בעבר אגם משוכב, כשמים מתוקים שהגיעו עם הזרימות בירדן "צפו" על גבי המים המלוחים והכבדים. עם הירידה בכניסות מים מתוקים נהרס השיכוב וכיום הים מעורבל, כשריכוז המלחים דומה לכל עומקו. הכנסת מי ים תגרום להיווצרות שיכוב, כשמי האוקיינוס הקלים יותר יצופו על גבי התמלחת המרוכזת של ים המלח. לתופעה זו השפעה מרכזית על בעיית יצירת הגבס. המגע העיקרי בין מי האוקיינוס העשירים בגפרית לבין מי ים המלח המקוריים יהיה בשכבת הביניים בין שתי השכבות. צפוי כי בשכבה זו ייווצרו גבישי הגבס שיהיו כנראה גבישים גדולים. יש צורך במחקר ותחזית מדויקת ככל האפשר לתופעה זו. אין ספק כי קיים סיכון ממשי לפגיעה תמורה מאד בים המלח, עד כדי הפיכתו לגוף מים עכור ודוחה, בגלל הכנסת מי ים לים המלח וההשפעות הנלוות לכך.

בנוסף לפערי הידע ולחששות שהוזכרו עד כאן, חסרה עבודה, תכנון נאות ונתונים לגבי האפשרות לשלוט בתהליכי ערבוב מי הים עם מי ים המלח באמצעי תפעול הנדסי. בוודאי שתוצרי התהליך יהיו שונים במשטרי הזרמה שונים של מי הים לים המלח: לאן יוכנסו המים? באיזה משטר זרימה? האם הזרמת מי הים לעומק ים המלח יאפשר להימנע מהנזקים? האם הזרמה תוך שימוש במפזרים תסייע? האם ניתן להפגיש את שני סוגי המים בבריכות שיקוע לפני הכנסת המים לים המלח עצמו? בשלב זה אין כל עבודה בכיוון זה.

אנו רואים באספקט זה של היווצרות גבישי הגבס בגלל ערבוב מי הים עם מי ים המלח נושא העלול לפסול את הפרויקט. במצב הנוכחי של חוסר בידע מספיק, יפסל הפרויקט בגלל פער הידע החמור. לכן, יש להגביר את המאמצים לקבלת ידע ולאפשרות לחזות ולתכנן את הפרויקט. נושא קשור הינו ההשפעה הצפויה של יצירת הגבס על המפעלים הקיימים באזור, כולל האמצעים בהם יכולה התעשייה לנקוט כדי להפיק את מלחי ים המלח לנוכח השינויים הצפויים.

בעיה נוספת הצפויה להתעורר עם הכנסת מי ים לים המלח הינה **התפתחות בלתי מבוקרת (פריחה) של אצות וחיידקים**. במי ים המלח מצויה אצה, דונליילה, המסוגלת לחיות במליחות הגבוהה, אך פעילותה מוגבלת בשל המשאבים המצומצמים העומדים לרשותה. הורדת המליחות מביאה להגברת פעילותה ויחד עם כך התרבות חיידקים המקבלים חומר אורגני שנוצר ע"י האצה כמזון. תופעה של פריחה כזו, והיווצרות כתמים אדומים על פני המים נצפתה במהלך שיטפונות שחלו בים המלח בשנים 1980 ו-1992. במערכת ניסיונית המבוצעת בהנחייתו של **פרופ' אהרן אורן** הוכח כי גם ערבוב של מי ים עם מי ים המלח מביאה לפריחה כזו, במיוחד באם מוסיפים למערכת זרחן. גם במקרה זה יש צורך ביותר אינפורמציה לגבי המשמעות בתנאים של ערבוב המסה האדירה של רכז מי הים שיוזרם לים המלח בהתאם לתכנית, התפוצה המרחבית של אזור הפריחה, יציבות הפריחה כפונקציה של הזמן והאפשרות להשפיע על התופעה באמצעים הנדסיים.

ים המלח הינו מערכת מופרת, ששינתה בעשרות השנים האחרונות את חוקי המשחק שהיו מקובלים. בעבר, לפני הפיתוח המואץ באגן ההיקוות נכנסו לים המלח מידי שנה כ-1,700 מיליון מ"ק מים מתוקים. מים אלו, תוך ערבול עם מי ים המלח, יצרו שכבה של מים קלים יחסית שצפו על גבי מי המלח המרוכזים של הים. ים המלח היה משוכב בשיכוב יציב, כשהשכבה העליונה הייתה מחומצנת ואילו השכבה התחתונה חסרת חמצן. לאחר ההקטנה הדרסטית בכניסת מים מתוקים, נפגע קיום השכבה העליונה הקלה (אפילימניון) והים הפך להיות ים מעורבב, כשבקיץ קיים שיכוב תרמי. הזרמת מי ים (או מים מתוקים) לים המלח תחזיר לאחור זמן וכתלות בעוצמת ההזרמה, את **המצב של אגם משוכב** בגלל ריבוד של מים במליחות שונה. למהלך זה של שינוי נוסף בכללי המשחק עשויה להיות השפעה ניכרת על התנהגות האגם, השפעה שיש להכלילה בתכניות הכנסת המים.

אלמנט נוסף הצריך להיות מוכלל בשיקולים לתכנון הזרמת הים הינו **קצב הזרמת המים וקצב השינוי במפלס**. מתכנני תכנית תעלת הימים מביאים בחשבון שתי תקופות תפעול, תקופה ראשונה בה תהיה הזרמה מוגברת, הזרמה שתכסה את כמות המים המתאדה מפני ים המלח בתוספת מים להעלאת

המפלס למפלס היעד הסופי. לאחר תקופה זו תגיע המערכת למצב יציב, מצב בו ההזרמה השנתית תהיה שווה לאידוי השנתי. אורך התקופה הראשונה של מילוי הים הינו משתנה תפעולי הניתן לקביעה. המתכננים מביאים בחשבון שיקולים תפעוליים לקביעת משך אופטימאלי לתקופת המעבר, כשהשיקולים הינם למשל הימנעות מבניית מערכת של תחנת כוח המנצלת זרימה מוגברת מאד, כשלאחר מספר שנים תקטן הזרימה והמערכת לא תהיה מנוצלת במלואה. יש להנחות את המתכננים גם בהתאם למערכת שיקולים סביבתיים לקצב הרצוי להעלאת המפלס.

השפעה נופית וסביבתית של מתקנים

מערכת נוספת בעלת השלכות נופיות וסביבתיות הינה מערכת המתקנים בנקודת קבלת מי הים המיועדת להפקת אנרגיה ומים מותפלים. מדובר במפעל גדל ממדים, מפעל ההתפלה הגדול ביותר בעולם. בנוסף למערכת הפקת האנרגיה והתפלת המים, תהיה באזור, כמתוכנן, תחנת שאיבה למים המותפלים ומערכת להולכת המים. בהתאם לתכנון הקיים כיום, מדובר בשאיבה של כ-800 מיליון מ"ק לגובה של ק"מ מעל פני הים, כ-1,400 מטר מעל מפלס ים המלח. מפעל זה יהיה גדול פי כמה וכמה ממשאבות המוביל הארצי, משאבות המעלות כ-350 מיליון מ"ק בשנה לגובה של 300 מטר. בנוסף להקמת בית המשאבות מדובר בהקמת קו מים מאזור ההתפלה למעלה ההר בירדן. ברור שהקמת והפעלת מערכת מתקנים זו עלולה להיות מפגע חמור בים המלח. מדובר בהקמה של מבנים ומתקנים שהחותמת הסביבתית והנופית שלהם ענקית. חפירת קו ההולכה של המים מים המלח למעלה ההר עשויה לגרום לפגיעה נופית חמורה. כן עלול להיווצר דלף של מים מתחנת ההתפלה ולהוות גורם לפגיעה כימית בים המלח. במיוחד לנוכח העובדה שלצורך ניקוי הממברנות המשמשות להתפלת מים משתמשים בתמיסות עשירות בזרחן. קשה להתייחס כמותית לעניינים אלו ללא שתהיה לפנינו ולו טיוטא לתכנון. יש לדרוש התייחסות להשפעות אפשריות של הקמת מתקני קבלת המים, יצירת החשמל, ההתפלה והשאיבה על הסביבה הרגישה של ים המלח.

בנוסף, קיימות חלופות נוספות פרט לחלופת הזרמת מי ים ממפרץ אילת. קיימת חלופה להזרמת מים מהים התיכון לעמק הירדן תוך יצירת אנרגיה והתפלת מים. חלופה זו זולה יותר מחלופת הזרמת מים ממפרץ אילת. כן יש לציין היתרון למיקום נקודת הפקת המים, בגובה של 200 מטר מתחת לפני הים ובמרחק קטן יחסית מאזורי הצריכה בממלכת ירדן. אנו מזכירים חלופה זו, חלופה הכוללת מספר ווריאציות הנדונות בפרק הכלכלי בדו"ח זה. מבחינת הכנסת מי ים לים המלח, דומה חלופה זו לחלופת הים האדום. העלות של פרויקט כזה תהיה נמוכה יותר מעלות הזרמת מי ים סוף. לעומת זאת קיימות בעיות מדיניות של היות ה"שיבר" למי אספקה לממלכת ירדן בידי מדינת ישראל.

סיכום:

התכנון להזרמת מי ים (מים סוף או מהים התיכון) לים המלח כולל סדרה של השפעות סביבתיות קריטיות על ים המלח, עד כדי הרס המערכת הסביבתית של הים. כתנאי לדיון בנושא אנו ממליצים לדרוש בדיקה קפדנית ומעמיקה של הנושא, כולל התייחסות הנדסית לאפשרויות לבקרה ולהקטנת הנזקים הצפויים.

3. הזרמת מי הירדן

חלופה הזוכה לתמיכה ציבורית רבה הינה "החזרת העטרה ליושנה", חזרה למצב בו הירדן מספק מים בכמות מספקת לשם שמירה על המפלס ההיסטורי של ים המלח. (במסגרת דו"ח זה, הכוונה במונח מפלס היסטורי או זרימה בתקופה ההיסטורית הינה למצב ששרר בים המלח בתחילת המאה ה-20. בתקופות גיאולוגיות והיסטוריות קדומות היו משטרי זרימה ומפלסי ים שונים למדי). הרציונאל שעומד מאחורי הצעה זו הינו כי ים המלח ומערכת הירדן תיפקדו בצורה תקינה במהלך מאות ואלפי שנים. ההגברה בפעילות האנושית במהלך מאה השנים האחרונות היא, שגרמה לדעיכת מערכת טבעית זו, לירידה דרסטית בכמות ואיכות המים בירדן, הידרדרות הנגרמת למצב של תעלת מים מזוהמים ומליחים. כן הביאה הפעילות האנושית להקטנה דרסטית בכמות מים הנכנסת לים המלח, לגרעון הידרולוגי בים ולירידה המתקדמת במפלס הים. מהבחינה האקולוגית והמוסרית יש מקום להצעה להחזיר המצב לקדמותו.

אולם, עם כל ההזדהות עם פילוסופיה זו, לא ניתן להמליץ על חלופה כזו ללא בחינה יסודית של הישימות של גישה זו, בתנאים הנוכחיים בישראל ובארצות השכנות.

הזרימה ההיסטורית לים המלח הייתה בערך 1,700 מיליון מ"ק לשנה. כיום זורמים דרך הירדן לים המלח פחות מ-200 מיליון מ"ק, רובם מים מליחים מהמוביל המלוח בכנרת (המ"מ), ניקוז חקלאי ושפכים ברמת טיפול זו או אחרת. שיטפונות החורף המגיעים לים המלח מסתכמים בממוצע בכ-50 מיליון מ"ק לשנה. עם מימוש התכניות להתפלת המוביל המלוח, לשדרוג הטיפול בשפכים והגברת השימוש בהם, ועם השלמת מתקני תפישת מי השיטפונות בסוריה ובירדן, תקטן עוד יותר זרימת המים ותעלה המליחות.

טבלת השימושים ומאזן המים באגן היקוות ים המלח מפורטת להלן ומובאת מתוך מאמר שהוכן ע"י גיורא שחם במסגרת עבודה זו והמובאת בנספח 3 :

מלמ"ק	כניסות
400	זרימות עיליות ומי תהום לים הצפוני (יפורט בהמשך)
50	גשם ישיר
250	ניקוז חוזר ממפעלי ים המלח
700	סה"כ כניסות
	יציאות
800	אידוי
500	שאיבה למפעלי האשלג
1,300	סה"כ יציאות
- 600	פער במאזן - מתבטא בירידת מפלס של 1 מ' בשנה

מתוך מערכת המים בשטחי ישראל, עיקר תרומות המים לים המלח היו מאגן היקוות הכנרת. התפוקה הממוצעת של אגן היקוות הכנרת היום, הינה כ-900 מליון מ"ק לשנה. תפוקה זו מספקת שלשה שימושים, ומתחלקת באופן כמעט שווה ביניהם. שליש מתפוקת הירדן מוטה למוביל הארצי המזרים כ-350 מליון מ"ק לשנה לשימושים חקלאיים ועירוניים ברוב שטחי ישראל. יש לציין כי ההזרמה במוביל הארצי מותנית במילוי הכנרת במהלך החורף. בשנתיים האחרונות נשאבו למוביל כ-200 מליון מ"ק לשנה, וזאת בגלל מילוי מצומצם של האגם. כיום רוב השימושים הינם שימושים עירוניים, עובדה שהייתה המכרעת בשיקולים לסינון מי המוביל. כשליש נוסף משמש לצריכה חקלאית ועירונית בשטחי אגן היקוות הכנרת: עמק החולה, רמת הגולן, ועמק הירדן כולל טבריה. כן משמשים המים לצריכה חקלאית במספר מפעלים אזוריים כמפעלי מלחה ועינן המעלים מים לאזור רמות נפתלי, מפעל המעלה מים לרמת סירין ותגבור מערכת המים בעמק בית שאן. כשליש מתפוקת אגן היקוות מתאדה מפני הכנרת. תיאורטית ניתן לשקול הפסקת הצריכה האנושית מאגן היקוות הכנרת ולהזרים את המים לים המלח. מדובר במקרה כזה בהפסקת אספקת מים חקלאית ועירונית לכל הישובים באגן היקוות הכנרת והפסקת שאיבת המים במוביל הארצי. הפסקת אספקת המים לאגן היקוות הכנרת פירושה מדבור הגליל ועמק הירדן, יבוש שטחי החקלאות בגליל העליון ובבקעת הירדן והפסקת הפעילות האנושית בישובים השונים כולל קרית שמונה, טבריה ואחרים. יש לזכור כי באגן היקוות הכנרת אין מקור מים פרט לירדן ויובליו. האגן מרוחק

מהים והתפלת מים אינה באה בחשבון כמקור מים לאזור. ברור כי לפעולה זו עלות כלכלית, חברתית מדינית וסביבתית. (המשמעות הסביבתית של החקלאות תידון בהמשך).

הפעולה השנייה המתבקשת במסגרת החלופה הנדונה הינה הפסקת הזרמת המים במוביל הארצי. לחלופה זו משמעות בהתייחס למאזן המים בישראל. באופן כללי, ניתן באם יוחלט, להחליף את הזרמת המים במוביל במים מותפלים.

התומכים בחלופת הזרמת מים היסטורית בירדן, טוענים כי החקלאות מהווה סה"כ רק כ-3% מהתל"ג בישראל ומעסיקה (ישירות) רק כ-3% מכח האדם בישראל. אולם, לחקלאות בישראל חשיבות כלכלית מעבר לתועלת הישירה, כמנוף ליצור ויצוא תשומות חקלאיות וכמערכת המשמשת לאספקת תוצרת טרייה שקשה לייבא והיא מהווה, חלקית לפחות, מערכת לאבטחת מזון בזמן חירום. בנוסף, לחקלאות ערך סביבתי בעל חשיבות רבה. אין ספק בכך שפני מדינת ישראל, איכות הסביבה במדינה והסביבה הטבעית (בע"ח, עופות, צמחיה) כל אלו מותנים בקיום חקלאות מושקית במדינה. במחקרים רבים נמצא כי התושבים מעוניינים בקיום החקלאות ומוכנים לשלם סכומים גבוהים לשמירת החקלאות ולקיומה. במחקרים שבוצעו בשנים האחרונות נקבעו הערכים החיצוניים אותם תורמת החקלאות, ערכים הכוללים יצירת ערכי נוף (כשהחלופה לשטחים חקלאיים ירוקים בישראל הינה שטחי בתה ומדבר), שמירה על שטחים בעלי ערכי טבע ופיתוח שטחים המשמשים בסיס לגידול בעלי חיים שונים, מחקרים ועד ליונקים ועופות. כן יש לחקלאות תרומה לערכי תרבות, הווי ומורשת, כולל מורשת מתקופת ראשית ההתיישבות בארץ ומתקופת אבותינו. החקלאות מהווה חלק חיוני לוויסות ההשפעות של המטרופולין ואזורי התעשייה, בהיותה בעלת יכולת לקלוט בצורה סביבתית וכלכלית פסולות שונות (קולחי ביוב, קומפוסט מאשפה ובוצה). החקלאות מהווה אלמנט חשוב בשמירת קרקע והגנה עליה.

כן מהווה החקלאות גורם ראשוני לשמירה על איכות האוויר בארץ ולהקטנת מאזן הפליטות של גזי החממה. יש לזכור כי בניגוד לארצות באזורי אקלים גשום, החלופה לחקלאות בישראל אינה שטחי יער, אלא שטחי בתה ושממה.

התרומה הסביבתית והחברתית של החקלאות בישראל הוערכה בשיעור של כ-73 דולר לדונם לשנה. במידה ונקבל ערך זה כערך מייצג, ונניח כמות מים של 400 מ"ק לדונם ככמות המחייבת לקיום של שטח חקלאי (ממוצע משוער בין גידולים עתירי מים לגידולי בעל), הרי שקיצוץ של נאמר 400 מיליון מ"ק ממאזן המים לחקלאות מהווה נזק סביבתי בעל ערך בשיעור של כ-73 מיליון דולר בשנה וזאת בנוסף לנזקים הכלכליים הישירים לענף החקלאות ולענפים הנסמכים על החקלאות.

קיימת האפשרות למלא את מקום המוביל הארצי ע"י התפלת מים. בכמות המקבילה לכמות שתוטה לים המלח. עלות ההתפלה כפי שנטען יורדת עם הזמן. באם נניח עלות התפלה של 50 סנט למ"ק, הרי החלפת המוביל הארצי (350 מיליון מ"ק לשנה), שוות ערך לכ-175 מיליון דולר בשנה. במידה ונרצה החזרי מים בכמות הזוהה לגרעון ההידרולוגי השנתי של ים המלח (כ-700 מיליון מ"ק בשנה), תהיה עלות ההתפלה כ-350 מיליון דולר בשנה.

בהערכות העלות של התפלת מים יש להביא בחשבון כי בעתיד צפויה עליה משמעותית במחירי האנרגיה, הן בגלל ההידלדלות במשאבי הדלק והן בגלל העלות הסביבתית של הפקת אנרגיה

ממקורות קונבנציונאליים. התפלה הינה תהליך עתיר אנרגיה, תהליך הצורך כ-5 קוט"ש למ"ק. אנרגיה קונבנציונאלית תעלה יותר וכמובן גורמת לנזקים סביבתיים חמורים. כמובן, שבמקרה של פתרונות אחרים ליצירת חשמל, אם תוך ניצול ישיר או עקיף של אנרגיית השמש או ע"י שימוש באנרגיה גרעינית, הרי ששיקולים אלו אינם תופשים. קיימת כיום התנגדות בעולם להגברת צריכת האנרגיה בגלל ההשפעה של תהליך זה על אפקט החממה. הגברה מאסיבית של התפלת מים תוך שימוש באנרגיה קונבנציונאלית הינה לכן פעולה הנוגדת מדיניות סביבתית בעולם.

בהקשר זה עולה שאלת היציבות של הפתרון המוצע להזרמת מי הירדן למילוי ים המלח. הפעולה להזרמת מי הכנרת לים המלח ובמקומם התפלת מים להחזרת מפלס. מדובר בפעולה שתחייב השקעה של מאות מיליוני דולרים מדי שנה. גם במקרה בו הממשלה או גופים בינ"ל ישקיעו את הסכום הדרוש להקמת מתקני ההתפלה ומערכת הובלת המים הנדרשת, אין ערובה לכך שהממשלה בעתיד תתמיד בהפעלת המערכת, במקרים בהם תהיה דרישה למים ע"י בעלי עניין אחרים (חקלאים בישראל ובארצות השכנות) או במקרה בו יהיה משבר כלכלי ותהיה תחרות על הכסף לשימושים אחרים בישראל או במדינות השכנות.

הסבירות לכך שהמדינות השכנות, ירדן או סוריה יוותרו על מים לשם הזרמה בירדן לשיקום ים המלח נראית נמוכה. ממלכת ירדן ענייה מאד במים ואין לה כל רזרבה לויתור על מים. בירדן אין למעשה אופציה של התפלת מים, בגלל חוסר בגישה נאותה לים. דרום סוריה גם הוא אזור בו משאבי המים דלים יחסית לדרישות האוכלוסייה הגדלה ולא נראה, גם בלא להתחשב בנסיבות פוליטיות וכלכליות כי סוריה תוכל לוותר על כמות מים משמעותית. בין השאר, לסוריה אין אינטרס בירדן הדרומי או בים המלח.

קיימת חלופה לפיה יש להתפיל כ-1.5 מיליארד מ"ק בשנה בשפלת החוף. מכמות זו יוזרמו כ-800 מלמ"ק לממלכת ירדן והיתרה תוזרם לים המלח, אם דרך המוביל הארצי דרך הכנרת (מה תהיה ההשפעה על הכנרת להזרמה כזו של מים מותפלים!?) או בדרך אחרת. במקרה זה ניתן יהיה להחליף מי כנרת במוביל הארצי במים מותפלים ולהקל בכך על בעיית ההמלחה בישראל. יחד עם זאת, מדובר במערכת אדירה של התפלת מים עם כל הבעייתיות שלה.

נראה כי יש צורך במחשבה חדשה וביקורתית לגבי ישימות החלופה של שיקום ים המלח ע"י הזרמת מים מתוקים בירדן.

נספח 2: נספח מתודולוגי לניתוח הכלכלי הראשוני

א. מתודולוגיה בסיסית

נקודת המוצא לחישוב

נקודת המוצא לחישוב העלויות והתועלות הינו ים המלח במצבו הנוכחי. הווה אומר, עצירת ירידת המפלט והתייצבות ברמתו הנוכחית. לפיכך, חלופת האפס (חלופת עסקים כרגיל) תכלול למעשה אפס עלויות ישירות של פעילות אקטיבית למניעה, אך תכלול עלויות אי פעולה הכוללות את הנזק שנגרם כבר כתוצאה מירידת המפלט והנזק שעתיד להיגרם כתוצאה מהמשך ההידרדרות. כל חלופה אחרת הכוללת פעולה אקטיבית תכלול סכימה של העלויות הנובעות מהפעולה האקטיבית הישירה והעלויות החיצוניות הכרוכות במימוש החלופה. חלק מהחלופות עשויות לפתור רק חלק מהבעיות הסביבתיות, אשר ייווצרו לפיכך, הנזקים הנובעים מהמשך המצב ושעבורם הפעולה המוצעת בחלופה לא תביא פתרון, יכללו במסגרת עלויות האי פעולה של החלופה. לפיכך הניתוח הינו למעשה השוואה של העלויות בחלופות השונות

סוגי העלויות:

העלויות נחלקות, אפוא, לסוגים וסוגי משנה באופן הבא:

- ✓ **עלויות אקטיביות** - הכוללות את העלויות הכרוכות בביצוע פעולת התערבות אקטיבית למניעת הנזקים הנובעים מירידת המפלט וכל הכרוך בזאת. עלויות אלו נחלקות גם הן לשני סוגים:
 - עלויות ישירות תקציביות (לדוגמה עלות חפירת התעלה וכו')
 - עלויות **תוצאתיות/עקיפות** הנובעות מהפרויקט (לדוגמה נזקים אקולוגיים במפרץ אילת עקב ניקת מים, או יצירת עלויות נוספות בייצור של מפעלי המלח). בתוך עלויות אלו יוכלו (במינוס) תועלות אפשריות הנובעות מהפעולה הישירה (לדוגמה - תוספת תעסוקה ומנוף תיירותי בערבה עקב מעבר תעלת הימים (Red Dead) דרכה)
 - ✓ **עלויות אי פעולה** - הכוללות את כל העלויות הנובעות מירידת המפלט. נחלקות ל:
 - עלויות חיצוניות שוקיות (market based) - לדוגמה העלות בהזזת מתקנים ונקודות שאיבה עקב ירידת המפלט
 - עלויות חיצוניות שאינן יכולות להימדד באמצעות השוק (non market) - גם עלויות אלו, באופן תיאורטי, נחלקות לשני סוגים:
 - עלויות הנובעות מפגיעה בערכי שימוש (לדוגמה הפגיעה בעודף הצרכן של טיילים ומבקרים באזור (הבהרה - אין הכוונה לאובדן הפדיון של תעשיית התיירות באזור כי אם הפגיעה בעודף הצרכן בלבד)
 - עלויות המתארות פגיעה בערכי אי שימוש (נזקים אקולוגיים כמו פגיעה במגוון מינים וכו')
- בכל אחת מקבוצות העלויות הללו יוכלו (במינוס) התועלות הרלוונטיות.

שער הניכיון ואספקטים שונים בהתייחסות לזמן

- ✓ העלויות והתועלות ימדדו במונחים שנתיים, הכוללות לדוגמה את ערך התרומה השנתית של הפעילות העסקית תיירותית באזור ים המלח, ובמקביל את החזר ההון על ההשקעות השונות הכרוכות בחלופות הפעולה השונות. חשוב לציין כי העלויות (והתועלות) נפרסות לאורך זמן רב ובאופן בלתי אחיד (לדוגמה, עלות ההשקעות מתרחשות עכשיו ובעתיד הקרוב, התועלות, עם זאת, נפרסות לאורך שנים רבות בעתיד. מצד שני, לדוגמה, אי נקיטת אף פעולה אקטיבית תביא להמשך הצטברות עלויות אי פעולה בשנים הקרובות, כאשר העלויות בחלקן תלכנה ותעלנה ובחלקן תרדנה) לפיכך יש צורך למצע ולהוון את העלויות הללו ולהציגן באופן אחיד כעלות שנתית.
- ✓ בהמשך לכך, יש לייחס תשומת לב רבה בבחירת שערי הניכיון המתאימים, שכן קביעת שערים אלו עשויה לשנות באופן דרסטי את המאזן הכולל. יש לזכור כי כל פיתרון עליו יוחלט ויצא לפועל, עקב הסכומים העצומים עליהם מדובר, יהיה ככל הנראה הפתרון הרלוונטי לדורות רבים. ככל ששער הניכיון גבוה יותר, אזי ניתן למעשה ערך גבוה יותר לתועלות ועלויות בהווה וערך נמוך לעלויות ותועלות בעתיד. פיתוחים תיאורטיים ממליצים לנקוט בשיעורי היוון נמוכים מאד (0-2%) כשמדובר בפרויקט תשתית ופרויקטים סביבתיים. גישה זו היא הביטוי של מושג הקיימות.
- ✓ יש לנקוט שיקול דעת רב בהבנה של מגמות והתפתחות העלויות לאורך זמן. הן עלויות ישירות של אנרגיה והן עלויות של נדירות של ערכי טבע ונוף

פרספקטיבת ההתייחסות:

- נקודה חשובה נוספת היא פרספקטיבת ההתייחסות. ים המלח הינו אתר בעל חשיבות בינלאומית. כל חלופה שתיבחר הינה בעלת משמעות בינלאומית הן מבחינת חשיבותו של האתר לאנושות/לעולם כולו והן מבחינת ההשפעה על כלל מדינות האזור. עם זאת, טווח ההתייחסות לקבלת החלטות הינו, במקרה הטוב, ברמה הלאומית בלבד. לפיכך, יש לבחור מהי פרספקטיבת ההתייחסות של אומדן העלויות והתועלות. החלופות הן:
- ✓ לוקלי אזורי- ההתייחסות היא ברמת העלויות והתועלות לאזור ים המלח בלבד- התייחסות זו אינה סבירה שכן כל פיתרון מחייב הקצאת משאבים החורגת בהרבה מיכולתו של האזור לספק.
- ✓ לאומי- יש היגיון רב במדידת העלויות והתועלות למדינת ישראל בלבד, שכן קבלת החלטות, תתרחש במידה רבה במסגרת מדינתית. יתרה מזאת, מרבית התועלות והעלויות נכללות במסגרת הלאומית. נקודת התייחסות זו משלימה את הראיה האזורית, במיוחד כאשר יש אי סימטריה לאומית במאזני העלות והתועלת.
- ✓ בינלאומי אזורי (המדינות הגובלות או המשפיעות מבחינת מאזני המים).
- ✓ בינלאומי כלל עולמי- בא לידי ביטוי בנכונות של מדינות העולם לסייע בפתרון הצלת הנכס הכלל עולמי.

התייחסות לסיכונים ולחוסר וודאות

בעיה נוספת מהותית בחישוב התועלות והעלויות היא בעיית הסיכון וחוסר הוודאות. רמת חוסר הוודאות בשלב זה אינה מאפשרת סכימה ממשית של העלויות והתועלות על מנת לקבל תמונה כוללת של ההשוואה בין החלופות.

באופן עקרוני, היכולת היחידה להתמודד עם סיכונים/חוסר וודאות היא באמצעות חישוב העלות לפי מכפלת ההסתברות להתממשות הסיכון בעלות הסיכון. אולם גם חישוב זה מותנה בהערכה סבירה של ההסתברות לסיכון. עבור חלק מהחלופות, הסיכונים וחוסר הוודאות אשר מאפיינים את חלופות הפעולה בנושא ים המלח, אינם מאפשרים לתת אומדן שלם של סך העלויות/תועלות.

התייחסות לתהליכים הפיכים ותהליכים בלתי הפיכים

בעיה נוספת נובעת מההגדרה השרירותית של נקודת המוצא לחישוב התועלות והעלויות. אנו בוחנים כעת את העלויות והתועלות ממניעת תהליך הנמצא כעת בעיצומו. לפיכך, חלק גדול מהעלויות איתן מתמודדות החלופות השונות (או מנסות למנוע) כבר התרחשו, וקיימת אי ודאות באשר למידת ההפיכות של המשך הנזק.

לדוגמה, תופעת הבולענים: הנזק הנובע והעתיד להיגרם מהתופעה לא ימנע כתוצאה מייצוב המפלס ואף מעליה מחודשת שלו לרמות היסטוריות. לפיכך, לכאורה אין טעם להכליל את תופעת הבולענים כעלות אי פעולה של חלופת האפס, שכן היא אינה **תוצאה** של החלופה אלא מצב נתון בנקודת המוצא. עם זאת, קיימת האפשרות שהבעיה **תחריף** עקב המשך ירידת המפלס, או תיפסק ותתיצב עם ייצוב המפלס. שוב מרכיב חוסר הוודאות כאן הוא משמעותי. עקב כך, העלות שתיוחס לתופעה תחושב כאילו היא קשורה ישירות להמשך ירידת המפלס.

ב. חלופת "עסקים כרגיל" (חלופת האפס)

עלויות אקטיביות-

בחלופה זו אין כלל עלויות אקטיביות שכן שום פעולה לא ננקטת לשם שיקום או הצלה של ים המלח.

עלויות אי פעולה -

נחלקות, כאמור, לעלויות חיצוניות המבוססות שוק ועלויות חיצוניות שאינן נמדדות באמצעות שוק, אשר נובעות מהמשך ירידת המפלס, עיקר ההשפעות תוארו במסמך המרכזי. את העלויות ניתן לחלק באופן הבא:

- עלויות הנובעות מנזקי תשתית (בולענים) והשקעות הנובעות משינויי המפלס (כמו הזזת מערכות קצה וכו')-
- עלויות הנובעות לחקלאות האזורית עקב זניחת אזורי עיבוד (כתוצאה מבעיית הבולענים)
- עלויות לתיירות בעקבות:
 - ניתוק הנגישות בין אתרי התיירות לחוף הנסוג וירידת האטרקטיביות של האתר
 - אבדן הכנסות עקב חוסר היכולת לפתח אתרי תיירות חדשים, עקב חוסר היציבות של התשתית הפיזית
- אבדן מי תהום מהאוגר החד פעמי
- תועלת- ייעול תהליכי הפקת המלח של מפעלי המלח עקב עליית ריכוז המלח באגן הצפוני במסגרת מסמך המדיניות לעתיד ים המלח של מכון ירושלים נבחנו ונאמדו חלקית עלויות אלו. ניתן לסווג באופן גס את העלויות הנ"ל לעלויות משמעותיות ומשמעותיות פחות. העלויות הקשורות בנזקי תשתית, פגיעה באקוויפר המים ופגיעה בחקלאות הינן **(באופן יחסי ובפריסה לאורך שנים רבות)** נמוכות, ומסתכמות במיליוני ₪ בודדים עד עשרות מיליוני ₪ במהלך שנה. עלות משמעותית יותר עשויה להיות הנזק לתיירות הקיימת והתיירות הפוטנציאלית. חשוב מאד לציין כי הרוב המכריע של המלוונות ובתי ההארחה בחלק הישראלי מצויים על גדת בריכה 5 (בחלק הדרומי של האגם) שאמורה בכל מקרה לא להיפגע, כיוון שמפעלי המלח ממלאים אותה באופן רציף. מכאן שהנזק התיירותי הישיר אינו כה משמעותי, אם כי לירידת המפלס יהיה ערך תיירותי מצטבר שלילי.
- להלן מספר נתונים ממסמך המדיניות והערכת סדר הגודל של עלויות אי הפעולה.
ערך הפדיון של המלוונות באזור ים המלח עמד על כ 123 מיליון \$ בשנה. מתוך ערכים אלו יש לחשב את הערך מוסף הגולמי של התיירות באזור+ (כ 30%) - ולהוסיף את המקבילה הירדנית, נניח שהפגיעה בתיירות תעמוד על 25% מהערך המוסף הגולמי בשנה. לזה יש להוסיף את הפוטנציאל הלא ממומש עקב הקיפאון התיירותי תכנוני שקשה מאד להעריך את גודלו, אבל יש לזכור כי חלק גדול מהערך המוסף מהקמת מלוונות חדשים באזור ים המלח הינו על חשבון הכנסות מתיירות באזורים אחרים בארץ.
- למול עלויות אלו יש לקחת בחשבון את התועלת הנובעת למפעלי ים המלח מהמשך המצב הקיים.

עלויות חוץ שוקיות (non market)

המניע העיקרי למצוא פיתרון לבעיית ים המלח לא נובע מהעלויות הכלכליות שפורטו לעיל. המוטיבציה העיקרית היא הרצון "להציל את ים המלח" כערך טבע נוף ואקולוגיה יחיד במינו. הצורך ההולך וגובר במציאת ערכם של נכסים סביבתיים חסרי ערך שוק הביא לפיתוח של גישות עקיפות למדידת הערך. קיים כבר ניסיון מחקרי של כמה עשרות שנים בעריכת מחקרים מסוג זה. מחקרים אלו משמשים בפרקטיקה בחישובי פיצויים שבהם מחויבים פוגעים בסביבה לשלם לחברה או לתקן, ומשמשים גם בתוך ניתוחי עלות תועלת לקבלת החלטות. במסגרת מסמך מדיניות לעתיד ים המלח נאמד ערכו של ים המלח באמצעות השיטות העקיפות הללו. שתי השיטות אשר שימשו הן שיטת עלות הנסיעה ושיטת ההערכה המותנית.

שיטת עלות הנסיעה

מתוך המחקר עולה כי סך כל התועלת הנובעת מים המלח עומדת על 670 מיליון ₪ בשנה, בהסתמך על שיטת עלות הנסיעה.

פירוט מלא של הממצאים ניתן למצוא במסמך המדיניות. אולם נעיר כאן כי אין חפיפה מלאה בין הערך הנ"ל לבין עלות האי פעולה לעצירת ירידת המפלס של ים המלח. שכן, אי נקיטת פעולה אין משמעותה אבדן מוחלט של ים המלח אלא פגיעה (משמעותית אמנם) שגם היא, תתרחש לאורך זמן רב. מכאן, שיש להתייחס לחלק (יחסית קטן) מערך זה כעלות אי הפעולה במסגרת חלופת האפס. כמו כן יש לנכות את הפסד התועלת הנובע שחושב בגין המבקרים באגן הדרומי (ראה הערה בעמוד קודם). לפיכך סביר כי הנזק לא יעלה על 25% מהפרמטר הנ"ל (מבוסס על מסמך מדיניות לעתיד ים המלח, 2005).

שיטת ההערכה המותנית

לפי גישת ההערכה המותנית נמצא כי המוכנות לשלם הכוללת של הציבור הישראלי לעצירת ירידת המפלס עומדת על 177 מיליון ₪ בשנה. ערך זה מתחלק ל 97 מיליון ₪ ערך אי שימוש לעומת 80 מיליון ₪ ערך שימוש. בהנחה כי עשויה להיות ספירה כפולה של ערכי השימוש ביחס לערך השימוש שנמצא בגישת עלות הנסיעה, נכליל רק את ההערכה המתבססת על ערכי אי השימוש כרלוונטיים בתוך עלות אי הפעולה (מבוסס על מסמך מדיניות לעתיד ים המלח, 2005).

נספח 3: סקירת מאזני המים לים המלח

עבודת רקע לבחינת חלופת הזרמת מי ירמוך/ירדן להפסקת ירידת מפלס המים בים המלח הצפוני

רקע

הירידה הקבועה במפלס המים של ים המלח הצפוני גורמת לנזקים סביבתיים וכלכליים למדינת ישראל ולממלכת ירדן. מדובר על פגיעה נופית, היווצרות בולענים, נסיגת חופים המשמשים לתיירות, נסיגת מוצאי קליחה של מעיינות, החמרת נזקי ארוזיה של מערכות כבישים ותשתיות אחרות, כתוצאה ממיחתור לאחור של נחלים, ועוד.

בשנים האחרונות הועלו על ידי גורמים שונים הצעות למיתון הנזקים ושיקום המפלסים. אחת החלופות שמועלות הינה חלופה הממליצה על חידוש הזרמת מי הירדן בהיקף כמותי שיביא לעצירת תהליך ירידת המפלס. הכמות השנתית שתביא לעצירת הירידה במפלס הים מוערכת בכ- 1,050 מלמ"ש. כמות מים זו נכונה למצבו הנוכחי של הים (ללא שיכוב) ובמסטר צריכת מים הנוכחי של מפעלי ים המלח ב ישראל.

מטרת התזכיר

התזכיר הנוכחי נועד לסכם את מאזן המים לים המלח ולשמש כרקע לבדיקת הייתכנות בחידוש הזרמת המים אליו כדי לעצור ואולי אף לשקם את מפלס מי הים. במיוחד אמור התזכיר לזהות את מקורות המים השונים בהבחנה מדינתית. זאת כדי לבחון סבירות הפסקת השימוש במים אלו בכל אחת מהמדינות התורמות למאזן ו/או לגריעת המים.

שלבים

מקורות המים הטבעיים באגן היקוות ים המלח: אגן ירדן/כנרת; אגן הירמוך; אגני נחלי הצד. צרכני ושימושי המים הטבעיים באגן ים המלח (בתחום ירדן, סוריה, לבנון וישראל). התפתחות שימושי המים הנ"ל (בהבחנה גיאוגרפית/מדינתית) על ציר הזמן, החל משנות הארבעים ועד היום (כולל תוכניות פיתוח עתידיות). חלוקת התרומה של כל קבוצת מקורות (בהבחנה גיאוגרפית/מדינתית) לירידת מפלס המים בים המלח הצפוני.

מקורות המידע

- דוחות המכון הגיאולוגי. (המכון הגיאולוגי עוסק באינטנסיביות בנושא ים המלח – כחלק מהמחקרים בעניין תעלת הימים).
- עבודות שונות על התפתחות השימוש במים בירדן ובאגן הירמוך הסורי.
- עבודות CES שנעשו עבור ממלכת ירדן בשנות התשעים (The Storage System Projects)

ממצאים ותוצאות

כללי

חישובים אחרונים, שנעשו במכון הגיאולוגי בירושלים, מורים על פער במאזן המים של ים המלח המגיע לכ- 600 מלמ"ש. הפרש זה בין כניסות מים ממקורות שונים, כפי שיפורט להלן, לבין ההתאדות משטח גוף המים הצפוני (ששטחו כיום כ- 650 קמ"ר) יוצר מציאות של ירידת רום מפלס המים בקצב של כ- 1 מ' לשנה. ההערכות הן שקצב ההתאדות ילך ויקטן, ככל שריכוז המלחים בים ילך ויעלה.

ההתאדות הנוכחית מים המלח הצפוני מוערכת ע"י חוקרי המכון הגיאולוגי בכ- 800 מלמ"ש. עוד כ- 500 מלמ"ש נשאבים ע"י מפעלי האשלג של ישראל וירדן. ואולם – רק כ- 250 מלמ"ק אובדים בהתאדות בתחום הבריכות התעשייתיות. 250 מלמ"ק שנשאבו מוחזרים לים הצפוני בניקוז גרביטציוני. לאור ההערכות הנ"ל, סך כל האיבודים מהים הצפוני מוערכים בכ- 1,050 מלמ"ש. זו הכמות הנדרשת לקיום מפלס יציב – במצבו הנוכחי של הים ובמסטר הזרימות הממוצעות, כפי שקיים בעשורים האחרונים. ההערה האחרונה חשובה לאזכור משום העובדה שים המלח הצפוני, במצבו הנוכחי, אינו משוכב. אם מציאות זו תשתנה והיא יכולה להשתנות אם יוזרמו אליו כמויות גדולות של מים בעלי ריכוז מלחים נמוך מהריכוז הקיים ובטמפי' שונה, אז יחזור מצב אפשרי לשיכוב וקצב האידוי יגבר.

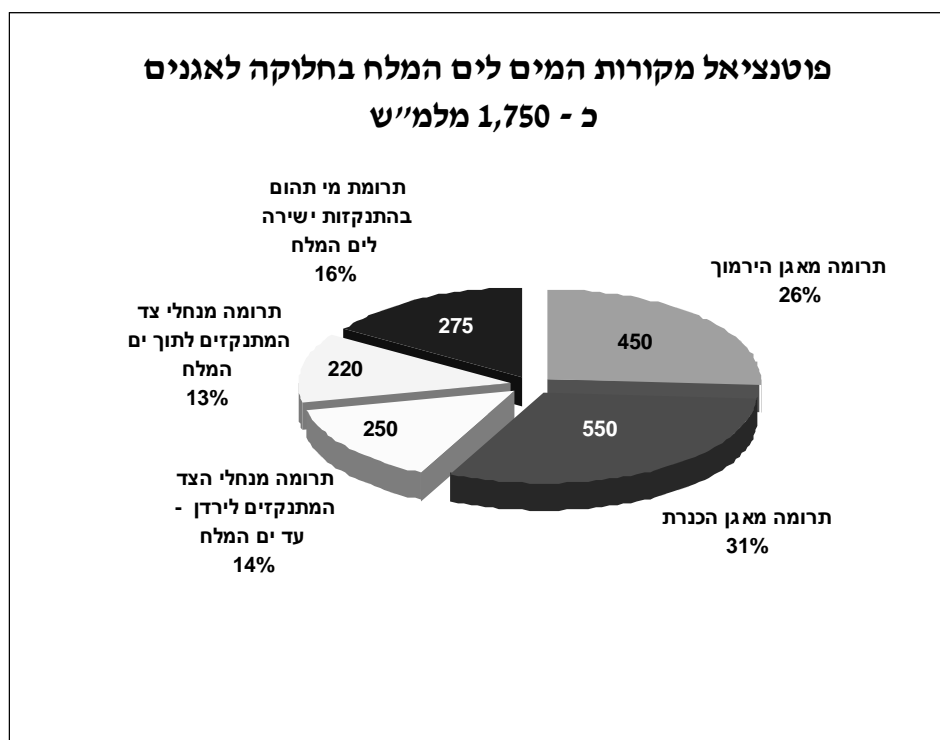
אומדן לסיכום מאזני המים כדלקמן:

מלמ"ש	כניסות
400	זרימות עיליות ומי תהום לים הצפוני (יפורט בהמשך)
50	גשם ישיר
250	ניקוז חוזר ממפעלי ים המלח
700	סה"כ כניסות

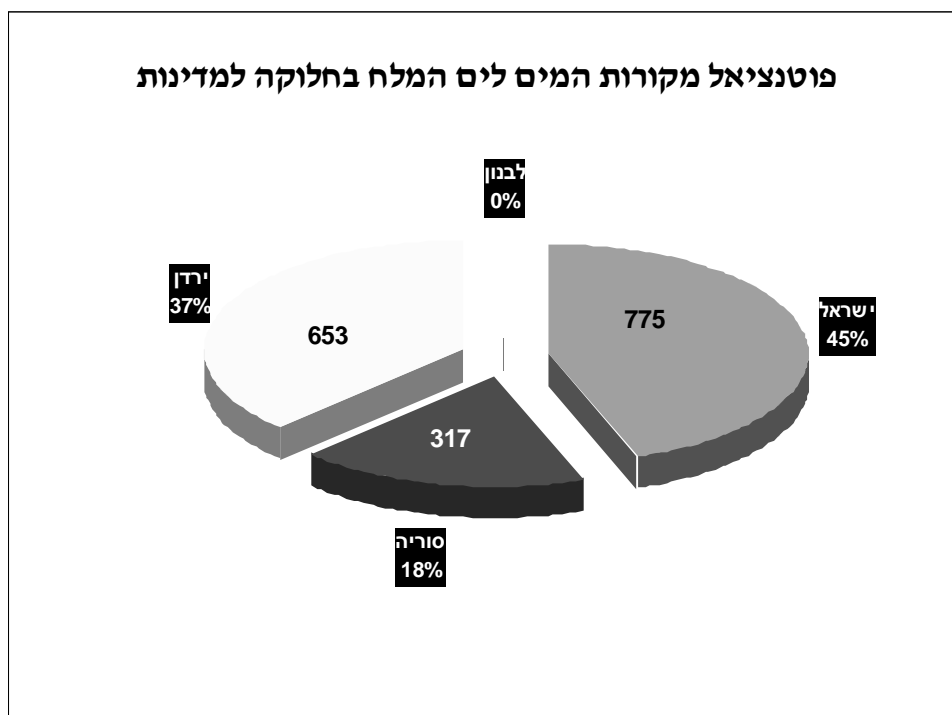
יצאות	
אידי	800
שאיבה למפעלי האשלג	500
סה"כ יציאות	1,300
פער במאזן, מתבטא בירידת מפלס המים באגם בכ-1 מ' (בשנה)	- 600

פוטנציאל המים לים המלח

בתרשימים שלהלן מסוכמים אומדני מקורות המים הטבעיים לים המלח בהבחנה לתאי השטח ההידרולוגיים ובחלוקה גיאוגרפית של המקורות על פי המדינות שבהם נמצאים מקורות אלו. פרוט נתוני התרשימים מצורפים בסוף הסקירה.



פוטנציאל מקורות המים ליס המלח בחלוקה למדינות



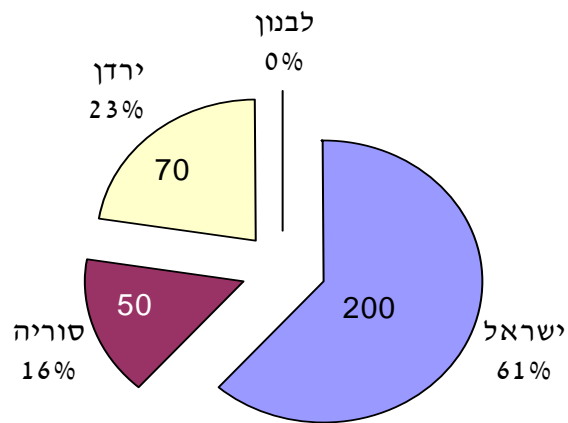
ניצול מקורות המים הטבעיים באגן ים המלח

בתרשימים שלהלן מסוכמים אומדני השימוש שנעשה במים הטבעיים באגן ים המלח. הצגת השימושים נעשית בהבחנה לתאי השטח ההידרולוגיים ובחלוקה למדינות שבהם נמצאים מקורות המים. הנתונים מבוססים על מידע שנאסף ממקורות שונים שביצעו הערכות וניתוחים הידרולוגיים. איסוף נתוני הזרימה אינו מבוצע באופן רצוף ומהימן ולכן רמת הדיוק הכמותי והחלוקה בין המדינות אינה מדויקת ונועדה לצורך הערכת סדרי גודל בלבד.

נתוני הצריכה בשנות השישים הם בטרם הקמה והפעלת מפעלי המים הגדולים בישראל (מפא"ר), בירדן (KAC) ובסוריה (מאגרי החורן). ההערכות הן של היקף החקלאות בתחומי האגנים. הערכת שימוש במי הירמוך ע"י ישראל מבוססת על הגרסא והפרשנות הישראלית לטיטת הסכס ג'ונסטון. הערכת הניצול הסורי בשנות האלפיים מבוססת על הסכס "אל ווחדה" (1987) ועדכונים נוספים. הערכת הניצול הירדני בתחזיות לעתיד מבוססת על פרוגרמות ירדניות להקמת סכר אל ווחדה במעלה הירמוך, תוכניות האגירה של נחלי הצד המזרחיים וניצול מי התהום האגן הארנון.

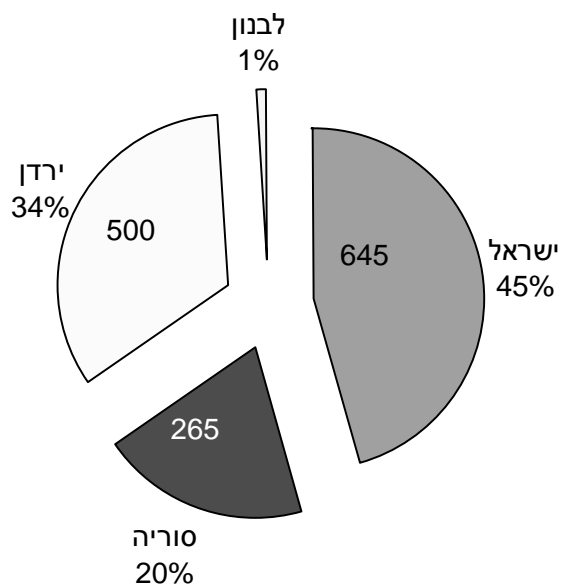
התחזית לעתיד של שימושיים בתחום ישראל אינה לוקחת בחשבון ניצול מעיינות קנה וסמר ולא שינויים שעשויים/עלולים לקרות בתפוקת מעיינות אלו ומעיינות הגלבע, כתוצאה מהגברת השאיבה הפלסטינית במעלה האקוויפרים המזיניים מקורות אלו. פרוט נתוני התרשימים מצורפים בסוף הסקירה.

ניצול מים באגן ים המלח בשנות השישים
סה"כ כ - 320 מלמ"ש



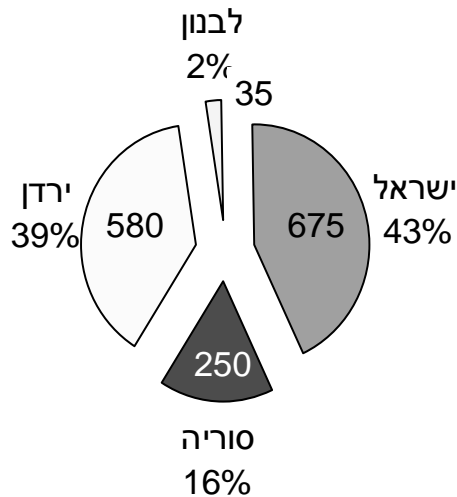
זרימה נותרת לים המלח כ - 1,435 מלמ"ש

ניצול מים האגן ים המלח סביב שנות האלפיים
סה"כ כ - 1,420 מלמ"ק



זרימה נותרת לים המלח כ - 425 מלמ"ש

**ניצול מים באגן ים המלח -תחזית לעתיד
סה"כ כ-1,550 מלמ"ק**



זרימה נותרת לים המלח כ- 200 מלמ"ש

שימושים ומקורות מים בתחום ממלכת ירדן ודרום סוריה.

בחינת ייתכנות הפסקת השימוש במקורות המים לים המלח מחייבת הערכה ריאלית לאפשרות זו על ידי המדינות השכנות. לגבי מדינת ישראל הנושא מוכר וברור מבחינת האפשרויות והמשמעויות הכרוכות בהמרה של מי המפא"ר במים המיוצרים במתקני התפלה. לגבי ירדן וסוריה, קיים צורך לבחון בחינה ראשונית את שימושי המים ומידת חיוניותם.

הערכה כללית על צרכי המים בתחום ממלכת ירדן-

הביקוש למים בממלכת ירדן הסתכם בתחילת שנות התשעים בכ- 980 מלמ"ש. בשנת 2010 צפויה הצריכה לעמוד על כ- 1,400 מלמ"ש ובשנת 2020 כ- 1,600 מלמ"ש. מקורות המים הקיימים בתחום ירדן מסתכמים כיום בכ- 900 מלמ"ש, בשנת 2010 יגדלו לכ- 1,100 מלמ"ש ובשנת 2020 לכ- 1,150 מלמ"ש.

בשלב הפיתוח המלא (2020) יהוו מי הירמוך 50% מכלל מקורות המים של ממלכת ירדן (כ- 580 מלמ"ש). שאר המים יבואו מניצול מקורות מי תהום בצפון ירדן ובגבולה עם סעודיה, התפלת מליחים והשבת קולחים.

על פי האמור לעיל הרי שבשנת 2020 צפויה ירדן למחסור של כ- 450 מלמ"ש. אם תוותר ירדן על שימוש במי הירמוך יוכפל הגרעון, שנראה כגדול מאד - גם ללא תסריט ויתור על מי הירמוך - לצורך שיקום מפלסי ים המלח.

הערכה כללית לצרכי המים בתחום אגן הירמוך בדרום סוריה.

השימוש במי אגן הירמוך בתחום דרום סוריה משתרע בארץ החורן, ממורדות החרמון הצפון ועד למורדות גיאבל דרוז במזרח. זהו חלקו הגדול של אגן הירמוך. מתוך מאזן שנתי ממוצע של כ- 470 מלמ"ש, נתרמים מהשטח הסורי כ-320 מלמ"ש בממוצע רב שנתי. בשנת 1987 נחתם הסכם בין ממלכת ירדן לסוריה, שבו סוכמה חלוקת המים מאזור זה: כ-170 מלמ"ש אמורים להיות בשימוש הסורים (וזאת בנוסף לשימוש במי מעיינות המצויים באזור) והיתרה לטובת ירדן. המים לטובת ירדן אמורים היו לזרום למורד הירמוך וכן להיאגר במאגר גדול שיוקם במעלה הזרימה, כאשר האנרגיה שתופק במאגר תהיה לשימוש ההתיישבות הסורית בחורן. בפועל הקימו הסורים מערכת מאגרים במרחב החורן שעושה שימוש בכ-220 מלמ"ש ומותירה לירדנים הרבה פחות ממה שסוכם בהסכם האחדות בשנת 87. בהערת אגב נעיר כי על פי טיוטת הסכם ג'ונסטון - סוריה אמורה הייתה לעשות שימוש רק ב-90 מלמ"ש, ישראל ב-20 (40 עפ"י הפרשנות הישראלית להסכם) והיתרה כולה הייתה אמורה לשרת את צרכי ממלכת ירדן.

מאז הסכם האחדות פיתחו הסורים מערכת מאגרים גדולה ביותר על יובלי הירמוך (רוקאד, עלן, ארם, זידי ועוד) בנפח אגירה כולל של למעלה מ-200 מלמ"ק. במורדות המאגרים פותחה רשת ענפה של תעלות השקיה והאזור כולו הפך לשטח חקלאי בעיבוד אינטנסיבי. אוכלוסיית האזור גדלה מאז שנות השבעים מכ-70 אלף נפש לכמליון תושבים, שחלק ניכר מהם עוסק בחקלאות. על פי האמור לעיל הרי שפיתוח משאבי המים בדרום מערב סוריה, מבוסס כולו על מי מקורות הירמוך ומשרת צרכים כלכליים והתיישבותיים בעלי חשיבות עליונה לסוריה. אין שום תסריט סביר בעתיד הנראה לעין, המצביע על ייתכנות כלכלית או פוליטית לויתור סורי כלשהו לשימוש במי הירמוך - לצורך שיקום מפלסי ים המלח.

סיכום

האפשרות לעצור תהליך ירידת מפלס ים המלח ולייצבו במפלס הנוכחי, ללא שיקום מפלסים, מצריך תרומת מים של כ-1.1 מיליארד מ"ק לשנה. חלקה היחסי של ישראל בכמות הנ"ל הינו כ-500 מלמ"ש (45%) במצב הניצול הנוכחי וכ-470 מלמ"ש (43%) על פי תחזיות פיתוח לעתיד. מימוש מלא מצד ישראל יאט את קצב ירידת המפלס אך לא ישנה את מגמת תהליך ירידת המפלס. לאור שימושי המים האינטנסיביים בתחום ממלכת ירדן ובדרום מערב סוריה, יהיה זה יותר מסביר לשער ולהעריך שהפסקה או אפילו צמצום ניצול המים בסוריה, ירדן ולבנון אינה תרחיש ריאלי. זאת כל עוד לא נראה בעין מקור חלופי ממשי עבור צרכי המים של מדינות אלו, כל שכן, במצב הגיאופוליטי הקיים באזור.

טבלאות עזר:

אומדן פוטנציאל מקורות המים לים המלח.
 הערכות ניצול המים ע"י ירדן, סוריה, ישראל ולבנון בשנות השישים, שנות האלפיים ותחזית לעתיד.
 חלוקת מי הירמוך על פי טיוטת הסכם ג'ונסטון.
 מקורות ושימושי מי הירמוך בתחום סוריה.

פוטנציאל מקורות המים באגן ים המלח

מלמ"ש	מדינה				חלוקה לתאי שטח התורמים לים המלח
	לבנון	ירדן	סוריה	ישראל	
450		133	317	0	תרומה מאגן הירמוך
550				550	תרומה מאגן הכנרת
280		200		80	תרומה מנחלי הצד המתנקזים לירדן - עד ים המלח
220		200		20	תרומה מנחלי צד המתנקזים לתוך ים המלח
275		150		125	תרומת מי תהום בהתנקזות ישירה לים המלח
1775		683	317	775	סה"כ פוטנציאל מקורות המים לים המלח [ללא גשם ישיר]

ניצול מקורות המים וחישוב הזרימה הנותרת במעלה וסביב ים המלח - בשנות השישים

מלמ"ש	מדינה				חלוקה לתאי שטח התורמים לים המלח	
	לבנון	ירדן	סוריה	ישראל		
120		30	50	40	ניצול	מאגן הירמוך
370		103	267		זרימה נותרת	
100				100	ניצול	מאגן הכנרת
450				450	זרימה נותרת	
70		20		50	ניצול	נחלי הצד המתנקזים לירדן - עד ים המלח (כולל שאיבה ישירה מהירדן המשותף)
210		180		30	זרימה נותרת	
10		10		0	ניצול	נחלי צד המתנקזים לתוך ים המלח
210		190		20	זרימה נותרת	
10		10		0	ניצול	מי תהום בהתנקזות ישירה לים המלח
265		140		125	זרימה נותרת	
310	0	70	50	190	ניצול	סה"כ עד שנות ה-60
1465		613	267	585	זרימה נותרת בשנות ה-60	

ניצול מקורות המים וחישוב הזרימה הנותרת במעלה וסביב ים המלח - בשנות ה-2000

מלמ"ש	מדינה				חלוקה לתאי שטח התורמים לים המלח	
	לבנון	ירדן	סוריה	ישראל		
440		150	265	25	ניצול	מאגן הירמוך
52			52		זרימה נותרת	
540	10			530	ניצול	מאגן הכנרת
20		0	0	20	זרימה נותרת	
180		150		30	ניצול	נחלי הצד המתנקזים
100		50	0	50	זרימה נותרת	לירדן - עד ים המלח (כולל שאיבה ישירה מהירדן (המשותף)
110		100		10	ניצול	נחלי צד המתנקזים לתוך ים המלח
50		50	0		זרימה נותרת	
80		70		10	ניצול	מי תהום בהתנקזות ישירה לים המלח
195		80	0	115	זרימה נותרת	
1350	10	470	265	605	ניצול	סה"כ סביב שנת 2000
435		213	52	170	זרימה נותרת בשנות ה-2000	

ניצול מקורות המים וחישוב הזרימה הנותרת במעלה וסביב ים המלח - תחזית לעתיד

מלמ"ש	מדינה				חלוקה לתאי שטח התורמים לים המלח	
	לבנון	ירדן	סוריה	ישראל		
475		200	250	25	ניצול	מאגן הירמוך
67			67		זרימה נותרת	
585	35			550	ניצול	מאגן הכנרת
0		0	0	0	זרימה נותרת	
280		200		80	ניצול	נחלי הצד המתנקזים לירדן - עד ים המלח (כולל שאיבה ישירה מהירדן המשותף)
0		0	0	0	זרימה נותרת	
220		200		20	ניצול	נחלי צד המתנקזים לתוך ים המלח
0		0	0	0	זרימה נותרת	
50		50			ניצול	מי תהום בהתנקזות ישירה לים המלח
225		100	0	125	זרימה נותרת	
1610	35	650	250	675	ניצול	סה"כ תחזית לעתיד
200		33	67	100	זרימה נותרת בעתיד	

הסכם ג'ונסטון

מדינה	כמות שנתית	
סוריה	90	
ירדן וישראל	377	ירדן אמורה להתיר ניצול קיץ לישראל של 25 מלמ"ש (40 בגירסה הישראלית) וכן שימוש בכל מי החורף שאינם בניצול ירדן.
סה"כ	467	

מקורות ושימושי מי הירמוך בתחום אגן היקוות הירמוך בתחום הסורי.

מקורות	שימושים		הערות
	ממוצע שפיעה	מחוז/ פרויקט	
אל ראקד	85	דרעה	119
אל עלאן	38	קוניטרה	45
אל חריר	28	סוידאא'	30
אל ד'הב	15	סה"כ	194
אל זידי	21	אל ת'ורה ומזיירב	70
סה"כ	187	סה"כ כללי	264
מעיינות	130		
סה"כ זרימות ירמוך ומעיינות	317	יתרה לשימושי	53
			על פי הסכם אל ווחדה (1987) חלקה של סוריה מגיע ל 166 מלמ"ש בלבד.
			על פי הסכם ג'ונסטון חלקה של סוריה 90 מלמ"ש בלבד.

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

1 מבוא

מוסד נאמן הוקם בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל נאמן. מטרת המוסד ודרך פעולתו פורטו במסמכי ההקמה: "מוסד נאמן מוקם לסייע בחיפוש פתרונות לבעיות הלאומיות בתחום הפיתוח הכלכלי, המדעי והחברתי במדינת ישראל"; "בחירת נושאי הפעילות תותנה על ידי השאיפה לעידוד בפתרון בעיות המדינה לטווח בינוני וארוך, תוך ניצול מאגר כוח האדם המדעי והטכנולוגי הנמצא בטכניון וגיוס צוותות המורכבים מאנשי הטכניון ומחוצה לו לתקופות מוגבלות אשר ירכזו מאמציהם בנושאים שנקבעו".

להשגת יעדים אלה מקדם מוסד נאמן מחקרי מדיניות ומדיניות מו"פ מתוך כוונה לגבש על בסיסם ניירות עמדה ומסמכי מדיניות, אשר יובאו לפני הציבור המקצועי והציבור של קובעי המדיניות, ויצגו לפנייהם חלופות שונות לקבלת החלטות.

2 ייעוד והיקף פעולה

הדגש העיקרי בפעילות המקצועית במוסד נאמן היא באותם תחומים שהם בפן הביניים, שבין מדע וטכנולוגיה ובין כלכלה וחברה. הפעילות בתחומי ביניים אלה הינה חשובה כיום יותר מאשר אי פעם בעבר, וזאת משום שבתקופתנו המדע והטכנולוגיה הם הכוח המניע לקידום ושגשוג כלכלי ויש להם השפעה מהותית על איכות החיים ועל מגוון של היבטים חברתיים. זה הייחוד של מוסד נאמן כמכון למחקרי מדיניות. היבט חשוב נוסף לפעילות בתחומי ביניים אלה אמור להיות האימפקט שלהם על המחקר המדעי והטכנולוגי ועל קביעת סדרי עדיפויות בתחומים אלה. קשרי הגומלין ההדוקים בין מדע וטכנולוגיה ובין כלכלה ובין חברה יוצרים מערכת מורכבת של היזונים הדדיים וכתוצאה מכך ההתפתחות המדעית והטכנולוגית כיום אינה מתנהלת בדרך עצמאית לחלוטין כפי שהיה בעבר הלא רחוק. היא מושפעת בצורה גוברת והולכת על ידי צרכים כלכליים וחברתיים. לפיכך, ההבנה של קשרי גומלין אלה הינה אלמנט חשוב נוסף בקביעת מדיניות מחקר ותחומי מחקר באוניברסיטאות ובמכוני מחקר.

3 מבנה ודרך פעולה

מוסד נאמן ממוקם בתוך קמפוס הטכניון ונהנה מהשתתפות של מוסד זה. יחד עם זאת מוסד נאמן הינו גוף עצמאי מבחינה משפטית ומנהלית. מבנה זה מאפשר לו פעולה יעילה למילוי ייעודיו בכל הקשור לגמישות בהרכבת צוותי חוקרים ומומחים, הכוללים גם נציגים מאוניברסיטאות וגופים מחוץ לטכניון, הדרושים לפעילות הבין-תחומית.

4 פעילות מקצועית

סקירות של פרויקטים שונים, שבוצעו במוסד נאמן מוצגות בדיווחים השנתיים המופצים בציבור. חומר זה ופרסומים אחרים מוצגים באתר האינטרנט של המוסד www.neaman.org.il.

תחום מחקרי מדיניות לאומית הקשורים במדע וטכנולוגיה הנו גרעין הפעולה של מוסד נאמן. הוא משתלב בפעילויות יישום ופעולות משלימות נוספות, שעיקרן הוא יצירת קשר עם השטח, בכל הקשור לנתונים הנדרשים למחקרי מדיניות, שמטרתן ליצור תודעה בציבור המקצועי ובציבור מקבלי ההחלטות כדי ליישם את מחקרי המדיניות. הפעילות במחקרי מדיניות מקיפה ארבעה תחומים עיקריים: מדע-טכנולוגיה-כלכלה; סביבה תשתית ותכנון לאומי; טכנולוגיה וחברה; חינוך אוניברסיטאי, הון אנושי והתפתחויות מדעיות. פעילויות היישום כוללות, בין השאר, ייזום וניהול של השותפים האקדמיים בקונסורציה שבמסגרת מגנט ומאגרי מידע לשימוש החוקרים והציבור הרחב.

ים המלח, הים הנמוך והמלוח ביותר בעולם, נתון כיום במצב של פגיעה סביבתית חמורה. שאיבת מים מהירדן, הכינרת והירמוך לישראל, ירדן וסוריה, וכן שאיבת מי ים המלח למפעלי התעשיות של ים המלח בישראל ובירדן, מצמצמות בהתמדה את אספקת המים לימה. למעשה, "נגמרו" הזרימות הטבעיות. הגרעון ההידרולוגי בים המלח, הינו 600-700 מיליון מ"ק לשנה. חלה ירידה מתמדת במפלס בשיעור של כמטר לשנה. במידה ולא יחול מפנה בתהליכי הידלדלות הים, ירד המפלס בעוד כ-150 מטר עד שיתייצב כפי הנראה כימה קטנה יותר במפלס של כ-550 מטר מתחת לפני הים. בנוסף לירידת המפלס צפויות בעיות סביבתיות קשות הנובעות מנסיגת קו החוף כמו בולענים, משטחי בוץ, חתירה של נחלים לאחור וכו'.

בעבודה המוגשת ע"י מוסד שמואל נאמן, ביזמה ובשיתוף המועצות האזוריות תמר ומגילות, מכון ים המלח למחקר, פיתוח ולימוד, מפעלי ים המלח ועמותת "נגב בר קיימא" ומכון צוקרברג לחקר המים באוניברסיטת בן גוריון נבחנות מוצגות החלופות השונות לשיקום ים המלח ונהר הירדן. במסגרת הסקירה מוצגות שלוש חלופות עיקריות:

- **"עסקים כרגיל"** - הצגת חלופה זו, מטרתה לסקור את נושא שינויי המפלס על השפעותיה השונות, במקרה בו לא ינקטו צעדים לשיקום הימה.

- **הזרמת מי ים המלח** - חלופת ההזרמה של מי ים מאזור אילת-עקבה לים המלח, נמצאת על הפרק בימים אלו, אם כי קיימות תתי חלופות נוספות שיש לקחת בחשבון. בחלופה זו, יש כוונה לנצל את המים והפרש הגבהים על מנת לייצר אנרגיה, להתפיל את המים ולהוליך את המים המותפלים למשק המים הירדני המדולדל. מי הרכז, יועברו לים המלח על מנת לשקמו ולייצב את מפלסו. בחלופה זו סיכונים סביבתיים המחייבים בדיקה מעמיקה, לפני שניתן יהיה להתחיל בפרויקט.

- **הזרמת מי הירדן** - קיימת הצעה לחזרה למצב בו הירדן מספק מספיק מים לשם שמירה על המפלס ההיסטורי של ים המלח.

מטרת עבודה זו הינה פריסת התמונה הרחבה בפני הגורמים השונים הקשורים לפרויקט, בפני הציבור בישראל ובארצות הסמוכות.

הנחת העבודה היא כי קבלת התמונה הרחבה בסוגיית ים המלח תאפשר דיון אמיתי בבחינת החלופות השונות ותבטיח קבלת החלטה שקולה יותר לבחירת החלופה שתביא תועלת מרבית ברמת סיכון סביבתי מינימאלי באזור.

