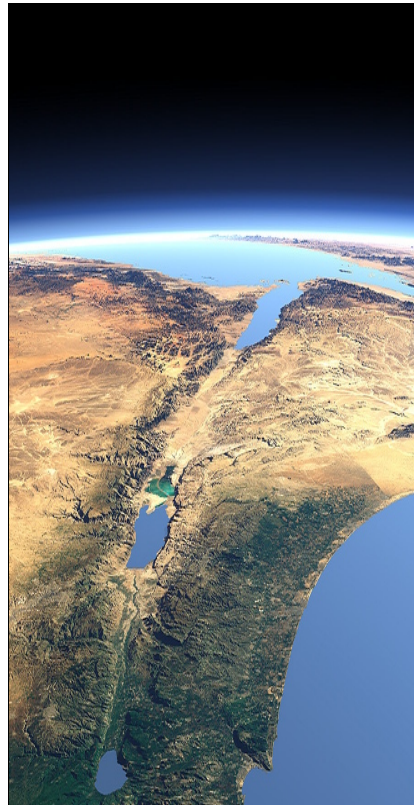


בדיקת היתכנות במסגרת תכנית לבדיקת מערך הולכת המים בפרויקט ים סוף – ים המלח

טיוטת הדוח הסופי של בדיקת ההיתכנות

סיכום



יולי 2012

דוח מס. 04 RP 12 147

טיוטת הדוח הסופי של בדיקת ההיתכנות

סיכום

תוכן עניינים

1.....	מבוא	1.
2.....	נתונים בסיסיים ותנאים טבעיים	2.
4.....	שינוי אקלימי	3.
4.....	ים סוף	4.
7.....	ים המלח	5.
12.....	מאזן המסות של מי ים המלח	6.
16.....	תרחיש 'ללא פרויקט'	7.
18.....	קצבי הזרימה, תצורות הזרימה והביקושים למי שתייה בפרויקט	8.
19.....	תהליך המיון וההערכה של החלופות	9.
20.....	תרחיש של 'מקרה בסיס'	10.
23.....	מקרה בסיס פלוס: תיאור תצורות פרויקט חלופיות	11.
30.....	כניסת ים סוף	12.
33.....	מערכת ההולכה – חלופת מערך מנהרה 00.1	13.
34.....	מערכת הולכה – חלופת מערך משולב מנהרה/תעלה 220.1	14.
38.....	מערכת הולכה – חלופת מערך צנרת	15.
40.....	התפלה	16.
42.....	תחנת כוח הידרו-אלקטרית	17.
49.....	שחזור ים המלח	18.
53.....	העברת מי שתייה – ירדן	19.
54.....	העברת מי שתייה – ישראל	20.
54.....	העברת מי שתייה – הרשות הפלסטינית	21.
55.....	הספקת כוח והעברתו	22.
58.....	קו הבסיס וההשפעות הסביבתיות והחברתיות	23.
61.....	חישובי עלויות וערך נוכחי נטו (ענ"נ)	24.
63.....	אינטגרציה של הפרויקט	25.
68.....	לוח זמנים והיבטים לוגיסטיים של היישום	26.
69.....	פרויקט אב-טיפוס ופיתוח בשלבים	27.
74.....	הערכה כלכלית	28.
77.....	המסגרת המשפטית והמוסדית	29.
79.....	תוכנית פיננסית אינדיקטיבית	30.
83.....	רווחי השלום	31.
85.....	מסקנות והמלצות	32.

רשימת טבלאות

4.....	טבלה 3.2: תרחיש השינוי האקלימי שאומץ בתחזיות מפלס ים המלח.
12.....	טבלה 6.2: מאזן המסות של ים המלח בשנת 2010.
	טבלה 6.3: מפלס ים המלח החזוי, שטח פני המים החזוי שלו והנפח החזוי שלו בהתאם לתרחיש "ללא מיזם".
13.....	
19.....	טבלה 8.3: הספקת מי שתייה לירדן.
20.....	טבלה 9.2: ביקושי מי שתייה שאושרו על ידי ועדת ההיגוי הטכנית.
	טבלה 10.3: סיכום הרצות המודל לתרחיש של 'מקרה בסיס' עם קצב הזרמה המוגבל על ידי מפלס ים המלח.
22.....	
31.....	טבלה 12.4: השוואה סביבתית של אתרי כניסה חלופיים.
42.....	טבלה 16.7: איכות המים המוזרמים.
44.....	טבלה 17.4: רשימת החלופות לגבי תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית.
45.....	טבלה 17.8: הזרימות הזמינות להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית.
48.....	טבלה 17.13: סיכום מאפייני הציוד ההידרו-אלקטרי העיקריים.
49.....	טבלה 17.14(א): תפוקת האנרגיה השנתית המתקבלת מתחנות הכוח ההידרו-אלקטריות החלופיות....
49.....	טבלה 17.14(ב): ביקוש אנרגיה נטו לתצורות החלופיות של הפרויקט.
	טבלה 22.1: ביקושים מרביים נטו להספק על פי מיקום
55.....	
55.....	טבלה 22.3: הפקת החשמל השנתית בירדן.
58.....	טבלה 22.9: עקבות פחמן של תצורות חלופיות.
	טבלה 23.10: השוואת סיכום ההעדפות היחסיות לגבי ההשפעות הסביבתיות והחברתיות של החלופות השונות של תצורות הפרויקט שנשקלו.
60.....	
60.....	טבלה 24.2: עלויות (במחירי דצמבר 2009) שש תצורות הפרויקט.
62.....	טבלה 24.4: העלויות הכוללות הנוכחיות נטו לשש התצורות שנשקלו.
62.....	טבלה 24.5: העלות המלאה של תצורת צינור עם מתקן התפלה במפלס גבוה.
63.....	טבלה 25.1: סיכום התצורות המועדפות ובנות קיימא מבחינה טכנית של הפרויקט.
64.....	טבלה 25.2: העלויות היחסיות של תצורות בנות קיימא מבחינה טכנית.
64.....	טבלה 25.3: הערכה איכותית של תצורות בנות קיימא מבחינה טכנית.
65.....	טבלה 25.4: הערכה איכותית של סיכונים.
66.....	טבלה 25.5: השוואה מרובת קריטריונים של חלופות בנות קיימא מבחינה טכנית.
67.....	טבלה 26.3: אבני דרך עיקריות בלוח הזמנים.
68.....	טבלה 27.4: השוואת עלויות מקורבות למגוון חלופות תכנון.
75.....	טבלה 28.3: סיכום עלויות ותועלות כלכליות.
76.....	טבלה 29.2: סקירת מדגם מייצג של מסגרות משפטיות ומוסדיות קיימות.
79.....	טבלה 30.1: היחס בין תשתית הפרויקט ויעדי הפרויקט.
79.....	טבלה 30.2: פירוט העלויות ההוניות הראשוניות של הפרויקט.
80.....	טבלה 30.3: מקורות פוטנציאליים למימון ראשוני.
85.....	טבלה 32.6: תיאור מסכם של התצורה המיטבית המומלצת.

רשימת איורים

- איור 2.1: מפה, המציגה את אזור המחקר ואת אגן ההיקוות של ים המלח. 3.....
- איור 4.1: מפרץ עקבה/אילת. 5.....
- איור 5.1: מפה טופוגרפית ובתימטרית של אגן ים המלח. 8.....
- איור 5.4: מפלס ים המלח בשנים 1976 עד 2010. 9.....
- איור 6.3: מפלסים חזויים של ים המלח כנגד ציר הזמן בתרחיש של "ללא מיזם". 14.....
- איור 6.5: מפלסים חזויים של ים המלח כנגד ציר הזמן עבור טווח של זרמי ספיקה של מים מהים האדום. 15.....
- איור 8.1: מגוון תצורות הזרימה האפשריות. 18.....
- איור 10.1: תצורת הזרימה לתרחיש של 'מקרה הבסיס'. 20.....
- איור 10.3: מפלסי ים המלח בתרחיש של 'מקרה בסיס' עם הזרמת מים מים סוף המוגבלת למפלס היעד של ים המלח. 22.....
- איור 11.2: מפלס חזוי של ים המלח מול ציר הזמן למגוון קצבי זרימה במקרה בסיס פלוס. 26.....
- איור 11.8: מפת תצורות הולכה חלופיות למקרה בסיס פלוס. 26.....
- איור 11.10 א: תצורת זרימה סכמטית עבור מתקן התפלה במפלס גבוה הפועל יחד עם מתקן הידרו-אלקטרי. 27.....
- איור 11.10 ב: תצורת זרימה סכמטית עבור מתקן התפלה במפלס נמוך הפועל במקביל למתקן הידרו-אלקטרי. 28.....
- איור 12.1: מפת המיקומים האפשריים לכניסות ים סוף. 30.....
- איור 12.8: הסדר כללי לעבודות הכניסה. 32.....
- איור 13.4: פרטי ציפוי אופייני למנהרה בחלופת מערך מנהרה 00.1. 34.....
- איור 14.6: פרטי ציפוי אופייני למנהרה (מערך הולכה 220.1). 36.....
- איור 14.8: חתך רוחב אופייני של תעלה. 37.....
- איור 15.9: מערך הולכה צנרתי – חתך רוחב אופייני המציג מערכת למניעה ולגילוי של דליפות. 40.....
- איור 17.3: מתווה כללי של אזור תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית. 43.....
- איור 17.9: מערכי צנרות כניסה ראשיות אופייניות. 46.....
- איור 17.13: חתך רוחב אופייני של תחנת כוח הידרו-אלקטרית. 47.....
- איור 18.2: מערכים חלופיים שנשקלו לגבי תעלת ההזרמה. 50.....
- איור 18.3: מערך כללי של תעלת ההזרמה לאורך הנקז ראשי. 51.....
- איור 19.1: מערכים חלופיים למערכת העברת מי השתייה לירדן. 53.....
- איור 22.4: תוספות מתוכננות לקיבולת הפקת החשמל בירדן. 56.....
- איור 22.5: ביקושי החשמל החזויים בירדן לשנים 2010 עד 2037. 56.....
- איור 22.7 א: חיבור מוצע לרשת החשמל בעקבה. 57.....
- איור 22.7 ב: חיבור מוצע לרשת החשמל בים המלח. 57.....
- איור 27.3: לגונת קליטה מוצעת עבור הפרויקט החלוץ. 69.....
- איור 27.4: מפלסי מי ים המלח החזויים לחלופות התכנון 1 ו-2. 72.....
- איור 29.5: המבנה הארגוני האינדיקטיבי. 77.....
- איור 32.6 א: מתווה כללי של הפרויקט המומלץ. 88.....
- איור 32.6 ב: תרשים של מערך הפרויקט המומלץ. 89.....
- איור 32.10: מבנה ארגוני מומלץ. 90.....

טיוטה, דוח בדיקת היתכנות סופי

תקציר

1. מבוא

1.1. טיוטה זו של הדוח הסופי של חקר ההיתכנות מבוססת על טיוטת הדוח הסופי של חקרי המשנה הקודמים מדצמבר 2010. היא מתייחסת לכתב הסמכויות במלואו, בהסתייגויות הבאות:

- הדוח מבוסס על 'מיטב הנתונים הזמינים' ועל 'דוחות ביניים' שהופקו בידי הצוותים המבצעים את מחקר מודל ים סוף ואת מחקר מודל ים המלח בלוויית המידע שסיפקו אותם צוותים במהלך הישיבות שהתקיימו עד ינואר 2011.

- הכנת התוכנית הפיננסית האינדיקטיבית נמצאת בעיצומה ותסתיים רק לאחר שיושלמו התייעצויות שוטפות עם חתך מייצג של מוסדות מימון אפשריים.

- נותר עוד להשלים כמה הערכות מצומצמות כדי לאשש את העלות החזויה ליחידת מי שתייה ולגבש סופית את ההערכה הכלכלית. מהלך זה תלוי, בחלקו, בתוצאות התוכנית הפיננסית האינדיקטיבית וחישובי עלות המימון הנגזרים.

1.2. הדוח אינו כולל תגובה להערות שהתקבלו מיחידת ניהול החקר (SMU) ומצוות המומחים לגבי טיוטת הדוח הסופי של חקרי המשנה בשל האיחור שבו התקבלו ההערות, והתגובה להן תיכלל בדוח הסופי.

1.3. היעד הסופי של פרויקט מובל השלום ים סוף / ים המלח (RSDS) הוגדר בעבר כדלקמן:

- הצלת ים המלח מהתנוונות סביבתית.

- התפלת מים ו/או הפקת חשמל הידרו-אלקטרי במחירים סבירים לטובת ירדן, ישראל והרשות הפלסטינית.

- בניית סמל לשלום במזרח התיכון.

יעדים אלה מודגשים מחדש בכתב הסמכויות וממשיכים להיות יעדיה העיקריים של תכנית חקר ההיתכנות.

1.4. מפלס פני המים של ים המלח יורד כיום (2010) בקצב של מעל 1,000 מ"מ בשנה, ושטח פני המים הצטמצם ב-50 השנים האחרונות מ-960 קמ"ר ל-620 קמ"ר. קצב הירידה גובר כעת וגורר בעקבותיו התנוונות סביבתית נרחבת ונזק לתעשייה ולתשתיות, כמו גם השפעות בלתי מוחשיות ועלויות ניכרות בצדן. העלות הכלכלית הישירה לממשלות האזור ולתעשיות המושפעות (תיירות וגריעת כימיקלים) המיוחסת לירידה במפלס ים המלח נאמדת בדוח זה בכ-2.9 מיליארד דולר ב-60 השנים הבאות.

1.5. כתב הסמכויות מחייב את היועץ לבדוק שלושה תרחישים, כדלקמן:

- תרחיש 'ללא פרויקט'.

- תרחיש מקרה בסיס המיועד לייצוב מפלס ים המלח בלבד.

- תרחיש 'מקרה בסיס פלוס' המיועד לייצוב מפלס ים המלח, להתפלת מים ולהפקת חשמל הידרו-אלקטרי.

1.6. כותרות הסעיפים ומספורם בתקציר זה מקבילים לכותרות הסעיפים ומספורם בדוח הראשי.

1.7. חקר ההיתכנות היא חלק מתוכנית חקר רחבה יותר, הכוללת:

- חקר הערכת השפעה סביבתית וחברתית.
- פעולות חקר אוקיאוגרפי פיזי, כימי וסביבתי, וכן מידול של ים סוף.
- פעולות חקר אוקיאוגרפי פיזי, כימי וסביבתי, וכן מידול של ים המלח.
- חקר חלופות אסטרטגיות.

הפרטים מצויים באתר הפרויקט של הבנק העולמי, בכתובת www.worldbank.org/rds

2. נתונים בסיסיים ותנאים טבעיים

2.1. אזור המחקר מוצג באיור 2.1, וכולל את מפרץ עקבה/אילת, את ואדי ערבה/עמק הערבה (כולל המתלולים והוואדיות בכל אחד מצדיו), את אגן ים המלח ואת מסדרונות קווי הולכת המים המותפלים – לירדן, לישראל ולרשות הפלסטינית (הגדה המערבית).

2.2. האזור תת-טרופי וצחיח, ורובו מיושב בדלילות. צפיפות האוכלוסייה הטיפוסית נמוכה מ-50 תושבים לקמ"ר, ונמוכה מ-10 איש לקמ"ר ברוב מערך ההולכה. מרכזי האוכלוסייה העיקריים באזור המחקר הם:

• עקבה/אילת בקצה הצפוני של מפרץ עקבה/אילת.

• בתוך אגן ים המלח.

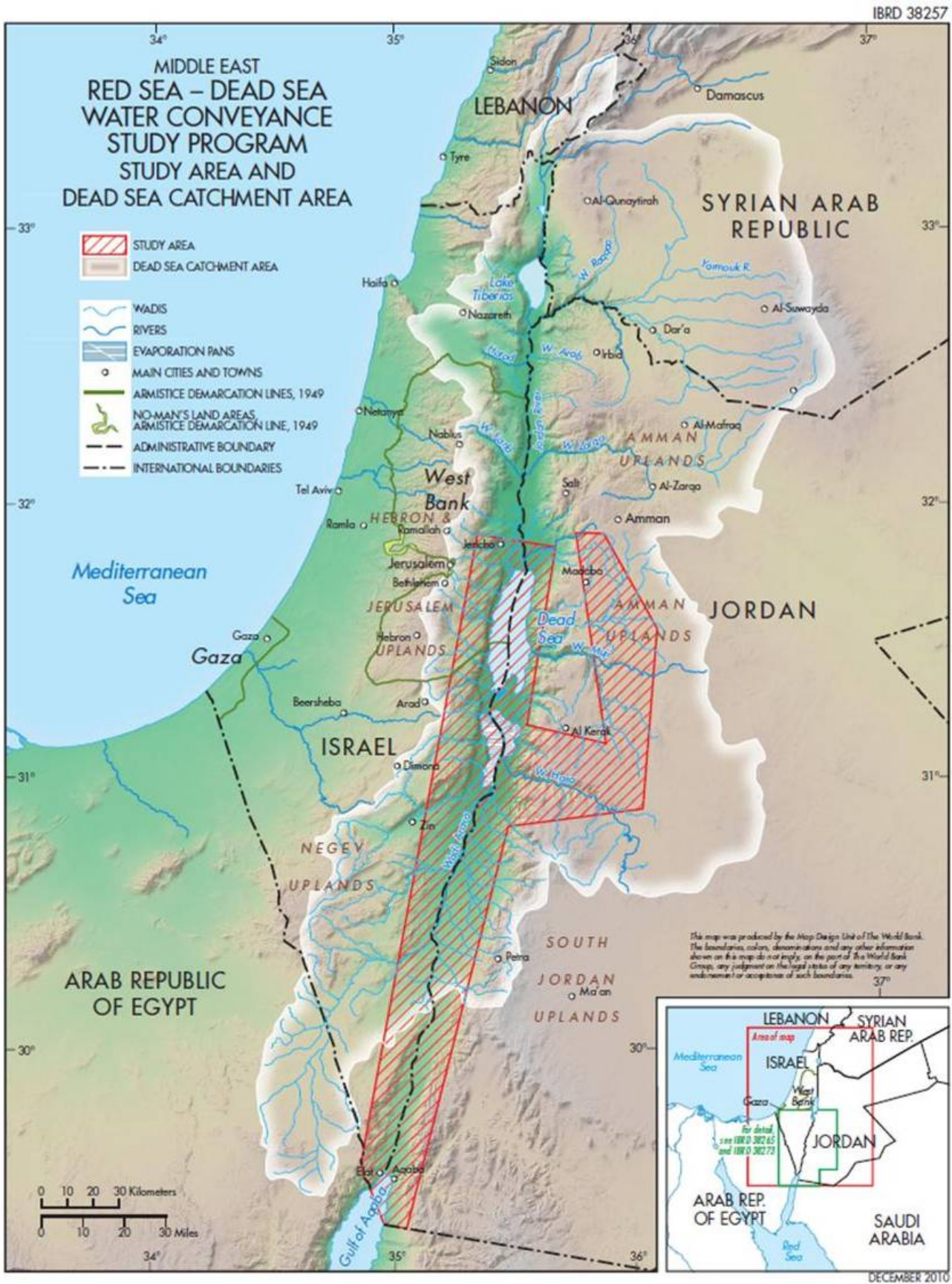
• לאורך הקצה הצפוני של מסדרון קו מי השתייה לעמאן.

2.3. הוואדיות הצדיים, המתנקזים אל תוך ואדי ערבה/עמק הערבה, נוטים להיות עמוקים, חרוטים בתלילות ומועדים מעת לעת לשיטפונות בזק גדולים. לנטייה זו השפעה רבה על בחירת המיקום והתכנון של תשתית הפרויקט. אחת התכונות הדומיננטיות של המורפולוגיה היא מניפות הסחף הנרחבות, המשתרעות מוואדיות צדיים אלה.

2.4. נתונים גיאולוגיים, סיסמיים והידרוגיאולוגיים מוצגים בפירוט בנספח ו' לדוח העיקרי של בדיקה זו. מבחינה גאולוגית, אזור המחקר נשלט על ידי בקע ים המלח ועל ידי ההעתק המשוך אליו. רצפת הבקע מכוסה במרבצי סחף עמוקים, והמתלולים בכל אחד מצדיו עשויים מסלעי מחדר מותמרים (בעיקר גרניט, גרנדיריט, מונזוניט דיורית וגברו) בחתך רוחב בעל דייקים רבים ועבים – בסלעים הדרום-מזרחיים, ובסלעי המשקעים (בעיקר כורכר, דולומיט, אבן גיר וחומר) שבצד הצפון-מזרחי והמערבי של אזור המחקר. הבקע שבתוך אזור המחקר מאופיין בשני העתקים עיקריים הנוטים לכיוון צפון-דרום בקירוב, ומאינספור העתקי שלבים משויכים, שרובם נוטים לכיוון מזרח-מערב בקירוב. להלן תיאור ההעתקים העיקריים:

• העתק בקע הערבה הראשי הוא העתק חילוף פעיל, שסדר הגודל המוערך של קצב ההסטה שלו הוא $4 (2\pm)$ מ"מ/שנה. בקע זה עובר דרך אתר הכניסה הצפוני – קרוב מאוד למערכי ההולכה האפשריים, המשויכים לכניסה הצפונית (16 ק"מ לערך בתוך מפרץ עקבה/אילת).

• בקע עקבה-ע'רנדל הוא העתק נורמאלי, גדול ופעיל בעל רכיב הסטה צדי, המתקדם בקצב של 1 מ"מ/שנה לערך. לבקע זה השפעה רבה על בחירת מערך ההולכה בקרבת ים המלח.



איור 2.1: מפה, המציגה את אזור המחקר ואת אגן ההיקוות של ים המלח

יש לציין, שבמהלך 500 השנים האחרונות לערך, ניכר חוסר בפעילות ססמית בתוך אזור המחקר. לבקע, ולסיכון הססמי הנובע ממנו, השפעה רבה על קביעת התצורות הפוטנציאליות הנשקלות של הפרויקט. הנ"ל גם משפיעים באופן ניכר על התכנונים המבניים, על העלויות הנובעות מהם ועל פרופיל הסיכונים הכולל של הפרויקט.

2.5. לאזור המחקר נודעת משמעות היסטורית, תרבותית ודתית רבה, והוא כולל מספר אתרים ארכיאולוגיים חשובים. אזור זה מהווה יעד עיקרי לתיירות פנים וחוץ, לרבות טיפולי ספא המבוססים על ים המלח ועל מעיינותיו. אזור המחקר כולל גם מספר אתרים רגישים מבחינה סביבתית ומוגנים.

3. שינוי אקלימי

3.1. קיימת הוכחה ברורה כי שינוי אקלימי אכן מתרחש באזור. הערכה המבוססת על חקר פנימי בדרך של ניתוח ומידול, שנעשה בידי אחרים, מציגה תרחיש מתקבל על הדעת לגבי האזור הנבדק ולפיו תתרחש עליית טמפרטורה של 3 עד 6 מעלות צלזיוס וכמות הגשמים תפחת ב-30% או יותר עד תום המאה העשרים ואחת. יהיו גם שינויים הקשורים ללחות היחסית, וסביר להניח כי ירדו כמויות כוללות גדולות של גשמים במהלך אירועי גשם קיצוניים. ההערכה היא כי יהיה ניתן להפחית זרימה עילית והזרמה חוזרת של האקווה באזור הנבדק ברמה של 30% עד 50% עד תום המאה העשרים ואחת. שינויים אלה ישתלבו יחדיו ויגרמו להשפעה מזיקה על הספקת המים ועל תקציבי הביקוש, על מאזן המסה של מי ים המלח ועל קו הבסיס הסביבתי ארוך הטווח של האזור.

3.2. לצורכי פיתוח התחזיות למפלס ים המלח העתידי המוצגות בדוח זה אומצו פרמטרי השינוי האקלימי הבאים.

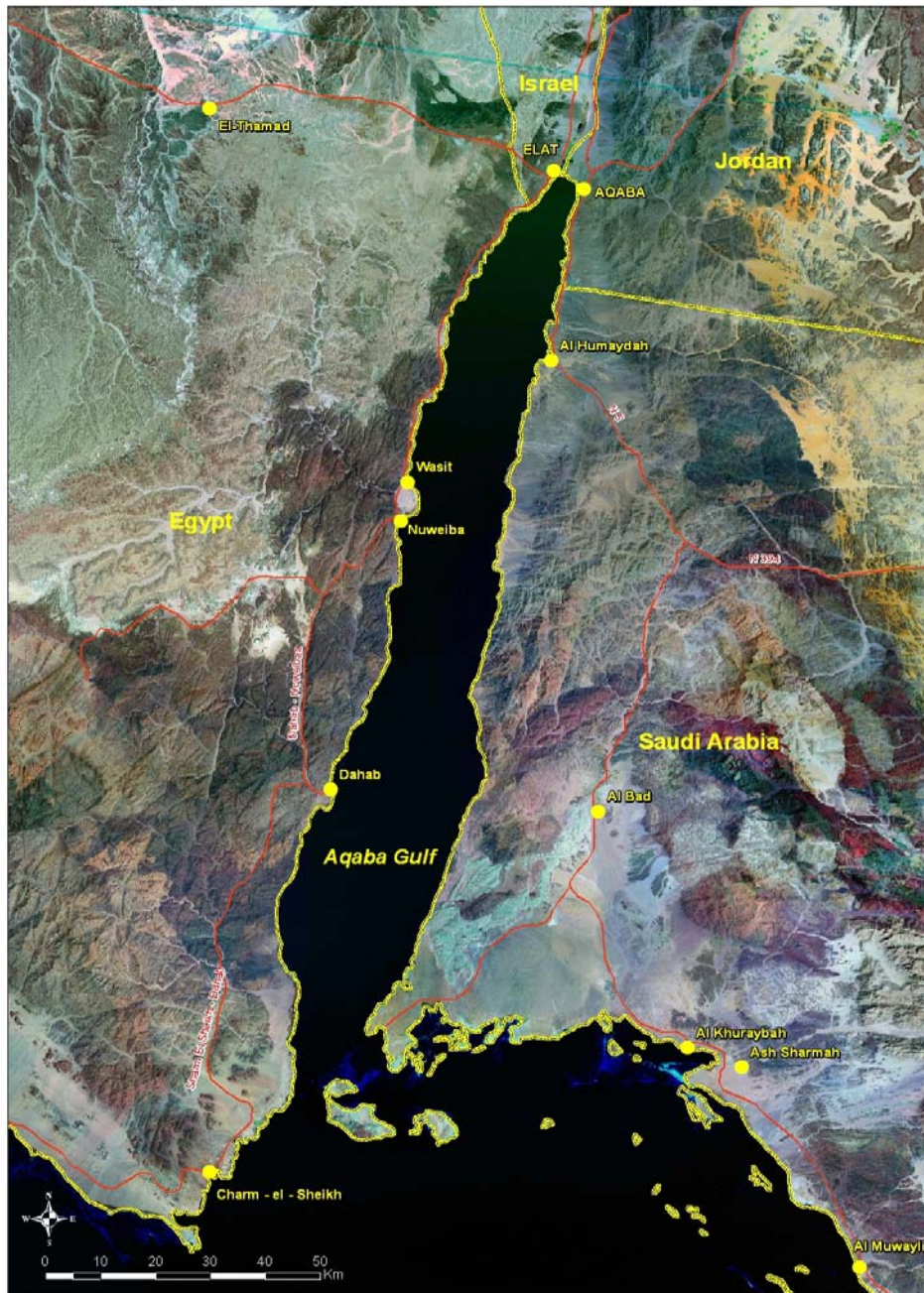
טבלה 3.2: תרחיש השינוי האקלימי שאומץ בתחזיות מפלס ים המלח

	2080	2070	2060	2050	2040	2030	2020	2010	
שינוי טמפרטורה		בסיס	+0.5°C	+1°C	+2°C	+2.5°C	+3°C	+3.5°C	+4°C
משקעים (מ"מ)		בסיס	-5%	-10%	-15%	-20%	-25%	-30%	-35%
זרימה עילית		בסיס	-5%	-10%	-15%	-20%	-25%	-30%	-35%

4. ים סוף

4.1. הקצה הצפוני של ים סוף נחלק למפרץ סואץ, הנוטה צפונה, ולמפרץ עקבה/אילת, הנוטה צפון-מזרחה. זרוע מפרץ שטח אגן ההיקוות של ים המלח עקבה/אילת של ים סוף עומדת במוקד בדיקה זו. מפרץ עקבה/אילת מוצג באיור 4.1 להלן.

4.2. מפרץ עקבה/אילת הוא אגן סופי תחום למחצה אשר אורכו כ-180 ק"מ, רוחבו 5 עד 25 ק"מ (רוחב ממוצע של כ-16 ק"מ) ועומקו עד 1,800 מ' (עומק ממוצע של כ-800 מ'). לפיכך, היחס בין העומק לרוחב גבוה באופן חריג לגבי ים תחום או תחום למחצה קטן יחסית. מפרץ עקבה/אילת מחובר לים סוף דרך מצרי טיראן, שרוחבם 5 ק"מ בקירוב בין סיני ממערב לאי ג'זיראת טיראן ממזרח, ואורכם 5 ק"מ. המצרים כוללים שתי תעלות, שעומקן עד 252 מ' (מעבר אנטרפרייז) ופחות מ-100 מ' (מעבר גרפטון). מפרץ עקבה/אילת גובל בירדן (כ-27 ק"מ קו חוף) בקצהו הצפון-מזרחי, ובישראל (כ-11 ק"מ קו חוף) בקצהו הצפון-מערבי. ממזרח למפרץ עקבה/אילת שוכנת ערב הסעודית, וממערב לו שוכן חצי האי סיני השייך למצרים.



איור 4.1: מפרץ עקבה/אילת

- 4.3 קו החוף של מפרץ עקבה/אילת צחיח, וכללית הוא הררי וברובו לא מפותח. למעט הערים עקבה ואילת שבראש המפרץ, קיימים מעט מאוד יישובים משמעותיים על קווי החוף. עם זאת, מפרץ עקבה/אילת מהווה יעד צלילה מוכר בעולם הודות לצלילות המים, קיומן של שוניות אלמוגים, המגוון הביולוגי הימי בשוניות אלה ומספר הספינות הטרופות. אתרי הנופש העיקריים ממוקמים בראש המפרץ ולאורך קו החוף המערבי.
- 4.4 הן עקבה והן אילת מהוות אתרי נופש חשובים, וקיים תכנון לפיתוח משמעותי של הדיור, המסחר והתיירות – במיוחד בקו החוף הירדני. פיתוחים אלה יכבידו, ללא ספק, על איכות המים ועל האקולוגיה הימית בראש המפרץ.

4.5. בהתבסס על הנתונים המיטביים הזמינים כיום ניתן לאפיין את תנאי קו הבסיס של ים סוף כדלקמן:

- טמפרטורת המים העיליים היא 21 מע' צלזיוס בחורף עד 28 מע' צלזיוס בקיץ, ומים הנמצאים מתחת לעומק של כ-300 מ' נשארים בטמפרטורה כמעט קבועה של כ-21 מע' צלזיוס במשך השנה כולה.

- המליחות גבוהה בכ-15% ממליחותם של מי אוקיאנוס אופייניים, בעיקר עקב קצב ההתאדות הגבוה.

- טווח הגאות האופייני נע סביב 0.5 מ' במועדי ים ברבעים וסביב 0.6 מ' במועדי ים במולד ובמלא, והזרמים המועדיים הנגזרים חלשים.

- הסחרור מונע בידי מים עיליים חמים אשר נכנסים דרך מצרי טיראן, הרדודים יחסית, ואשר זורמים צפונה תוך שהם נעשים מליחים יותר עקב ההתאדות ולבסוף מתקררים בחורף בראש המפרץ. מים מליחים קרים אלה שוקעים וחוזרים דרומה בעומק אל מצרי טיראן.

- כיוון הרוח קבוע מצפון, ורק לעיתים נדירות עולה מהירותה על 10 מ'/שנ'. זרמים המונעים בידי הרוח חלשים, בדרך כלל, ונראה כי הם זורמים בניגוד לכיוון השעון על פני השטח ועם כיוון השעון בעומק. עם זאת, שינויים מקומיים בהחלט נצפו בראש המפרץ, וכך גם מערבולות ציקלוניות ואנטיציקלוניות בקטרים של 5 עד 8 ק"מ.

- המים המרוחקים מן החוף מרובדים היטב במהלך הקיץ. ערבול עמוק מתבצע מסוף אוקטובר עד אפריל. זרימה כלפי מעלה מתרחשת בקו החוף המזרחי, וזרימה כלפי מטה מתרחשת בצד המערבי. בשל רמות התאורה הגבוהות, אפילו בחורף, פריחת האצות מתרחשת מיד כשהזרימה כלפי מעלה מביאה חומרי מזון לתוך השכבה המוארת.

- בדרך כלל, איכות המים טובה וכמות הזיהום בהם נמוכה מאוד. עם זאת, לעתים קרובות ניתן לצפות בעומסים כבדים ביותר של רחופת מוצקים בקצה הצפוני של המפרץ, ואלה נובעים מתרחוף מחדש של משקעי קרקעית לאחר רוחות דרומיות חזקות ו/או מזרימה שמקורה בגשמים כבדים וחריגים בהרים שמאחורי עקבה ואילת.

- כמות הייצור הראשונית נמוכה, והיא מוגבלת על ידי הרמה הכללית הנמוכה של חומרי מזון.

- שלוש מערכות אקולוגיות זהו בקרקעית הים: שוניות אלמוגים, עשב ים ומצע חולי נטול עשב ים. בראש המפרץ נפוצים במיוחד עשבי ים ומצע חולי לאורך קו החוף הצפוני, ואילו לאורך החופים המזרחיים והמערביים נפוצים בעיקר אלמוגים.

- כ-400 מיני דגים זהו במפרץ עקבה/אילת, ומתוכם כ-85% חיים ומתרבים בבתי גידול בקרקעית הים ועוד 15% – בתנאים פלאגיים (מי אוקיאנוס). נראה כי הרכב הדגה הנו יציב.

- כ-190 מיני אלמוגים זהו לאורך ים סוף. מעט מאוד נתונים זמינים לגבי הרגלי ההטלה, סחרור הזחלים או קשרי הגומלין הגנטיים בין שוניות האלמוגים שבמפרץ. עם זאת, כחלק ממחקר מודל ים סוף נעשו פעולות דגימה והערכה שנועדו להבהיר סוגיות אלה.

- הדיווחים על בריאות שוניות האלמוגים בראש המפרץ ועל מצבן משתנים, אולם מקובל לחשוב שהמצב יציב גם אם קיים לחץ ניכר בשל רמת העיור והפעילות המסחרית והתיירותית ההולכים וגוברים.

4.6. הערכת ההשפעות האפשריות של הפרויקט על ים סוף נעשתה במהלך מחקר מודל ים סוף. להלן החששות העיקריים באשר להשפעות האפשריות של הפרויקט על מפרץ עקבה/אילת, וכן ההערכות הנוכחיות לגבי חששות אלה:

- נזק, הרס ואובדן אפשריים של בתי גידול בקרקעית הים: אלה יוגבלו לחתימה המידית של מרכיבים מטובעים בעבודות הכניסה. סקרים לגבי מיקומים חלופיים מצביעים על כך שניתן למזער השפעות על ידי בחירה מתאימה של מיקום הכניסה, של עומקה ושל תצורתה.

- השפעות אפשריות על יצירת מים עמוקים בראש המפרץ: תוצאות מקדמיות של מחקר מודל ים סוף מצביעות על כך שכל השפעה תהיה מינימלית.
 - השפעות אפשריות על הסחרור ועל דפוסי הזרימה כלפי מעלה ומטה: כאמור, תוצאות מקדמיות של מחקר מודל ים סוף מצביעות על כך שכל השפעה תהיה מינימלית.
 - הפרעה אפשרית לשטפים של זחלי אלמוגים ולקשרי הגומלין הגנטיים בין שוניות האלמוגים: מחקר מודל ים סוף הראה שקיים קשר גומלין ביולוגי בין מינים מסוימים של אורגניזמים החיים בשוניות האלמוגים של המפרץ. עם זאת, התוצאות הזמינות עד כה אינן מספקות אינדיקציה כלשהי לדפוסי ההטלה או לתפוצה הזמנית והמרחבית של שטפי הזחלים, וכן עדיין לא ניתן להעריך את ההשפעה של כניסת הפרויקט על שטפים אלה. עם זאת, במובן הרחב קיימות אינדיקציות לכך שכל שהכניסה תהיה עמוקה יותר כך הסבירות להשפעה כאמור תהיה נמוכה יותר, וכן שאם הכניסה תמוקם מתחת לשכבה המוארת בעומק של 90 מ' ויותר, תהיה ההשפעה על שטפי זחלים אלה מינימלית.
- הערכה נוספת של סוגיות אלה בכל הנוגע למיקומי כניסה חלופיים ספציפיים מובאת בסעיף 12 להלן.

5. ים המלח

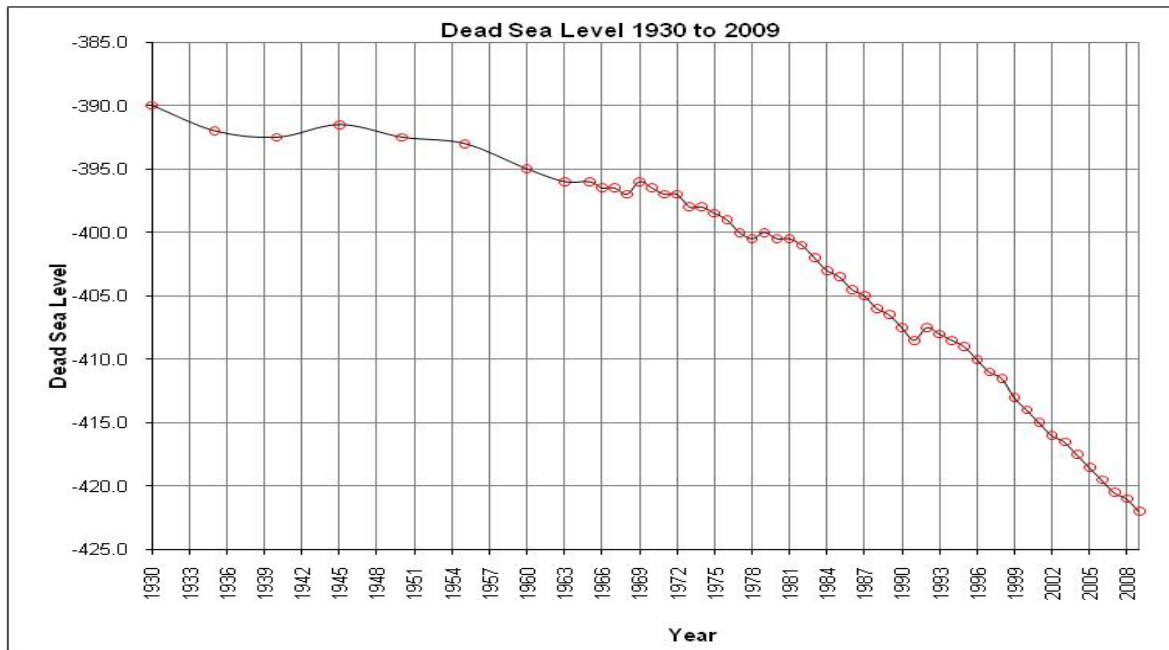
- 5.1 שטח אגן ההיקוות של ים המלח הוא כ-42 אלף קמ"ר, והוא משתרע מלבנון ומסוריה בצפון ועד מפרץ עקבה בדרום תוך שהוא כולל בתחומיו – ממזרח למערב – את ישראל, הרשות הפלסטינית וירדן. שטח אגן ההיקוות מוצג באיור 2.1 לעיל. הבתימטריה והטופוגרפיה של ים המלח והסביבות הסמוכות לו מוצגות באיור 5.1 להלן.
- 5.2 ים המלח הוא חלק מאגן נהר הירדן. זהו אגם מלח מדברי חסר מוצא השוכן בתחומי הבקע הסורי-אפריקני. מבחינה גיאוגרפית, ים המלח ממוקם בתוככי אגן ים המלח הגדול, שהוא אחד מהאגנים המופרדים שנוצרו לאורך הבקע (Quennell, 1959, גרפונקל ובן-אברהם, 1996). נכון לשנת 2012, הנקודה העמוקה ביותר בים היא 730 מ' מתחת לגובה הממוצע של פניו, וקו החוף של הים נמצא כ-426 מ' מתחת לגובה הממוצע של פני הים התיכון. חלקו העיקרי של ים המלח הוא בצורת אגן צפוני עמוק באורך 50 ק"מ ורוחב מקסימלי של 15 ק"מ. העומק המקסימלי בשנת 2010 היה 307 מ'. האגן הצפוני מופרד מהאגן הדרומי, שהוא רדוד בהרבה, ברכס העובר ממזרח למערב וגובהו המינימלי 401(-) מ'.



איור 5.1: מפה טופוגרפית ובתימטרית של אגן ים המלח
(J. K Hall / Geological Survey of Israel, 2000)

5.3 מפלס ים המלח ירד אל מתחת לגובהו של הרכס שבין האגן הדרומי לאגן צפוני בסביבות שנת 1976. מאז, מפלס ים המלח המשיך לרדת, והאגן הדרומי היה מתייבש כליל אילולא הוחלף בלגונות המלאכותיות שנבנו והמשמשות את תעשיית הפקת הכימיקלים כברכות אידיו באמצעות השמש. מפלס המים בלגונות אלה נשמר בגובה של כ-406(-) מ' על ידי שאיבת מי ים המלח מהאגן הצפוני.

5.4 קצב הירידה של מפלס ים המלח בשנים 1930 עד 2009 מוצג באיור 5.4 להלן. מפלס ים המלח ירד מאחר שהזרימה השנתית ההיסטורית של נהר הירדן, שהייתה כ-1300 מיליון מ"ק/שנה, הופחתה הדרגתית כתוצאה מהסטות במעלה הזרם – בעיקר בידי ישראל, ירדן וסוריה. הסטות אלה במעלה הזרם הגיעו בתגובה לביקוש הגואה למים עקב גידול מהיר באוכלוסייה ובפעילות הכלכלית מאז שנות החמישים. הסיבות העיקריות היו הקצאה של מים ראויים לשתייה – ראשית לצורכי השקיה, ושנית לצורכי הספקת שירותי מים לאוכלוסייה ההולכת וגדלה. הירידה נגרמה גם בשל השימוש המשמעותי במי ים המלח כחומר גלם לתעשיות הכימיות הגדולות של ישראל וירדן שבקצהו הדרומי של ים המלח. בשילוב הגריעות בכמויות המים העיליים ומי התהום מן הצד המערבי של האגן, הספיקה הנכנסת הכוללת של ים המלח פחתה מכ-1250 מיליון מ"ק/שנה בשנת 1950 לכ-260 מיליון מ"ק/שנה בשנת 2010.



איור 5.4: מפלס ים המלח בשנים 1976 עד 2010

(נתונים של השירות ההידרולוגי הישראלי)

5.5 אגן ים המלח מקבל פחות מ-100 מ"מ גשמים בשנה, וטמפרטורת השיא היומית בתקופת הקיץ עולה לעתים על 45 מע' צלזיוס. הטופוגרפיה של קו החוף המזרחי והמערבי מבותרת, הררית ועשירה בעמקים מחורצים בתלילות עם צמחייה טבעית מעטה מאוד. קו החוף הדרומי והמזרחי נוצרים לפי צורת עמק הירדן וואדי ערבה / עמק הערבה, בהתאמה, ובדרך כלל הם מאפשרים פעילות חקלאית מסוימת בהשקיה. האזור מאוכלס בדלילות ביישובים גדולים ובמרכזי תיירות כפינות הצפונית והדרומית ביותר של ים המלח.

5.6. תנאי קו הבסיס של ים המלח מתוארים במחקר מודל ים המלח. המידע הזמין כיום ניתן לסיכום כדלהלן:

- קצב הירידה המתמשך במפלס המים נדון לעיל.
- מאזן המסות של מי ים המלח נדון בפרק 6 להלן.
- ממצאים ראשוניים מתוך הבדיקה הנוספת של ים המלח מצביעים על כך שסחרור פני המים עקב הרוחות מתרחש נגד כיוון השעון. כאשר הרוחות חזקות, נצפו גלים בעלי גובה משמעותי של מטר או שניים במשך שעות אחדות.
- עד שנת 1979 היה ים המלח בחלקו הגדול ים מרובד (בעל רבדים שאינם מתערבבים), אולם מצב זה הלך ודעך בשל עליית המליחות בשכבה העליונה. בשנת 1979 התרחש היפוך מלא, והים הפך לאחיד בהרכבו. בשנים 1982 עד 1991 ושוב החל משנת 1995 ועד היום, היה הים במצב של ערבוב חד-עונתי (monomictic), כלומר התפתח בו ריבוד עונתי כתוצאה מתחלופת מים שנתית. בעבר, הריבוד אופיין בשתי שכבות, אולם סימנים עדכניים מצביעים על כך כי התמלחת המוחזרת מהתעשייה הכימית שבאזור שוקעת בקרקעית הים מבלי להתערבב – תוך יצירת שכבה תחתונה שלישית, צפופה יותר.
- מי ים המלח האחידים מכילים 343 גר"/ליטר של מלחים מומסים והם בעלי צפיפות של 1.24 גר"/ליטר. בהשוואה למי אוקיאנוסים אופייניים, מי ים המלח עשירים בכלורידים, נתרן, אשלגן, מגנזיום, סידן וברומידים והם דלים בסולפאטים. נראה כי פעילויות הגריעה מצד תעשיית הפקת הכימיקלים משנות במידה ניכרת את ההרכב הכימי של ים המלח על ידי הגדלת הריכוזים של מגנזיום, סידן, כלור וברום, תוך כדי הפחתת הריכוזים של נתרן, אשלגן וסולפאט.
- בעבר, ארגוניט וגבס שקעו בים המלח ונצפו בו אירועי 'הלבנה' כתוצאה ממשקעים כאלה. כיום, ים המלח מצוי במצב של רוויה עד רוויית יתר מבחינת ארגוניט, אנהידריט, גבס, הליט ואולי גם אפטיט. מאז שנת 1982 מרבית השיקוע הוא של הליט. קיימת הערכה (רזניק ואחרים, 2009) כי $38^{a}108$ טון של הליט וכ-1% מכמות זו של גבס שקעו באגם בשנים 1960 עד 2008 תוך יצירת שכבה בעובי ממוצע של 2.5 מ' מעל קרקעית הים. בדוח הסופי לעניין מחקר מודל ים המלח ניתנת הערכה כי קצב השיקוע של הליט כיום עומד על 10 ס"מ/שנה, כאשר 1 מ"מ ממנו (1%) נובע משיקוע גבס.
- ים המלח מכיל ריכוזים גבוהים יחסית של אמוניום, כ-8.9 מ"ג/ליטר נכון לשנת 1991, וזוהי הצורה המועדפת של חנקן להתרבות צמחייה. ניסויים מתמשכים במסגרת מחקר מודל ים המלח מצביעים על כך שזרחן הוא החומר המזין שיש בו כדי להגביל התרבות צמחייה. בדוח הסופי לעניין בחינת המידול של ים המלח ניתנת הערכה כי זרחן יהיה משקע נלווה על פני השטח של גבישי הגבס שיווצרו, ולכן הוא זה שיגביל את יכולתן של האצות לשגשג.
- בעבר נצפו תקופות שגשוג מרוכזות של חיידקים בים המלח לאחר פרקי גשם כבדים במיוחד שלאחריהם זרימה מוגברת של מים מנהר הירדן לתוך הים. הגורם המתרבה העיקרי הוא דונליילה, אצה ירוקית חד-תאית, ולאחריה חיידקים קדומים (ארכאונים) אדומים הלופיליים ('אוהבי מלח'). נראה, כי בתנאים 'רגילים' פני המים של ים המלח מליחים מכדי לתמוך בפעילות מיקרוביאלית, אך כשהם נמהלים בזרימות נכנסות בכמויות גדולות מן הרגיל של מים נקיים או של מים בעלי מליחות נמוכה יותר, מתרחש שגשוג של האצות. ניסויים מתמשכים במסגרת מחקר מודל ים המלח מצביעים על כך כי השכבה העליונה חייבת לעבור מיהול של 10% עד 15% כדי שיתרחש שגשוג מיקרוביאלי וכי ייתכן שנדרשת תוספת זרחן כדי לסייע לתופעה זו.

5.7. החששות העיקריים לעניין השפעותיו האפשריות של הפרויקט על ים המלח קשורים להשלכות על התעשיות הכימיות ועל ענף התיירות, וכן להשלכות הממשיות והתפיסיות (בקרב הציבור) באשר לסגולות האסתטיות והתרפויטיות של ים המלח. בשלב הנוכחי של מידול ים המלח ניתן לקבל תחזיות לעניין חששות אלה ולגבי הסוגיות החשובות, וההערכות הטובות ביותר כרגע הן:

- שינויים בריבוד, ביציבות ובסחרור של גוף המים. לא סביר כי לפרויקט תהיה השפעה מהותית על דפוסי הסחרור בים המלח. בהתאם לאפקט קוריוליס, סביר להניח כי כל זרימה מן הפרויקט תפנה ימינה בכניסתה לים המלח ותסתחרר נגד כיוון השעון. סביר, כי הפרויקט יגרום לריבוד אגמים גדול יותר תוך קבלת שכבה עליונה של מים בעלי מליחות נמוכה יותר עם אזור מעבר מתחתיה. סביר, כי מתחת לעומק של 50 מ' גוף המים העיקרי כמעט שלא יעבור שינויים בהשפעת הפרויקט. שכבה שלישית בעלת מליחות וצפיפות גבוהים הנמצאת בעומק ואשר נוצרה על ידי התמלחות המוחזרות מהתעשייה הכימית, תמשיך ותגדל באופן הדרגתי. כתוצאה ממבנה ריבודי זה, סביר כי ים המלח יחזור למצבו הקודם, שבו היה יציב יותר ונתון לשינויים פחות תכופים.

- שינויים בהרכב הכימי. השכבה העליונה תהפוך באופן הדרגתי למליחה פחות לעומת מצבה כיום, ובטווח הארוך יהפוך ההרכב הכימי בהדרגה לבעל תכונות של מי אוקיאנוסים שעברו ריכוז באידוי. כל עוד תעשיית הפקת הכימיקלים ממשיכה בפעילותה, סביר להניח שההרכב הכימי של גוף המים העיקרי ימשיך להשתנות בדומה למגמות שנצפו ב-50 השנים האחרונות.

- עלייה אפשרית בשכיחות ובמשך השגשוג של אצות אדומות. השפעתו של היבט זה הוערכה על ידי מחקר מודל ים המלח. ברור, כי הפרויקט יביא להפחתה מסוימת במליחות השכבה העליונה של המים. התקבלה הערכה כי מיהול זה לכשעצמו עשוי להביא לשגשוג אצות הקשור להזרמות של מי ים המלח ושל תמלחות. בדוח הסופי למחקר מודל ים המלח ניתנת הערכה כי בהזרמה של מי ים המלח או תמלחות בכמות של 400 מיליון מ"ק/שנה, מליחות השכבה העליונה של ים המלח לא תרד מערך הסף הנדרש לשגשוגם של אצות או חיידקים, וכי בהזרמה בכמות של 1000 מיליון מ"ק/שנה, מליחות השכבה העליונה של ים המלח תגיע לרמה הקריטית שמתחתיה עשויה להתחיל להתרחש תופעה ביולוגית בים המלח לאחר כמה שנים של פעילות. במחקר מודל ים המלח צוין גם כי שגשוג האצות והחיידקים יוגבל על ידי שיקוע גבס בשל שיקוע נלווה של חומרי מזון כגון זרחן וברזל.

- עלייה אפשרית בשכיחות ובמשך של אירועי הלבנה. לא ניתן למנוע מצב שבו ערבוב מי ים המלח ומי ים סוף יהיה כרוך בשיקוע של גבס. אם השיקוע יהיה בצורת גבישים זעירים, הגבס יצוף על פני השכבה העליונה ויגרום להלבנה. עדיין לא ברור אם במצב זה הגבס יישאר בצורת תרחיף שיצוף על גבי השכבה העליונה של המים ויגרום לקבלת צבע של חלב מהול, או אם גבישי הגבס יצופו בחלקם על גבי השכבה העליונה כאבקה לבנה וישפיעו עמוקות על האסתטיקה של ים המלח. לחלופין, ייתכן שהמשקעים יהיו בצורת גבישים גדולים יותר, ואלה ישקעו ויישארו בקרקעית הים. במקרה זה, אמנם לא תתרחש 'הלבנה', אולם המים המגיעים לחברות הכימיקלים עשויים להכיל כמויות משמעותיות של משקעי גבס. יש צורך בבחינות ובהערכות נוספות על בסיס מחקר מודל ים המלח לפני ניסוח תחזיות כלשהן לגבי נושא זה. הדוח הסופי לעניין מחקר מודל ים המלח הצביע על כך כי הוספת גבישי גבס להזרמות של מי ים או תמלחת ממתקן ההתפלה הנכנסות לים המלח תגרום בסבירות גבוהה לשיקוע מהיר יותר של משקעי הגבס, ובעקבות כך הוספה זו תביא לצמצום הבעיה של אירועי הלבנה אפשריים.

- שינויים אפשריים במליחות וביכולת הציפה של מתרחצים בשכבה העליונה של המים. צפיפות השכבה העליונה של ים המלח הנה כיום בסביבות 1.24 גר/ליטר, והיא עולה באופן אטי. עבור תרחיש 'ללא פרויקט' התקבלה הערכה כי הצפיפות תמשיך ותעלה לרמה של 1.36 גר/ליטר לפני ההתייצבות. בעקבות יישום הפרויקט, צפיפות השכבה העליונה תפחת לכ-1.17 גר/ליטר, וערך זה מעט גבוה יותר מן הערך שתועד לפני 50 שנה.

5.8. התועלות האפשריות העיקריות של הפרויקט לגבי ים המלח מתייחסות להקפאת קצב ההתנוונות הסביבתית של הים והגבלת השלכותיה של התנוונות זו. הן כוללות:

- ירידה במפלס ים המלח: מפלס ים המלח יורד כיום בשיעור של 1.1 מ' לשנה. הפרויקט יביא לעצירת הירידה של מפלס ים המלח, ובמידה מסוימת אף להיפוך התהליך.

- היווצרות מישורי בוץ חשופים וכתוצאה מכך אבק נישא ברוח: מעל 300 קמ"ר משטח קרקעית הים נחשפו במהלך 50 השנים האחרונות, וכיום קצב החשיפה עומד על 5 קמ"ר בשנה. מרבית השטחים החדשים האלה נראים כמישורי בוץ מליחים מכוערים. הפרויקט יביא להפסקת היווצרותם של מישורי בוץ חדשים ולהטבעתם מחדש של חלק ממישורי הבוץ הקיימים.

- היווצרות בולענים: תנאים תת-קרקעיים שנוצרו עקב הירידה במפלס ים המלח הובילו להיווצרות מספר רב של בולענים (מעל 3,000) מסביב להיקפו של ים המלח. נראה כי הבולענים נוצרים עקב התמוססת מועדפת לאורך סדקים או קווי שבר קיימים בשכבת האופוריטים המאובנים בעומק של כ-520 (-) מ'. הבולענים מופיעים לפתע וללא כל התרעה מוקדמת. הם גורמים להריסתם של מבנים, כבישים ושטחים חקלאיים, ובנוסף לכך הם מהווים סכנה משמעותית המגבילה את פעילויות הפנאי והנופש המסחרי במקומות שבהם הם נוצרים. בולענים ימשיכו להופיע לתקופת מה גם לאחר ייצוב מפלס ים המלח, אולם התופעה תלך ותפחת באופן הדרגתי, עד לעצירה מוחלטת, לאחר כעשר שנים ממועד ההתייצבות של מפלס המים.

- ירידה במפלס מי התהום: מפלס מי התהום מסביב להיקף ים המלח ירד בד בבד עם הירידה במפלס ים המלח. הפרויקט יביא לעצירת הירידה של מפלס ים המלח, ובמידה חלקית אף ישקם את מפלס המים.

- נזק לתשתיות: תעלות הניקוז של המים העיליים המגיעים לים המלח סבלו מסחיפה אחורית חמורה כתוצאה מהירידה במפלס ים המלח. סחיפה זו גרמה לנזק נרחב לתשתיות פרטיות וציבוריות גם יחד, ובמיוחד לערעור יסודות של כבישים, גשרים ותעלות ניקוז. הסחיפה תלך ותפחת באופן הדרגתי, ושיווי משקל חדש ייווצר תוך עשר שנים ממועד ייצובו של מפלס ים המלח.

- ירידה בתיירות: נתונים סטטיסטיים מצביעים על כך שהייתה ירידה במספר הביקורים של תיירים מחו"ל בים המלח בשנים האחרונות, ובדיקות כלכליות אכן מראות כי לאחר נטרול השפעות ובעיות אחרות ניתן לייחס ירידה זו לירידה במפלס ים המלח ולהתגברות ההתנוונות הסביבתית שנדונו לעיל. הפרויקט הנו בעל פוטנציאל להשיב את המצב לקדמותו.

6. מאזן המסות של מי ים המלח

6.1. הלימנולוגיה ומאזן המסות של מי ים המלח הם מורכבים וניסיונות עבר למידולם הוכחו כבלתי-מדויקים בנוגע לחיזוי מפלסים עתידיים. ניתן להתייחס לחוסר דיוק זה במידה רבה כנובע ממחסור בנתונים גולמיים מדויקים וכן מהמורכבות של יחסי-הגומלין שבין ספיקות נכנסות משתנות, מליחות המים בפני-הים וקצבי ההתאדות. לצורך מחקר זה, פותח מודל פיסיקלי תרמודינמי חדש וחד-ממדי במטרה לחזות את מפלס פני המים של ים המלח כנגד ציר הזמן עבור כל ספיקה נכנסת שהיא. המודל כולל תת-מודל למאזן מסות תרמו-אנרגטי המדמה תנאים מטאורולוגיים ותרמו-פיסיקליים של מליחות-יתר במטרה לקבוע את מידת ההתאדות על בסיס מאזן מסות ואנרגיה. תוצאות מהמודל עבור התרחיש של "ללא מיזם" וכן עבור ספיקות נכנסות במיזם קודם של ים המלח מוצגות באיורים 6.3 ו-6.5 להלן.

6.2. ניתן לאמוד את הספיקות הנכנסות הנוכחיות (לשנת 2010) לים המלח ואת הספיקות היוצאות מים המלח וכן את כלל אובדן המים מים המלח כדלהלן:-

טבלה 6.2: מאזן המסות של ים המלח בשנת 2010

ספיקות נכנסות – מיליון מטר מעוקב/שנה	
משקעים ישירים	39
זרימה עילית (כולל שיטפונות מקומיים)	210
זרמים חוזרים מהשקיה	50
זרמים חוזרים מהתעשייה הכימית	248
דלדול מי התהום	149
סך הכול ספיקה נכנסת	696

ספיקות יוצאות – מיליון מטר מעוקב/שנה	
התאדות	754
גריעות מהתעשייה הכימית	650
סך הכול ספיקה יוצאת	1,404

הערה: בעקבות השלמת הבדיקה והדוח העיקרי דיווחה התעשייה הכימית כי היא הפחיתה עד היום את הצריכה נטו שלה ממי ים המלח ל-320 מיליון מ"ק/שנה, ומדובר ב-82 מיליון מ"ק/שנה פחות מהמפורט בטבלה 6.2 לעיל. אם צריכה נטו מופחתת זו תימשך בטווח הארוך, השפעת הדבר תהיה הפחתת הספיקה הנכנסת לים המלח מפרויקט מובל שלום ים סוף / ים המלח (RSDS) והדרושה לייצוב מפלס ים המלח, כמדווח במסמך זה, בכמות של כ-80 מיליון מ"ק/שנה. ההשפעה על כל יתר הממצאים וההמלצות המובאים בדוח זה תהיה זניחה.

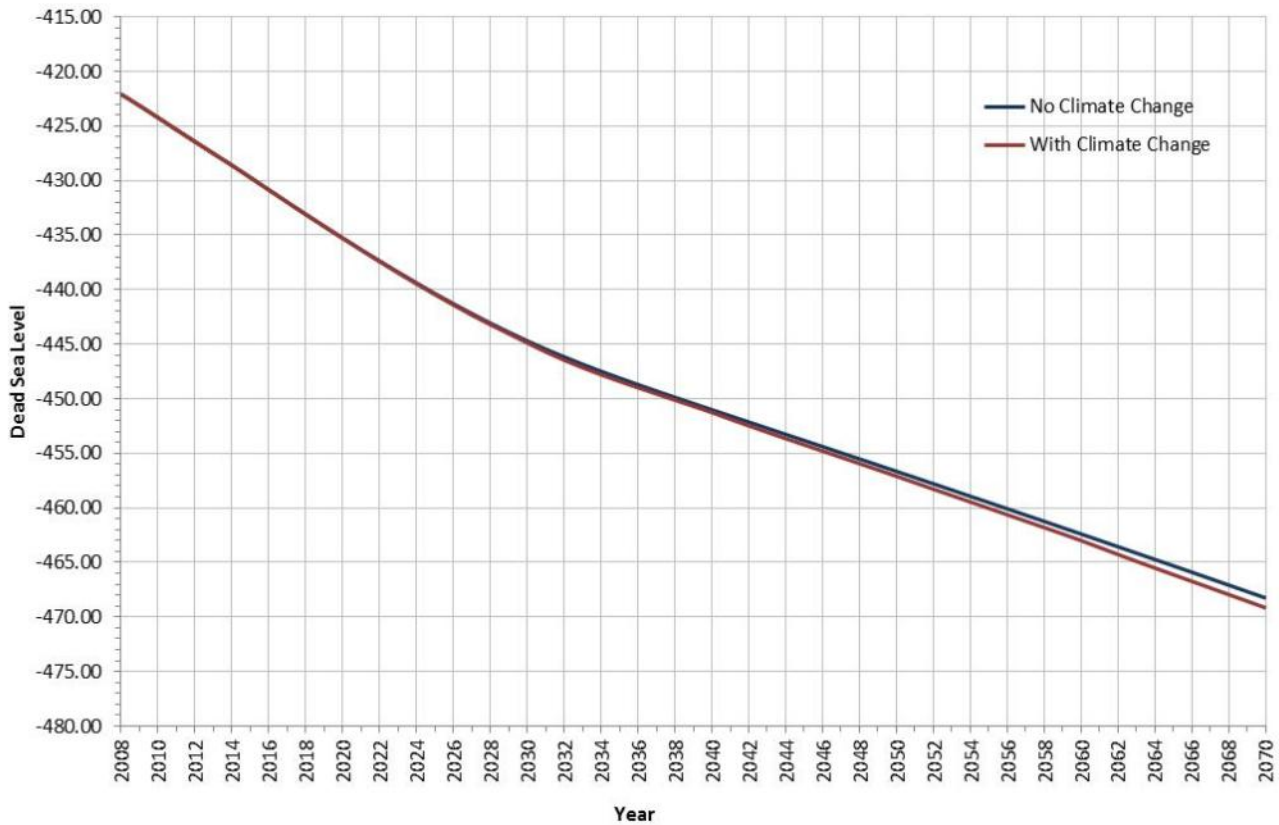
6.3. מהטבלה הנ"ל ניתן לראות כי סך אובדן המים הצפוי מים המלח נאמד בכ-708 מיליון מטר מעוקב/שנה. אובדן זה הוא שווה ערך לירידה של 1,100 מ"מ לשנה במפלס פני המים וגריעה של 3 קמ"ר או 0.5% לשנה משטח פני המים בנקודת הזמן הנוכחית. כפי שצוין קודם, קצב ירידה זה הולך וגובר. תרחיש שינוי האקלים שאומץ עבור חיזוי מאזן המסות העתידי של מי ים המלח הוצג קודם לכן בטבלה 3.3. תחזיות עבור הירידה ארוכת הטווח במפלס ים המלח במקרה שאין התערבות לשם ייצוב המצב מוצגות בטבלה 6.3 ובאיור 6.3 להלן. יש לאמת את התחזיות הללו באמצעות מידול מתקדם יותר המפותח במחקר המידול של ים המלח, ואשר עדיין נמצא בעיצומו.

טבלה 6.3: מפלס ים המלח החזוי, שטח פני המים החזוי שלו והנפח החזוי שלו בהתאם לתרחיש "ללא מיזם"

שנה	מפלס פני המים		שטח פני המים		נפח – אלף מטר מעוקב	
	תנאים נוכחיים	עם שינוי באקלים	תנאים נוכחיים	עם שינוי באקלים	תנאים נוכחיים	עם שינוי באקלים
2010	-424m	-424m	605 km ²	605 km ²	114 km ³	114 km ³
2020	-435m	-435m	576 km ²	576 km ²	108 km ³	108 km ³
2030	-444m	-445m	555 km ²	555 km ²	102 km ³	102 km ³
2040	-451m	-451m	543 km ²	542 km ²	99 km ³	99 km ³
2050	-457m	-457m	531 km ²	531 km ²	96 km ³	95 km ³
2060	-462m	-463m	520 km ²	519 km ²	93 km ³	92 km ³
2070	-468m	-469m	510 km ²	509 km ²	90 km ³	89 km ³

*** בהנחה כי פעולות הגריעה של המפעלים הכימיים נמשכות כמתוכנן

כפי שניתן לראות מטבלה 6.3 ומאיור 6.3 הירידה העתידית החזויה במפלס פני ים המלח במקרה של "ללא מיזם" נראית כמעט כקו ישר, דבר אשר נראה בתחילה כמנוגד לאינטואיציה. אולם, עם ירידת מפלס פני הים, המים הופכים למליחים יותר ובעקבות כך קצב ההתאדות פוחת; בעוד שבה בעת שטח פני המים פוחת אף הוא ובכך הוא מצמצם את השטח הזמין להתאדות. שני גורמים אלו יביאו במשולב להפחתה ההדרגתית בקצב ירידת המפלס. אולם, שטח פני המים של ים המלח מפחית את סך השימוש השנתי הקבוע על-ידי גריעות מהתעשייה הכימית והוא המוביל לירידה ההולכת והגדלה במפלס. גורמים אלו נוטים לקזז זה את זה וכך התוצאה הכוללת היא ירידה כמעט ישרה במפלס המים.



Dead Sea Level	מפלס ים המלח
Year	שנה
No Climate Change	ללא שינוי אקלימי
With Climate Change	עם שינוי באקלים

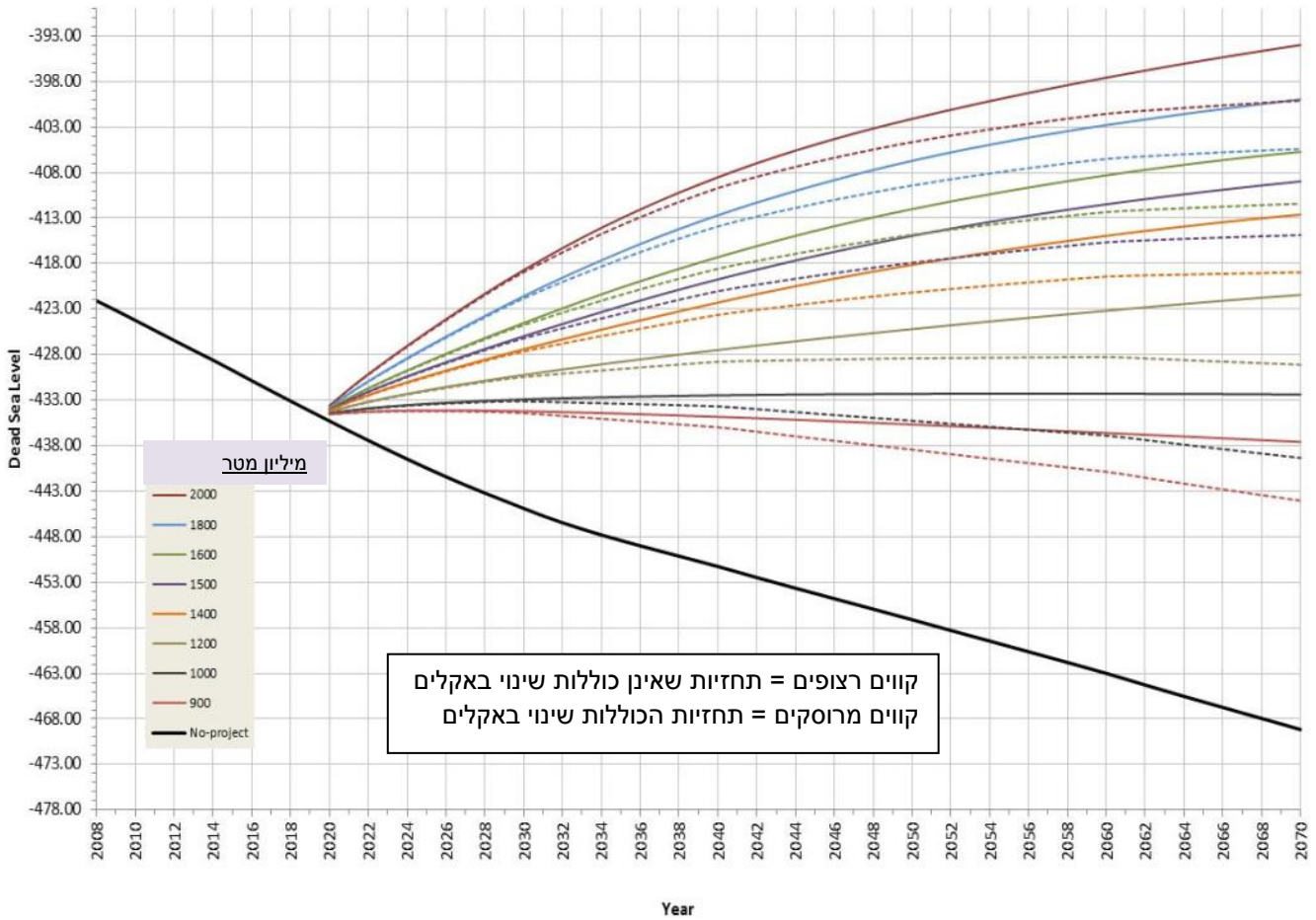
איור 6.3: מפלסים חזויים של ים המלח כנגד ציר הזמן בתרחיש של "ללא מיזם"

6.4. ההשפעה של שינויי האקלים על המפלסים החזויים של ים המלח במקרה של "ללא מיזם" היא מעט קטנה יותר ממה שהיה צפוי מלכתחילה. ניתן להסביר זאת כדלהלן:

- ההשפעה העיקרית של שינויי האקלים היא בהפחתת כמות המשקעים והזרימה העילית. מאחר שערכים אלו מלכתחילה מהווים רכיבים קטנים בסך מאזן המסות של המים, כל שינוי בהם לא יגרום להשפעה כוללת ניכרת.

- שינויי אקלים מפחיתים את כמות המים הנקיים הנכנסים לים המלח, אשר בתורם מפחיתים את המיהול של שכבת פני הים ומקטינים בכך את קצבי ההתאדות, דבר המנטרל במידה מסוימת את ההשפעות של ההפחתה במשקעים ובספיקות נכנסות של מים.

6.5. מפלסים חזויים של ים המלח כנגד ציר הזמן עבור טווח של ספיקות נכנסות פוטנציאליות של מים מהים האדום מוצגות באיור 6.5 להלן.



Dead Sea Level

מפלס ים המלח

Year

שנה

Million m³/year

ללא מיזם

Solid lines = projections without climate change

קווים רצופים = תחזיות שאינן כוללות שינוי באקלים

Dashed lines = projections with climate change

קווים מרוסקים = תחזיות הכוללות שינוי באקלים

איור 6.5: מפלסים חזויים של ים המלח כנגד ציר הזמן עבור טווח של זרמי ספיקה של מים מהים האדום

7. תרחיש 'ללא פרויקט'

- 7.1. אם החברות העוסקות בגריעת כימיקלים ימשיכו בפעילותן ולא יינקטו פעולות לייצוב מפלס ים המלח או לעצירת ירידתו, שטחו ימשיך להצטמצם ב-50 השנים הבאות כמפורט בטבלה 6.3 ובאיור 6.3 לעיל.
- 7.2. בטווח הארוך, הירידה במפלס תימשך כל עוד ימשיכו חברות הכימיקלים בפעילותן. עם זאת, גם אם חברות הכימיקלים יפסיקו את פעילותן במסגרת תרחיש 'ללא פרויקט', גם אז תימשך ירידת מפלס ים המלח בקצב גובר ככל שתעלה מליחות המים, וצפוי כי המפלס יגיע לשיווי משקל חדש בגובה 550- מ' בסביבות שנת 2150.
- 7.3. ההתנוונות הסביבתית הקשורה בירידת מפלס ים המלח נדונה בסעיף 5.8 לעיל. כל צורות ההתנוונות הסביבתית שזוהו עתידות להימשך כל עוד תימשך ירידת מפלס מי ים המלח, פרט לכך שיתכן כי תחול האטה בהתפתחות בולענים לאחר שמפלס הים ומפלס מי התהום בסביבה ירדו עוד כ-100 מ' ויגיעו אל מתחת לשכבת האופוריטים המאובנים, שהתמוססותה היא הגורמת להיווצרות בולענים.
- 7.4. בתרחיש 'ללא פרויקט', ההרכב הכימי של ים המלח ימשיך להשתנות כמפורט בסעיף 5.6 לעיל.

7.5. לתרחיש 'ללא פרויקט' כמה השלכות כלכליות שניתן לסכמן כדלקמן:

- **השפעות על תעשיית הכימיקלים:** ירידת מפלס ים המלח, פירושה כי החברות העוסקות בגריעת כימיקלים יידרשו להעביר את תחנות השאיבה שלהן באורח תקופתי כדי 'לרדוף' אחר קו המים הנסוג ולהתמודד עם עומד שאיבה גדל והולך לצורך העלאת המים אל ברכות האידוי. השפעה זו מתמתנת, בחלקה, מתוקף העלייה במליחות מי הים, דבר העתיד לייעל את תהליך האידוי הסולרי. העלות הכוללת נטו לתעשיית הכימיקלים ב-50 השנים הבאות של שלוש הבעיות האלה במשולב נאמדה תוך שימוש בנתוני עלויות ההון שהעבירו חברות הכימיקלים, כולל שיעור ניכיון של 10% ועלות אנרגיה של 60 דולר לקוט"ש, והיא עומדת על 164 מיליון דולר.

- **השפעות על תעשיית התיירות:** הנתונים הסטטיסטיים מלמדים על ירידה בתיירות הבינלאומית לים המלח בשנים האחרונות. לאחר בידוד גורמים ואפקטים כלכליים אחרים, נמצא מתאם בין הירידה במספר המבקרים לבין ירידת מפלס ים המלח וההתנוונות הסביבתית הגוברת באזור, וההערכה זו התבססה על שיטת עודף הצרכן. הערך העודף לצרכן מבוסס על תוצאות שפורסמו (Bekker and Katz, 2006) בהתאמה אינפלציונית לערכים השוטפים. שיטה זו אפשרה לנו להפיק נתון שווה ערך לזה שנגזר מסקר הערכה מותלה ספציפי לפרויקט שבוצע בסוף 2010. על בסיס זה נאמדה העלות הנוכחית נטו של המשך הירידה בזרם התיירות הבינלאומית לאזור ים המלח ב-50 השנים הבאות, כולל שיעור ניכיון של 10%, והיא עומדת על 2.7 מיליארד דולר.

- **נזק לתשתיות ציבוריות:** העלות הנוכחית נטו של הנזק הצפוי לתשתיות הציבוריות, בעיקר כבישים, גשרים ותעלות ניקוז, ב-50 השנים הבאות נאמדה על בסיס אומדני עלויות שפורסמו ושיעור ניכיון של 10%, והיא עומדת על 85 מיליון דולר.

7.6. לא הצלחנו לקבל כמות מספקת של נתונים כדי לחשב אומדנים לגבי כמה השפעות אחרות במסגרת תרחיש 'ללא פרויקט' – ובכל זאת מדובר בהשפעות ממשיות שחובה לקחת בחשבון:

- בשנים האחרונות נוצר צורך לנטוש כמה מבנים פרטיים ומטעים כתוצאה מהירידה במפלס מי התהום ומהיווצרות בולענים.

- פיתוחן של חלקות קרקע גדולות לתיירות ונופש הוקפא בשל סכנת הבולענים.

- סוללות בריכות האידוי של חברת הפוספטים הערבית (ירדן), בצד הירדני, סבלו נזק משמעותי, כנראה בשל היווצרות בולענים. אחד המשקיפים העצמאיים (Closson, 2005) העריך נזק זה ב-70 מיליון דולר.

- ככל שממשיכה הירידה במפלס ים המלח, נעשים הן עצם פעילותה של תעשיית הכימיקלים והן היקף פעילותה משמעותיים ובולטים יותר מאי-פעם לגבי המשך ירידת המפלס – ובסופו של דבר הם עלולים ליצור לחץ להפסקת פעילות זו כליל או לשינוי קיצוני בתהליכים כדי לצמצם את צריכת המים.

- אף כי מתנהלים מגעים שוטפים לחלוקה מחדש של משאבי המים הקיימים, נראה כי אין בנמצא תכנית גיבוי ליצירת מקורות חדשים – ונחוצים עד מאוד – של מים מתוקים לטובת ירדן או הרשות הפלסטינית. לפיכך, נראה כי אם יתברר שהפרויקט המוצע אינו כדאי, יחול עיכוב משמעותי בטיפול בגירעון המים החמור באזור.

8. קצבי הזרימה, תצורות הזרימה והביקושים למי שתייה בפרויקט

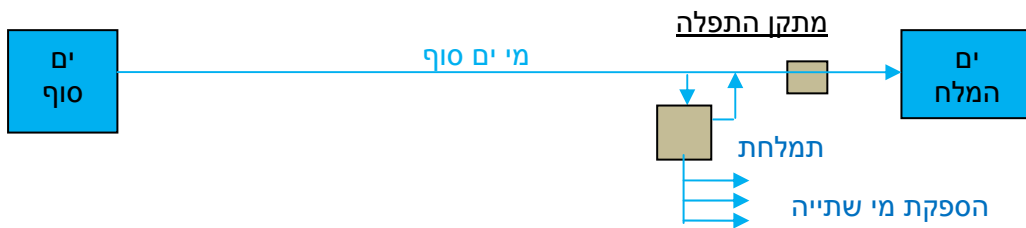
8.1 נשקלו קצבי זרימה לעניין גריעת מים והעברתם מתוך ים סוף בכמויות של 1,000 עד 2,000 מיליון מ"ק/שנה במשולב עם ארבע תצורות זרימה אפשריות בפרויקט, כדלהלן:

(i) מקרה בסיס



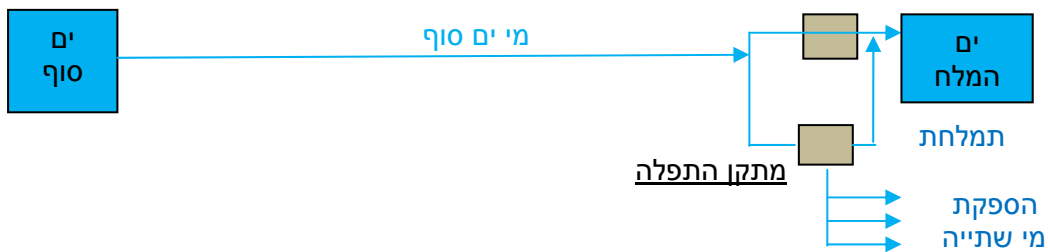
(ii) מקרה בסיס פלוס ומתקן התפלה במפלס גבוה

תחנת כוח הידרו-אלקטרית



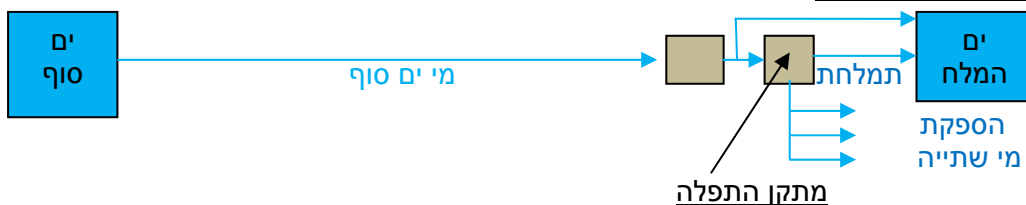
(iii) מקרה בסיס פלוס ומתקן התפלה במפלס נמוך במקביל לתחנת כוח הידרו-אלקטרית

תחנת כוח הידרו-אלקטרית



(iv) מקרה בסיס פלוס ומתקן התפלה במפלס נמוך יחד עם תחנת כוח הידרו-אלקטרית

תחנת כוח הידרו-אלקטרית



איור 8.1: מגוון תצורות הזרימה האפשריות

- 8.2. ניתן לראות כי בכל המקרים קצב ההזרמה לים המלח שווה לקצב הכולל של המים הנשאבים מים סוף פחות כמות המים המותפלים המיוצרים.
- 8.3. בוצעה הערכה מפורטת לגבי הספקת מי השתייה, ביקושים ותחזיות עד לשנת 2060 עבור ירדן, ואנו מציעים כי הספקת מי השתייה לירדן במסגרת הפרויקט תהיה כמוצג בטבלה 8.3.

טבלה 8.3: הספקת מי שתייה לירדן

הספקת מי שתייה לירדן	מיליון מ"ק/שנה				
	2020	2030	2040	2050	2060
גירעון המים הכולל בעמאן רבתי	176	247	294	370	446
הספקה ביתית נוספת לממשלים שכנים	50	61	75	92	113
הספקת מי השתייה הכוללת לירדן	226	308	369	462	559

- 8.4. לא סופקו מספיק נתונים סופקו לצורך ביצוע הערכה דומה באשר להספקה ולביקוש של מי שתייה בישראל וברשות הפלסטינית. עם זאת, ניתן להראות כי לאור המרחקים והגבהים היחסיים, הספקת המים למרכזי הביקוש העיקריים בישראל ממפעלי התפלה בחוף הים התיכון תהיה זולה יותר מהספקה של מים מותפלים לאותם מרכזי ביקוש מפרויקט ההולכה ים סוף / ים המלח. בוצעה הערכה פשטנית של הביקושים לים בישראל עד שנת 2060 לגבי מרכזי הביקוש המצויים בגובה נמוך באגן ים המלח ובאזור הערבה. הערכה פשטנית זו מראה כי הספקה של 60 מיליון מ"ק/שנה לישראל תספיק לצריכה של מרכזי ביקוש אלה, המצויים בגובה נמוך, עד שנת 2060. בעקבות כמה מפגשים של ועדת ההיגוי הטכנית הוסכם כי תאומץ כמות הספקה של 60 מיליון מ"ק/שנה מים מותפלים לישראל לצורך חקר ההיתכנות.
- 8.5. לא היה ניתן לקיים תחזיות לגבי הספקת המים והביקושים עבור הרשות הפלסטינית. עם זאת, במהלך תכנית חקר ההיתכנות קיבל היועץ הוראה בצורת מכתב של מנהל יחידת ניהול החקר (SMU) לאמץ כמות הספקה של 60 מיליון מ"ק/שנה לרשות הפלסטינית.
- 8.6. יש להבהיר, כי הקצאה זו של מים מותפלים מהפרויקט היא רק לצורך קביעת היתכנות הפרויקט וכי הקצאת המים הסופית מהפרויקט תהיה כפופה להתדיינות ולהסכמה נוספת בין הצדדים המוטבים, ככל שתתקבל החלטה להמשיך בפרויקט.

9. תהליך המיון וההערכה של החלופות

- 9.1. תנאי הייחוס לגבי חקר ההיתכנות מאפשרים טווח רחב ביותר של תצורות ותוצאות אפשריות. לפיכך, כל תהליך המיון וההערכה של החלופות השונות נוהל בשלב מוקדם של תכנית הבדיקה, וזאת במטרה לזהות את מלוא טווח החלופות הממשיות, לבצע תהליך מקדמי של מיון והערכה ולאתר את החלופות המבטיחות ביותר לצורך הערכה ואמידה.
- 9.2. דוח הערכה ומיון של החלופות השונות הופק בינואר 2009, ומצגת מפורטת התקיימה בישיבת ועדת ההיגוי הטכנית ב-4 במרס 2009. בעקבות מצגת זו, ועדת ההיגוי הטכנית אישרה כי החלופות שנבחרו לצורך הערכה נוספת יהיו כדלקמן:
- לא יתקיימו בדיקה או הערכה נוספות לגבי 'מקרה הבסיס' בשלבים הנותרים של תכנית הבדיקה.
 - המשלחת הירדנית תקיים התייעצות פנימית ותודיע על העדפת הכניסה הצפונית או הכניסה הדרומית. מיקום הכניסה ה'מועדף' יאושר לאחר השלמת מחקר המידול של ים סוף, בתנאי ששיקולים טכניים אחרים לא יעמדו בסתירה לבחירה זו.

• יש להוסיף לחקור ולהעריך שלוש תצורות הולכה בשלבים הנותרים של תכנית הבדיקה:

- הולכה בהזרמה גרביטציונית בתוך מנהרה בגובה נקוב של 00 מ'.

- מערך הולכה שאובה תוך שילוב של מנהרה ותעלה בגובה נקוב של +220 מ'.

- תצורת צנרת שאובה בעלת נקודת שיא בגובה של כ+220- מ'.

• שורה של גובהי מטרה בים המלח, מגובה של 410- מ' ועד לגובה של 420- מ', ייבדקו בהמשך.

• סוף הספיקה העליון בהולכת המים יהיה 2,000 מ"ק/שנה. הסף התחתון ייקבע במהלך המחקר, אך לא יהיה נמוך מ-1,000 מ"ק/שנה.

• הקיבולת הסופית של מתקן ההתפלה תהיה 850 מיליון מ"ק/שנה, שהיא קיבולת ההתפלה המיטבית של מי ים סוף לנפח העברה של 2,000 מיליון מ"ק/שנה כמתואר בהרחבה בסעיף 11.2.2 בדוח הראשי.

• בשלב זה לא ניתן לקבוע את המיקום המיטבי להזרמה בים המלח והוא ייבדק בהמשך על סמך מסקנות מחקר המידול של ים המלח.

• הקצאות מי השתייה שאושרו בתחילה, לאחר השלמת תהליך המיון וההערכה של החלופות השונות, תוקנו כמצוין לעיל – והן מתוארות בטבלה 9.2. נחזור ונציין כי ההסכמה על ערכים אלה התקבלה אך ורק למטרות הערכת ההיתכנות של פרויקט ההולכה ים סוף – ים המלח (RSDS). במקרה שתתקבל החלטה ליישם את הפרויקט, ההקצאה הסופית של מי שתייה תהיה כפופה להתדיינות ולהסכמה נוספת בין הצדדים המוטבים.

טבלה 9.2: ביקושי מי שתייה שאושרו על ידי ועדת ההיגוי הטכנית

צד מוטב	מי שתייה המסופקים על ידי הפרויקט – מיליוני מ"ק/שנה				
	2020	2030	2040	2050	2060
ירדן	230	310	370	460	560
ישראל	60	60	60	60	60
הרשות הפלסטינית	60	60	60	60	60
זמינות להקצאה נוספת	0	0	50	90	170
סה"כ	350	430	540	670	850

10. תרחיש של 'מקרה בסיס'

10.1. תצורת הזרימה לתרחיש של 'מקרה בסיס' פשוטה מאוד ומוצגת באיור 10.1 להלן.

מי ים סוף



איור 10.1: תצורת הזרימה לתרחיש של 'מקרה הבסיס'

10.2. מודל מאזן המסות לגבי מי ים המלח הופעל על טווח ספיקות של מי ים סוף המוזרמות לים המלח החל מ-900 ועד 2000 מיליון מ"ק/שנה, כאשר הספיקה הנכנסת לים המלח אינה מוגבלת במפלס יעד סופי. הרצות המודל כפופות להנחה כי הפרויקט יחל בפעילותו בשנת 2020. תוצאות ההרצות השונות של מודל זה כבר הוצגו קודם לכן באיור 6.7, ולהלן הנקודות הבולטות לגבי התוצאות שכללו המתחשבות בשינויים אקלימיים:

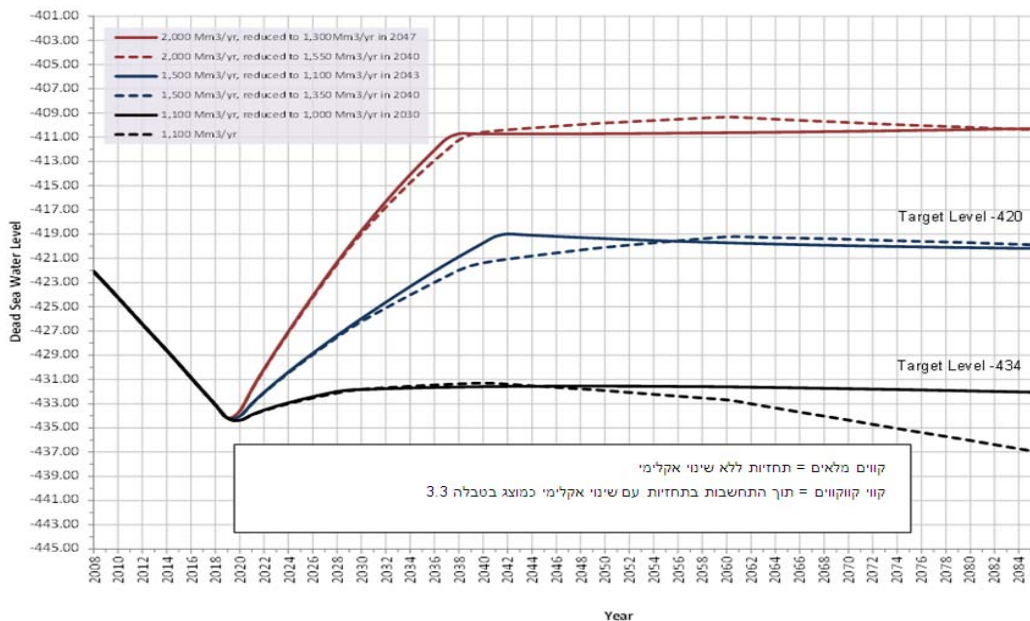
• מפלס ים המלח יפחת לגובה -434 מ' עם התחלת הפרויקט.

• בכל מצב של הזרמות העברה מים סוף בכמות של 1200 מיליון מ"ק/לשנה או פחות, מפלס ים המלח ימשיך לרדת בטווח הנראה לעין גם לאחר שהפרויקט יתחיל.

• בכל מצב של זרימות העברה מים סוף בכמות העולה על 1200 מיליון מ"ק/לשנה, מפלס ים המלח ימשיך לעלות בטווח הנראה לעין, אלא אם קצב זרימת ההעברה מים סוף יופחת בנקודת הזמן שבה יושג מפלס היעד הנבחר.

הכמות המזערית של מי ים סוף הנדרשת כדי לייצב את מפלס ים המלח כמצוין להלן (1200 מיליון מ"ק/שנה) גדולה יותר משמעותית מכמות הגריעה הכוללת של מי ים סוף בערך של 708 מיליון מ"ק/שנה כפי שצוין קודם לכן בטבלה 6.2 ובפסקה 6.3. הסיבה העיקרית לכך היא כי התוספת של מי ים סוף מפחיתה משמעותית את מליחות שכבת המים העליונה ועקב כך מגבירה משמעותית את אובדני האידיוי מים המלח. סיבה משנית ופחותה היא ההידרדרות המתמשכת במאזן המסות של מי ים המלח בשל השפעות השינויים האקלימיים.

10.3. כדי לאמוד את הפחתת הזרימה הנדרשת לייצוב מפלס ים המלח במפלס יעד נבחר, הופעל מודל מאזן המסות לגבי מי ים המלח לפי קצב זרימת ההעברה מים סוף כשהוא מוגבל על ידי מפלס היעד לטווח בן שלושה צירופים של מפלס יעד וקצב זרימה ראשוני כמוצג באיור 10.3 ובטבלה 10.3 להלן. מתוך הנתונים ניתן לראות כי לגבי זרימות כלשהן הגבוהות משמעותית מערך של 1200 מיליון מ"ק/שנה, הוויסות הנדרש למערכת כשמושג מפלס היעד נמצא בשיעור חריג של 20%. עם זאת, יש לציין כי בטווח הארוך – עקב תהליך מתמשך של מיהול שכבת פני המים של ים המלח במי ים סוף – יתרחש גידול רציף, אם כי קטן, בקצבי האידיוי. עובדה זו תוביל לירידה קטנה אך רציפה במפלס ים המלח בערך של כמה סנטימטרים בכל שנה. לפיכך, עודף הקיבולת המתקבל במערכת ההולכה עם השגת מפלס היעד יידרש כדי לאפשר את הגידול הקטן המתאים בכמות ההזרמה לים המלח במטרה לקיים מפלס מים יציב.



Dead Sea Water Level
 2,000 Mm³/yr, reduced to 1,300Mm³/yr in 2047
 2,000 Mm³/yr, reduced to 1,550Mm³/yr in 2040
 1,500 Mm³/yr, reduced to 1,100Mm³/yr in 2043
 1,500 Mm³/yr, reduced to 1,350Mm³/yr in 2040
 1,100 Mm³/yr, reduced to 1,000Mm³/yr in 2030
 1,100 Mm³/yr,
 Target level -420
 Target level -434

מפלס מי ים המלח
 2,000 מ"גה-מטר מעוקב/שנה. הפוחתים ל-1,300 מ"גה-מטר מעוקב/שנה רישנה 2047
 2,000 מ"גה-מטר מעוקב/שנה. הפוחתים ל-1,550 מ"גה-מטר מעוקב/שנה בשנה 2040
 1,500 מ"גה-מטר מעוקב/שנה. הפוחתים ל-1,100 מ"גה-מטר מעוקב/שנה בשנת 2043
 1,500 מ"גה-מטר מעוקב/שנה. הפוחתים ל-1,350 מ"גה-מטר מעוקב/שנה בשנת 2040
 1,100 מ"גה-מטר מעוקב/שנה. הפוחתים ל-1,000 מ"גה-מטר מעוקב/שנה בשנת 2030
 1,100 מ"גה-מטר מעוקב/שנה,
 מפלס יעד: -420
 מפלס יעד: -434

איור 10.3: מפלסי ים המלח בתרחיש של 'מקרה בסיס' עם הזרמת מים מים סוף המוגבלת למפלס היעד של ים המלח

טבלה 10.3: סיכום הרצות המודל לתרחיש של 'מקרה בסיס' עם קצב הזרמה המוגבל במפלס ים המלח

מקרה	מפלס יעד	קצב זרימה ראשוני מגה-מטר מעוקב/שנה	שנת יעד	זרימה מופחתת לאחר השגת מפלס היעד	
				זרימה מגה-מטר מעוקב/שנה	קיבולת יתרה
<u>עם שינוי באקלים</u>					
B/1100/434	-434m	1.100	2020	ים המלח אינו מתייצב בזרימה זו	
B/1500/420	-420m	1.500	2052	1.350	10%
B/2000/410	-410m	2.000	2050	1.520	23%
<u>ללא שינוי באקלים</u>					
B/1100/434	-434m	1.100	2020	1.000	9%
B/1500/420	-420m	1.500	2040	1.100	27%
B/2000/410	-410m	2.000	2036	1.300	35%

10.4. לנוכח המחסור במים מתוקים באזור, נראה בסבירות גבוהה כי כל קיבולת עודפת משמעותית שתהיה במערכת לאחר ייצוב מפלס ים המלח תנוצל כדי להזין את מתקן ההתפלה להספקת מים הראויים לשתייה – מצב שיחזיר אותנו לתרחיש של 'מקרה בסיס פלוס'. בעקבות כך נראה כי התרחיש בר הקיימא היחיד של 'מקרה בסיס' יהיה קצב העברה בסביבות 1200 מיליון מ"ק/שנה של מים המלח שיביא לייצוב מפלס הים על -434 עד -428 מ'.

10.5. עם זאת, יצוין כי תרחיש של 'מקרה בסיס' שיתאים למפלס החזרה של ים המלח בדומה לתרחיש המומלץ של 'מקרה בסיס פלוס' יהיה הזרמת העברה של מים סוף בקצב של כ-1500 מיליון מ"ק/שנה.

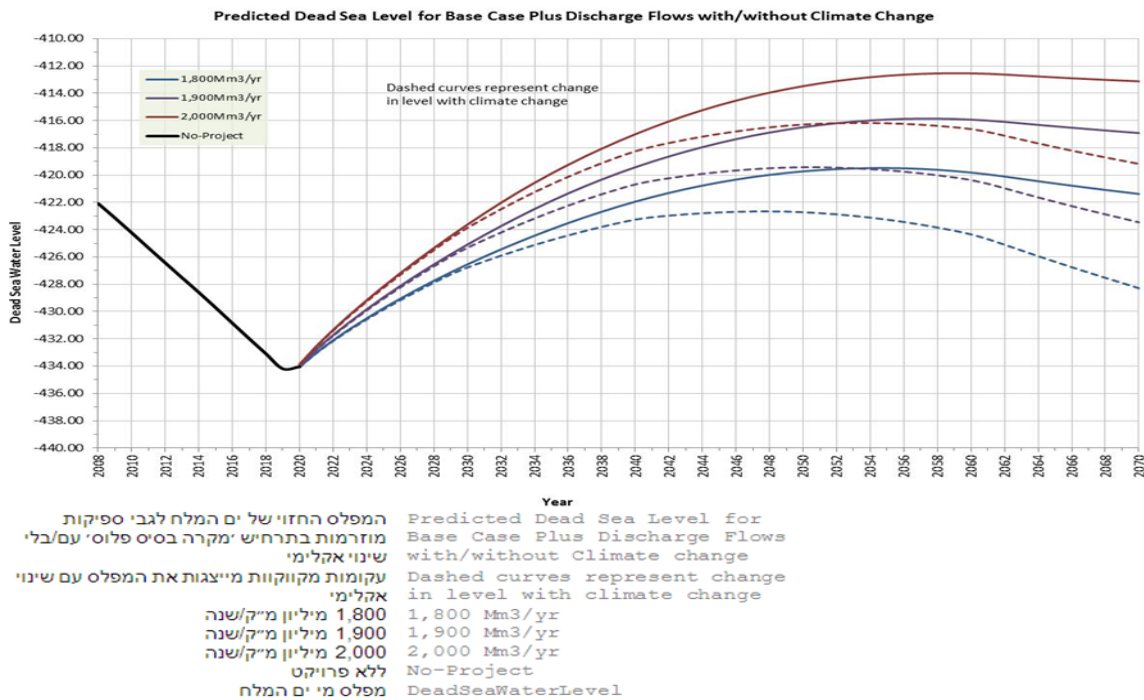
10.6. הערכה מקדמית מראה כי לגבי תרחיש של 'מקרה בסיס' מערך הולכה צנרתי יחייב את העלות ההונית הנמוכה ביותר, אולם תעלת הזרמה ברמה גרביטציונית נמוכה תהיה בעלת יתרון משמעותי בהיבטים של עלויות נוכחיות נטו למחזור חיים מלא. אומדן העלויות לגבי הולכה בתעלת הזרמה ברמה גרביטציונית נמוכה בתרחיש של 'מקרה בסיס', בעלת קיבולת של 1500 מיליון מ"ק/שנה, מצביע על עלות הונית בסדר גודל של 4.3 מיליארד דולר ועל עלות נוכחית נטו למחזור חיים מלא של כ-6.2 מיליארד דולר.

10.7. כפי שצוין קודם לכן, בעקבות קבלת המסקנה וההסכם בדבר תהליך המיון וההערכה של החלופות השונות, החליטה ועדת ההגוי הטכנית כי אין צורך במחקר נוסף לגבי התרחיש של 'מקרה בסיס' מעבר לנדרש לצורך השלמת תהליך המיון וההערכה של החלופות.

11. מקרה בסיס פלוס: תיאור תצורות פרויקט חלופיות

11.1. כפי שהדבר נדון בסעיף 16 להלן, תהליך ההתפלה המומלץ הוא אוסמוזה הפוכה של מי ים, ותהליך זה יספק קצב המרה של כ-45% מים מתוקים. לפיכך, כדי להשיג הספקה מלאה של 850 מיליון מ"ק/שנה של מים מותפלים, יש צורך בשאיבה ובקיבולת העברה של מי ים סוף בכמות מזערית תיאורטית של 1,889 מיליון מ"ק/שנה. בהנחה כי יהיה צורך בתוספת של 5% עקב אי ודאויות המובנות בתהליך המידול ובביצועי המערכת, ניתן להעריך בזהירות כי קצב הזרימה המזערי יהיה 2,000 מיליון מ"ק/שנה.

11.2. מודל מאזן המסות לגבי מי ים המלח הופעל על שלושה קצבי זרימה לעניין גרעית מים והעברתם מתוך ים סוף: 1,800, 1,900 ו-2,000 מיליון מ"ק/שנה, וזאת יחד עם הביקושים למי שתייה, כפי שנקבעו בטבלה 9.2 לעיל, ויחד עם ההזרמה לתוך ים המלח ללא הגבלת כמות מכוח מפלס יעד סופי כלשהו. תוצאות הפעלתו של מודל זה מוצגות בטבלה 11.2, והן תומכות במסקנה שאליה הגענו בסעיף 11.1 לעיל כי קצב זרימה של 2,000 מיליון מ"ק/שנה הוא הערך הנדרש כדי לספק תפוקה סופית של 850 מיליון מ"ק/שנה של מים מותפלים וכדי לייצב את מפלס ים המלח במסגרת טווח מפלסי היעד הנדרשים.



איור 11.2: מפלס חזוי של ים המלח מול ציר הזמן למגוון קצבי זרימה במקרה בסיס פלוס

11.3. עבור קצב זרימה של 2,000 מיליון מ"ק/שנה בהעברת מי ים סוף, ולאור תרחיש השינוי האקלימי הממודל, מפלס ים המלח יגיע לשיא של -416 מ' בשנת 2054 לערך, וזהו המועד שבו מפעל ההתפלה יגיע לקיבולת המתוכננת המלאה שלו, דהיינו 850 מיליון מ"ק/שנה. מעבר לשנת 2054, ולאור קצב זרימה של 2,000 מיליון מ"ק/שנה העברת מי ים סוף, התחזית היא כי מפלס ים המלח ירד בקצב כמעט קבוע של כ-150 מ"מ/שנה עד מפלס של -431 מ' בשנת 2150. ירידה זו נובעת מהעובדה כי גם בספיקה נכנסת של מי ים סוף לים המלח קיימת ירידה קטנה אך קבועה במליחות המים העיליים של ים המלח, וזאת תוך עלייה קטנה ומתמשכת בקצב האידוי מים המלח.

11.4. כדי לנטרל את הירידה המתמשכת וארוכת הטווח הזו במפלס ים המלח, חובה להגדיל באופן הדרגתי את ההזרמה אליו בכמות נוספת של 225 מיליון מ"ק/שנה בשנים 2058 עד 2150. כדי להשיג זאת, יש להגדיל את קיבולת מערכת ההולכה בשיעור של כ-10% במהלך תקופה זו. קיימות כמה אפשרויות להשיג זאת:

(1) להבנות את הקיבולת הנוספת של 10% במערכת ההולכה משלב הקמתה. החיסרון באפשרות זו הוא הצורך בהון השקעה גדול נוסף בהקצאה מראש להשגת קיבולת נוספת שלא תהיה דרושה לפני שנת 2060. עם זאת, מדובר בפתרון היחיד בעל היתכנות במקרה שתיבחר מערכת הולכה מנהרתית.

(2) הרחבת קיבולתה של מערכת ההולכה בשעת הצורך בעתיד. היתרון של אפשרות זו הוא דחיית עלות ההון עד לרגע שבו תידרש תוספת הקיבולת, אולם הוא ישים רק במקרה שבו תיבחר החלופה של מערך הולכה צנרתית.

(3) הרחבת קיבולת ההולכה מתחנת השאיבה והגדלת מהירות הזרימה במערכת ההולכה בשעת הצורך בעתיד. שוב, היתרון של אפשרות זו הוא דחיית עלות ההון עד לרגע שבו תידרש תוספת הקיבולת, אולם הוא ישים רק במקרה שבו תיבחר החלופה של מערך הולכה שאובה.

לנוכח אי הוודאויות המובנות בתוך השפעות השינוי האקלימי והתחזיות ארוכות הטווח המבוססות על מודל פשוט, יחד עם התועלות הכלכליות של דחיית עלות ההון עד לרגע שבו תידרש תוספת הקיבולת, חלופות (2) או (3) נחשבות כפתרונות הולמים יותר.

11.5. לאחר הצגת דוח המיין וההערכה של החלופות, הותירה ועדת ההיגוי הטכנית למשלחת הירדנית את הבחירה בנקודת הכניסה המועדפת עליה, בתנאי שבחירה זו לא תעמוד בסתירה לשיקולים טכניים אחרים. בעקבות כך ציינה המשלחת הירדנית את נקודת הכניסה הצפונית כמיקום המועדף עליה. עם זאת, הערכות מפורטות יותר באשר לגיאולוגיה, לסיכונים הסייסמיים, לתנאים הגיאומורפולוגיים של האתר מבחינת סיכונים לשיטפונות ומבחינת תצורות ומגבלות האתר, במשולב, הביאה לאישוש המסקנות המוקדמות יותר, שהוצגו בדוח המיין וההערכה לעניין החלופות, כי נקודת הכניסה הצפונית אינה מתאימה במהותה. באופן מיוחד הראו הערכות אלה כי הסיכונים הסייסמיים וסיכוני השיטפונות הקשורים למיקום נקודת הכניסה הצפונית חורגים מתקנים בינלאומיים מקובלים וכי נקודת הכניסה המזרחית עדיפה יותר. על בסיס מסקנות אלה אומץ המיקום המזרחי עבור כל תצורות ההולכה שיישקלו מכאן ואילך.

11.6. בסך הכול, עברו 15 תצורות העברה אפשריות הערכה ראשונית בתהליך המיין וההערכה של החלופות. הן כוללות:

• ארבעה מערכים המתחילים בנקודת הכניסה המזרחית.

• 11 מערכים המתחילים בנקודת הכניסה הצפונית.

• שתי מערכות של מנהרות בלבד.

• שלוש מערכות של צנרת בלבד.

• שישה צירופים של מנהרות ותעלות.

• ארבעה צירופים של מנהרות, תעלות וצנרת.

11.7. על סמך המסקנות וההמלצות שפורטו בתהליך המיון וההערכה של החלופות, החליטה ועדת ההיגוי הטכנית כי לגבי תרחיש 'מקרה בסיס פלוס' יש להעריך את שלוש תצורות ההולכה שלהלן ביתר פירוט.

- הולכה בהזרמה גרביטציונית בתוך מנהרה בגובה נקוב של 00 מ'.

- מערך הולכה שאובה בצירוף של מנהרות ותעלות בגובה נקוב של +220 מ'.

- תצורת צנרת שאובה בעלת נקודת שיא בגובה של כ-220+ מ'.

11.8. מערכי שלוש תצורות ההולכה הנבחרות מוצגים באיור 11.8 להלן. אמות המידה העיקריות לקביעת המערך לתצורות אלה הן כדלהלן:

- התנאים הטופוגרפיים.

- הימנעות מתקלות חמורות וצמצום הסיכונים הסייסמיים ככל שהדבר אפשרי באורח סביר.

- הימנעות מתשתיות קיימות או משטחים קיימים המצויים בפיתוח.

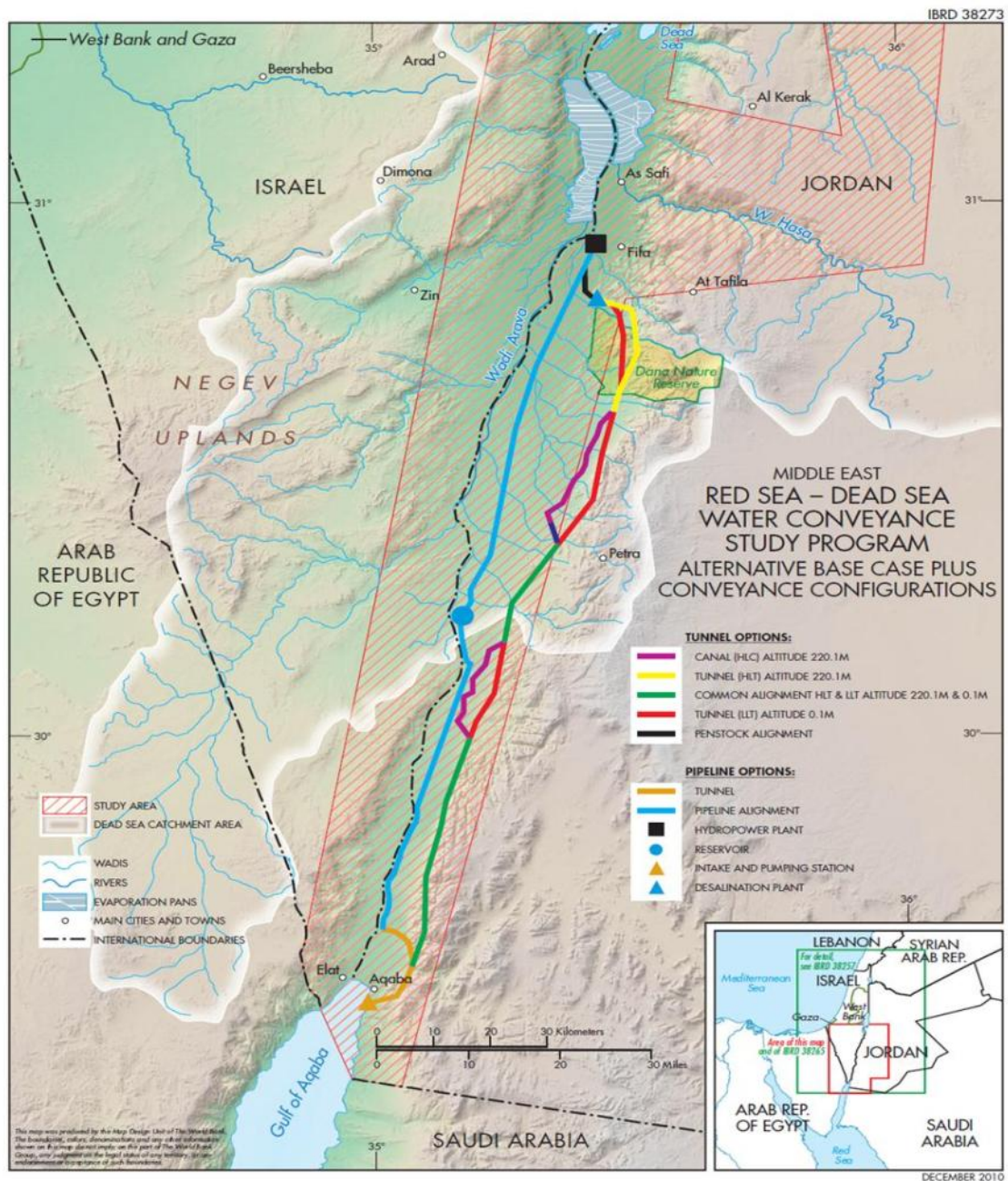
- הימנעות מאזורים שנקבעו כמיועדים להיות מוגנים סביבתית ככל שהדבר אפשרי באורח סביר.

- הימנעות מפגיעה בפעילויות חקלאיות קיימות, הן רשמיות והן בלתי רשמיות, ככל שהדבר אפשרי באורח סביר.

- אילוצי מורפולוגיה ותנאי שטח, בעיקר מניפות סחף.

- אילוצי הידרולוגיה ונתיבי הצפה.

- התנאים הגיאולוגיים והגיאומורפולוגיים.



המזרח התיכון Middle East
 ים סוף / ים המלח Red Sea - Dead Sea
 הולכת מים water conveyance
 תוכנית חקר היטכנות Study program

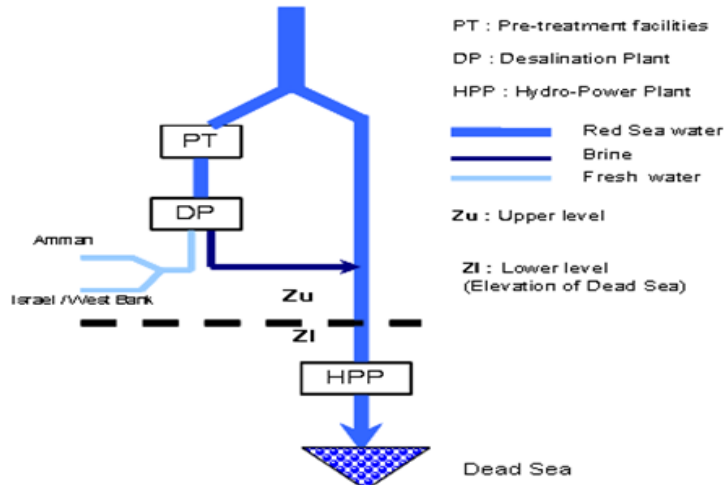
תצורות הולכה חלופיות לתרחיש 'מקרה בסיס פלוס' Alternative base case plus conveyance configurations
 חלופות מנהרתיות Tunnel options:
 תעלה (HLC) בגובה 220.1 מ' Canal (HLC) altitude 220.1 M
 מנהרה (HLT) בגובה 220.1 מ' Tunnel (HLT) altitude 220.1 M
 מערך מנהרות משותף (LLT + HLT) בגובה 220.1 מ' ו-0.1 מ' Common alignment HLT & LLT altitude 220.1 M & 0.1 M
 מנהרה (LLT) בגובה 0.1 מ' Tunnel (LLT) altitude 0.1M
 מערך צנרת כניסה ראשית Penstock alignment
 חלופות צנרתיות Pipeline options:
 מנהרה Tunnel
 מערך צנרת Pipeline alignment
 תחנת כוח הידרו-אלקטרית Hydropower plant
 מאגר Reservoir
 נקודת כניסה ותחנת שאיבה Intake and pumping station
 מתקן התפלה Desalination plant

איור 11.8: מפת תצורות הולכה חלופיות למקרה בסיס פלוס

11.9. המיקום המיטבי לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית בכל התצורות יהיה בקצה הצפוני של מערך ההולכה בסמוך לים המלח, בנקודה שבה יהיה ניתן לקבל לחץ הידרוסטטי זמין מרבי ליצירת אנרגיה הידרו-אלקטרית.

11.10. בתחילת הדרך נשקלו שלוש תצורות הזרמה חלופיות עבור תהליך ההתפלה, ואחת מהן נפסלה בתהליך המיון וההערכה של החלופות עקב העלויות ומסיבות כלכליות. שתי התצורות הנותרות שיש להעריך עבור כל אחת משלוש תצורות ההולכה הן כדלקמן.

(i) מתקן התפלה במפלס גבוה הפועל יחד עם מתקן הידרו-אלקטרי.

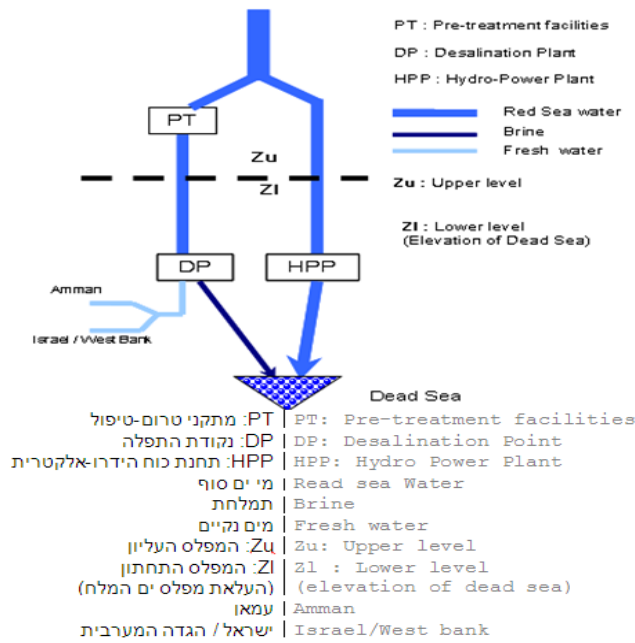


PT: מתקני טרום-טיפול	PT: Pre-treatment facilities
DP: נקודת התפלה	DP: Desalination Point
HPP: תחנת כוח הידרו-אלקטרית	HPP: Hydro Power Plant
מי ים סוף	Red sea Water
תמלחת	Brine
מים נקיים	Fresh water
Zu: המפלס העליון	Zu: Upper level
Zl: המפלס התחתון	Zl: Lower level
(העלאת מפלס ים המלח)	(elevation of dead sea)
עמאן	Amman
ישראל / הגדה המערבית	Israel/West bank

איור 11.10א: תצורת זרימה סכמטית עבור מתקן התפלה במפלס גבוה הפועל יחד עם מתקן הידרו-אלקטרי

תצורה זו ממזערת את לחץ השאיבה הנדרש לצורך העברת מי שתייה למרכזי הביקוש העיקריים. עם זאת, החיסרון הוא שתצורה זו מפחיתה מאוד גם את הלחץ ההידרוסטטי הזמין להפעלת תהליך ההתפלה באוסמוזה הפוכה. בתצורה זו הזרימה הזמינה להפקת אנרגיה היא הזרימה המוסטת הכוללת מים סוף פחות נפחם של מי השתייה המופקים. מאחר שנפח מי השתייה המופקים גדל עם הזמן במקביל לעלייה בביקוש, הזרימה הזמינה להפקת חשמל קטנה עם הזמן בכמות מקבילה. בסופו של דבר, הזרימה דרך תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית תהיה כולה תמלחת שמקורה בתהליך ההתפלה.

(ii) מתקן התפלה במפלס נמוך הפועל במקביל למתקן הידרו-אלקטרי.



איור 11.10: תצורת זרימה סכמטית עבור מתקן התפלה במפלס נמוך הפועל במקביל למתקן הידרו-אלקטרי

תצורה זו מאפשרת לנצל את מרב הלחץ ההידרוסטטי הזמין להפעלת תהליך ההתפלה באוסמוזה הפוכה, ולפיכך היא ממזערת את דרישות האנרגיה של תהליך ההתפלה. עם זאת, הדבר מחייב תוספת משמעותית בלחץ השאיבה (מ-220 מ' ל-400 מ', בהתאם לאפשרות ההולכה) לצורך העברת מים מותפלים למרכזי ביקוש הנמצאים בגובה רב יותר אצל שלושת הצדדים המוטבים, וזאת בהשוואה לתצורה שבה מתקן ההתפלה נמצא במפלס גבוה. במקרה כזה, לא ניתן להשתמש בזרם התמלחת שמקורו בתהליך ההתפלה להפקת חשמל, וזרימת המים הזמינה להפקת חשמל מזרם המים המוסט היא זרם הכניסה למתקן ההתפלה. כאשר הביקושים למי שתייה יגיעו לקיבולת המרבית של מתקן ההתפלה, יידרשו 95% מכלל הזרימה המועברת שמקורה בים סוף כדי להזין את מתקן ההתפלה, ולפיכך מנקודת זמן זו ואילך (בערך בשנת 2060) תהיה זרימה מועטה מאוד זמינה להפקת חשמל.

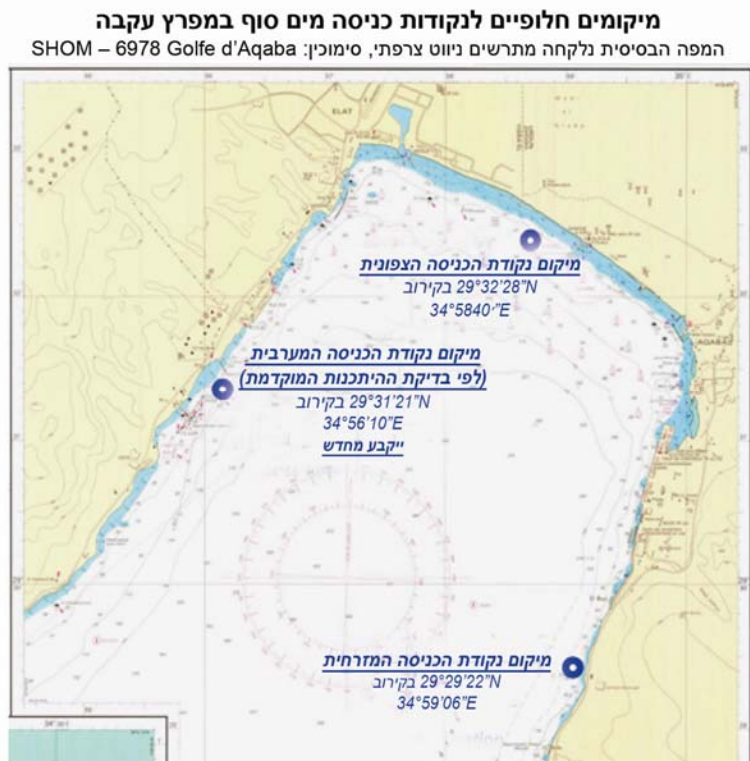
11.11. מערך התצורה עבור הולכה במנהרת הזרמה גרביטציונית במפלס נמוך ממוקם בתוך המתלול המזרחי של בקע ים המלח. המנהרה תהיה בקוטר פנימי של 8.3 מ' עם נטייה מתונה מטה מנקודת הכניסה המזרחית בעקבה לשער המוצא כ-160 ק"מ צפונית לעקבה. כריית המנהרה תיעשה דרך סלעי יסוד בחתך רוחב עם דייקים רבים במחצית הדרומית של המערך, ובעיקר דרך סלעי משקעים במחצית הצפונית של המערך. לרוב אורכו מצוי המערך מתחת למפלס מי התהום. ממוצא המנהרה, מערך ההולכה יהיה בנטייה תלולה יותר מטה ויכלול צנרת מוטמנת מפלדה באורך של כ-11 ק"מ עד לתחנת כוח הידרו-אלקטרית בקצה הדרומי של ים המלח. מתקן ההתפלה עבור גרסת המפלס הגבוה של תצורה זו ימוקם בשער המוצא של המנהרה. מתקן ההתפלה עבור גרסת המפלס הנמוך של תצורה זו ימוקם בקצה מורד הזרם של צינורות הכניסה הראשיים, בסמוך לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית.

11.12. התצורה של מנהרה/תעלה במפלס גבוה כוללת תחנת שאיבה הממוקמת מיד בסמוך לנקודת הכניסה המזרחית. מערך ההולכה עולה בתלילות מתחנת השאיבה בנקודת הכניסה המזרחית לנקודה גבוהה ברום של +220 מטרים כ-4.4 ק"מ מנקודת הכניסה המזרחית, ומשם הוא נוטה מטה במתינות דרך רצף קטעים של מנהרות ותעלות פתוחות לפתח מוצא של מנהרה הנמצאת כ-160 ק"מ צפונית לעקבה. קטעי המנהרות ממוקמים במתלול המזרחי של בקע ים המלח ויעברו דרך גיאולוגיה הדומה לזו של המנהרה במפלס הנמוך כמתואר לעיל בסעיף 11.11, למעט העובדה כי במקרה זה המנהרה תמוקם בעיקר מעל מפלס מי התהום. קטעי התעלות הפתוחות של תצורה זו יהיו בתוך ואדי ערבה לאורך הבוהן המזרחית של המתלול. ממוצא המנהרה יקבל מערך ההולכה נטייה תלולה יותר מטה ויכלול צנרת מוטמנת מפלדה באורך של כ-14 ק"מ עד תחנת כוח הידרו-אלקטרית בקצה הדרומי של ים המלח. מתקן ההתפלה עבור גרסת המפלס הגבוה של תצורה זו ימוקם בשער המוצא של המנהרה. מתקן ההתפלה עבור גרסת המפלס הנמוך של תצורה זו ימוקם בסמוך לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית.

11.13. מערך ההולכה הצנרתי כולל תחנת שאיבה הממוקמת ממש בסמוך לנקודת הכניסה המזרחית. צנרת סניקה ראשית שאובה תכלול קטע קצר של מנהרה הנתונה בלחץ מסביב לשוליים המזרחיים והצפוניים של עקבה וסדרת צנרות מקבילות מקצה מורד הזרם של המנהרה למכל ויסות בנקודה גבוהה באוכף עירנדל, נקודה המהווה קו פרשת מים בין אגני ההיקוות של ים סוף ושל ים המלח. ממכל הוויסות תתרחש זרימה גרביטציונית, שוב בעזרת סדרה של צנרות מקבילות, אל תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית בקצה הדרומי של ים המלח. מערך הצנרות יהיה מקביל בקירוב לקו הגבול בין ישראל לירדן, בדרך כלל 5 עד 10 ק"מ מערבית לקו הגבול, והוא יחצה את כביש ים המלח כמה פעמים. מתקן ההתפלה עבור גרסת המפלס הגבוה של תצורה זו ימוקם על גבי מערך הצנרת כ-50 ק"מ צפונית לאוכף עירנדל (חובה לציין כי תצורת פרויקט זו מובילה להקמת שתי תחנות כוח הידרו-אלקטריות; ראה סעיף 17.4). מתקן ההתפלה עבור גרסת המפלס הנמוך של תצורה זו ימוקם בסמוך לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית.

12. כניסת ים סוף

12.1. שלושה מיקומי כניסה אפשריים זוהו במהלך הבדיקה, כמוצג באיור 12.1 להלן. אחד מהמיקומים האלה, הנמצא בחוף המערבי של מפרץ עקבה/אילת, נפסל בשלב מוקדם של תהליך המיון והערכת החלופות. שני המיקומים שנותרו, בקו המים הצפוני והמזרחי, הוערכו לאחר מכן ביתר פירוט.



איור 12.1: מפת המיקומים האפשריים לכניסות ים סוף

12.2. אתר הכניסה הצפוני יאפשר את מערך ההולכה הקצר ביותר, והוא נמצא כמיקום המועדף בבדיקת ההיתכנות המקדמית. עם זאת, זוהו אתגרים משמעותיים הקשורים לאתר זה, כדלהלן:

- האתר צר ביותר, ונוסף לכך חלקו המערבי חסום בידי גבול ירדן/ישראל, חלקו המזרחי חסום בידי Ayla Development וחלקו הצפוני חסום בידי נמל התעופה של עקבה. התוצאה היא אתר מוגבל ביותר, והמגבלות שבהן מדובר, בשילוב הטופוגרפיה של האתר ותנאי הקרקע הבעייתיים, יחייבו שיטות בנייה קשות ויקרות.

- אתר הכניסה הצפוני ממוקם ישירות על מסלול ההזרמה של שיטפונות בזק גדולים מנחל יותום ונחל הערבה, שסדר הגודל שלהם נאמד ב-777 מ"ק/שנייה לאירוע שיטפון של פעם במאה שנה וב-1,300 מ"ק/שנייה לאירוע שיטפון של פעם באלף שנה. בהתחשב במגבלות האתר שהוזכרו לעיל, כמעט שאין אפשרות לתעל מחדש זרמי שיטפונות אלה הרחק מהעבודות או לתכנן הגנות נאותות מפני שיטפונות למתקן עילי כלשהו. האתר חשוף לסיכוני שיטפון בסדר גודל דומה גם מהצד הישראלי.

- ייתכן שהסוגיה המשמעותית ביותר היא שאתר הכניסה הצפוני קרוב ביותר לאחד מסעיפי ההעתק הראשי של הערבה, שהוא מאפיין סיסמי פעיל בעל קצב תזוזה שנתי ממוצע של כ-4 מ"מ/שנה. תנאי הקרקע חושפים את האתר לתזוזות קרקע באירוע סיסמי, וקיימת עדות ברורה מחפירות באתר סמוך לכך שדבר כזה התרחש בעבר. תנאי הקרקע גם מעידים על כך שהשפעותיו של אירוע סיסמי יוגברו באתר הכניסה הצפוני עקב אפקט אגן קלאסי, וסקרים שבוצעו בידי אחרים הראו כי התגובה הספקטרלית ליד אתר הכניסה הצפוני כפולה מזו שנמדדה ליד מיקום אתר הכניסה המזרחי.

12.3. מיקום הכניסה המזרחית יהיה באתר של תחנת כוח תרמית קטנה קיימת שהוצאה משימוש. בחירה באתר זה תגרום להארכת מערך ההולכה ב-5 ק"מ לעומת מיקום הכניסה הצפונית, אך מציעה את היתרונות הבאים לעומת המיקום הצפוני:

- גודל האתר הולם, והוא כבר במצב מפותח.
- החוף משתפל בתלילות יחסית וכך מאפשר לבנות מתקן הזרמה ימי מטובע בעומק הולם בקרבת החוף.
- לא קיימות מגבלות פיזיות, טופוגרפיות, גיאולוגיות או הידרולוגיות בדומה למגבלות שתוארו לגבי האתר הצפוני.
- יהיה ניתן לאמץ תכנים ושיטות בנייה קונבנציונליים תוך השפעה מזערית על עבודות הפיתוח הסובבות.
- האתר מרוחק מהעתקי הברקע הראשי, ותנאי הקרקע הם סלע מוצק שלא יהיה חשוף להתנזלות קרקע. הודות לתנאי הקרקע וטופוגרפיית האתר, המיקום המזרחי מתאפיין בתגובה ספקטרלית סיסמית טובה יותר בהשוואה לכניסה הצפונית.

12.4. השוואה מקדמית להשפעות הסביבתיות של אתר הכניסה המזרחי והצפוני הובאה במסגרת דוח הביניים למחקר מודל ים סוף, והיא מסוכמת בטבלה 12.4 להלן. הדבר מחזק את האפשרות כי הכניסה המזרחית עדיפה גם מבחינה סביבתית.

טבלה 12.4: השוואה סביבתית של אתרי כניסה חלופיים

	<u>אופי ההשפעות והיקפן</u>			
	<u>זרמים</u>	<u>איכות המים</u>	<u>בתי גידול בקרקעית הים</u>	<u>זחלי שוניית האלמוגים</u>
נקודת הכניסה הצפונית (עומק 8 מ')	שינוי משמעותי בזרמים החופיים.	צפויים שינויים קטנים בעמודת המים.	השפעה על עשבי ים המשמשים מצע גידול	השפעה על אזור ההצטברות של זחלים פלנקטוניים.
נקודת הכניסה המזרחית (מפלט פני המים)	שינויים קלים בזרמים החופיים עד 1 ק"מ מנקודת הכניסה.	רחופת מוצקים מוגבלת. חומרים מזינים מוגבלים.	השפעה מוגבלת על שוניית אלמוגים שכבר ניזוקו חלקית בעבודות קודמות.	ההשפעה תלויה בעומק הגריעה. סביר שתהיה אפסית מתחת לשכבה המוארת.
נקודת הכניסה המזרחית (עומק 25 מ')	שינויים קלים בזרמים החופיים עד 1 ק"מ מנקודת הכניסה.	רחופת מוצקים מוגבלת. חומרים מזינים מוגבלים. עדיין בשלבי הערכה.	השפעה מוגבלת על שוניית אלמוגים שכבר ניזוקו חלקית בעבודות קודמות.	סחיפה מסוימת של זחלים.
נקודת הכניסה המזרחית (עומק 120 מ')	שינויים קלים בזרמים החופיים עד 1 ק"מ מנקודת הכניסה.	רחופת מוצקים מוגבלת. חומרים מזינים מוגבלים. עדיין בשלבי הערכה.	השפעה מוגבלת על שוניית אלמוגים שכבר ניזוקו חלקית בעבודות קודמות.	סחיפה מוגבלת מאוד או אפסית של זחלים.

השפעה משמעותית	מפתח צבעים
השפעה קלה/מוגבלת	
עדיין בשלבי הערכה	

במחקר מודל ים סוף אושר לאחר מכן כי כדי לצמצם את ההשפעות על הסביבה, יש לבחור באתר הכניסה המזרחי.

12.5. מבחינה טכנית, הכניסה המזרחית היא המיקום המועדף עקב שילוב של סיבות כמו סיכון, תכנון, בנייה, תפעול והשפעות חברתיות/סביבתיות. הערכה כלכלית מקדמית, שנכללה בדוח המיון וההערכה של החלופות השונות, ציינה כי עלות ההון של מערכת הולכה המבוססת על הכניסה המזרחית תהיה גבוהה מהעלות עבור הכניסה הצפונית. עם זאת, צנרת הסניקה הראשית הקשורה לכניסה המזרחית קצרה בהרבה מן הצנרת הקשורה לכניסה הצפונית. לפיכך, כאשר לוקחים בחשבון את עומדי השאיבה ואת עלויות התפעול למלוא משך החיים של הפרויקט אין כל תוספת כלכלית כוללת לאימוץ הכניסה המזרחית.

12.6. נשקלו שלושה סוגים כלליים של עבודות בנקודות הכניסה, כדלקמן:

- כניסה ימית מטובעת.

- לגונה סגורה משובר גלים ומצינורות משוקעים.

- כניסה בתעלה פתוחה.

12.7. בהתבסס על הניסיון שהצטבר במקומות אחרים ועל נתונים אוקיאנוגרפיים זמינים לגבי ים סוף, בוצע דירוג יחסי לתועלות ולהשפעות הסביבתיות של כל סוג כניסה. המסקנה שעלתה היא כי כניסה ימית מטובעת היא הפתרון המועדף עקב שילוב של סיבות, כמו בנייה, סביבה ותפעול.

12.8. לפי המידע בדוח הנתונים הזמינים המיטביים, שהופק במסגרת מחקר מודל ים סוף, פותחה תכנית מתאר לכניסה מטובעת במיקום הכניסה המזרחית. בהתאם לתוכנית זו, מבנה הכניסה יהיה בעל המאפיינים הבאים:

- מרחק הכניסה מהחוף = 80 מ'.

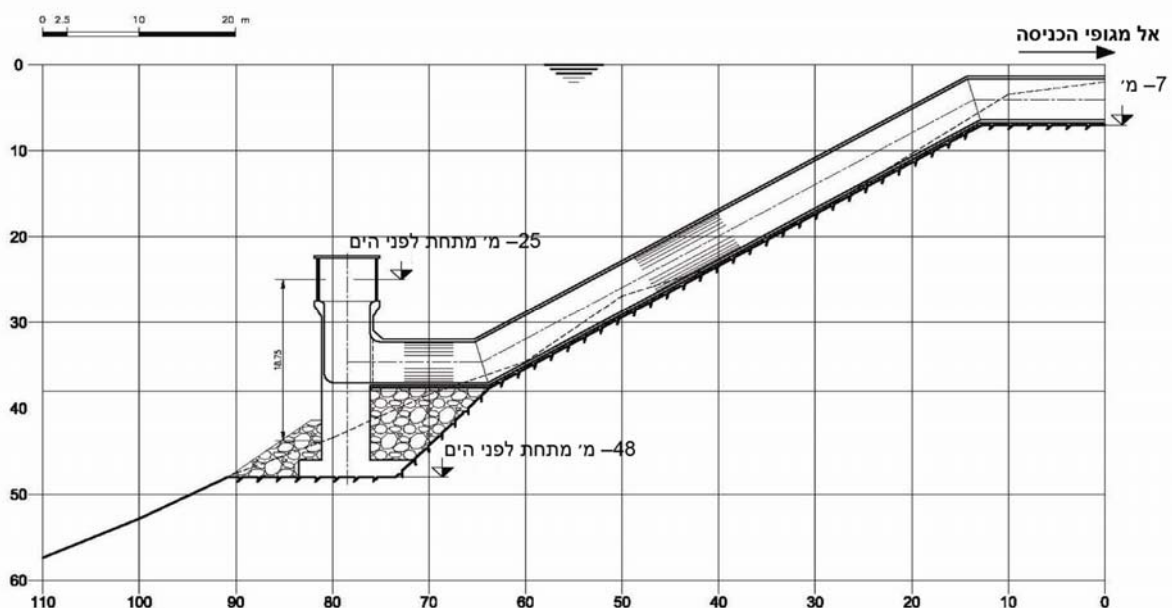
- עומק הכניסה מתחת לפני הים = 25 מ'.

- גובה הכניסה מעל קרקעית הים = 20 מ'.

- מהירות הזרימה בנקודת הכניסה = 0.3 מ'/שנ'.

- צנרת כניסה = 2 צינורות מקבילים בקוטר 4.75 מ'.

- אמצעי בקרה לכניסה = מגופי כניסה בעלי גלגל ניח בקצה של מורד הזרם של תעלת הכניסה, מבוקרים בידי מפלס המים במאגר הכניסה.



איור 12.8: הסדר כללי לעבודות הכניסה

12.9. בעקבות זאת הומלץ במסגרת מחקר מודל ים סוף למקם את הכניסה בעומק 140 מ' לפחות. הסיבה להמלצה זו היא שמבנה בעומק כזה יאפשר לסלק רק חלק זניח מהזחלים המגיעים לאזור במעלה הזרם של הכניסה. צוות המידול של ים סוף העריך כי הסילוק הצפוי של זחלים קטן בסדר גודל אחד לפחות מן התנודות הבין-שנתיות הקיימות באוכלוסיות האלמוגים וחסרי החוליות בשוניות המקומיות. במחקר מודל ים סוף הוסק גם שדרושה דגימה נוספת של זחלים כדי להתאים את העומק המועדף בכל הנוגע להשפעות על זחלי האלמוגים. לפיכך, יש לבחור סופית את עומק הכניסה בשלב התכנון הבא של הפרויקט. עם זאת, יש לציין כי גם כשמעמיקים משמעותית את הכניסה, לפי ההמלצה במחקר מודל ים סוף, לא ישנה הדבר את המסקנות לגבי ההיתכנות הכוללת של הפרויקט. במקרה זה:

- עקרון התכנון הבסיסי יישאר ללא שינוי, והשינויים העיקריים יהיו הארכת צינורות הבטון והרחבה קלה של קוטריהם כדי לפצות על הפסדי העומד בצינורות כתוצאה מן ההארכה.

- עלות בניית הכניסה תגדל משמעותית, אך בהתחשב בכך שעלות זו מהווה חלק קטן מאוד מן העלות הכוללת של הפרויקט לא תהיה לכך כל השפעה משמעותית על מסקנות בדיקת ההיתכנות.

12.10. קיים חשש לזיהום ביולוגי במערכת הולכת המים, ותכן הכניסה משלב אמצעי להזרקה חומר נוגד זיהום ביולוגי במסגרת מבנה הכניסה. מספר חלופות נשקלו בדוח הראשי, והומלץ לבצע הזרקה במינן אטי של כלור המיוצר באתר ממי ים (או ממלח יבש).

13. מערכת ההולכה – חלופת מערך מנהרה 00.1

13.1. חלופת ההולכה 00.1 מבוססת בעיקרה על מנהרת הזרמה ברמה גרביטציונית נמוכה. המנהרה תתחיל בכניסה המזרחית במפרץ עקבה מעט מתחת לגובה פני הים, ותהיה באורך של 163 ק"מ ושיפוע של 1/5,000. היא תסתיים במתלול המזרחי של הבקע – כ-12 ק"מ דרומית-מזרחית לכפר הירדני פיפא – מעט מעל לגובה של 45- מ'. משער המנהרה במורד הזרם מערך ההולכה יכול צנרת כניסה ראשית מוטמנת מפלדה באורך של כ-11 ק"מ, והיא תזין את תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית שמדרום לים המלח בגובה 350- מ'.

13.2. המערך המפורט של המנהרה מוכתב בידי מגבלות טופוגרפיות, תנאים גיאולוגיים וקיומם של העתקים פעילים. אחד השיקולים העיקריים היה לשמור על מרחק סביר מבקע הערבה הראשי. במעלה הזרם תעבור המנהרה דרך סלעי יסוד מחדריים (בעיקר גרניט), בחתך רוחב בעל דייקים רבים, ותחצה כמה אזורי העתקים שבהם הגרניט עבר ריסוק אשר יצר מילוניט. מנקודה הממוקמת כ-65 ק"מ לכיוון צפון תעבור המנהרה בסלעי משקעים, כולל כורכר, אבן גיר, דולומיט וחרסית צפחתית.

13.3. המנהרה צפויה להיחפר באמצעות מכונות קידוח ייעודיות היוצרות חתך רוחב מעגלי, והקוטר הפנימי הסופי שלה יהיה 8.3 או 8.6 מ' – בהתאם לתכן הציפוי שיאומץ. כדי לעמוד במשך בנייה נקוב של שש שנים, נוסף על השערים בכל אחד מקצות המנהרה, יידרשו גם חמש נקבות גישה נוספות שיאפשרו עבודה במקביל על עד 12 חזיתות (11 חזיתות צפויות לשמש לבנייה).

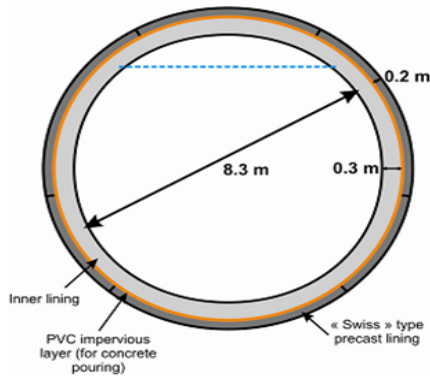
משטח הזרימה במנהרה יהיה חופשי, ולפיכך לא יופעל בה לחץ פנימי. פירוש הדבר כי:

• יש לתכן את ציפוי המנהרה ללחצי קרקע חיצוניים וללחצי מי תהום בלבד. הוצעו כמה תכנים לציפוי המנהרה, והם מכסים את הטווח המלא של התנאים הגיאולוגיים ושל תנאי מי התהום הצפויים. שתי דוגמאות אופייניות מובאות באיור 13.4 להלן.

- במקומות שבהם המנהרה עוברת בתוך מפלס המים כל דליפה תהיה מבחוץ לתוך המנהרה, ולכן קיים סיכון מזערי לזיהום מי תהום על ידי דליפה של מי ים ממערך ההולכה. עם זאת, במקומות שבהם המנהרה ממוקמת מעל למפלס מי התהום, כל דליפה תתרחש מבפנים החוצה ותגרום לזיהום של האקווה. בחלופת ההולכה 00.1, מצב אחרון זה יתרחש רק על פני מקטע מוגבל באורכו של המערך. אמצעי תיכון ספציפיים שולבו בציפוי המנהרה במיקומים אלה כדי לצמצם את הסיכון לרמה המעשית הנמוכה ביותר.

מתחת למפלס המים

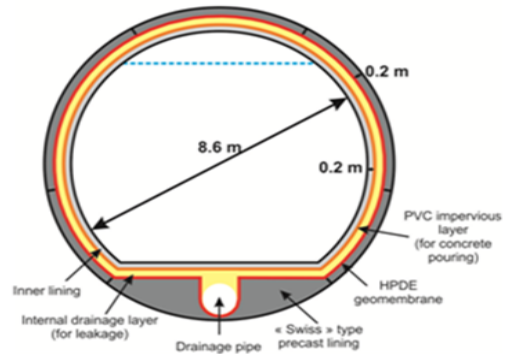
Below the Water Table



- Inner lining
- PVC impervious layer (for concrete pouring)
- "Swiss" type precast lining
- Inner lining
- Internal drainage layer (for leakage)
- Drainage pipe
- "Swiss" type precast lining
- HPDE geomembrane
- Pvc impervious layer (for concrete pouring)

מעל למפלס המים

Above the Water Table



- ציפוי פנימי
- שכבת PVC אטומה (ליציאת בטון)
- ציפוי טרומו מסוג "שוויצרי"
- ציפוי פנימי
- שכבת ניחוז פנימית (לדליפה)
- צינור ניסוח
- ציפוי טרומו מסוג "שוויצרי"
- גיאוממברנת HPDE
- שכבת PVC אטומה (ליציאת בטון)

איור 13.4: פרטי ציפוי אופייני למנהרה בחלופת מערך מנהרה 00.1

14. מערכת ההולכה – חלופת מערך משולב מנהרה/תעלה 220.1

14.1. חלופת ההולכה 220.1 כוללת את הרכיבים הבאים:

- תחנת שאיבה בכניסה המזרחית במפרץ עקבה
- צנרת סניקה ראשית שאובה קצרה באורך 4.4 ק"מ מתחנת השאיבה ועד לנקודת שיא בגובה +220 מ' על המתלול שמאחורי התחנה.
- סדרת מנהרות הזרמה (שלושה מקטעים) ותעלות (שני מקטעים) גרביטציוניות באורך 160.4 ק"מ – מנקודת השיא ועד לשער מנהרה סופי בגובה של מעט מעל +180 מ' כ-14 ק"מ דרומית-מזרחית לכפר הירדני פיפא.
- צנרת כניסה ראשית מוטמנת מפלדה באורך של כ-11 ק"מ – משער המנהרה הסופי ועד לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית שמדרום לים המלח בגובה 350- מ'.

14.2. תחנת השאיבה תמוקם באתר תחנת הכוח התרמית הקיימת הנטושה שבכניסה המזרחית. תחנת השאיבה תייצר לחץ שאיבה של 231.5 מ' וקיבולת של 64.7 מ"ק/שנייה, התואמים ל-2,000 מיליון מ"ק/שנה, בזמינות של 98%. המים יועברו על ידי 14 יחידות שאיבה, שקיבולת כל אחת מהן היא 13 מגה-ואט.

14.3. לגבי צנרת הסניקה הראשית נשקלה הן האפשרות של צינורות פלדה מעל פני הקרקע והן זו של מנהרה. המנהרה היא שנבחרה כיוון שטופוגרפיה בעייתית תחייב עבודת הגנה נרחבת מפני הלם מים עבור קווי צנרת, וכן בשל הפסדי עומד נמוכים יותר במנהרה המפחיתים את עלויות התפעול.

תכן מקטע זה מאפשר מנהרה מעגלית בעלת קוטר פנימי של 8.3 מ' המכוסה בציפוי פלדה מרותך כדי לעמוד בלחצי השאיבה הגבוהים. המנהרה תעלה בשיפוע של 1:20.

14.4. המערך המפורט של מקטעי המנהרה והתעלה הגרביטציונית מוכתב בידי מגבלות טופוגרפיות, תנאים גיאולוגיים וקיומם של העתקים פעילים. שלושת מקטעי המנהרה ימוקמו בתוך המתלול המזרחי של הבקע, ומקטעי התעלה יעברו, פחות או יותר, לאורך בוחן המתלול בתוך ואדי ערבה / עמק הערבה. שוב, אחד השיקולים העיקריים היה לשמור על מרחק סביר מבקע הערבה הראשי. המקטע העולה של המנהרה, שאורכו כ-61 ק"מ, יעבור דרך סלעי יסוד מחדריים (בעיקר גרניט), בחתך רחב בעל דייקים רבים, ויחצה כמה אזורי העתקים שבהם הגרניט עבר ריסוק אשר יצר מילוניט. המקטע האמצעי והמקטע היורד של המנהרה יעברו בעיקר דרך סלעי משקעים, הכוללים כורכר, אבן גיר, דולומיט וחרסית צפחיתית. התעלות יבנו ברוב המקרים בתוך מרבצי סחף הנמצאים על פני השטח.

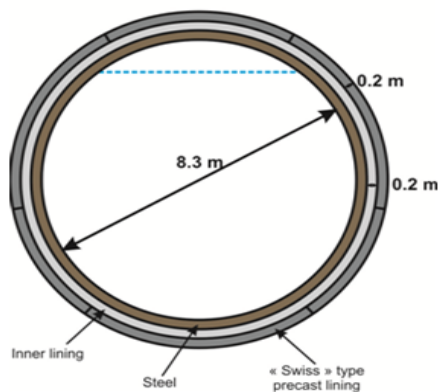
14.5. המנהרה צפויה להיחפר באמצעות מכונות קידוח ייעודיות היוצרות חתך רחב מעגלי, והקוטר הפנימי הסופי שלה יהיה 8.3 או 8.6 מ' – בהתאם לתכן הציפוי שאומץ. כדי לעמוד במשך בנייה נקוב של שש שנים, נוסף על השערים בכל אחד מהקצוות של מקטעי המנהרה, יידרשו גם שתי נקבות ביניים נוספות לצורך גישה שיאפשרו עבודה במקביל על עד עשר חזיתות (שמונה חזיתות צפויות לשמש לבנייה).

14.6. הזרימה בתוך המנהרה מהנקודה הגבוהה שבראש המקטע הקצר של צנרת הסניקה הראשית תהיה גרביטציונית. משטח הזרימה במנהרה יהיה חופשי, ולכן לא יופעל בה לחץ פנימי. פירוש הדבר כי:

- יש לתכנן את ציפוי המנהרה ללחצי קרקע חיצוניים וללחצי מי תהום בלבד. הוצעו כמה תכנים לציפוי המנהרה, והם מכסים את הטווח המלא של התנאים הגיאולוגיים ושל תנאי מי התהום הצפויים. שתי דוגמאות אופייניות מובאות באיור 14.6 להלן.
- במקומות שבהם המנהרה עוברת בתוך מפלס המים כל דליפה תהיה מבחוץ לתוך המנהרה, ולכן קיים סיכון מזערי לזיהום מי תהום על ידי דליפה של מי ים ממערך ההולכה. עם זאת, במקומות שבהם המנהרה ממוקמת מעל למפלס מי התהום, כל דליפה תתרחש מבפנים החוצה ותגרום לזיהום של האקווא. בחלופת ההולכה 220.1, מצב אחרון זה צפוי להתרחש כמעט לכל אורכו של מערך המנהרה. אמצעי תיכון ספציפיים שולבו בציפוי המנהרה כדי לצמצם את הסיכון לרמה המעשית הנמוכה ביותר.

מקטע ראשי שאוב בלחץ

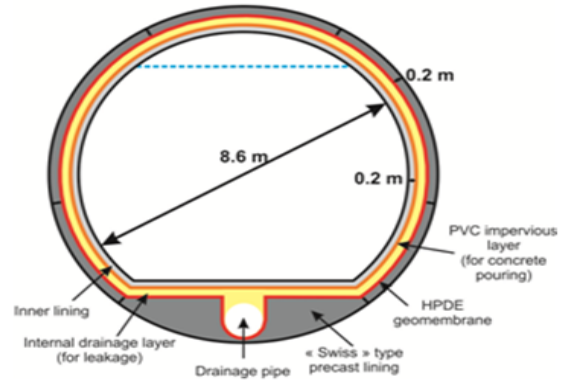
Pressurised Pumping main Section



- Inner lining
- Steel
- "Swiss" type precast lining
- Inner lining
- Internal drainage layer (for leakage)
- Drainage pipe
- "Swiss" type precast lining
- HPDE geomembrane
- PVC impervious layer (for concrete pouring)

מקטע גרביטציוני מעל מפלס המים

Gravity Section Above the Water Table

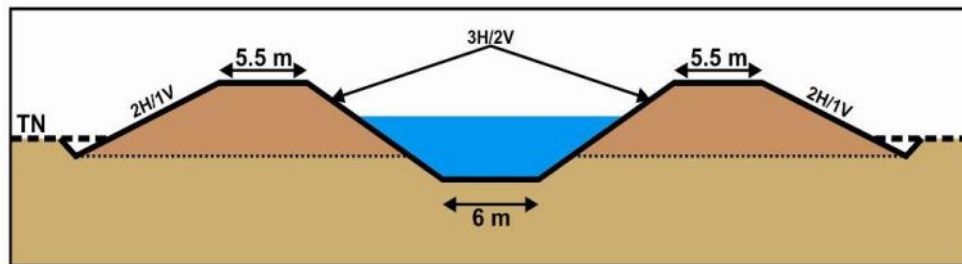


- ציפוי פנימי
- פלדה
- ציפוי טרומי מסוג "שוויצרי"
- ציפוי פנימי
- שכבת ניקוז פנימית (לדליפה)
- צינור ניקוז
- ציפוי טרומי מסוג "שוויצרי"
- גיאוממברנת HPDE
- שכבת PVC אטומה (ליציפת בטון)

איור 14.6: פרטי ציפוי אופייני למנהרה (מערך הולכה 220.1)

14.7. שני מקטעי התעלה ייבנו בחלקם על ידי חיתוך ובחלקם על ידי מילוי כדי ליצור שיפוע קבוע דרך קרקע בעלת מבנה גלי. המקטעים יתוכנו כך שיאזנו כהלכה בין נפחי החיתוך והמילוי. במקומות שבהם מערך התעלה עובר על פני נתיב הניקוז מנחלים צדדיים יאומץ תכן אחד מתוך שלושה בהתאם לתנאים הספציפיים באתר. פתרונות אלה כוללים גשר מעל לתעלה בנקודות החיתוך שלה, מפלש מים מנקז מתחת לתעלה בנקודות המילוי שלה, וכן, במקרי ביניים, גיחון (סיפון מהופך) על מערך התעלה.

14.8. לאורך שני צדי התעלה במקטעים השונים שלה ייסללו דרכי גישה לצורכי תחזוקה, ובצדדים החיצוניים שלהן יוקמו גדרות לצורכי בטיחות ואבטחה. חתך רוחב אופייני של תעלה מוצג באיור 14.8 להלן.



איור 14.8: חתך רוחב אופייני של תעלה

14.9. מקטעי התעלה ממוקמים מעל לאקוות הסחף של ואדי ערבה. לכן, חובה לצמצם עד כמה שאפשר את הסיכון לזיהום האקווה מדליפה של מי ים. לשם כך, ציפוי התעלה יכלול מחסום הידראולי כפול שיכלול את הרכיבים הבאים (מלמעלה למטה):

- ממברנה ביטומנית בעובי 4 מ"מ
- לוח בטון בעובי 20 ס"מ
- יריעת גיאוטקסטיל (להגנה על שכבת החצץ התומכת מזיהום כאשר מניחים למעלה את לוח הבטון)
- שכבת חצץ (בעובי 50 ס"מ מתחת לבסיס התעלה, ובעובי 20 ס"מ על גבי השיפועים הצדדיים)
- גיאוממברנה HDPE אטומה בעובי 2 מ"מ
- שכבת בטון התזה בעובי 5 ס"מ

14.10. חלופה זו כרוכה בבעיות מיוחדות מבחינת תיכון שלב הטרומ-טיפול בתהליך ההתפלה עקב תופעות של שקיעה והרחפה מחדש בלחץ הרוח במקטעים המתועלים, העלולות למנוע אפשרות זו.

14.11. אומדן דרישות האנרגיה לחלופת ההולכה 1-220 (תחנת שאיבה ועוד צנרת סניקה ראשית ועוד סדרה של מנהרות ותעלות גרביטציוניות) הוא 1,628 גיגה-ואט/שעה לשנה. ערך זה מתייחס להולכת המים בלבד.

15. מערכת הולכה – חלופת מערך צנרת

15.1. מערך הולכה צנרתי, המתחיל בכניסה המזרחית, יכלול את הרכיבים הבאים:

• תחנת שאיבה בכניסה המזרחית.

• מקטע של צנרת סניקה ראשית שאובה מן הכניסה בגובה פני הים ועד לנקודת שיא בגובה כ-220 מ' באוכף ע'רנדל, אשר יוצר את קו פרשת המים בין אגני ההיקוות של ים המלח ושל מפרץ עקבה. בשל היקף הפיתוח והטופוגרפיה הקשה, מקטע קצר של צנרת הסניקה הראשית, סביב השוליים המזרחיים והצפון-מזרחיים של עקבה, יעבור בתוך מנהרה.

• מאגר איזון בנקודה הגבוהה.

• צנרת הזרמה גרביטציונית ממאגר האיזון באוכף ע'רנדל ועד לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית בקצה הדרומי של ים המלח (חלופת קו הצנרת בשילוב מתקן ההתפלה במפלס הגבוה כוללת תחנת כוח הידרו-אלקטרית שנייה; ראה סעיף 17.4).

15.2. תחנת השאיבה תמוקם באתר תחנת הכוח התרמית הקיימת הנטושה שבכניסה המזרחית. תחנת השאיבה תייצר לחץ שאיבה של 273 מ' וקיבולת של 64.7 מ"ק/שנייה, התואמים ל-2,000 מיליון מ"ק/שנה, בזמינות של 98%. המים יועברו על ידי 14 יחידות שאיבה, שקיבולת כל אחת מהן היא 16 מגה-ואט.

15.3. אורך המקטע המונהר של צנרת הסניקה הראשית יהיה 25.5 ק"מ – ממוצא תחנת השאיבה ועד לנחל הערבה, כ-2 ק"מ צפונית לנמל התעופה של עקבה. מערך המנהרה יעבור ברובו בתוך סלעי גרניט, בחתך רוחב בעל דייקים של סלעי יסוד, וכן דרך אזור העתקים ברוחב 500 מ' של גרניט מילוניטי מרוסק. מקטע באורך 3.4 ק"מ בקצה מורד הזרם של מערך המנהרה יעבור דרך מרבצי סחף. חתך הרוחב של המנהרה יהיה מעגלי, וקוטרו הפנימי הסופי יהיה 5.5 מ'. כדי לעמוד בלחצי השאיבה הפנימיים הגבוהים, תכוסה המנהרה בציפוי פלדה בעובי משתנה של 27 עד 35 מ"מ. כדי למזער את דרישות ההגנה מפני הלם מים בתחנת השאיבה, יותקן פיר שיכוך במיקום מתאים לאורך מערך המנהרה. נמצאה אפשרות לקצר מנהרה זו בכ-11 ק"מ, דבר שיאפשר חיסכון פוטנציאלי נטו של כ-500 מיליון דולר ארה"ב בעלות הכוללת של הפרויקט. אם חלופה זו (המוצגת בסעיף 15.13 בדוח הראשי) תאומץ, יפנה מוצא המנהרה היישר לכיוון צפון העיר עקבה ולא לעבר חלקו הצפוני של נמל התעופה. עם זאת, יש לציין כי בשל התנאים הגיאולוגיים והגיאו-טכניים המורכבים לא ניתן לאשר זאת עד לביצוע בירור גיאו-טכני מפורט בהרבה בשלב הבא (תיכון מפורט) של פיתוח הפרויקט. לפיכך, היתכנות הפרויקט נקבעה לפי המקרה הפסימי ביותר, שבו לא תתאפשר החלופה של מנהרה קצרה יותר.

15.4. משער המנהרה העולה ועד לאוכף ע'רנדל, צנרת הסניקה הראשית תורכב מסדרה של צינורות פלדה מוטמנים באורך 66.5 ק"מ. מיטוב מפורט של העלויות ההוניות, של הפסדי החיכוך, של הלחצים בצנרת, של ביקושי האנרגיה ושל עלויות התפעול בוצע לגבי טווח מספרים וקטרים של צינורות מקבילים. כתוצאה מכך, נקבע כי התצורה המיטבית תהיה בעלת שישה צינורות מקבילים בקוטר של 2.9 מ' ועובי דופן של 14.5 מ"מ.

15.5. מכל הוויסות בנקודת השיא הוא רכיב מפתח בבקרה ההידראולית של המערכת. המכל ישמש לאיזון הזרמים בין מקטע ההולכה השאובה לבין מקטע ההולכה הגרביטציונית, והוא גם ישמש כאוגר בטיחות כדי למנוע ריקון של המכל במצב של כשל כללי במשאבה. הקיבולת הדרושה תהיה תלויה בתצורת ההתפלה שתיבחר. היא תעמוד על 270,000 מ"ק לגבי מתקן התפלה במפלס הנמוך או על 175,000 מ"ק לגבי מתקן התפלה במפלס הגבוה.

15.6. מערך הולכה בהזרמה גרביטציונית יכלול גם סדרה של צינורות פלדה מוטמנים מקבילים באורך 84 ק"מ. התצורה המיטבית תהיה אחת מאלה המוצגות להלן, בהתאם לזו שתיבחר עבור מתקן ההתפלה:

מתקן התפלה במפלס נמוך: ארבעה צינורות מקבילים בקטרים משתנים של 2.4 עד 2.9 מ', ועובי דפנות משתנה של 14.5 עד 25.5 מ"מ.

מתקן התפלה במפלס גבוה: שלושה קווי צנרת מקבילים בקטרים משתנים של 2.9 עד 3.0 מ' ודפנות בעובי 14.5 עד 15 מ"מ.

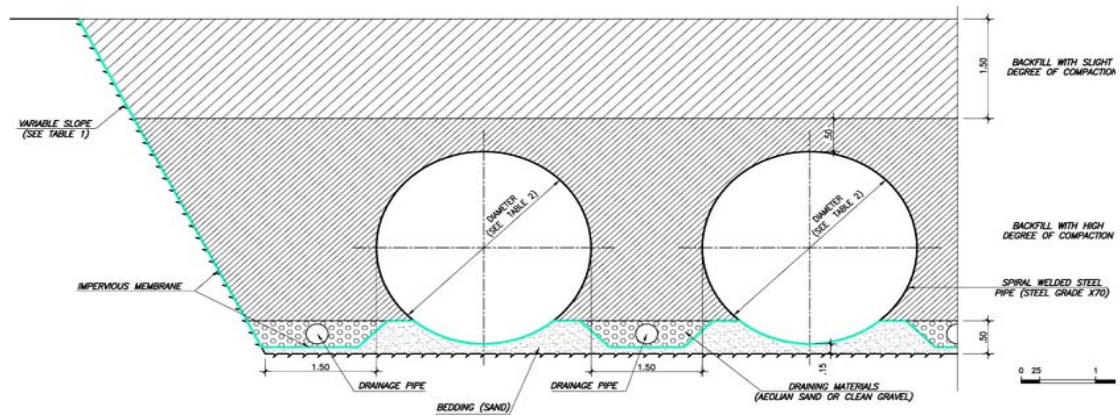
15.7. ייצור הצינור אמור להיעשות בשני מתקנים ייעודיים לייצור צינורות חלזוניים מרותכים שיוקמו על הקרקע המיועדת לצנרת או בסמוך לה. יש לייצר את הצינור מפלדה בדירוג X-70 עם ציפוי חיצוני תלת-שכבתי של פוליאורתאן וציפוי אפוקסי פנימי. ההגנה על הצינורות שהושלמו תכלול גם מערכת הגנה קתודית בזרם מאולץ.

15.8. ואדי ערבה / עמק הערבה הוא אזור סימטי פעיל ביותר, ובלתי נמנע שהצנרת תחצה כמה העתקים פעילים. במקומות שבהם הצנרת חוצה העתקים פעילים חובה לקבוע את המיקום המדויק של ההעתק במהלך הכנתן של תוכניות גיאומטריות מפורטות עתידיות לבדיקת האתרים. מקומות אלה יחייבו סידורים מיוחדים כדי להקטין את זווית הסיבוב ואת העיווי האורכי של הצינור וכדי להגן עליו מהזחה צדית כזו או אחרת. הדבר ייעשה על ידי פריסת הצינורות על פני ההעתק כשהם נתונים בתוך תיבות בטון ייעודיות ללא מצע מילוי, או כשהם מותקנים מעל פני הקרקע באמצעות אבזרים מיוחדים המאפשרים להחליק ולסובב אותם על גבי התומכות שלהם, וכן על ידי שילוב של מפרקים גלילים בצנרת. במקרה של פעילות סיסמית בינונית, התיבות והמפרקים הגלילים יספגו את התזוזה מבלי להפעיל מאמץ יתר על הצינורות.

15.9. מערך הצנרת יונח על גבי אקוות הסחף של נחל הערבה / עמק הערבה, המהווה משאב מים רב ערך ובעל חשיבות קריטית הן לתושבים והן לפעילות הכלכלית באזור. חיוני להגן על אקווה זו מזיהום עקב דליפת מי ים ממערכת הצינורות. שני סוגי דליפות נלקחים בחשבון:

(1) דליפה קטנה וסמויה – סוג זה של דליפה מצומצם מדי לאיתור בידי מכשירים לניטור זרימה או לחץ, וייתכן שלעולם לא יופיע על פני הקרקע. זרימה מדליפה מסוג זה עלולה שלא להתגלות במשך שנים רבות. ההגנה מפני דליפה מסוג זה נעשית באמצעות ציפוי החפירה בממברנה אטומה, שתאפשר לה להכיל כל דליפה קטנה. מצע החפירה מסביב לצינור האיסוף יהיה מבוסס על מילוי גרגרי המבטיח ניקוז חופשי. צינור זה יתעל כל דליפה למכלי איסוף שיוצבו בנקודות מקומיות נמוכות לאורך מערך ההולכה, ובהן יהיה ניתן לנטר ולאסוף זרימה כלשהי ולשאוב אותה החוצה למקום בטוח. בצינור האיסוף יותקנו גם מכשירים לאיתור מדויק של ספיקות נכנסות ולהפרדה בין מי ים לבין מי גשמים. סידורי תיכון אלה מוצגים באיור 15.9 להלן.

(2) דליפות גדולות ואסוניות: דליפות מסוג זה נדירות מאוד בצנרת הבנויה והמתוחזקת היטב והן יתגלו מיד. עם זאת, כמויות גדולות של מים עלולות להשתחרר בפרק זמן קצר ביותר. הנפח הכולל של הדליפה יהיה תלוי בתכן המפורט, אך הוא עלול להגיע לסדר גודל מרבי של 400,000 מ"ק. כדי לצמצם דליפה באירוע מסוג זה, יותקנו לאורך הצנרת שסתומי בידוד מובנים במרווחים קבועים, השסתומים יקושרו למערכת מכשור ובקרה שתסגור אותם מיד עם איתור זרימה חריגה או שינוי לחצים. לפיכך, הדליפה המרבית האפשרית תוגבל בפועל לנפח המים שבין שני שסתומי בידוד.



Variable slope (see Table 1)
 Impervious membrane
 Drainage pipe
 Bedding (sand)
 Drainage pipe
 Diameter (see Table 2)
 Draining materials (Aeolian sand or clean gravel)
 Spiral welded steel pipe (steel grade x70)
 Backfill with high degree of compaction
 Backfill with slight degree of compaction

שיפוע משתנה (ראה טבלה 1)
 ממברנה אטומה
 צינור ניקוז
 מצע (חול)
 צינור ניקוז
 קוטר (ראה טבלה 2)
 חומרי ניקוז (חול איאולי או חצץ נקי)
 צינור פלדה מרווה באופי תלונני (דירוג פלדה x70)
 מילוי חוזר בדרגת הידוק גבוהה,
 מילוי חוזר בדרגת הידוק קלה.

איור 15.9: מערך הולכה צנרתי – חתך רחב אופייני המציג מערכת למניעה ולגילוי של דליפות

15.10. אומדן דרישות האנרגיה לחלופה הצנרתית (תחנת שאיבה ועוד צנרת סניקה ראשית ועוד מקטעי צנרת גרביטציוניים) הוא 1,920 גיגה-ואט/שעה לשנה. ערך זה מתייחס להולכת המים בלבד.

16. התפלה

16.1. נעשתה הערכה של מיקומים לגבי מתקן ההתפלה הן במפלס גבוה והן במפלס נמוך וכן לגבי כל אחד משלושת מערכי ההולכה. בכל מקרה, מתקן ההתפלה במפלס הנמוך ימוקם בסמיכות לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית שמדרום לים המלח וממערב לכפר הירדני פיפא בגובה 350- מ'. במקרה של חלופות ההולכה מספר 00.1 ו-220.1, מיקום מתקן ההתפלה במפלס גבוה יהיה צמוד לשער תעלת ההולכה במורד הזרם, כ-14 ק"מ מדרום-מזרח לכפר הירדני פיפא, במשטח שייחפר במתלול המזרחי של הבקע. הגבהים של משטחים אלה יהיו 40- מ' לגבי חלופת ההולכה 00.1 או 180+ מ' לגבי חלופת ההולכה 220.1.

16.2. בחירת המיקום למתקן ההתפלה במפלס גבוה של חלופת הצנרת פשוטה פחות. המיקום הטבעי יהיה באתר שבו מצוי מכל הוויסות, בין מקטע ההולכה השאובה לבין מקטע ההולכה הגרביטציונית. עם זאת, מיקום זה מרוחק ממרכזי הביקוש למי שתייה המיועדים לקבל הספקה – דבר שיוסיף לעלות הכספית של מערכות העברת המים. נבחר מיקום מרוחק יותר במורד הזרם באזור ההזרמה הגרביטציונית של מערך ההולכה הנמצא בגובה נמוך יותר. מיקום זה מבטיח איזון מיטבי בין האורך של קווי מי השתייה ומרכזי הביקוש העיקריים לבין הצורך למרב את הלחץ ההידרוסטטי הזמין ליצירת אנרגיה הידרו-אלקטרית בקצה מורד הזרם של מערך ההולכה.

16.3. מבחינה תפעולית, נדרשת הפסקה בלחץ הקיים במערכת ההולכה בפתח הכניסה לצורך תהליך הטרומ-טיפול. לפיכך, כדי להבטיח את מלוא הפוטנציאל של הפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית, פעולות הטרומ-טיפול ימוקמו תמיד במתקן ההתפלה מפלס הגבוה – גם אם תהליך ההתפלה העיקרי יהיה במיקום המפלס הנמוך. במקרה של תצורות מתקן התפלה במפלס נמוך, הדבר יחייב שתי זרימות נפרדות במקטע צנרת הכניסה הראשית של מערך ההולכה: מי הזנה טרום-מטופלים לגבי מתקן ההתפלה ומים בלתי מטופלים של ים סוף שישמשו להזנת תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית.

16.4. נלקח בחשבון מלוא טווח תהליכי ההתפלה המבוססים והמפותחים הנמצאים כיום ביישום מסחרי. עם זאת, מתוך הטכנולוגיות המבוססות יותר, רק שיטת האוסמוזה ההפוכה היא בת קיימא כלכלית לגבי מתקנים המשתמשים במי ים בקנה מידה רחב ושבאין בהם שיטת חימום עודף כתוצאה מתהליך תעשייתי אחר כלשהו, כגון יצירת אנרגיה. איכות מי הים במפרץ עקבה היא טובה יחסית (ראה פרק 4 בדוח הראשי), כך ששלב הטרומ-טיפול יוגבל לסינון רב-שכבתי – אם כי הוספה של חומרי הפרדת ציפה באמצעות אוויר מומס עשויה להישקל בשלב התיכון המפורט. ניתן לשקול גם טכנולוגיה של סינון עדין כבחירה בת קיימא לטרומ-טיפול בשלב הבא של תיכון הפרויקט. זאת, בתנאי שטכנולוגיה זו תאומץ במידה נרחבת יותר – וזהו דבר סביר מאוד במקרה הנוכחי. טיפול סופי במים המותפלים יהיה כרוך בייצוב על ידי הזרקת סיד חי (quicklime) ופחמן דו-חמצני, עיכוב על ידי הוספת סיליקה של תערובות פוספט וחיטוי באמצעות כלור הנוצר בתמיסה עצמה (כנראה ממלח יבש). ההגדרה המפורטת לגבי הטיפול הסופי תחייב מחקר מסוג 'מזיגה וערבוב' ('blending' and mixing), וזאת במטרה להבטיח את איכות המים הנדרשת בברזי הקצה של הצרכנים תוך מזעור עלויות הטיפול הסופי.

16.5. תיכון התהליך מבוסס על ציוד תעשייתי תקני ועל יחידות מודולריות שיתוכנו באופן שיאפשר הרחבה ופיתוח מדורגים של מתקן ההתפלה בהתאמה לעליית הביקוש למי שתייה. תהליך האוסמוזה ההפוכה יתבצע בשני שלבים שיאפשרו השבת אנרגיה. רכיביו העיקריים של המתקן הוערכו לגודל ולכמות, ואילו התכנים המקדמיים פותחו לגבי כל שש התצורות השונות.

16.6. האנרגיה הסגולית הממוצעת לאורך חיי השירות של המתקן להפקת 1 מ"ק מי שתייה נעה על פני טווח של 1.73 עד 2.42 קילו-ואט/שעה לגבי חלופות מתקן ההתפלה במפלס נמוך ועל פני טווח של 3.05 עד 3.33 קילו-ואט/שעה לגבי חלופות מתקן ההתפלה במפלס גבוה. כפי שנראה מאוחר יותר, התועלת לכאורה של חלופת המפלס הנמוך מקוזזת על ידי פוטנציאל ארוך טווח גדול יותר להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית ועלויות שאיבה נמוכות יותר של העברת המים המותפלים למרכזי הביקוש הקשורים לתצורות מתקן ההתפלה במפלס הגבוה.

16.7. איכות המים המופקים לאחר כל שלב בתהליך האוסמוזה ההפוכה עברה הערכה, וכך גם איכות התמלחת המשוחררת לים המלח תוך התייחסות לשאריות הכימיקלים ששימשו בשלבי התפעול והתחזוקה של תהליך הטיפול. יהיו הבדלים עונתיים קטנים ברמת ביצועי התהליך, ואומדן הביצועים לעונת הקיץ מסוכם בטבלה 16.7 להלן.

טבלה 16.7: איכות המים המוזרמים ביחידות של מ"ג/ליטר (בעונת הקיץ)

צורונים/פרמטר	נוסחה מולקולארית	מי-ים	תרכיז	חדירות	
				מעבר 1	מעבר 2 (סופי)
אמוניום	NH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0
אשלגן	K	424.4	828.8	5.3	0.7
נתרן	Na	12 148.0	23 739.2	130.5	14.4
מגנזיום	Mg	1 476.9	2 894.2	3.7	0.2
סידן	Ca	471.1	923.3	1.2	0.1
סטרונציום	Sr	0.0	0.0	0.0	0.0
בריום	Ba	41.0	77.2	0.1	0.0
קרבונט	CO ₃	21.1	558.2	0.0	0.0
ביקרבונט	HCO ₃	105.0	193.7	1.7	0.2
ניטרט	NO ₃	1.0	1.9	0.1	0.0
כלוריד	Cl	22 670.0	42 852.6	215.6	23.1
פלאוריד	F	1.0	1.9	0.0	0.0
סולפט	SO ₄	3 183.0	5 997.4	3.0	0.1
סיליקה	SiO ₂	5.0	9.4	0.1	0.0
בור	B	4.9	8.4	1.4	0.9
פחמן דו-חמצני	CO ₂	0.4	0.7	0.2	0.0
סך-הכל מוצקים מומסים	TDS	41 121.0	77 625.6	369.0	44.0
רמת החומציות	pH	8.2	8.3	7.1	8.4
טמפרטורה	°C	30.0	30.5	30.8	30.8

16.8. אוגר איזון למים מותפלים בכמות השווה לחמש שעות הפעלה עד לכמות מרבית של 250,000 מ"ק יסופק במוצא המתקן. אוגר איזון ואוגר אסטרטגי נוסף יידרש ברשתות ההפצה במרכזי הביקוש, אולם סוגיה זו מצויה מעבר להיקפה של בדיקת ההיתכנות.

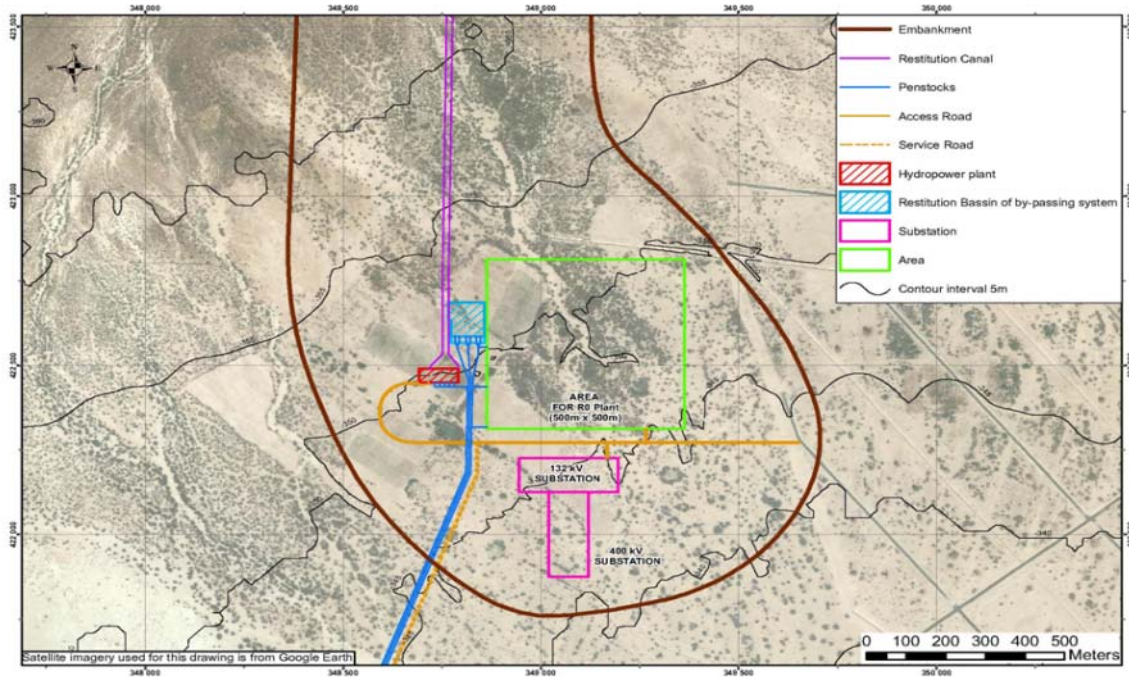
17. תחנת כוח הידרו-אלקטרית

17.1. הבדל הלחצים הנובע מהפרש הגובה של 423 מ' בין ים סוף לבין ים המלח מספק את הפוטנציאל להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית כחלק מפרויקט ים סוף – ים המלח.

17.2. במצב מיטבי, מיקום תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית אמור להיות בנקודה הנמוכה ביותר האפשרית כדי למרב את פוטנציאל הפקת האנרגיה. אתר מתאים נמצא ממש מדרום לבריכות האידוי הסולריות של התעשייה הכימית, כ-3 ק"מ מזרחית לגבול ישראל-ירדן ובקרבת הכפר הירדני פיפא. האתר שוכן בתוככי הגבולות המוצעים לשטח המוגן בכפר הירדני פיפא. להלן השיקולים העיקריים המשפיעים על בחירת האתר:

- התנאים הטופוגרפיים
- מיקום הגבול הבינלאומי.
- מיקום ההעתק הראשי.
- נוכחות נתיבי הצפה ראשיים מצדי הערוצים וסיכוני ההצפה הנובעים מהם.
- נוכחות מניפות סחף.
- שטחים חקלאיים מבוססים.
- סיכונים אפשריים לבולענים
- האזורים המפותחים של העיירות הדרומיות (ע'ור).

17.3. בנוסף לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית עצמה, האתר יכול גם את צנרות הכניסה הראשית הנכנסות, אגן המרת אנרגיה למקרה שיהיה צורך לסגור את תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית ולכוון את הזרימה הנכנסת לעקוף את התחנה, תעלת ספיקה יוצאת לים המלח, תחנת משנה במתח של 400/130 קילו-וולט, וכן חלופה למתקן התפלה במפלס נמוך (אם זו תהיה החלופה שתיבחר). כפי שצוין לעיל, קיים סיכון משמעותי להצפה, ולכן האתר כולו ימוגן בסוללת עפר בגובה 2 מ' שתוכל להשתלב בפני הקרקע הטבעיים. הדבר מוביל להסתברות גלישה בערך של כ-5% לתקופה של 200 שנה. תרשים כללי של אזור תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית מוצג באיור 17.3 להלן (איור זה נכון לגבי תצורת מתקן התפלה במפלס נמוך).



Area for R0 plant (500m x 500m)
 132 kV Substation
 400 kV Substation
 Embankment
 Restitution canal
 Penstocks
 Access road
 Service road
 Hydropower plant
 Restitution basin of by-passing system
 Substation
 Area
 Contour interval 5m
 Satellite imagery used for this drawing is from Google Earth

השטח למפעל R0 (500m x 500m)
 תת-תחנה של 132 קילו-וואט
 תת-תחנה של 400 קילו-וואט
 סוללה
 תעלת החזרה
 צנרת כניסה ראשית
 כביש גישה
 כביש שירות
 תחנת כוח הידרואלקטרית
 בריכת החשבה של המערכת העוקפת
 תת-תחנה
 שטח
 רווח אנכי 5 מטר
 תמונות הלוויין המופיעות באיור זה נלקחו מ-Google Earth

איור 17.3: מתווה כללי של אזור תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית

17.4. שלוש תצורות הולכה אפשריות עברו הערכה יחד עם שתי תצורות אפשריות לגבי מתקן התפלה לכל אחת מהן, ובסך הכול התקבלו שש תצורות מערכת כמפורט בטבלה 17.4 להלן. הזרימות והלחצים ההידרו-סטטיים הזמינים לצורך הפקת האנרגיה משתנים בכל אחת משש התצורות וכן הם משתנים מעט על ציר הזמן לגבי כל אחת מהתצורות. במקרה של חלופות 1 עד 5, הניצול הטוב ביותר של הלחץ והזרימה הזמינים יתקבל מתחנת כוח הידרו-אלקטרית אחת בגובה הנמוך ביותר האפשרי מבחינה מעשית. עם זאת, בתצורה של מערך הולכה צנרתי בשילוב מתקן התפלה במפלס גבוה, המתקן ימוקם במורד הזרם ובגובה הנמוך מזה של מכל הוויסות. לפיכך, במקרה זה, הניצול המרבי של הלחץ הזמין יושג באמצעות בניית שתי תחנות כוח הידרו-אלקטריות – האחת ממש במעלה הזרם של מתקן הטרומ-טיפול במפלס הגבוה, והאחרת במיקום המפלס הנמוך. לכל אחת מתצורות אלה יש פוטנציאל שונה להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית.

טבלה 17.4: רשימת החלופות לגבי תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית

תחנת כוח הידרו-אלקטרית		חלופה של הולכת מים	תצורת התפלה
מס' 1	0.1 LLDP	חלופה 0.1	מתקן התפלה במפלס נמוך
מס' 2	0.1 HLDP	חלופה 0.1	מתקן התפלה במפלס גבוה
מס' 3	220.1 LLDP	חלופה 220.1	מתקן התפלה במפלס נמוך
מס' 4	220.1 HLDP	חלופה 220.1	מתקן התפלה במפלס גבוה
מס' 5	PL LLDP	חלופת צנרת	מתקן התפלה במפלס נמוך
מס' 6	PL HLDP-1	חלופת צנרת	מתקן התפלה במפלס גבוה
מס' 7	PL HLDP-2	חלופת צנרת	מתקן התפלה במפלס גבוה

17.5. במקרה של כל החלופות המתאימות לגבי מתקן ההתפלה במפלס גבוה, הזרימה לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית תכלול שילוב של תמלחת ממתקן ההתפלה ומי ים סוף העוקפים את מתקן ההתפלה. לפיכך, הזרימה הכוללת לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית תהיה שווה לכמות הנגרעת של מי ים סוף ולקצב הזרימה פחות כמות המים המותפלים המופקת. מאחר שכמות המים המותפלים המופקת תגדל עם הזמן כדי להתאים לגידול בביקוש למי שתייה, תהיה הפחתה תואמת בנפח המים שיהיה זמין להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית. במקרה כזה, הזרימה הזמינה להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית תהיה מוגבלת בערך לזרימתה של התמלחת כאשר כמות התפוקה ממתקן ההתפלה תגיע למלוא קיבולתה ועוד כמות קטנה מאוד של מי ים סוף.

17.6. במקרה של בחירה במתקן התפלה במפלס הנמוך, הזרימה לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית תכלול במלואה את מי ים סוף העוקפים את מתקן ההתפלה ולא תכלול את התמלחת מתהליך ההתפלה. לפיכך, הזרימה הכוללת לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית תהיה שווה לכמות הנגרעת של מי ים סוף ולקצב הזרימה פחות הספיקה הנכנסת למתקן ההתפלה. שוב, מאחר שכמות המים המותפלים המופקת תגדל עם הזמן כדי להתאים את עצמה לביקושים למי שתייה, תהיה גם עלייה מקבילה בספיקה הנכנסת למתקן ההתפלה וירידה מקבילה בנפח מים הזמין להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית. במקרה כזה, הזרימה הזמינה להפקת האנרגיה ההידרו-אלקטרית תהיה קטנה מרגע שתפוקת מתקן ההתפלה תגיע למלוא קיבולתה.

17.7. אומדן כלכלי מראה כי למרות הפחתה זו בפוטנציאל הפקת האנרגיה ההידרו-אלקטרית יהיה זה תמיד מועיל כלכלית להפעיל את מרב קיבולת ההפקה החשמלית כבר בשלב הראשון גם אם חלקה יהפוך במשך הזמן למיותר.

17.8. הזרימות הכוללות הזמינות להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית מסוכמות בטבלה 17.8 להלן.

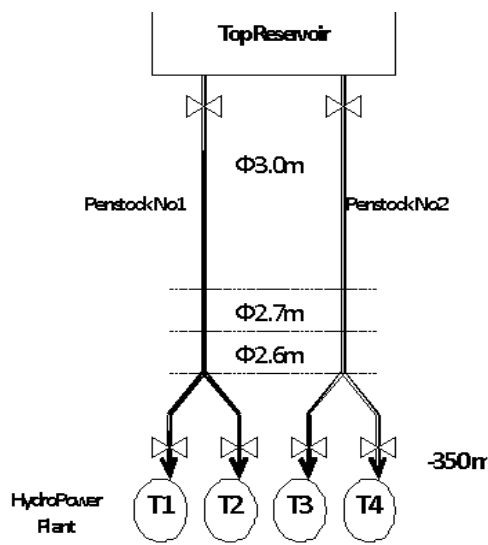
טבלה 17.8: הזרימות הזמינות להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית

שנה	זרימה במובל ההולכה הראשי (MCM/yr)	נפח המים המותפלים (MCM/yr)	נפח התמלחת (MCM/yr)	נפח הגל הנוסג וההצפה מתוך PT (MCM/yr)	ספיקות נכנסות זמינות בתחנות הכוח ההידרואלקטריות	
					תצורת מפעל ההתפלה במפלוס נמוך (MCM/yr)	תצורת מפעל ההתפלה במפלוס גבוה (MCM/yr)
2020	2,000	350	396	23	1,254	1,650
2021	2,000	358	405	23	1,237	1,642
2022	2,000	366	414	24	1,220	1,634
2023	2,000	374	423	24	1,203	1,626
2024	2,000	382	432	25	1,186	1,618
2025	2,000	390	441	26	1,169	1,610
2026	2,000	398	450	26	1,152	1,602
2027	2,000	406	459	27	1,135	1,594
2028	2,000	414	468	27	1,118	1,586
2029	2,000	422	477	28	1,101	1,578
2030	2,000	430	486	28	1,084	1,570
2031	2,000	441	499	29	1,060	1,559
2032	2,000	452	511	30	1,037	1,548
2033	2,000	463	524	30	1,013	1,537
2034	2,000	474	536	31	990	1,526
2035	2,000	485	549	32	966	1,515
2036	2,000	496	561	32	943	1,504
2037	2,000	507	574	33	919	1,493
2038	2,000	518	586	34	896	1,482
2039	2,000	529	598	35	873	1,471
2040	2,000	540	611	35	849	1,460
2041	2,000	553	626	36	821	1,447
2042	2,000	566	640	37	794	1,434
2043	2,000	579	655	38	766	1,421
2044	2,000	592	670	39	738	1,408
2045	2,000	605	684	40	711	1,395
2046	2,000	618	699	40	683	1,382
2047	2,000	631	714	41	655	1,369
2048	2,000	644	729	42	627	1,356
2049	2,000	657	743	43	600	1,343
2050	2,000	670	758	44	572	1,330
2051	2,000	688	778	45	534	1,312
2052	2,000	706	799	46	495	1,294
2053	2,000	724	819	47	457	1,276
2054	2,000	742	839	49	419	1,258
2055	2,000	760	860	50	380	1,240
2056	2,000	778	880	51	342	1,222
2057	2,000	796	901	52	303	1,204
2058	2,000	814	921	53	265	1,186
2059	2,000	832	941	54	227	1,168
2060	2,000	850	962	56	188	1,150

17.9. במקרה של תצורות מתקן התפלה במפלס נמוך, כפי שצוין קודם לכן, יהיו שתי זרימות נפרדות במורד הזרם של מתקן הטרומ-טיפול – זו של המים הטרומ-מטופלים המולכים למתקן ההתפלה וזו של המים הבלתי מטופלים המולכים לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית. לגבי כל אחת מזרימות אלה יידרשו מערכות צנרת וצנרות כניסה ראשיות נפרדות, ומאחר ששתי הזרימות משתנות עם הזמן – הפתרון המיטבי יהיה:

• **לגבי חלופת ההולכה 0.1 ו-220.1:** שלוש צנרות כניסה ראשיות מקבילות בעלות הצטלבות מורכבת במעלה הזרם ובמורד הזרם ומערכי שסתומים. בשנים הראשונות לפעילות שתי צנרות הכניסה הראשיות יהיו מיועדות למי ים סוף, ואחת תיועד למים הטרומ-מטופלים. מצב זה יתהפך במשך השנים כאשר יחול שינוי ביחס בין שתי הזרימות האלה.

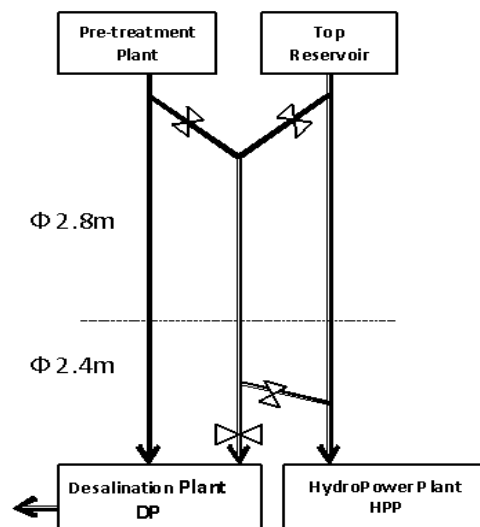
• **לגבי חלופת הצנרת:** ארבעה צינורות בעלי אותם סוגים של מערכי שסתומים והצטלבות. בשנים הראשונות לפעילות שני צינורות יהיו מיועדים למי ים סוף, ומשנת 2043 ואילך יהיו מיועדים לכך שלושה צינורות.



High Level Desalination

Top reservoir
 Penstock No1
 Penstock No2
 Hydropower plant

Pre-treatment Plant
 Top Reservoir
 Destination Plant (DP)
 HydroPower Plant (HPP)
 High Level Desalination
 Low Level Desalination



Low Level Desalination

מאגר עליון
 צנרת כניסה ראשית מספר 1
 צנרת כניסה ראשית מספר 2
 תחנת כוח הידרואלקטרית
 מפעל למדם-טיפול
 מאגר עליון
 מפעל מיועד (DP)
 תחנת כוח הידרואלקטרית (HPP)
 מתקן התפלה במפלס הגבוה
 מתקן התפלה במפלס הנמוך

התפלה במפלס נמוך

התפלה במפלס גבוה

איור 17.9: מערכי צנרות כניסה ראשיות אופייניות

(לגבי חלופות הולכה 0.1 ו-220.1)

17.10. נעשתה הערכה הן לגבי טורבינות מסוג פרנסיס (Francis) ומסוג פלטון (Pelton) כאחד, ונמצא כי סוג פלטון עדיף מטעמים כלכליים, הידראוליים ותחזוקתיים. טורבינות מסוג פלטון מתמודדות טוב יותר עם האפשרות להשפעות משמעותיות של הלם מים כתוצאה מאורך רב מדי של צינורות כניסה או צנרות כניסה ראשיות, וחובה להתייחס לכך כאל קריטריון מרכזי בבחירת סוג המכונות. מספר היחידות נקבע תוך התחשבות בפרמטרים ובקריטריונים הבאים:

• מספר הצינורות או צנרות הכניסה הראשיות המולכים את המים לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית.

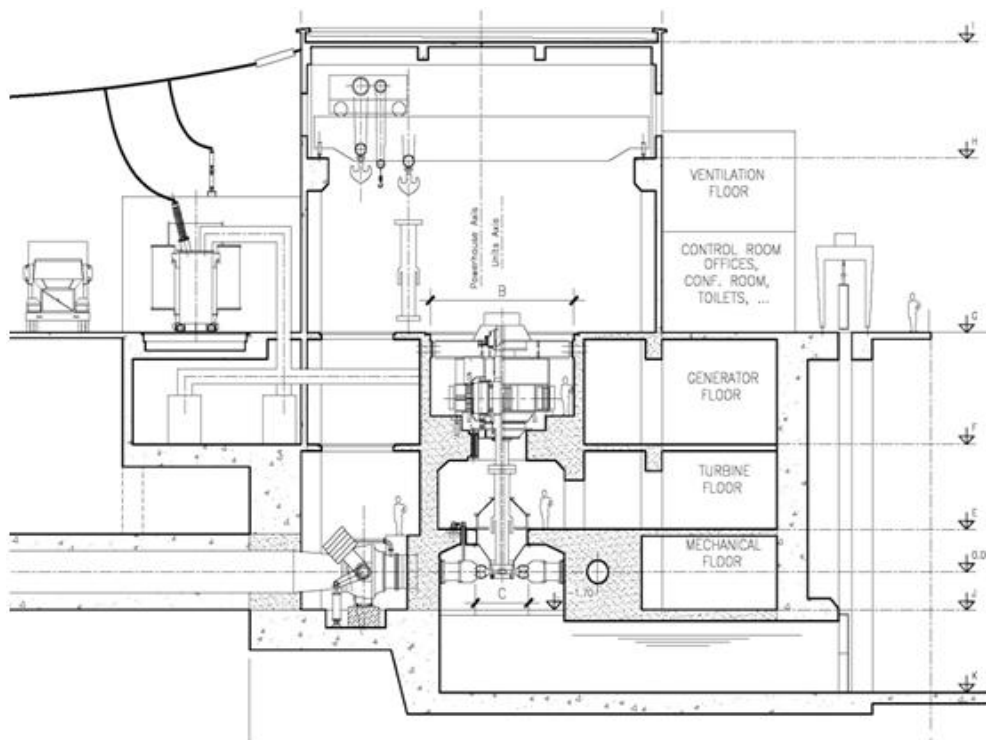
• קצב הזרימה הנקוב של כל יחידה.

• מספר היחידות חייב לאפשר הפקת אנרגיה לאורך כל מחזור החיים של הפרויקט ברמת יעילות סבירה.

17.11. כפי שהודגש קודם לכן, זרימת המים הזמינה להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית פוחתת עם הזמן בכל התרחישים. בוצע אומדן כלכלי המדגים, אף על פי כן, כי ההתקנה המיטבית תהיה כזו שתמרב את הפקת האנרגיה בשנים הראשונות וכך תיצור קיבולת עודפת בשנים שלאחר מכן. לכן, הגודל וההספק של הציוד נקבע על בסיס זה.

17.12. בחירת החומר המתאים לשסתומים, לטורבינות ולציוד אחר הבא במגע עם מי ים היא בעלת חשיבות מכרעת. עד היום הצטבר בעולם ניסיון מוגבל למדי בנוגע להפקת אנרגיה הידרו-אלקטרית תוך שימוש במי ים, ולכן נושא זה יחייב הערכה קפדנית יותר בשלב התיכון המפורט.

17.13. חתך רוחב אופייני של תחנת הכוח הידרו-אלקטרית מוצג באיור 17.13 להלן, ונתונים לגבי מספרם וגודלם של פריטי הציוד העיקריים לכל תחנת כוח הידרו-אלקטרית אפשרית מוצגים בטבלה 17.13 להלן.



איור 17.13: חתך רוחב אופייני של תחנת כוח הידרו-אלקטרית

טבלה 17.13: סיכום מאפייני הציוד העיקריים

		HLDP 0.1	HLDP 220.1	LLDP 0.1	LLDP 220.1	צנרת LLDP	צנרת HLDP 1	צנרת HLDP 2
עומד/לחץ השאיבה של ההספק		277 m	446 m	280 m	471 m	455 m	211 m	215 m
מספר היחידות	יחידות גדולות	4	4	4	4	4	3	3
	יחידות קטנות	/	/	1	1	1	/	/
קצב זרימה כולל		58.1	58.1	44.2	44.2	44.2	70.4	58.1
קצב הזרימה של היחידה	יחידות גדולות	14.52	14.52	10.17	10.17	10.17	23.46	19.37
	יחידות קטנות	/	/	3.52	3.52	3.52	/	/
סך-הכל הספק		146.4 MW	235.5 MW	112.6 MW	189.4 MW	183.0 MW	135.0 MW	113.8 MW
הספק יחידה	יחידות גדולות	36.6 MW	58.9 MW	25.9 MW	43.6 MW	42.1 MW	45.0 MW	37.9 MW
	יחידות קטנות	/	/	9.0 MW	15.1 MW	14.5 MW	/	/
מהירות סגולית (Ns)	יחידות גדולות	58.1	51.5	55.2	48.1	49.7	56.8	53.8
	יחידות קטנות	/	/	47.5	38.6	39.9	/	/
מהירות מעשית (rpm)	יחידות גדולות	300	375	333	428	428	187.5	200
	יחידות קטנות	/	/	500	600	600	/	/
קוטר הטורבינה	יחידות גדולות	2.6	2.62	2.34	2.36	2.3	3.6	3.45
	יחידות קטנות	/	/	1.56	1.68	1.65	/	/
קוטר שסתום הפתיחה	יחידות גדולות	1.45	1.45	1.25	1.25	1.25	1.85	1.7
	יחידות קטנות	/	/	0.75	0.75	0.75	/	/
ההספק המתקבל על ידי המחולל	יחידות גדולות	43.1 MVA	69.3 MVA	30.5 MVA	51.3 MVA	49.6 MVA	52.9 MVA	44.6 MVA
	יחידות קטנות	/	/	10.5 MVA	17.7 MVA	17.1 MVA	/	/
מתח הקטטור (Stator)	יחידות גדולות	5,5 kV	10,5 kV	5,5 kV	10,5 kV	10,5 kV	10,5 kV	10,5kV
	יחידות קטנות	/	/	5,5 kV	5,5 kV	5,5 kV	/	/

17.14. פוטנציאל תפוקת האנרגיה בכל אחת מהחלופות של תחנות הכוח ההידרו-אלקטריות מסוכם בטבלה 17.14.

טבלה 17.14(א): תפוקת האנרגיה השנתית המתקבלת מתחנות הכוח ההידרו-אלקטריות החלופיות

שנה	תפוקת האנרגיה המתקבלת מכל אחת מתחנות הכוח ההידרו-אלקטריות (גיגה-ואט/שעה)					
	01 LLDP	0.1 HLDP	220.1 LLDP	220.1 HLDP	PL LLDP	PL HLDP-1 & 2
2020	842	1,059	1,424	1,718	1,146	1,817
2030	739	1,021	1,260	1,655	1,119	1,797
2040	550	967	919	1,563	981	1,766
2050	391	896	668	1,445	588	1,717
2060	134	764	231	1,237	240	1,642

טבלה 17.14(ב): ביקוש אנרגיה נטו לתצורות החלופיות של הפרויקט

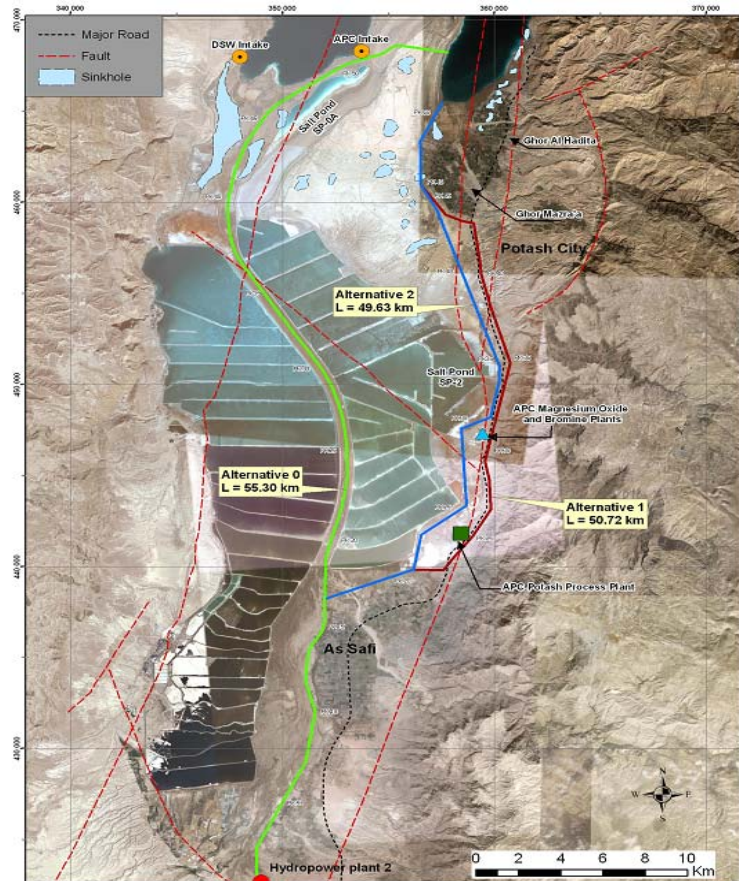
תצורה	מאזן האנרגיה בשנת 2020			מאזן האנרגיה בשנת 2060		
	תפוקה	צריכה	מאזן	תפוקה	צריכה	מאזן
01 LLDP	842	2,229	-1,387	134	5,450	-5,316
01 HLDP	1,059	2,337	-1,278	764	5,645	-4,881
220 LLDP	1,424	3,612	-2,188	231	6,579	-6,348
220 HLDP	1,718	3,736	-2,018	1,237	6,718	-5,481
צנרת LLDP	1,146	3,895	-2,749	240	7,061	-6,821
צנרת HLDP	1,817	4,347	-2,530	1,642	7,782	-6,140

הערה: האנרגיה הנצרכת ומאזן האנרגיה כוללים את האנרגיה הנדרשת לשאיבת מי שתייה לעמאן אך לא את האנרגיה הנדרשת לשאיבת מי שתייה לישראל או לרשות הפלסטינית.

18. שחזור ים המלח

18.1. ההזרמה המועדפת מבחינה כלכלית אל ים המלח היא באמצעות תעלה פתוחה ממתקן הידרו-אלקטרי אל הקצה הדרומי של האגן הצפוני של הים. עם זאת, הועלו חששות כי מיקום ההזרמה באזור זה עלול להשפיע באופן שלילי ביותר על רמת התפעול והרווחיות של התעשייה הכימית. בוצעה הערכה על סמך המודל התרמו-דינמי החד-ממדי המתואר בסעיף 6 בדוח במשולב עם התוצאות הזמינות נכון להיום ממחקר מודל ים המלח. זו מציעה כי נקודת ההזרמה של הפרויקט תמוקם ממזרח ללשון, באופן שחצי האי יפריד את אתר ההזרמה של הפרויקט מנקודות הכניסה של מפעלי התעשייה הכימית. אם המפעלים ינמיכו את נקודות השאיבה שלהם ל-50 מ' ויותר מתחת למפלס ים המלח, ההשפעה על פעילותם תהיה מזערית. מסקנה זו תחייב אימות כאשר התוצאות הסופיות של המידול והניתוח שיתקבלו במחקר מודל ים המלח יהיו זמינות.

18.2. נשקלו מערכים חלופיים לגבי תעלת ההזרמה מהמתקן ההידרו-אלקטרי לים המלח – ממזרח וממערב לבריכות האידי של מפעלי התעשייה הכימית וגם בין שני מערכי הבריכות. עם זאת, התנאים הטופוגרפיים והגיאולוגיים והפיתוחים הקיימים הופכים את המערכים הפוטנציאליים – המזרחי והמערבי – לבלתי מעשיים. לפיכך, המסלול המומלץ לתעלת ההזרמה פונה צפונה מתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית ומתחבר עם הנקז ראשי העובר לאורך הגבול בין חברת הפוספטים הערבית (ירדן) לבין בריכות האידי של מפעלי ים המלח – ומשם מזרחה לרוחב צוואר הלשון. מערך זה מוצג כקו ירוק המסומן כ-'חלופה 0' באיור 18.2 להלן.

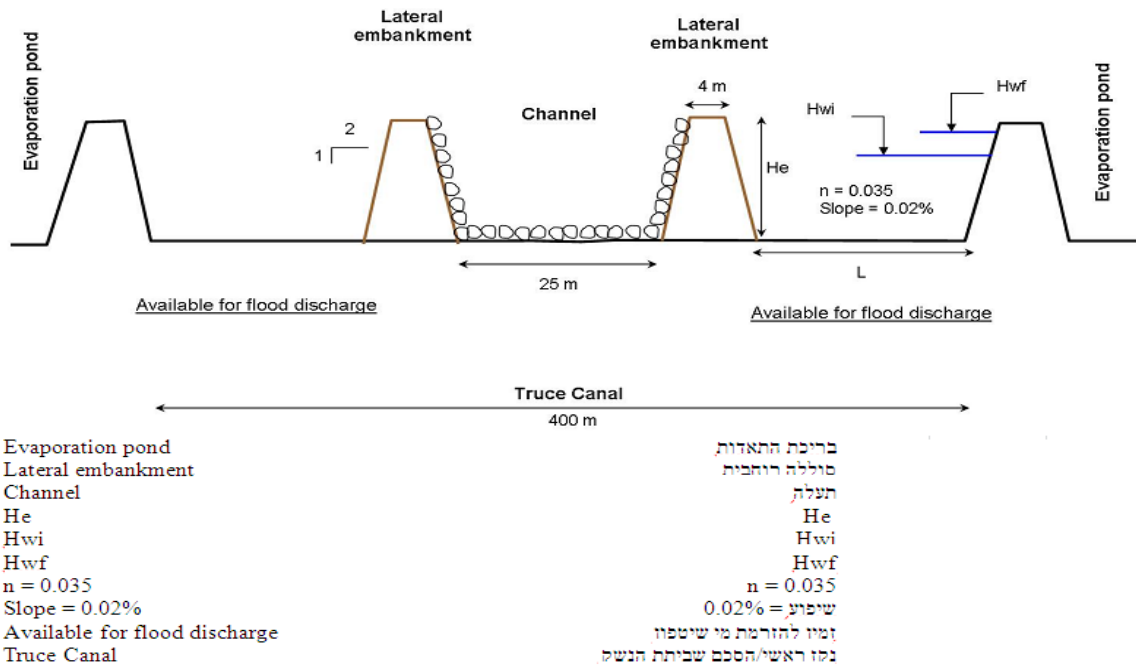


Major Road
 Fault
 Sinkhole
 DSW Intake
 APC Intake
 Alternative 2 - L = 49.63 km
 Alternative 0 - L = 55.30 km
 Alternative 1 - L = 50.72 km
 Salt Pond SP-2
 APC Magnesium Oxide and Bromine Plants
 APC Potash Process Plant
 Hydropower plant 2

דרך ראשית
 שבר
 בולען
 כניסת מ"ה
 כניסת APC
 חלופה 2 - L = 49.63 ק"מ
 חלופה 0 - L = 55.30 ק"מ
 חלופה 1 - L = 50.72 ק"מ
 בריכת מלח SP-2
 מפעלי תחמושת המגנזיום והברום של APC
 מפעל עיבוד האשלג של APC
 תחנת כוח הידרואלקטרית 2

איור 18.2: מערכים חלופיים שנשקלו לגבי תעלת ההזרמה

18.3. ידוע, כי הועלה חשש בדבר הסיכון שמציב הסדר זה לסוללות של מפעלי התעשייה הכימית, שהן גם הסוללות הקיימות של הנקז הראשי. לפיכך, מוצע כי הולכת הספיקה המוזרמת במסגרת הפרויקט תיעשה דרך תעלה שתיווצר בין שתי סוללות רוחביות שייבנו בחלק המרכזי של הנקז הראשי. אלה יאפשרו להרחיק את הזרימה באופן משמעותי מהסוללות של מפעלי התעשייה הכימית, כמתואר באיור 18.3 להלן. סוללות מפעלי התעשייה הכימית יוגבהו באופן ששני האפיקים החיצוניים יהיו בעלי קיבולת הזרמה מתאימה לדרישות מפרט התיכון.



איור 18.3: מערך כללי של תעלת ההזרמה לאורך הנקז ראשי

18.4. מפעלי התעשייה הכימית העלו חששות בדבר המערך המומלץ לגבי תעלת ההזרמה, ולכן שתי חלופות המערך המבטיחות ביותר עברו הערכה חוזרת ביתר פירוט. ההערכה החוזרת מאששת כי אף לא אחת מהן אינה ישימה מהסיבות הבאות:

- חיבור בין כביש ים המלח הירדני לבין בריכות האידוי של חברת הפוספטים הערבית (ירדן) יחייב להכניס שינוי לפחות באחת מבריכות האידוי הקיימות במטרה לאפשר את בניית תעלת ההזרמה. הוא גם יעבור דרך האתר הראשי של מתקן עיבוד האשלג, אתר מתקן תחמוצת המגנזיום והברום והשטחים החקלאיים – ומשם מערבית לע'ור מזרעה ולע'ור חדיתה. נוסף לכך, כדי לאפשר הזרמה גרביטציונית יהיה צורך לבנות את התעלה תוך חפירה בעומק של 20 מ' בכמה מקומות ועד לעומק מרבי של 50 מ' בסמיכות רבה לעירייה עקור מזרעה. מערך זה מוצג כקו כחול המסומן כ-'חלופה 2' באיור 18.2 לעיל.

- מערך העובר ממזרח לכביש ים המלח הירדני חוצה שטח גבוה יותר. כדי להקים תעלת הזרמה במערך זה יהיה צורך לחפור במקומות מסוימים בעומק של מעל 80 מ' ולאורך כ-30 ק"מ. אפשרות אחרת תהיה להוסיף מנהרה באורך כ-30 ק"מ בתנאי קרקע קשים במיוחד כדי לאפשר הזרמה גרביטציונית או, לחלופין, יהיה צורך בהולכה שאובה בלחץ. מערך זה מוצג כקו אדום המסומן כ-'חלופה 1' באיור 18.2 לעיל.

- המערך של חלופות 1 ו-2 עובר מרחקים גדולים למדי, וזאת בסמיכות רבה לנקודות בעייתיות מאוד שכבר התגלו או שעשויות להתגלות באזור זה.

18.5. מפלס ים המלח צפוי לרדת לגובה -434 מ' עד שנת 2020, שהיא השנה המוקדמת ביותר שבה יהיה ניתן לעבור לשלב התפעולי של הפרויקט. כפי שצוין בסעיף 11.2 בדוח זה, בכפוף לתנאי הזרימה המומלצים לגבי תרחיש של 'מקרה בסיס פלוס', יתייצב ים המלח במפלס של כ-416- בהתחשב בשינויים האקלימיים הצפויים בסבירות הגבוהה ביותר – מפלס הגבוה בכ-10 מ' מהמפלס לסוף שנת 2011. מפלס זה יתקבל בסביבות שנת 2054.

18.6. יש לציין, כי ייצוב פני ים המלח בכל מפלס שאינו -416, יחייב הקטנת הקיבולת הסופית של מתקן ההתפלה.

(1) כדי להגביה את מפלס היעד של ים המלח מעל -416 מ' יהיה צורך להגדיל את כמות ההזרמה אליו בטווח הארוך. השגת יעד זה ללא הגדלת ממדיה וקיבולתה של מערכת ההולכה אפשרית רק על ידי הקטנת התפוקה הסופית של מתקן ההתפלה והזרמה מוגברת של מי ים סוף ישירות לים המלח, תוך עקיפת מתקן ההתפלה.

(2) כדי להנמיך את מפלס היעד של ים המלח מתחת 416- מ' יהיה צורך להקטין את כמות ההזרמה אליו בטווח הארוך. עם זאת, כאשר מתקן ההתפלה יפעל במלוא התפוקה, ההזרמה אל ים המלח תכיל ברובה תמלחת שמקורה בתהליך ההתפלה. הדרך היחידה להקטין את הזרימה לים המלח היא איפוא להקטין את התפוקה הסופית של מתקן ההתפלה.

18.7. הפגיעה הסביבתית הכללית עקב ירידת מפלס ים המלח תצטמצם בהדרגה עם השקת הפרויקט, ובמקרים מסוימים אף תתהפך חלקית.

18.8. על סמך התוצאות והמסקנות העומדות לרשותנו בשלב זה מהמידול וממחקרים נוספים של ים המלח, ניתן להסיק כי:

- ההזרמה במסגרת הפרויקט למפרץ שבצדה המערבי של הלשון תשפיע פחות מכול על התיירות ועל מפעלי התעשייה הכימית הממוקמים בים המלח.

- הפרויקט יביא לריבוד יציב יותר של גוף המים בים המלח ויקטין את תכיפות השינויים לעומת המצב הנוכחי.

- ההרכב הכימי של גוף המים העיקרי של ים המלח – זה שמתחת לשכבה העליונה המהולה של תערובת מי ים סוף ומי ים המלח – לא יושפע מהפרויקט במידה רבה וימשיך להשתנות בהדרגה, כפי שהשתנה במהלך 50 השנים האחרונות.

- המיהול הנוסף של השכבה העליונה כתוצאה מהפרויקט יהיה נמוך מזה שהיה נוצר בזרימה מלאה של נהר הירדן לים המלח, וההשפעה על חוויית הציפה של המתרחצים תהיה שולית בלבד.

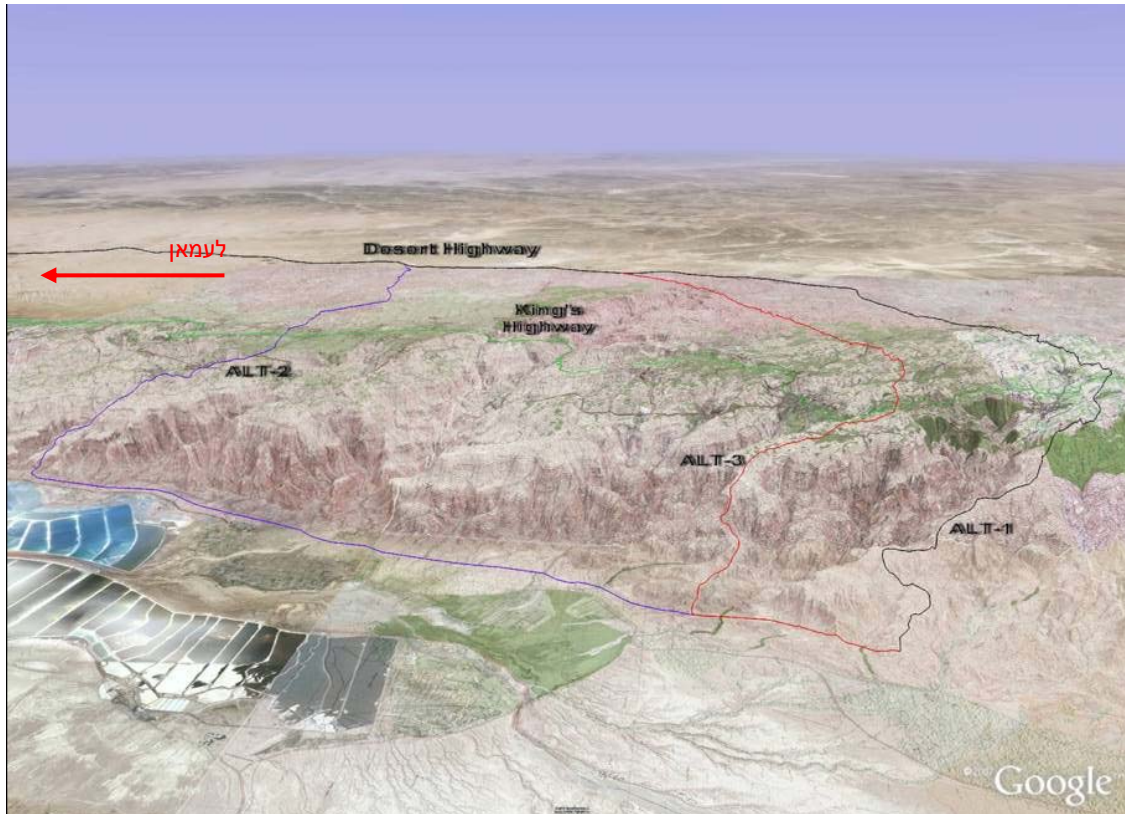
- נוכחות פוספט בתערובת מי ים סוף וים המלח חיונית לקיימות של גידול האצות. ריכוז הפוספט בתערובת מי הימים עלול לעלות על הרמות הנוכחיות שבים המלח עקב הכימיקלים המשמשים בתהליך ההתפלה. עם זאת, בהתאם לתוצאות העולות ממחקר המידול של ים המלח, הפוספט נוטה לשקוע יחד עם הגבס וכך אין הוא זמין עבור התהליך הביולוגי. לפיכך, ערבוב מי ים סוף ומי ים המלח אינו צפוי להגביר את גידול האצות, אך יש לאשש את הדבר.

- ללא יצירת אצות ורקבון בהיקף גדול לא יחול גידול ביצירת המימן הגופרי.

- ערבוב מי ים סוף במי ים המלח יביא לשיקוע גבס, אך שאלת הכמות ומאפייני הנראות של התופעה עדיין נידונים. עם זאת, ייתכן שיהיה אפשרי למתן את ההשפעה על ידי זריעת מי ההזרמה והפנייתם ללגונת שיקוע לפני הזרמתם אל הגוף העיקרי של ים המלח. הלגונה תשמש כבריכת שיקוע במטרה למזער את הזרמת הגבס אל הגוף העיקרי של ים המלח.

19. העברת מי שתייה – ירדן

19.1. מי שתייה יועברו לאבו אלנדא שבפרווריה הדרומיים של עמאן. צינור ההעברה הראשי ממתקן ההתפלה לעמאן חייב לחצות את השטח ההררי הקשה במתלול המזרחי של הבקע לפני הגיעו לרמה שמדרום לעמאן. שלושה מערכים אפשריים זוהו והוערכו. חלופה Alt-2, הגם שהיא הקצרה מבין שלוש החלופות, נפסלה עקב שטח קשה יותר יחסית ועקב תנאים גיאולוגיים וגיאומורפולוגיים בעייתיים. הערכה מלאה והשוואה בוצעה עבור Alt-1 ועבור Alt-3. חלופה Alt-1 נקבעה כבעלת עדיפות משיקולים טכניים גרידא, אולם ניתוח העלויות והניתוח הכלכלי מראים כי לאחר הקצאת עלויות לגבי התנאים הפחות רצויים של חלופה Alt-3, הן עלות ההון והן העלות הנוכחית נטו למחזור החיים המלא של חלופה זו טובות בהרבה מאלה הנדרשות לחלופה Alt-1. לפיכך, התצורה Alt-3 מומלצת כמתואר להלן.



איור 19.1: מערכים חלופיים למערכת העברת מי השתייה לירדן

19.2. המאפיינים העיקריים של התצורה המומלצת (Alt-3) מסוכמים להלן:

- אורך המסלול הוא כ-200 ק"מ. המסלול יתחיל במעבר צפונה בתוך ואדי ערבה / עמק הערבה – ממתקן ההתפלה אל נקודה בקרבת כפר פיפא. בפיפא יפנה המסלול מזרחה ויטפס על המתלול לאורך כ-21 ק"מ, ולאחר מכן יעבור סביב הפרורים המערביים והדרומיים של טפילה. מטפילה, ימשיך המסלול מזרחה עוד 40 ק"מ תוך חציית נחל חסא ממערב לכפר חיסא. לאחר חציית נחל חסא, יפנה המסלול לכיוון צפון מזרח וימשיך 10 ק"מ נוספים תוך חציית פסי הרכבת וכביש המדבר. לאחר חציית כביש המדבר, יפנה המסלול צפונה כשהוא עובר בערך במקביל וממזרח לכביש עד לנקודת הסיום באבו אלנדא, הנמצאת מדרום לעמאן.
- צנרת הסניקה הראשית תכלול ארבעה שלבי שאיבה בעלי עומד סטטי של 1,478 מ' ועומד שאיבה כולל של 1,561 עד 1,629 מ' לאורך חיי הפרויקט. הצנרת תורכב משני צינורות תאומים בקוטר משתנה של 2010 עד 2024 מ"מ ובאורך כולל של 34 ק"מ. הצנרת תיבנה בשני שלבים, כאשר השלב השני יידרש כדי לעמוד בביקוש בשנת 2030.

• **יחידות השאיבה** יהיו יחידות אופקיות, מפוצלות וחד-שלביות. קיבולת כל אחת מהמשאבות תהיה 9,132 מ"ק/שעה. עם המסירה, כל תחנת שאיבה תכלול ארבע משאבות פעילות ומשאבה אחת בהמתנה. יש להוסיף משאבה מדי עשר שנים לערך כדי לעמוד בביקוש הגדל למי שתייה. התכן הסופי יכלול שבע משאבות פעילות ומשאבה אחת בהמתנה כדי לעמוד בביקוש מרבי של 560 מיליון מ"ק/שנה. ההספק המותקן הכולל יהיה 187 מגה-ואט בשלב המסירה ו-334 מגה-ואט בקיבולת מלאה. ביקוש האנרגיה עם המסירה יהיה 1,216 גיגה-ואט/שעה לשנה, וכן 2,925 גיגה-ואט/שעה לשנה בקיבולת המרבית.

• **צנרת היניקה הראשית** תתחיל ממכל איזון בנקודת השיא של המערך ותכלול מכל ביניים קטן לצורך ויסות. הצנרת תורכב מצינורות תאומים באורך 144 ק"מ. קוטר הצינור ממכל האיזון אל מכל הביניים לוויסות יהיה 1520 מ"מ, ואילו קוטר הצינור בירידה ממכל הביניים לוויסות יהיה 2,270 מ"מ.

20. העברת מי שתייה – ישראל

20.1. בדוח הערכה ומיון של החלופות השונות, וגם בהמשך, בטיטות הדוח לבדיקות ההיתכנות B ו-D, נכללה תפיסה לגבי מערך צנרת להעברת מי שתייה שיספק 60 מיליון מ"ק/שנה לאזור צפון הערבה ולאגן ים המלח של ישראל. לאחר פרסום טיוטת דוח בדיקות ההיתכנות B ו-D, דווח כי תפיסה זו אינה משקפת את הדרישות הישראליות וכי ישראל אינה מעוניינת שהיועץ יעריך את הזרימות המתאימות ואת מרכזי הביקוש או יבחן מערכת אפשרית להספקת מי שתייה לישראל.

21. העברת מי שתייה – הרשות הפלסטינית

21.1. בדוח הערכה ומיון של החלופות השונות, וגם בהמשך, בטיטות דוח בדיקות ההיתכנות B ו-D, נכללה תפיסה לגבי מערך צנרת להעברת מי שתייה שיספק 30 מיליון מ"ק/שנה ליריחו ולסביבתה. בהמשך הוסכם כי 60 מיליון מ"ק/שנה יוקצו לרשות הפלסטינית לצורך קביעת היתכנות הפרויקט. צוין גם שאם תתקבל החלטה ליישם את הפרויקט, הקצאת המים הסופית מהפרויקט תהיה כפופה להתדיינות ולהסכמה נוספת בין הצדדים המוטבים. עם זאת, לא צוין לאילו מרכזי ביקוש בתוך הרשות הפלסטינית יש לספק מים. כבר עתה ברור כי יהיה זול בהרבה לספק לעזה מים מותפלים מהים התיכון לעומת מים מותפלים מפרויקט ים סוף – ים המלח. זאת, במיוחד בהתחשב בסמיכותה של עזה למתקן ההתפלה הישראלי באשקלון ובהכרזה שפורסמה ממש לאחרונה על כך שניתן אישור להקמת מתקן התפלה פלסטיני בעזה.

22. הספקת כוח והעברתו

22.1. בהתבסס על התכנים המקדמיים שפותחו לגבי שש התצורות השונות האפשריות בפרויקט, הוערכו הביקושים המרביים נטו לאנרגיה (כלומר, הכוח והאנרגיה שנצרכו נמוכים מהכוח ומהאנרגיה שהופקו בתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית) בשנים 2020 ו-2060, כמתואר בטבלה 22.1 להלן.

**טבלה 22.1: ביקושים מרביים נטו להספק בפרויקט
 (הצריכה נמוכה מההספק ההידרו-אלקטרי המופק)**

	2020		2060	
אזור ים סוף	230 מגה-ואט חשמל	1900 גיגה-ואט / שעה	230 מגה-ואט חשמל	1,900 גיגה-ואט/ שעה
אזור ים המלח	220 מגה-ואט חשמל	1350 גיגה-ואט / שעה	650 מגה-ואט חשמל	6,000 גיגה-ואט/ שעה

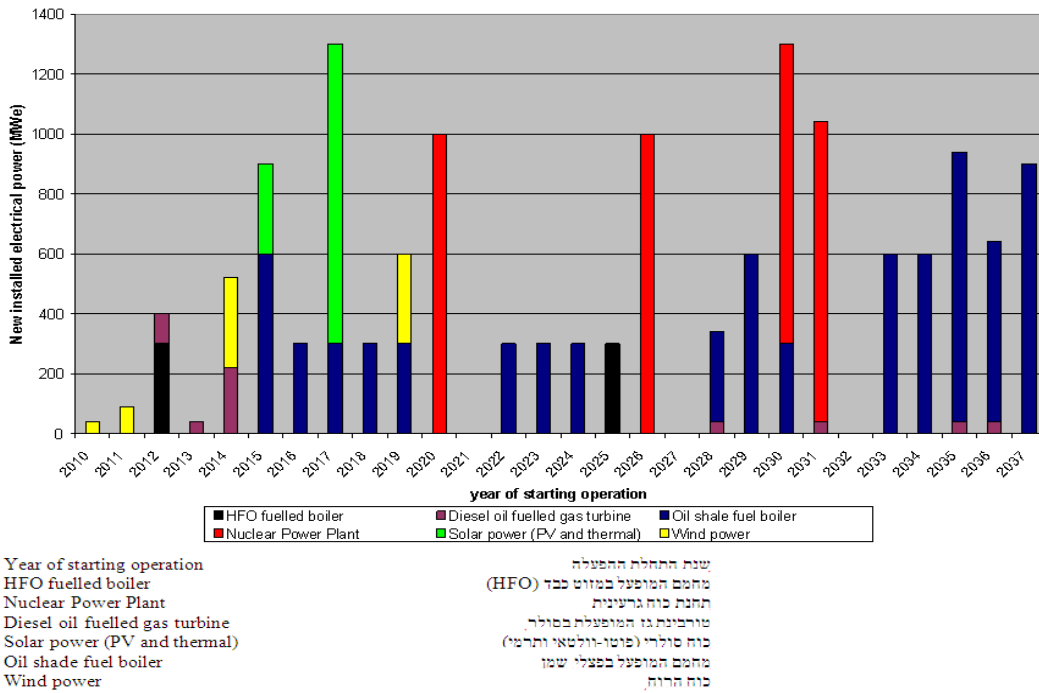
22.2. ייתכן שהפרויקט יוכל לרכוש את החשמל הדרוש מהרשת הארצית של ירדן או שיהיה ניתן לכלול בתשתית הכוללת של הפרויקט תחנות כוח ייעודיות עצמאיות. כיוון שההתמחות העיקרית של הישות שתתפעל את הפרויקט תהיה הספקת מים ולא הפקת חשמל, וכיוון שהודגם להלן כי התכנון לגבי הרשת הארצית הירדנית יכול להסתגל לדרישות הפרויקט, המסקנה היא כי עדיף לרכוש חשמל מהרשת הארצית.

22.3. הפקת החשמל השנתית לאחרונה בירדן, לרבות חשמל מיובא, מוצגת בטבלה 22.3 להלן. יש לציין, כי מקדם הקיבולת (כמות החשמל הכוללת שיוצרה ביחס לכמות הכוללת שניתן היה לייצר באותה תקופה) לשנת 2008 מסתכם ב-65.6% (נתוני ה-NEPCO לשנת 2008).

טבלה 22.3: הפקת החשמל השנתית בירדן (כולל יבוא)

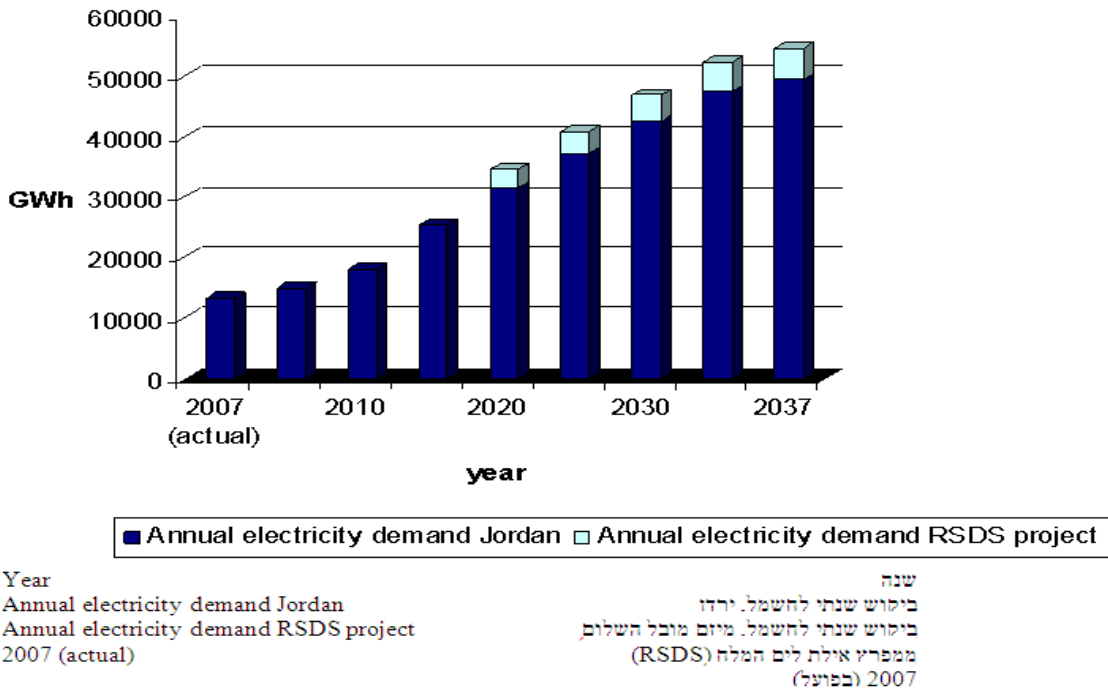
	2005	2006	2007	2008	גידול ממוצע
האנרגיה המופקת (גיגה-ואט/שעה)	10,636	11,634	13,209	14,385	10.6%
עומס שיא מרבי (מגה-ואט חשמל)	1,751	1,901	2,160	2,260	8.9%

22.4. הקיבולת המותקנת להפקת חשמל בירדן בשנת 2010 הייתה 2,505 מגה-ואט, ולכך יש להוסיף חיבור לרשתות במדינות שכנות המאפשר לייבא 770 מגה-ואט נוספים. הרחבה עתידית תובטח על ידי תכניות סופיות לטווח קצר ועל ידי תכניות ספקולטיביות לטווח ארוך יותר עד לשנת 2037. הקיבולת החדשה, המוצעת תוך שילוב שתי תכניות אלה, מסוכמת באיור 22.4 להלן.



איור 22.4: תוספות מתוכננות לקיבולת הפקת החשמל בירדן

22.5. הביקושים העתידיים החזויים בירדן, כפי שפורסמו על ידי ה-NEPCO, ביחד עם הביקושים הפוטנציאליים נטו של הפרויקט, מוצגים באיור 22.5 להלן.



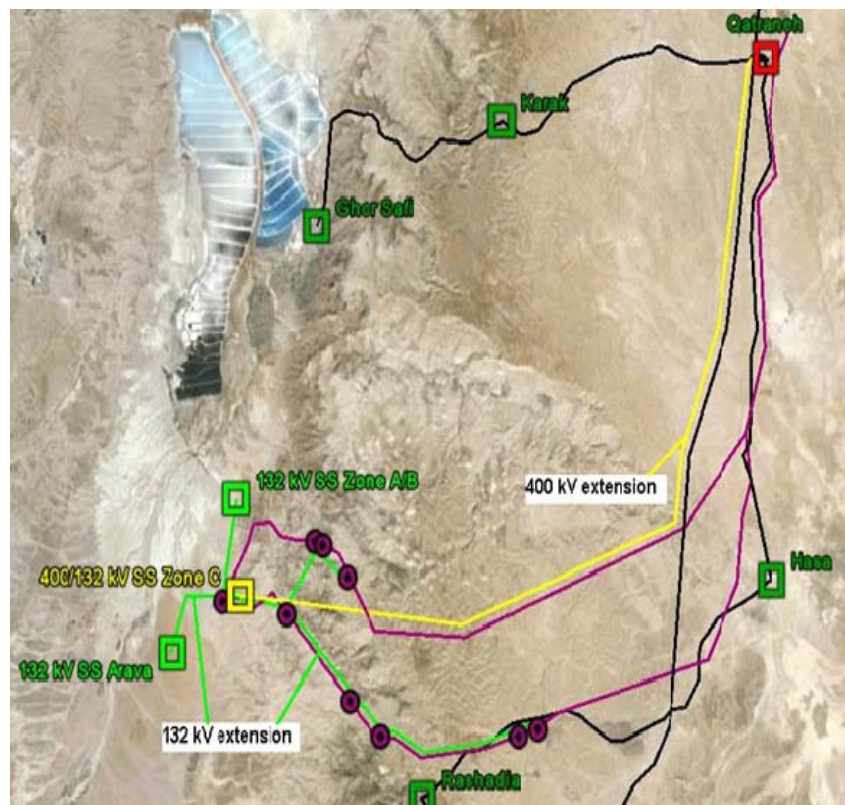
איור 22.5: ביקושי החשמל החזויים בירדן לשנים 2010 עד 2037

22.6. מהתחזיות לעיל ברור, שיש לממש את כל התוכניות להרחבת הפקת החשמל כדי לעמוד בביקוש העתידי לחשמל בירדן. לדוגמה, הקיבולת המותקנת הכוללת תהיה 3,666 מגה-ואט חשמל בסוף 2013, ואילו ביקוש החשמל השנתי הצפוי בשנת 2014 יהיה 24,807 גיגה-ואט/שעה. מקדם הקיבולת המתקבל לאותה שנה הוא 77%. עם זאת, אם תוניות אלה אכן יתממשו, הן יענו על ביקושי החשמל הפוטנציאליים של הפרויקט בשנת 2020. תכנון עתידי יהיה חייב להתייחס לגידול בביקושים מן הפרויקט בטווח הארוך יותר.

22.7. סקירה של תשתית הרשת הארצית בירדן מראה כי החיבורים המתאימים ביותר לרשת יהיו דרך תחנות משנה חדשות במתח 400/132 קילו-וולט, שימוקמו בדרום עקבה ויחוברו לתחנת השאיבה שבכניסה בקו העברה חדש במתח 132 קילו-וולט, וכן בקו העברה חדש במתח 400 קילו-וולט (מתחנת המשנה הקיימת בקטראנה למתקן ההתפלה ולתחנות השאיבה להספקת מי שתייה בירדן). חיבור אחרון זה ישמש גם ליצוא חשמל הידרו-אלקטרי לרשת הארצית. תרשימים של שני החיבורים מוצגים באיורים 22.7א ו-22.7ב להלן.



איור 22.7א: חיבור לרשת החשמל מדרום לעקבה



איור 22.7ב: חיבור לרשת החשמל בים המלח

22.8. קיימת אפשרות להפיק מן האזור כמות משמעותית של אנרגיה ממקורות מתחדשים, כגון רוח ושמשי, והאפשרות לענות על כל ביקוש החשמל של הפרויקט ממקורות מתחדשים כאלה אכן נבחנה. עם זאת, בהתחשב בדרישות החשמל הרציפות 24/7 של הפרויקט, יש לדאוג לגיבוי של הספקת חשמל קונבנציונלית. תכנית הפיתוח הלאומית וארוכת הטווח לתחנות כוח בירדן כוללת יכולת ניכרת חדשה להפקת אנרגיה מתחדשת. אם הפרויקט יימשך, ניתן להבנות את הסכמי הרכש הנדונים לחשמל כדי לקדם יכולת זו במטרה להפחית את חתימת הפחמן של הפרויקט.

22.9. חתימת הפחמן של שש תצורות הפרויקט שנשקלו הוערכה בהתבסס על כמות האנרגיה המתחדשת שתופק במסגרת הפרויקט ועל כמות האנרגיה שתיובא מהרשת הארצית הירדנית, וזאת לגבי כל אחת מהחלופות. חתימת הפחמן של אנרגיה מיובאת מבוססת על היחסים בין דרכים שונות להפקת אנרגיה, כמצוין בתוכנית הפקת האנרגיה של ה-NEPCO.

שנה	פליטת CO2 (אלפי טונות)					
	0-1 HLDP	0-1 LLDP	220-1 HLDP	220-1 LLDP	PL HLDP	PL LLDP
2020	650	706	1027	1114	1288	1399
2030	1,078	1,194	1,471	1,668	1,784	1,877
2040	1,695	1,866	2,123	2,426	2,498	2,675
2050	2,328	2,533	2,730	3,097	3,141	3,338
2060	3,115	3,392	3,497	4,050	3,917	4,352

שנה	ערך פליטת ה-CO2 (מיליוני דולר ארה"ב)					
	0-1 HLDP	0-1 LLDP	220-1 HLDP	220-1 LLDP	PL HLDP	PL LLDP
2020	11	12	17	19	22	24
2030	18	20	25	28	30	32
2040	29	32	36	41	42	45
2050	40	43	46	53	53	57
2060	53	58	59	69	67	74

הערכים חושבו לפי 17 דולר ארה"ב לטון

טבלה 22.9 – חתימת הפחמן של תצורות חלופיות

23. קו הבסיס וההשפעות הסביבתיות והחברתיות

23.1. סעיף זה של הדוח עוסק בקו הבסיס היבשתי הסביבתי והחברתי ובהשפעות האפשריות של הפרויקט. קו הבסיס וההשפעות הסביבתיות והחברתיות נשקלו קודם לכן בדוח זה – לגבי ים סוף בסעיפים 4 ו-12, ולגבי ים המלח בסעיפים 5 ו-18.

23.2. סקרים חברתיים וסביבתיים ייעודיים נערכו במסגרת בדיקת ההיתכנות בכל האזור במטרה להעריך את התנאים הנוכחיים ואת ההשפעות האפשריות. ההערכה מסתמכת גם על משוב שהתקבל בתהליך פומבי מתמשך של התייעצות ותקשורת עם הציבור. לעבודה זו נוספת הערכה סביבתית וחברתית מפורטת יותר מטעם גורמים אחרים במסגרת חוזה נפרד עם הבנק העולמי.

23.3. ההשפעות על הסביבה הפיסית קשורות במיוחד לגורמים הבאים: קרקעות המושפעות מפעילויות הבנייה (כרייה, תופעות של סחיפה, זיהום, השלכת פסולת), מי תהום הממוקמים בקרבת אתר התוכנית (סיכונים אפשריים לזיהום), איכות האוויר (פגיעה עקב פעילויות בנייה ופליטות אבק), נחלים (שיבוש ערוצי זרימה), מראה השטח והנופים. המענה לרוב החששות הנוגעים לקרקעות, למים ולאיכות האוויר יכול להינתן באמצעות שיטות עבודה מומלצות שיבטיחו מיתון של הנזקים בשלב הבנייה.

23.4. הסוגיות הביולוגיות היבשתיות המרכזיות כוללות את הצמחייה, עולם החי ביבשה (בעלי חיים תושבים ונוודים), אזורים מוגנים וקישור בין בתי גידול במהלך שלבי הבנייה והתפעול. הגורמים המשמעותיים נוגעים בעיקר לאזורים הבאים בירדן (אם כי לא רק להם): שמורת הביוספירה הקיימת של דאנא ואזורי הקינון החשובים של ציפורים (אזורי IBA); האזורים המוגנים המוצעים בקטאר, בראמה, במסעודה ובפיפא, לרבות אזורי השימור המיוחדים (אזורי SCA) המשויכים להם; אזורים נוספים שזוהו בסקר האקולוגי כבעלי חשיבות מיוחדת מבחינת בית הגידול, בעלי החיים או נדידת הציפורים.

23.5. ההשפעות העיקריות על הסביבה הביו-פיזית מתרחשות במהלך שלב הבנייה. זאת ועוד, היות ששום תשתית לא תעבור בישראל וברשות הפלסטינית מלבד קווי העברת מים מתוקים, ההשפעות הישירות יהיו בעיקר בירדן.

23.6. לכל תצורות הפרויקט שנשקלו יהיו השפעות אפשריות ברמה בינונית (או גבוהה יותר) על הצומח, הציפורים, האזורים המוגנים והקישור ביניהם בשלב הבנייה. ההשפעות העיקריות הן ברובן ברמת האתר, כאשר שפכי הנחלים והאזורים המוגנים לאורך מערך ההולכה הם הגורמים הרגישים ביותר. ההשפעות האקולוגיות ה'חמורות' היחידות נוגעות להפרעה לחיי הציפורים בכמה מקומות במהלך הבנייה, אך היא תהיה זמנית. במהלך ההפעלה, החששות החמורים היחידים הם: (1) השפעת דליפה ממערך ההולכה על מקורות מי התהום, וכן (2) יצירת סיכון של מלכודת אקולוגית פוטנציאלית (הגבלת תנועת היונקים ומשיכת ציפורים) מהתעלות של חלופת המנהרה במפלס גבוה. להלן נקודות המחייבות תשומת לב מיוחדת בכל הנוגע להשפעות אפשריות על אזורים מוגנים:

- בכל מערכי ההולכה שנשקלו, תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית (מקטע קצר של צנרת הכניסה הראשית) ומתקן ההתפלה האופציונלי במפלס הנמוך ימוקמו בגבולות של שמורת פיפא המוצעת. הועלתה הצעה ששמורה זו תשמר דוגמה לבית גידול טבעי של עצי אשל. בדיונים עם החברה המלכותית הירדנית לשימור הטבע (Royal Society for Conservation of Nature in Jordan) עלתה סברה כי ניתן להתאים את הגבולות באופן שיאפשר להחזיק בשטח השימור המתוכנן כולל אזור חציצה.

- הן במערך מנהרה במפלס הנמוך והן במערך מנהרה ותעלה במפלס הגבוה לא יתבצעו שום פעולות בנייה או עבודות קבועות באזורים המוגנים שנקבעו או הוצעו, למעט שמורת פיפא המוצעת כמתואר לעיל. כריית המנהרות תתבצע עמוק מתחת לשורה של שמורות, ועצם העומק וטיב הסלע הם כאלה שלא אמורה להיגרם השפעה כלשהי (זעזוע, רעש, שקיעה וכד') על פני השטח. עם זאת, יש לציין כי יהיה אתר בנייה זמני סמוך מאוד לגבול שמורת דאנה, ומתקן ההתפלה האופציונלי שבמפלס הגבוה יהיה אתר קבוע וגדול שישתרע על פני 3 ק"מ בתוך גבולות השמורה. קיימת התייחסות להפרעה החזותית האפשרית במחקר ההערכה הסביבתי והחברתי (Environmental and Social Assessment Study) שבוצע על ידי גורמים אחרים.

- מערך ההולכה הצנרתי עובר דרך כמה אזורים מחיה חשובים של ציפורים. החשיבות העיקרית של אזורים אלה טמונה בהיותם אזורים מעבר לציפורים נודדות במסען בין אירופה לאפריקה. ההשפעות יוגבלו לתקופת הבנייה ואין צפויים השפעות לטווח ארוך. מערך ההולכה עובר גם דרך מלחת קטאר, הנחשבת אזור מוגן. דיון עם החברה המלכותית הירדנית לשימור הטבע (Jordanian Royal Society for the Conservation of Nature) זיהה כי הרגישות של מיקום זה סבה סביב השוליים וכי למערך המוצע העובר במרכז תהיה השפעה מזערית, בתנאי ששיטות הבנייה לא ישפיעו משמעותית על מפלס מי התהום.

23.7. ההשפעות הסוציו-אקונומיות האפשריות שנחקרו ושעשויות להתרחש במהלך שלבי הבנייה וההפעלה, נוגעות לתחומים הבאים: מחיה ותעסוקה; גרות, בטיחות ורווחה של הקהילה; תשתית; מצב הכלכלה המקומית והאזורית; לכידות וקשרים קהילתיים; מורשת תרבותית. ההשפעות הסוציו-אקונומיות האפשריות בעלות החשיבות הבינונית והגבוהה לגבי ירדן מפורטות להלן:

- תירכש קרקע עבור מערך ההולכה. רכישת הקרקע עשויה להשפיע ישירות על מספר קטן של בניינים או נכסים ספציפיים או על עצם הגישה של הקהילות לאזורים מסוימים, ועשויה להיות לדבר השפעה ניכרת על הקהילות ככלל או על יחידים הנזקקים לכך.

- מטרדים מצטברים עקב הקמת צנרת, מנהרות או קווי מים מתוקים עלולים להשפיע לרעה על קהילות במיקומים מסוימים (לדוגמה, קהילות החיות בסמוך לאתרי בנייה עמוסים, כגון כניסות למנהרות). הדבר כולל השפעות על קהילות בנושאי בטיחות תחבורה (סיכון מוגדל לתאונות דרכים), אפשרות לסילוק בלתי הולם של פסולת כללית או מסוכנת (הנטל הנוסף על מתקני המים באזור עשוי להיות בעיה בסדר גודל בינוני), אפשרות לעומס יתר על השירותים החברתיים הקיימים (מחנות העובדים שיוקמו ידרשו תשתית של שירותים חברתיים, דבר העלול להעיק על התשתית הרעועה ממילא באותם אזורים).

- השפעות מצטברות על התשתיות והמשאבים הקיימים עקב פרויקטים נוספים המתבצעים בה בעת: במקביל לשלב הבנייה בפרויקט צפויים להתנהל פרויקטי בנייה גדולים, דבר שעלול להגדיל באופן מצטבר את השימוש בדרכים ובנמלים ליבוא חומרים וכד'.

- איום על התיירות בים המלח, במקרה שתהיה השפעה שלילית של הפרויקט על תפיסת ים המלח כיעד תיירותי. הדבר עלול להיות בעל השפעה בינונית עד רבה לאור חשיבות התיירות באזור ים המלח ולאור רגישותן של הקהילות או התעשיות המסתמכות על התיירות ברמה האזורית.

- איום על התעשייה הכימית, במקרה שיהיו לפרויקט השפעות שליליות על התכונות הפיזיקליות והכימיות של ים המלח.

- סיכוני גהות ובטיחות הקשורים לתעלות: ידוע כי תעלות פתוחות עלולות להיות מסוכנות לקהילות מקומיות, לרועים, לילדים ולבעלי חיים.

23.8. ההשפעות הסוציו-אקונומיות האפשריות בעלות החשיבות הבינונית והגבוהה לגבי ישראל מפורטות להלן:

- השפעות חזותיות במצדה: יהיו כמה השפעות חזותיות במהלך הקמת צנרת המים המתוקים, בהתאם לנתיב המדויק שלה. לאור החשיבות של מצדה כיעד תיירותי בישראל, יש לשקול תיאום במטרה לצמצם כל השפעה אפשרית על מאפייני האתר.

- גורמים שונים שיתנגדו לפרויקט עלולים לנצל את היעדר התמיכה מצד הקהילה כדי לכונן אופוזיציה משמעותית בשלבי קבלת ההחלטות או מתן אישורי התכנון. יש להקדיש דאגה נאותה להסברת היתרונות הלאומיים והמקומיים הטמונים בפרויקט. היעדר תמיכה מצד הקהילה עלול לבוא לידי ביטוי בהשפעה בינונית בחשיבותה.

- איום על התעשייה הכימית וענף התיירות, במקרה שיהיו לפרויקט השפעות שליליות על התכונות הפיזיקליות והכימיות של ים המלח.

- דליפת מי מלח ממערך ההולכה אל מקורות מי התהום (בעיקר לגבי חלופת מערך ההולכה הצנרתי, לאור מצבו באזור ההעתק הפעיל) עלולה לדרדר את איכות מי הבארות – דבר המעורר חשש בקהילות. לעניין זה, תיכון הצנרת בוצע תוך שילוב מספר רב של אמצעים והסדרי בנייה במטרה להקטין את סיכון הדליפה ולצמצם את משמעות ההשפעות.

23.9. ההשפעות הסוציו-אקונומיות האפשריות בעלות החשיבות הבינונית והגבוהה לגבי הרשות הפלסטינית מפורטות להלן:

- רכישת קרקעות המשפיעה על הפעילות החקלאית: התקנת מערך ההולכה למים מתוקים עלולה לחצות שטחי חקלאות הסמוכים לכביש 90 בכניסה לעיר יריחו. הדבר ישפיע על בעלי קרקעות או חקלאים המשתמשים בקרקע.

- השפעות על מגזרי החקלאות, התעשייה והתיירות. מהות ההשפעה האפשרית בתחומים אלה תלויה גם במסלול קו המים המתוקים. מסביב לעיר יריחו ולמחנה עקבת ג'אבר מצויים כמה אזורים חקלאיים וכן מבני אחסון, מבני מסחר סטונאי וקמעונאי ומבני תעשייה.

23.10. זהו כמה השפעות סביבתיות וסוציו-אקונומיות משמעותיות, אך קיימת הערכה שניתן למתן אותן לרמה קבילה (במקרה של ההשפעות על ים המלח, עדיין יש לאמת זאת בהזרמות מעל 400 מיליון מ"ק/שנה בכל הנוגע לשגשוג אצות אדומות). טבלה 23.10 להלן מציגה תקציר של ההשוואה בין חלופות התשתית של הפרויקט שנשקלו אך ורק על סמך הערכה יחסית של ההשפעות הסביבתיות והחברתיות.

טבלה 23.10: השוואת סיכום ההעדפות היחסיות לגבי ההשפעות הסביבתיות והחברתיות של החלופות השונות של תצורות פרויקט שנשקלו

העדפה סוציו-אקונומית	העדפה סביבתית	רכיב בפרויקט
מיקום מזרחי	מיקום מזרחי	כניסה
מנהרה או צנרת במפלס נמוך	מנהרה או צנרת במפלס נמוך	הולכה
אין הבדל משמעותי	מנהרה ותעלה במפלס גבוה	מתקן התפלה
חלופה 3 (דרך טפילה)	לכל החלופות השפעות דומות	העברת מי שתייה לירדן

24. חישובי עלויות וערך נוכחי נטו (ענ"נ)

24.1. גובש מערך עלויות יחידה לגבי עבודות הבנייה על ידי זיהוי עלויות מפרויקטים אחרים בהיקף דומה באזורים מדבריים מרוחקים. כל העלויות הותאמו לדולר ארה"ב לפי מחירי דצמבר 2009 על ידי החלת שערי החליפין הרשמיים ומדדי המחירים. לאלה נוספו דיונים מפורטים עם קבלנים מומחים אשר מסרו אומדני תקציב לעבודות כמו כרייה וציפוי של מנהרות, הספקת צנרת ובניית קווי צנרת.

24.2. העלויות ליחידת בנייה הוחלו על כמויות שנגזרו מהתכנים במטרה לספק עלויות הוניות לכל אחת משש תצורות הפרויקט הנשקלות. העלויות ההוניות שנגזרו בדרך זו מוצגות בטבלה 24.2 להלן (יודגש כי בשלב זה הצגת העלויות מיועדת רק למטרות השוואה ואינה כוללת את כל עלויות החיבור לרשת הארצית, את עלויות ניהול הפרויקט או את העלויות המוסדיות הדומות ביסודן בכל החלופות שנשקלו):

טבלה 24.2: עלויות הוצאות הון (במחירי דצמבר 2009) לשש תצורות הפרויקט (במיליוני דולר ארה"ב)

	חלופה 0.1 עם מתקן התפלה במפלס גבוה	חלופה 0.1 עם מתקן התפלה נמוך	חלופה 220.1 עם מתקן התפלה במפלס גבוה	חלופה 220.1 עם מתקן התפלה במפלס נמוך	אפשרות צנרת עם מתקן התפלה במפלס גבוה	אפשרות צנרת עם מתקן התפלה במפלס נמוך
עבודות באתר הכניסה	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
תחנת שאיבה	/	/	247.41	247.41	294.94	294.94
מובל מים ראשי	5,330.38	5,380.62	5,131.21	5,222.18	4,689.98	5,235.36
מנהרה	5,223.32	5,223.32	4,325.94	4,325.94	1,886.55	1,886.55
תעלה	/	/	578.34	578.34	/	/
צינורות פלדה	107.07	157.31	226.93	317.91	2,803.44	3,348.81
מתקני התפלה	2,562.84	2,499.13	2,722.35	2,579.71	2,436.85	2,434.49
תחנות כוח הידרואלקטריות	136.09	111.37	144.45	128.54	241.38	124.82
תעלת החזרה	266.93	266.93	266.93	266.93	266.93	266.93
סיכום ביניים	8,319.24	8,281.05	8,535.35	8,467.77	7,953.09	8,379.55
קו העברת מים לעמאן	1,904.48	1,894.13	1,872.28	1,894.13	2,015.74	1,894.13
סך-הכל	10,223.72	10,175.18	10,407.63	10,361.90	9,968.83	10,273.68

24.3. העלות הנוכחית הכוללת נטו גובשה לכל אחת משש התצורות החלופיות שנשקלו על סמך הנחות היסוד הבאות:

- הבנייה הראשונית תושלם תוך שש שנים, משנת 2014 עד לשנת 2020.
- הפרויקט ייכנס לשלבים תפעוליים בשנת 2020.
- התקנת מתקן ההתפלה וקו העברת מי השתייה לעמאן מתוכננת בשלבים כדי להתאים לגידול בביקוש למי שתייה כמתואר בסעיפים 13 ו-16.
- העלות הנוכחית נטו כוללת עלויות אנרגיה נטו ל-50 שנה – משנת 2020 ועד שנת 2070.
- עלויות האנרגיה מבוססות על ביקושי האנרגיה נטו (כלומר, האנרגיה הכוללת שנצרכה פחות האנרגיה שהופקה).
- עלות האנרגיה היא 60.00 דולר ארה"ב לכל מגה-ואט/שעה (בוצע גם ניתוח רגישות על בסיס עלויות של 45 ו-75 דולר).
- בעלות הנוכחית נטו לא נכללו עלויות תפעול נוספות, כיוון שאלה נמוכות יחסית ודומות מאוד בכל שש התצורות.
- עלות השיקום של הציוד החשמלי והמכני שקולה ל-80% מעלות ההתקנה הראשונית לאחר 30 שנה.
- שיעור הניכוי ששימש בחישובים הוא 10% (בוצע גם ניתוח רגישות לפי שיעור ניכוי של 5%).

24.4. העלויות נטו הכוללות הנוכחיות שנקבעו על סמך המתואר לעיל מוצגות בטבלה 24.4 להלן.

טבלה 24.4: העלויות הכוללות הנוכחיות נטו לשש התצורות שנשקלו

	חלופה 0.1 עם מתקן התפלה במפלס גבוה	חלופה 0.1 עם מתקן התפלה נמוך במפלס גבוה	חלופה 220.1 עם מתקן התפלה במפלס גבוה	חלופה 220.1 עם מתקן התפלה במפלס נמוך	אפשרות צנרת עם מתקן התפלה במפלס גבוה	אפשרות צנרת עם מתקן התפלה במפלס נמוך
עלויות כוללות נוכחיות נטו עבור ערך אנרגיה של 60 דולר ארה"ב/מגה-ואט לשעה	13,416.80	13,498.37	14,064.37	14,256.35	13,808.52	14,448.59
עלויות כוללות נוכחיות נטו עבור ערך אנרגיה של 75 דולר ארה"ב/מגה-ואט לשעה	13,739.43	13,852.00	14,502.23	14,747.36	14,337.07	15,011.74
עלויות כוללות נוכחיות נטו עבור ערך אנרגיה של 45 דולר ארה"ב/מגה-ואט לשעה	13,094.18	13,144.74	13,626.50	13,765.34	13,279.97	13,885.45

הערה: העלויות הנוכחיות נטו המוצגות כאן נועדו למטרות השוואה בלבד ואינן כוללות עלויות תפעול ותחזוקה, למעט עלות אנרגיה. שאר עלויות התפעול והתחזוקה דומות ביסודן בכל תצורות הפרויקט שנשקלו.

24.5. העלות המלאה של פרויקט המסתמך על מערך הולכה צנרתי בשילוב מתקן התפלה במפלס גבוה – שהוא הפתרון המומלץ כמודגם בסעיף 25 להלן – מתוארת בטבלה 24.5 להלן. בטבלה זו:

- עלות תחנת השאיבה אינה כוללת את עלות החיבור לרשת ההעברה (עלות חיבור זה כלולה בנתונים המוצגים לגבי תחנת השאיבה בטבלה 24.2).
- העלויות מתייחסות למצב שבו מותקנת הקיבולת הסופית המלאה של הפרויקט.
- עלויות התפעול והתחזוקה כוללות עלויות אנרגיה, עלויות כוח אדם, עלויות תחזוקה וכל עלות אחרת הנחוצה להפעלת הפרויקט.

טבלה 24.5: העלות המלאה של תצורת צינור עם מתקן התפלה במפלס גבוה

פריטי עלות	הוצאות הון (במיליוני דולר ארה"ב)	עלויות תפעול ותחזוקה שנתית (במיליוני דולר ארה"ב)					עלויות ממוצעות לחידוש שנתי (במיליוני דולר ארה"ב)
		2020	2030	2040	2050	2060	
עבודות באתר הכניסה	23.00	/	/	/	/	/	/
תחנת שאיבה	230.94	/	/	/	/	/	1.51
מובל מים ראשי (מנהרה וצינורות פלדה)	4,689.98	132.91	132.91	132.91	132.91	132.91	1.04
מתקני התפלה	2,436.85	120.11	146.66	180.72	223.08	277.91	19.27
תחנות כוח הידרואלקטריות	241.38	6.23	6.23	6.23	6.23	6.23	2.21
תעלת החזרה	266.93	/	/	/	/	/	/
חיבור אל רשת ההעברה	265.56	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	0.80
ניהול הפרויקט	244.64	/	/	/	/	/	/
מבנה מוסדי	7.8	17.595	17.595	17.595	17.595	17.595	/
סיכום ביניים	8,407.09	282.16	308.71	342.77	385.13	439.96	24.81
קו העברת מים לעמאן	2,015.74	84.43	106.68	127.67	159.82	192.29	3.49
חיבור אל רשת ההעברה	131.44	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	0.39
ניהול הפרויקט	64.42	/	/	/	/	/	/
סיכום ביניים קו העברת מים אל עמאן	2,211.60	87.06	109.31	130.30	162.45	194.92	3.88
סך-הכל	10,618.69	369.22	418.02	473.07	547.58	634.88	28.70

הערה: יש להוסיף הקצאה של 500 עד 750 מיליון דולר ארה"ב להוצאות ההון שבטבלה לעיל לצורך כיסוי עלויות הבנייה של קו העברת המים לישראל ולרשות הפלסטינית

25. אינטגרציה של הפרויקט

25.1. עד לנקודה זו בדוח, טווח החלופות הזמינות לכל רכיב בתשתית הפוטנציאלית של הפרויקט הוערך בנפרד. שש התצורות של הפרויקט בעלות הפוטנציאל להיות בנות קיימא במשולב מזוהות כמתואר בטבלה 25.1 להלן.

טבלה 25.1: סיכום התצורות המועדפות ובנות הקיימא מבחינה טכנית של הפרויקט

צנרת עם LLDP	צנרת עם HLDP	LLDP + 220.1	HLDP + 220.1	LLDP + 00.1	HLDP + 00.1	המרכיב
2,000 מ"ק/שנה	2,000 מ"ק/שנה	2,000 מ"ק/שנה	2,000 מ"ק/שנה	2,000 מ"ק/שנה	2,000 מ"ק/שנה	העברת מי ים סוף
350 מיליון מ"ק/שנה	350 מיליון מ"ק/שנה	350 מיליון מ"ק/שנה	350 מיליון מ"ק/שנה	350 מיליון מ"ק/שנה	350 מיליון מ"ק/שנה	תפוקת התפלה ראשונית (2020)
850 מיליון מ"ק/שנה	850 מיליון מ"ק/שנה	850 מיליון מ"ק/שנה	850 מיליון מ"ק/שנה	850 מיליון מ"ק/שנה	850 מיליון מ"ק/שנה	תפוקת התפלה מלאה (2060)
כניסה מטובעת. מיקום מזרחי	כניסה מטובעת. מיקום מזרחי	כניסה מטובעת. מיקום מזרחי	כניסה מטובעת. מיקום מזרחי	כניסה מטובעת. מיקום מזרחי	כניסה מטובעת. מיקום מזרחי	כניסה
תחנת שאיבה 229 מגה-ואט בכניסה המזרחית. 1,920 ג'יגה-ואט שעה/שנה	תחנת שאיבה 229 מגה-ואט בכניסה המזרחית. 1,920 ג'יגה-ואט שעה/שנה	תחנת שאיבה 190 מגה-ואט בכניסה המזרחית. 1,628 ג'יגה-ואט שעה/שנה	תחנת שאיבה 190 מגה-ואט בכניסה המזרחית. 1,628 ג'יגה-ואט שעה/שנה	ללא תחנת שאיבה	ללא תחנת שאיבה	תחנת שאיבה ואנרגיית השאיבה הדרושה
הולכה בצנרת	הולכה בצנרת	מנהרה ותעלה בשאיבה במפלס גבוה	מנהרה ותעלה בשאיבה במפלס גבוה	תעלת הזרמה המבוססת על כוח משיכה במפלס נמוך	תעלת הזרמה המבוססת על כוח משיכה במפלס נמוך	הולכה
SWRO במפלס נמוך	SWRO במפלס גבוה	SWRO במפלס גבוה	SWRO במפלס נמוך	SWRO במפלס נמוך	SWRO (אוסמוזה הפוכה של מי ים במפלס גבוה)	תצורת התפלה
מתקן אחד ליד הכפר פיפה	מתקן אחד ליד הכפר פיפה	מתקן אחד ליד הכפר פיפה	מתקן אחד ליד הכפר פיפה	מתקן אחד ליד הכפר פיפה	מתקן אחד ליד הכפר פיפה	תחנת כוח הידרואלקטרית
1,146 ג'יגה-ואט שעה/שנה	1,817 ג'יגה-ואט שעה/שנה	1,718 ג'יגה-ואט שעה/שנה	1,424 ג'יגה-ואט שעה/שנה	842 ג'יגה-ואט שעה/שנה	1,059 ג'יגה-ואט שעה/שנה	ייצור חשמל הידרואלקטרי ב-2020
240 ג'יגה-ואט שעה/שנה	1,642 ג'יגה-ואט שעה/שנה	1,237 ג'יגה-ואט שעה/שנה	231 ג'יגה-ואט שעה/שנה	134 ג'יגה-ואט שעה/שנה	764 ג'יגה-ואט שעה/שנה	ייצור חשמל הידרואלקטרי ב-2060
תעלה פתוחה בגובה פני המים אל תוך המפרץ שממזרח ללשון	תעלה פתוחה בגובה פני המים אל תוך המפרץ שממזרח ללשון	תעלה פתוחה בגובה פני המים אל תוך המפרץ שממזרח ללשון	תעלה פתוחה בגובה פני המים אל תוך המפרץ שממזרח ללשון	תעלה פתוחה בגובה פני המים אל תוך המפרץ שממזרח ללשון	תעלה פתוחה בגובה פני המים אל תוך המפרץ שממזרח ללשון	עבודות הזרמה
1,650 מיליון מ"ק/שנה	1,650 מיליון מ"ק/שנה	1,650 מיליון מ"ק/שנה	1,650 מיליון מ"ק/שנה	1,650 מיליון מ"ק/שנה	1,650 מיליון מ"ק/שנה	זרם ספיקה לים המלח ב-2020
1,150 מיליון מ"ק/שנה	1,150 מיליון מ"ק/שנה	1,150 מיליון מ"ק/שנה	1,150 מיליון מ"ק/שנה	1,150 מיליון מ"ק/שנה	1,150 מיליון מ"ק/שנה	זרם ספיקה לים המלח ב-2060
מפלס יעד: -416 מטר שנת יעד: 2054 בקירוב	מפלס יעד: -416 מטר שנת יעד: 2054 בקירוב	מפלס יעד: -416 מטר שנת יעד: 2054 בקירוב	מפלס יעד: -416 מטר שנת יעד: 2054 בקירוב	מפלס יעד: -416 מטר שנת יעד: 2054 בקירוב	מפלס יעד: -416 מטר שנת יעד: 2054 בקירוב	שחזור של ים המלח
מתווה חלופי 3 דרך טפילה	מתווה חלופי 3 דרך טפילה	מתווה חלופי 3 דרך טפילה	מתווה חלופי 3 דרך טפילה	מתווה חלופי 3 דרך טפילה	מתווה חלופי 3 דרך טפילה	אספקת מי שתייה לירדן
60 מיליון מ"ק/שנה לערבה התיכונה והדרומית	60 מיליון מ"ק/שנה לערבה התיכונה והדרומית	60 מיליון מ"ק/שנה לערבה התיכונה והדרומית	60 מיליון מ"ק/שנה לערבה התיכונה והדרומית	60 מיליון מ"ק/שנה לערבה התיכונה והדרומית	60 מיליון מ"ק/שנה לערבה התיכונה והדרומית	אספקת מי שתייה לישראל
60 מיליון מ"ק/שנה. המיקום עדיין לא נקבע.	60 מיליון מ"ק/שנה. המיקום עדיין לא נקבע.	60 מיליון מ"ק/שנה. המיקום עדיין לא נקבע.	60 מיליון מ"ק/שנה. המיקום עדיין לא נקבע.	60 מיליון מ"ק/שנה. המיקום עדיין לא נקבע.	60 מיליון מ"ק/שנה. המיקום עדיין לא נקבע.	אספקת מי שתייה לרשות הפלסטינית
מינוס 2,749 ג'יגה-ואט שעה/שנה	מינוס 2,530 ג'יגה-ואט שעה/שנה	מינוס 2,018 ג'יגה-ואט שעה/שנה	מינוס 2,188 ג'יגה-ואט שעה/שנה	מינוס 1,387 ג'יגה-ואט שעה/שנה	מינוס 1,278 ג'יגה-ואט שעה/שנה	**מאזן האנרגיה הנקי של המערכת ב-2020
מינוס 6,821 ג'יגה-ואט שעה/שנה	מינוס 6,140 ג'יגה-ואט שעה/שנה	מינוס 5,481 ג'יגה-ואט שעה/שנה	מינוס 6,348 ג'יגה-ואט שעה/שנה	מינוס 5,316 ג'יגה-ואט שעה/שנה	מינוס 4,881 ג'יגה-ואט שעה/שנה	**מאזן האנרגיה הנקי של המערכת ב-2060

הערה: רכיבי פרויקט, המשתנים בין חלופה אחת לאחרת בחלופות שמשקלו, מופיעים בצבע **ורוד**. הרכיבים שאינם צבועים קבועים בכל שש התצורות שמשקלו.

** כולל אל דרישות האנרגיה למערכת הולכת מי השתייה לעמאן אך לא כולל את האנרגיה לשאיבת מי שתייה לישראל או לרשות הפלסטינית.

25.2. מהטבלאות 24.2 ו-24.4 לעיל ניתן לראות כי טווחי ההון והעלויות הנוכחיות נטו בשש החלופות מצומצמים וכי כל העלויות הן בטווח גבולות הדיוק של תהליך הערכת העלויות הנוכחי אשר מבוסס על תכנים ראשוניים. העלויות היחסיות של כל אחת מהחלופות מובאות באחוזים בטבלה 25.2 להלן.

טבלה 25.2: העלויות היחסיות של תצורות בנות קיימא מבחינה טכנית

עלות נוכחית נטו למחזור חיים מלא	עלות הונית	תצורה
0	2.6%+	00.1 – מנהרת הזרמה ברמה גרביטציונית נמוכה המצוידת במתקן התפלה במפּלס גבוה.
0.6%+	2.1%+	00.1 – מנהרת הזרמה ברמה גרביטציונית נמוכה המצוידת במתקן התפלה במפּלס נמוך.
4.8%+	4.4%+	220.1 – מנהרה ותעלה שאובות במפּלס גבוה, המצוידות במתקן התפלה במפּלס גבוה.
6.3%+	3.9%+	220.1 – מנהרה ותעלה שאובות במפּלס גבוה, המצוידות במתקן התפלה במפּלס נמוך.
2.9%+	0	מערך הולכה צנרתי עם מתקן התפלה במפּלס גבוה.
7.7%+	3.1%+	מערך הולכה צנרתי עם מתקן התפלה במפּלס נמוך.

25.3. לפיכך, ברור שייתכן כי העלות לא תהיה הקריטריון הבלעדי בקביעת תצורת המערכת המיטבית וכי יש לכלול גורמים אחרים בהערכה. הערכה איכותנית של גורמים אחרים אלה מפורטת בטבלה 25.3 להלן.

טבלה 25.3: הערכה איכותנית של תצורות בנות קיימא מבחינה טכנית

קריטריונים	השוואה
השפעות סביבתיות וחברתיות	<p>(1) ההשפעות של הכניסה המזרחית יהיו פחותות מהשפעות הכניסה הצפונית בהתבסס על ההפרעה החזותית, על השימוש בקרקע מסביב ועל המיקום של מצפה ציפורים חשוב הסמוך לכניסה הצפונית.</p> <p>(2) ההשפעה בשערי המנהרה תהיה גבוהה בשל מיקומם בתוך אתרים כלואים ורגישים בשפכי הוואדיות הצדיים. עם זאת, ההשפעות יהיו מקומיות בלבד ולסירוגין, באתרים קטנים לאורך מערך ההולכה. ההשפעות לאורך, תוואי הצנרת יהיו פחותות מההשפעות בשערי המנהרה, אך יורגשו על פני שטח רחב בהרבה. ההשפעות לאורך מקטעי התעלה יהיו גדולות יותר מההשפעות בכל אחת מהמנהרות או הצינורות, בעיקר בשל אפקט החסימה ארוך-הטווח.</p> <p>(3) מפעל התפלה במפּלס הנמוך ממוקם באזור רגיש, וההשפעות כאן יהיו גדולות מההשפעות במפעל התפלה במפּלס הגבוה.</p> <p>(4) לפי ההערכה, ההשפעות לאורך מתווה 3 של צנרת העברת מי שתייה לעמאן יהיו פחותות מההשפעות במתווה 1 או 2.</p>
פוטנציאל לפיתוח מדורג של מערכת ההולכה של מי הים	אפשר לפתח בקלות את תצורות ההולכה בצנרת בשלבים. באופן מעשי, אי אפשר לפתח בשלבים את תצורות ההולכה במנהרה ובתעלה.
משך הבנייה	תקופת הבנייה הנקובה לכל האפשרויות היא שש שנים.
פשטות הפעולות ומערכות הבקרה	המערכת הפשוטה ביותר לתפעול תהיה צנרת המבוססת על כוח המשיכה ללא תחנת שאיבה. מערכת המנהרה והתעלה במפּלס הגבוה, המצוידת בתחנת שאיבה, תדרוש את מערכת הבקרה המורכבת ביותר. פשטות הפעלת ההולכה בצנרת נמצאת בנקודה כלשהי בין שתי אפשרויות אלה.
אמינות המערכת	מערכות ההולכה במנהרה ובמנהרה/תעלה יהיו מובל בודד. אם יתרחשו תקלות או בעיות, או אם תידרש השבתה של המערכת לצורכי תחזוקה, יש לסגור את כל המערכת. לעומתן, ההולכה בצנרת תהיה סדרה של צינורות מקבילים בעלי חיבורי כלאיים. תצורה זו תאפשר להמשיך להפעיל את המערכת בתפוקה מלאה, או כמעט בתפוקה מלאה, אם מתפתחת תקלה בצינור בודד. אפשר להשבית צינור אחד בכל פעם לצורכי תחזוקה מתוכננת. מאידך, היעדר תחנת שאיבה בחלופת ההולכה 0.1 משפר את האמינות של מערכת ההולכה.
פגיעות לפעולות זדוניות	הנגישות הקלה של הצנרת לכל אורכה, וקרבתה לפני הקרקע, הופכות אותה לפגיעה במיוחד לפעולות זדוניות. המנהרה במפּלס הנמוך תעבור עמוק מתחת לפני השטח, ולא תהיה נגישה בקלות. לפיכך, היא תהיה הרבה פחות פגיעה מבחינה זו. פגיעות ההולכה בתעלה/מנהרה נמצאת בנקודה כלשהי בין שתי קצוות אלה.

25.4. הסיכונים העיקריים בכל אחת מתצורות המערכת הפוטנציאליות הוערכו באופן דומה, והערכה איכותנית מפורטת בטבלה 25.4 להלן.

טבלה 25.4: הערכה איכותנית של סיכונים

סיכון	השוואה
דליפה סמויה, קטנה ומתמשכת של מי ים	מערכות צנרת חשופות לדליפה מסוג זה, העלולה להימשך שנים רבות מבלי שתאוותר. סיכון זה קיים גם במנהרות, למעט מנהרות העוברות מתחת לפני המים באדמה ומנהרות החשופות ללחץ מים חיצוני גבוה. עם זאת, משמעות הסיכון של אמצעי המניעה שתוארו בדוחות היא שהסיכון המופחת דומה ונמוך מאוד בכל התצורות.
דליפה פתאומית ואסונית של מי ים	הסיבה הסבירה ביותר לכשל כאמור היא תוצאה של פעילות סיסמית. מנהרות העוברות בתוך סלע קשה מוגדרות כאחד מהמבנים מעשה ידי אדם החשופים פחות לכשל סיסמי. יתרה מכך, כאשר המנהרה עוברת מתחת לפני המים באדמה האפשרות לדליפה נמוכה בהרבה, והרי מנהרת ההזרמה ברמה גרביטציונית נמוכה עוברת מתחת למפלס המים בשיעור של 80% מאורכה.
חריגה בלוח הזמנים לבנייה	בשל אי הוודאות האופיינית לתנאי הקרקע, קצבי הכרייה ומשכי הבנייה של מנהרות הרבה פחות ודאיים מאלה של צנרת.
חריגה בעלויות הבנייה	בשל אי הוודאות האופיינית לתנאי הקרקע, סביר בהרבה שיהיו חריגות בעלויות ותביעות לעלויות נוספות במהלך הבנייה בחלופת המנהרות לעומת חלופת הצנרת.
אמינות אספקת מי שתייה	בהקשר זה, ההבדל העיקרי בין התצורות לפרויקט זה הוא שבמקרה של השבתה ממושכת של תחנת הכוח ההידרו-אלקטרית יהיה צורך להשבית גם את מתקן ההתפלה במפלס הגבוה. סוגיה זו אינה רלוונטית למתקן ההתפלה במפלס הנמוך.

25.5. לבסוף, אומצה מערכת ניקוד המשקללת כמה קריטריונים כדי לקבוע את התצורה המיטבית המומלצת לפרויקט לפי הערכה משולבת של עלויות הונית, עלויות מחזור חיים מלא, יתרונות טכניים וסביבתיים וכן סיכונים. הערכה זו מסוכמת בטבלה 25.5 בעמוד הבא. יש להכיר בכך, שתהליך זה תלוי בהקצאה סובייקטיבית ניתנת לשינוי של רכיבי ציון ומקדמי שקלול. רכיבי הציון והשקלול המוצגים בטבלה 25.5 מייצגים את המוסכם במשותף על צוות הניהול של היועץ לבדיקת ההיתכנות.

25.6. ניתן לראות, כי לפי מערכת הניקוד המוצעת, המשקללת כמה קריטריונים, התצורה המיטבית למערכת היא הולכה בצנרת תוך שילוב עם מתקן התפלה במפלס גבוה. עלות ההון הכוללת של תצורה זו היא הנמוכה ביותר, אך העלויות הנוכחיות נטו למחזור החיים המלא שלה אינן הנמוכות ביותר.

25.7. כמו כן, יש לציין כי הפוטנציאל לפיתוח מדורג שוקלל בהערכה זו כקריטריון חיוני. כאשר משקללים קריטריון זה כבעל חשיבות משנית, הציון הכולל של מערכת ההולכה במפלס הנמוך המשולבת במתקן התפלה במפלס גבוה – שעלויותיה הנוכחיות נטו למחזור חיים מלא הן הנמוכות ביותר – דומה מאוד לציון הכולל של חלופת הצנרת המשולבת במתקן ההתפלה במפלס גבוה.

25.8. כפי שצוין לעיל, זוהתה הזדמנות פוטנציאלית להפחית את העלות ההונית של הצנרת בכ-500 מיליון דולר, אולם יהיה ניתן לאשרה רק על ידי תכנית גיאו-טכנית לחקירת אתר בשלב הבא של הפיתוח. אם חיסכון פוטנציאלי זה יתממש, פתרון מערך ההולכה הצנרתי לא זו בלבד שיבטיח את העלות ההונית הנמוכה ביותר משמעותית, אלא גם יבטיח פתרון בעל עלות נוכחית נמוכה נטו הנמוכה ביותר למחזור חיים מלא. במקרה כזה, פתרון הצנרת גם יהפוך במובהק לחלופה המועדפת במערכת קביעת ציון המשקללת כמה קריטריונים, וזאת ללא קשר למשקל שניתן לגמישות לצורכי העבודה בשלבים.

טבלה 25.5: השוואה מרובת קריטריונים של חלופות בנות קיימא מבחינה טכנית

תצורת הפרויקט	משקל	0.1 עם מתקן התפלה במפלים גבוה		0.1 עם מתקן התפלה במפלים נמוך		220.1 עם מתקן התפלה במפלים גבוה		220.1 עם מתקן התפלה במפלים נמוך		צנרת עם מתקן התפלה במפלים גבוה		צנרת עם מתקן התפלה במפלים נמוך	
		ציון	ציון משוקלל	ציון	ציון משוקלל	ציון	ציון משוקלל	ציון	ציון משוקלל	ציון	ציון משוקלל	ציון	ציון משוקלל
קריטריוני הערכה													
קריטריוני ביצועים													
עלות השקעה	3	5	15	5	15	4	12	4	12	5	15	4	12
עלות נוכחית נקייה כוללת	2	5	10	5	10	4	8	3	6	4	8	3	6
פרופיל אנרגיה (מאזן אנרגיה נקי, חתימת פחמן וכדומה)	2	3	6	3	6	2	4	2	4	2	4	1	2
השפעות סביבתיות	3	4	12	3	9	2	6	1	3	4	12	3	9
פוטנציאל לפיתוח מדורג ולהסתגלות לאי-ודאויות עתידיות	3	1	3	1	3	1	3	1	3	4	12	4	12
משך הבנייה	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
הפעלת ההולכה	1	4	4	4	4	2	2	2	2	3	3	3	3
אמינות המערכת	2	4	8	4	8	3	6	3	6	4	8	4	8
פגיעות לפעולות זדוניות	1	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2
סיכונים													
סיכון לדליפות קטנות של מי מלח עקב ברירת המחדל לאטימות מים	2	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-1	-2
סיכון לדליפות גדולות והרות-אסון של מי מלח	3	-1	-3	-1	-3	-2	-6	-2	-6	-3	-9	-3	-9
סיכון להארכת משך הבנייה	2	-4	-8	-4	-8	-3	-6	-3	-6	-2	-4	-2	-4
סיכון לעלות השקעה בלתי-צפויה נוספת	3	-4	-12	-4	-12	-3	-9	-3	-9	-2	-6	-2	-6
סיכון קשור לאמינות אספקת מי השתייה	3	-2	-6	-1	-3	-2	-6	-1	-3	-2	-6	-1	-3
ציון כולל		21	34	21	34	12	17	11	15	21	40	18	33

משקל	ציון
3	הקריטריון הוא דרישה חיונית השפעה גבוהה אם הסיכון מתממש
2	הקריטריון חשוב אך לא חיוני השפעה בינונית אם הסיכון מתממש
1	קריטריון בעל משמעות משנית השפעה נמוכה אם הסיכון מתממש

ציון	סיכון גבוה מאוד
-5	סיכון גבוה
-4	סיכון בינוני
-3	סיכון נמוך
-2	סיכון נמוך
-1	סיכון נמוך

הערה: יתרונות והשפעות שלא נכללו בטבלה לעיל – כגון כמות מי השתייה המופקת, כמות ההזרמה לים המלח, שחזור ים המלח, אורך החיים של תכן הפרויקט, שיפור היכולת המוסדית וכד' – זהים במהותם בכל שש התצורות החלופיות של הפרויקט.

26. לוח זמנים והיבטים לוגיסטיים של היישום

26.1. לנוכח דחיפות הבעיות הדורשות מענה על ידי פרויקט מובל ים סוף – ים המלח (RSDSC), מוצע לוח זמנים ברור ונחוש ליישום הפרויקט. משך פעילויות התיכון והבנייה מבוסס על ניסיון שנצבר לאחרונה כפרויקטים מסוג דומה ועל התייעצות עם קבלני בנייה בינלאומיים מומחים. משך פעילויות הקבלנות המקדמיות המוצעות הוא משך הזמן הנחשב כמזערי כדי לאפשר כל אחת מהפעילויות ללא שינויים בלוח הזמנים וללא תכניות חלופיות.

26.2. הנתבי הקריטי של לוח הזמנים לפיתוח תצורת הפרויקט המיטבית המומלצת כולל את הפעילויות הבאות:

- השלמת תכנית הבדיקה.
- החלטת גורמי הממשל של כלל המדינות המעורבות אם להמשיך בפרויקט או לא.
- חקירות גיאו-טכניות נוספות.
- השגת מימון.
- חתימה על חוזים לתיכון, הרכשה ובנייה של צנרת הולכה ושל מנהרת ההולכה סביב עקבה (קיימים שני נתיבים קריטיים בשלב זה).
- בניית צנרת ההולכה והמנהרה העוקפת של עקבה.
- התחלת הפעלה ומסירה ללקוח.

26.3. על סמך הנתונים לעיל, ההפעלה והמסירה ללקוח מתוכננות להתחיל באוקטובר 2020. הנתבי הקריטי העיקרי והתאריכים של אבני דרך מהותיות נוספות מתוארים בטבלה 26.3 להלן. כפי שכבר צוין, נתונים אלה מייצגים לוח זמנים אופטימיסטי משהו, במיוחד בכל הנוגע לפעילויות הקודמות לבנייה, ולכן מוצג גם מערך מקביל של תאריכים לאבני דרך המהווים לוח זמנים ריאליסטי יותר. על אף הצורך הדחוף בפיתוח הפרויקט, מומלץ לאמץ את לוח הזמנים ריאליסטי כיעד הפיתוח של הפרויקט.

טבלה 26.3: אבני דרך עיקריות בלוח הזמנים

	אבן דרך	תאריך	
		לוח זמנים אופטימי	לוח זמנים מציאותי
1	דוח סופי של חקר ההיתכנות	יוני 2011	אוק' 2011
2	החלטת המוטב לקבל/לדחות	ספט' 2011	דצמ' 2011
3	חקיקה מאפשרת/תומכת שתחוקק על ידי כל הצדדים המוטבים	מרס 2012	ספט' 2012
4	חתימת חוזה לחקר גיאוטכני של האתר	מאי 2012	דצמ' 2012
5	קביעת המבנה הארגוני ליישום	ספט' 2012	יוני 2013
6	מינוי יועץ ניהול פרויקטים	ספט' 2012	יוני 2013
7	חתימת חוזה לניסויי פיילוט בהתפלת מים	ספט' 2013	ספט' 2013
8	שריון הבטחות מימון	ספט' 2013	ספט' 2014
9	חתימת חוזה הנדסה, רכישה ובנייה למנהרת הולכה	ינואר 2014	מרס 2015
10	חתימת חוזה הנדסה, רכישה ובנייה לצנרת הולכה	מרס 2014	יוני 2015
11	תוצאות ניסויי הפיילוט בהתפלת מים זמינים	ינואר 2015	ינואר 2015
12	חתימת חוזה הנדסה, רכישה ובנייה לתחנת משנה והעברת כוח	ינואר 2015	מרס 2016
13	חתימת חוזה הנדסה, רכישה ובנייה למתקן התפלה	מרס 2015	יוני 2016
14	חתימת חוזה הנדסה, רכישה ובנייה לתחנת שאיבה	יוני 2015	ספט' 2016

15	חתימת חוזה הנדסה, רכישה ובנייה למתקן כוח הידרואלקטרי	ינואר 2016	מרס 2017
16	חתימת חוזה הנדסה, רכישה ובנייה נחתם לעבודות אתר הכניסה	ינואר 2017	מרס 2018
17	התחלת הפעלה ותהליך המסירה ללקוח	אוק' 2020	אפריל 2022

26.4. בוצעה בדיקת תשתית התמיכה הקיימת בירדן, לרבות מתקני נמל, נמלי תעופה, דרכים ומתקנים ותקנות התעבורה היבשתית. במונחים כלליים, התשתית הולמת לתמיכה בפרויקט אולם זוהו כמה חששות ספציפיים. החששות העיקריים הם:

- פעולות ההעתקה והפיתוח מחדש של מתקני הנמל בעקבה עלולים לחפוף במידה רבה את משך זמן הבנייה המוצע במסגרת הפרויקט – דבר שיוביל לשיבושים ולצפיפות בנמל במהלך התקופה האמורה. עם זאת, יש לציין כי מתקני הנמל הקיימים בתוספת מספר קטן יחסית של פריטי ציוד בהחלט מתאימים לצורכי הפרויקט, ובכל מקרה ניתן גם לנצל את נמל אילת ליבוא מטענים.

- לא ברור אם העגורנים שיעמדו לרשות הפרויקט בנמל החדש יספיקו כדי לפרוק ולשנע את המשאות הגדולים הצפויים. במקרה שתתקבל החלטה להמשיך בפרויקט, נושא זה יופנה אל רשויות הנמלים. לפי הצורך, ניתן לכלול את שירותי ההרמה והטיפול הנחוצים של מטענים בחוזה הבנייה של מערך הולכת המים.

- בשלב זה (שנת 2010), ההצעות לפיתוח מחדש של הנמל אינן כוללות דרך גישה בטוחה, המתאימה לעומסים גדולים וכבדים ביותר, שתקשר את מתקניו החדשים המוצעים עם ואדי ערבה / עמק הערבה. בעיה זו מהווה מקור דחוף יותר לחששות מצד גבי חברת הפוספטים הערבית (ירדן), אשר פועלת בשיתוף הרשויות למציאת פתרון לנושא. במקרה שתתקבל החלטה ליישם את הפרויקט, ברור שסוגיה זו תקדם את התהליך.

27. פרויקט אב-טיפוס ופיתוח בשלבים

27.1. ההרכבים הכימיים של מי ים סוף ומי ים המלח שונים מאוד זה מזה. במהלך בדיקת ההיתכנות הועלו חששות כי פעולות בדיקה ומידול מתמטי לבדן לא יספיקו לקבוע, ברמה כלשהי של ודאות, את ההשפעות של הכנסת כמויות גדולות של מי ים סוף לתוך ים המלח. התפיסה של פרויקט ניסוי ראשוני שלאחריו יבוא פיתוח בשלבים, כאשר השלב הראשוני משמש כפרויקט חלוץ, הועלתה כבר במהלך ביצועה של בדיקת ההיתכנות.

27.2. המונחים 'פרויקט הרצה', 'פרויקט אב-טיפוס' ו'פיתוח בשלבים' שימשו בערבוביה ברבים מהדיונים שנערכו במהלך תכנית בדיקת היתכנות – דבר שגרם לבלבול מסוים. למטרות דוח זה אומצו ההגדרות הבאות:

- פרויקט הרצה – מערך בקנה מידה קטן יחסית המיועד לבחון תהליך או לוודא את השפעות התהליך. זה יכול להיות הסדר זמני שיהיה ניתן לביטול בסיום תכנית הבדיקה.

- פרויקט אב-טיפוס – כמו פרויקט הרצה.

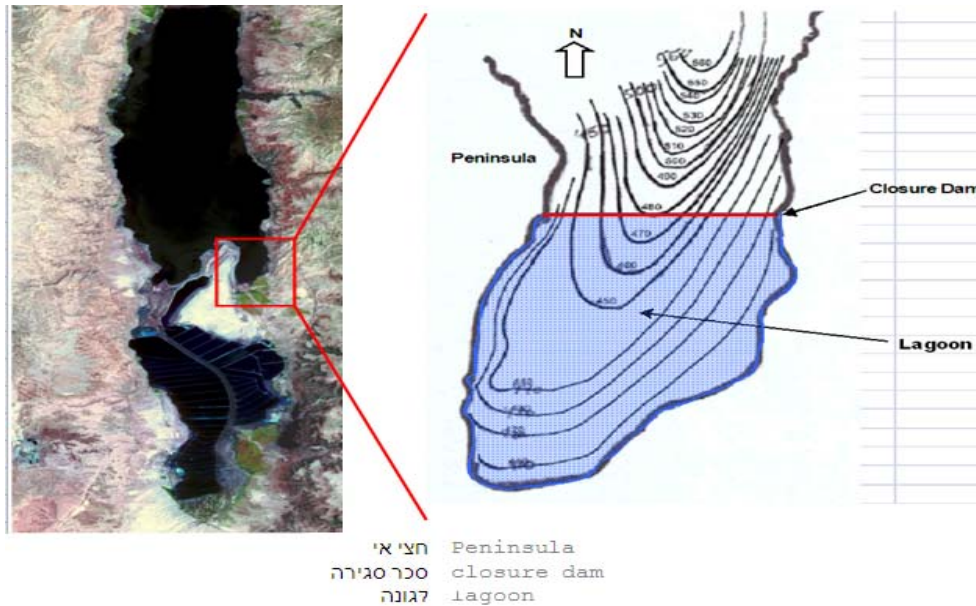
- פיתוח בשלבים – פיתוח הפרויקט בקנה מידה מלא במסגרת שלבים נפרדים לאורך פרק זמן נתון. כל שלב הנו קבוע ומהווה חלק נפרד מן הפרויקט הסופי בקנה מידה מלא.

27.3. פרויקט הרצה או אב-טיפוס

27.3.1. פרויקט הרצה עצמאי, בקנה מידה קטן, שניתן ליישמו בצורה פשוטה וקלה. יהיה ניתן ליישם פתרון חלוץ כזה כדי לקבל תוצאות במהלך שלב התכנון המפורט מבלי לעכב משמעותית את לוח הזמנים הכולל של הפרויקט. בכפוף לתוצאות משביעות רצון מפרויקט הרצה כזה, יהיה ניתן לפתח את הפרויקט בקנה מידה מלא באופן מידי, או, לחלופין, להמשיך בחלק זה יחד עם פיתוח בשלבים של הפרויקט הראשי כמתואר להלן.

27.3.2. האתגר העיקרי בפיתוח פרויקט הרצה או פרויקט אב-טיפוס בקנה מידה קטן הוא בקביעת הגודל המתאים, קנה המידה ומשך הזמן הדרושים, כך שההרצה או האב-טיפוס יספקו אינדיקציה פיזיקלית מציאותית להשפעות הפרויקט בקנה מידה מלא. הגדלת קנה המידה של פרויקט ההרצה תיעשה בצורה הטובה ביותר תוך הסתמכות על תוצאות מחקר מודל ים המלח.

27.3.3. כדי לאמוד את השפעות הפרויקט בקנה מידה מלא יהיה צורך להזרים פרויקט הרצה עצמאי זמני לתוך גוף מים מתוחם של ים המלח. גוף מים קולט זה יהיה חייב להיות הולם מבחינת הנפח, שטח פני המים והעומק, כדי שפרויקט ההרצה יהיה גרסה ממוזערת התואמת לפרויקט בקנה מידה מלא. ניתן להכין גוף מים קולט כזה למי ים המלח על ידי בידוד המפרץ שממזרח ללשון בקצה הדרומי של ים המלח באמצעות סוללת עפר או מסלעות. אפשרות אחרת היא שימוש ביריעת ממברנה גיאו-טקסטילית לרוחב שפך הלשון שתיצור גוף מים קולט מתוחם למי ים המלח.



איור 27.3: לגונת קליטה מוצעת עבור פרויקט ההרצה

27.3.4. ניתן לתכנן גישה מעין זו לצורך ניתוח משמעותי להערכת ההשפעות של ערבוב מי ים סוף ומי ים המלח, כפי שנוסחו במסגרת מחקר מודל ים המלח.

27.3.5. עם זאת, במחקר מודל ים המלח זוהו המגבלות האפשריות הבאות לגבי התפיסה שתוארה לעיל:

- ייתכן שלא תהיה אפשרות לפתח את מתכונת הריבוד בקנה מידה מלא.
- לא יילקחו בחשבון השפעותיהן של התעשיות הכימיות.
- מערכת בקנה מידה קטן לא תפגין את מרחב הרוח האופייני ואת המצב הנוכחי בכל שטחו של ים המלח, שהם גורמי מפתח בדינמיקה של גוף מים זה.

27.4. פיתוח בשלבים

27.4.1. הפתרון המומלץ לפרויקט בקנה מידה מלא מבוסס על מערך הולכה צנרתי הכולל שישה צינורות מקבילים עבור צנרת הסניקה הראשית השאובה ושלושה צינורות מקבילים עבור מקטע ההולכה הגרביטציונית. פתרון זה יביא בקלות לשורה ארוכה של אפשרויות פיתוח בשלבים. עם זאת, מרבית חלופות התכנון האלה יחייבו פשרות לגבי אחד מיעדי הפרויקט או יותר. למעשה, עבור כל שלב פיתוח ראשוני הכולל קיבולת של פחות מכ-1400 מיליון מ"ק/שנה שאיבת מי ים סוף, ימשיך מפלס ים המלח לרדת ויחד אתו תימשך גם ההחמרה במצבו הסביבתי עד שיחל ביצועם של שלבים נוספים. יתרה מכך, כל שלב פיתוח ראשוני הכולל קיבולת פחותה מכ-950 מיליון מ"ק/שנה מי ים סוף לא יוכל לספק את מלוא הביקושים למי שתייה שעליהם הוסכם במסגרת הפרויקט. סוגיות אלה הן בעלות השלכות כלכליות ופיננסיות גם יחד על היתכנות הפרויקט. נשקלו שלוש חלופות אפשריות לפיתוח בשלבים, כדלקמן:

- התכנון הראשון המותאם לגודל שגם תואם לתצורת הפרויקט הסופי בקנה מידה מלא.
- התכנון המזערי בשלבים שיאפשר לספק במלואם את הביקושים למי שתייה שעליהם הוסכם במסגרת הפרויקט.
- התכנון המזערי בשלבים שיאפשר לספק במלואם את הביקושים למי שתייה שעליהם הוסכם במסגרת הפרויקט, ואשר יעמוד במידה רבה גם ביעד הפרויקט למנוע החמרה סביבתית נוספת במצבו של ים המלח.

27.4.2. פיתוח בשלבים – חלופה 1: השלב הראשון הישים המצומצם ביותר האפשרי יהיה לבנות בתחילה רק צינור יחיד בכל אחד מהקטעים, ואת יתרת הצינורות להוסיף בשלבים הבאים. שלב ראשוני כזה יהיה בקיבולת של 333 מיליון מ"ק/שנה מי ים סוף, והיא תאפשר הפקת 150 מיליון מ"ק/שנה מים מותפלים ועוד 183 מיליון מ"ק/שנה תמלחת. לאור יעדי הפיתוח בשלבים, יהיה צורך לתפעל את השלב הראשוני הזה במשך כמה שנים לפני שיהיה ניתן להחליט אם המשוב קביל או לא. אם המשוב קביל, יהיה צורך בתקופת זמן נוספת כדי לפתח, לתכנן ולבנות את השלב הבא. ייתכן מאוד שיהיה צורך בתקופה של עד עשר שנים מתחילת השלב הראשוני ועד לתחילת השלב השני. לחלופה זו ארבעה חסרונות מובהקים ביותר, כמתואר להלן, ומשמעות הדבר שאין היא עומדת אף לא באחד מיעדי הפרויקט ואינה ישימה:

- במהלך עשר השנים של השלב הראשון תהיה ההספקה הזמינה של מים מותפלים בטווח של 30% עד 40% בלבד מן הביקוש למים מותפלים שהוסכם עליו במסגרת הפרויקט.
- מפלס ים המלח ימשיך לרדת כמעט באותו קצב של היום במשך כל תקופת השלב הראשון של חלופה זו, ומצב זה עלול להימשך גם בשלב השני של הפיתוח הרב-שלבי, כמוצג באיור 27.4 להלן. במסגרת חלופה זו לא יהיו תועלות סביבתיות נראות לעין מן הפרויקט לאורך כל משך החיים של השלב הראשון, ואולי אף מעבר לכך. אין ספק, כי עובדה זו תהפוך את גיוס ההון הדרוש למימון המרכיב הסביבתי של הפרויקט למאתגר במיוחד, ואולי אף לבלתי אפשרי.
- ההזרמה לים המלח במהלך השלב הראשון תכלול בסביבות 183 מיליון מ"ק/שנה תמלחת. אם כמות זו תוזרם לגוף המים העיקרי של ים המלח, תהיה זו כמות קטנה מדי לקבלת אינדיקציה ממשית כלשהי לגבי ההשפעות האפשריות של ערבוב מי ים סוף וים המלח במסגרת הפרויקט הסופי בקנה מידה מלא. יש להבין, כי הצוות שביצע את הבדיקה הנוספת של ים המלח סבור כי דרוש קצב הזרמה של 400 מיליון מ"ק/שנה לפחות למטרה זו (כותבי דוח זה סבורים כי הערך עשוי להיות אף גבוה מכך). מנגד, אם הספיקה המוזרמת משלב ראשון זה תגיע ללגונה מתוחמת של מי ים המלח, כמתואר עבור פרויקט ההרצה בסעיף 27.3 לעיל, תהיה הספיקה גדולה מדי, ובעקבות כך לא ייצגו התנאים וריכוזי המלח בלגונה נאמנה את התנאים שיתקיימו במסגרת הפרויקט בקנה מידה מלא. לפיכך, חלופה זו לא תיתן מענה לסיבה שגישת השלבים אומצה מלכתחילה.

• לבסוף, חלופת תכנון זו בשלבים אינה כדאית כלכלית. ההכנסה הישירה שתתקבל מכמות מי השתייה הקטנה שתופק בשלב הראשון לא תכסה אפילו את הריבית על המימון הדרוש לבניית השלב הראשון, ועל אחת כמה וכמה – חלק כלשהו מעלויות התפעול והתחזוקה. למעשה, יניב הפרויקט הפסד מצטבר של 3 עד 4 מיליארד דולר במשך החיים של השלב הראשון. תיאורטית, יהיה ניתן לכסות הפסד זה במסגרת השלבים הבאים של הפרויקט, אולם חיסרון זה יהפוך את הפרויקט לבלתי קביל לחלוטין בעיני מוסדות מימון או קבלנים מממנים – בעיקר לאור העובדה כי ההסתברות להמשיך בשלבים הבאים נותרת לא ודאית עד שייודעו השפעות תפעול של השלב הראשון. בקיצור, חלופה זו אינה אפשרית למימון.

27.4.3. פיתוח בשלבים – חלופה 2: פיתוח של הפרויקט בשלבים, כך שיתאפשר לספק במלואם את הביקושים למי השתייה שעליהם הוסכם במסגרת הפרויקט ברציפות ממועד תחילתו, יחייב שלב ראשון בקיבולת של 955 מ"ק/שנה של מי ים סוף ושלב שני, שיחל לאחר עשר שנים, בקיבולת מזערית של 1200 מיליון מ"ק/שנה של מי ים סוף. ניתן להשיג זאת על ידי בניית שלושה צינורות מקבילים לסניקה שאובה ושתי מערכות צנרת מקבילות במקטע ההולכה הגרביטציונית עבור השלב הראשון, וכן הוספת מערכת צנרת אחת נוספת לצנרת הסניקה הראשית שאובה עבור השלב השני. לחלופה זו כמה יתרונות לעומת חלופת התכנון 1 המתוארת לעיל, כדלקמן:

• היא מספקת את הנפח הדרוש של הזרמה לים המלח לקבלת אינדיקציה חיובית לגבי השפעותיו האפשריות של הפרויקט הסופי בקנה מידה מלא.

• היא מספקת במלואם את הביקושים למי שתייה שעליהם הוסכם במסגרת הפרויקט.

• ההכנסה ממכירת מי השתייה משמעותה כי ההיתכנות הכלכלית והפיננסית של חלופה זו תהיה דומה (או אפילו טובה יותר בשוליים) מבניית הפרויקט בקנה מידה מלא ממש מראשיתו. עם זאת, אי הוודאות לגבי השאלה אם השלבים הבאים ימשיכו כמתוכנן, או אפילו אם יותר לשלב הראשון להמשיך לאחר הערכת ההשפעות על ים המלח, משמעותם כי יהיה זה מאתגר מאוד, אם לא ממש בלתי אפשרי, לממן את החלופה הזו.

עם זאת, במסגרת חלופת תכנון מדורגת זו ימשיך מפלס מי ים המלח לרדת בקצב של כ-300 מ"מ לשנה במשך השלב הראשון, וירידה שולית שלו תתרחש גם במשך השלב השני, כמתואר באיור 27.4 להלן. הגם שתוצאה זו אינה כה חמורה בהשוואה למצב התואם בחלופה 1, עדיין תהיה בעיה לגייס את המימון הדרוש ואת מרכיב ההון הסביבתי של הפרויקט.

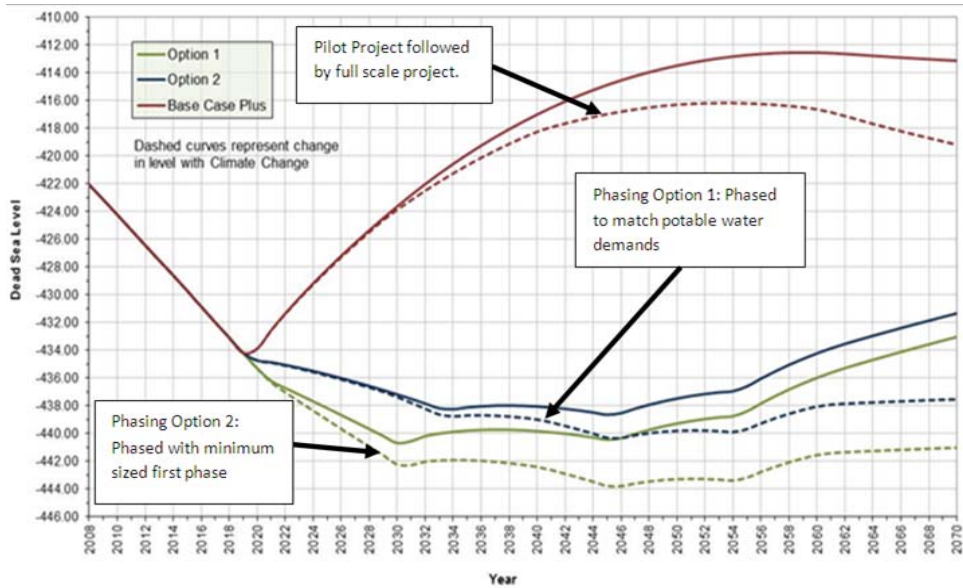
27.4.4. פיתוח בשלבים – חלופה 3: פיתוח בשלבים שיאפשר לספק במלואם את הביקושים למי שתייה שעליהם הוסכם במסגרת הפרויקט וכן ישמור על ים המלח במפלס קרוב ליציב במשך השלב הראשון יחייב קיבולת של כ-1500 מיליון מ"ק/שנה של מי ים סוף. חלופה זו מהווה כ-75% מן הפרויקט בקנה מידה מלא. שלב ראשון מסוג זה יעמוד ביעדים המקוריים של הפרויקט ואף ידגים, ללא ספק, את השפעות הפרויקט בקנה מידה מלא על ים המלח, אולם חלופה זו מייצגת עלות מבוצזת גבוהה מאוד.

27.4.5. לכל חלופת תכנון בשלבים תהיה השפעה תועלתית הן על עלות ההון ההתחלתית של הפרויקט, ומכאן שגם על סכום המימון הראשוני הדרוש, והן על העלות המנוכה נטו למשך חיים מלא (עקב דחיית עלות ההון עבור השלבים הבאים) כמוצג בטבלה 27.4 להלן. עם זאת, כאשר התכנון בשלבים כולל אפקט של צמצום נפח מי השתייה המופקים בשלבים המוקדמים של הפיתוח, תוצאה זו יכולה לגבור על התועלות הכלכליות והפיננסיות של דחיית עלויות ההון. כמצוין לעיל, זוהי תוצאת חלופה 1 לפיתוח בשלבים.

טבלה 27.4: השוואת עלויות מקורבות למגוון חלופות תכנון

מיליארד דולר ארה"ב					
עלות	פרויקט מלא	פרויקט הרצה שלאחריו יבוא פרויקט בהיקף מלא	פיתוח בשלב 1 – חלופה 1:	פיתוח בשלב 2 – חלופה 2:	פיתוח בשלב 3
הרצה	אפס	0.2	אפס	אפס	אפס
שלב ראשוני	7.1	7.1	3.7	5.6	6.6
עלות מושקעת כוללת	8.4	8.4	8.6	8.6	8.6
עלות נוכחית נטו	12.4	12.6	9.0	10.9	12.0

הערה: העלות אינה כוללת את המערכות להעברת מי שתייה.



פרויקט ניסוי שלאחריו יבוא פרויקט בהיקף מלא.
 חלופת תכנון 1: מתוכננת כך שתתאים לביקושים למי שתייה
 חלופת תכנון 2: מתוכננת עם שלב ראשון בהיקף מזערי
 חלופה 1
 חלופה 2
 מקרה בסיס פלוס
 עקומות מקווקוות מייצגות את המפלט עם שינוי אקלימי
 מפלט ים המלח
 Pilot Project followed by full scale project.
 Phasing Option 1: Phased to match potable water demands
 Phasing Option 2: Phased with minimum sized first phase
 Option 1
 Option 2
 Base Case Plus
 Dashed curve represent change in level with climate change
 Dead Sea Level

איור 27.4: מפלסי מי ים המלח החזויים לחלופות התכנון בשלבים 1 ו-2

28. הערכה כלכלית

28.1. ההערכה הכלכלית בדקה שלושה היבטים: ניתוח עלות-תועלת של הפרויקט; הערכת העלות ליחידה של מים מותפלים שיופקו במסגרת הפרויקט; השפעת הפרויקט על האזור ברמה המקרו-כלכלית.

28.2. ניתוח עלות-תועלת כולל הערכת נושאים כמו תיירות, תעשיית הפקת הכימיקלים, מגזר אספקת המים, מגזר החשמל, תשתיות ציבוריות, וכן היבטים לא מוחשיים או לא שימושיים של הפרויקט. חישוב התועלות מבוסס על אקסטרפולציה (תחשיב עתידי) של השתלשלות העניינים בכל אחד מהענפים האלה ב-50 השנים הבאות ללא הפרויקט או חלופה כלשהי לפרויקט, ועם הפרויקט.

תיירות: הנתונים ההיסטוריים על מספרי התיירים נלקחו מהנתונים הזמינים, ככל שאלה עמדו לרשותנו. נאספו נתונים גם ביחס למגוון רחב של פרמטרים המשפיעים על מספרי התיירים. במסגרת ההערכה נבדקו כמה מודלים של צירי זמן רבי משתנים ובוצע ניתוח רגרסיה במטרה לבודד את מפלס ים המלח מכל שאר הגורמים המשפיעים על מספר התיירים המגיעים לאזור. תרגיל זה בוצע בנפרד ביחס לתיירות בינלאומית ולתיירות פנים, וממנו התברר כי אף שמספר המבקרים במסגרת תיירות פנים אינו קשור, ככל הנראה, למפלס ים המלח, הרי שקיים מתאם מובהק בין המפלס לבין מספר המבקרים מחו"ל. על בסיס מתאם זה נקבע שיעור הירידה במספר התיירים בתרחיש של אי נקיטת פעולה לייצוב מפלס ים המלח. בדומה לכך, חושבה גם העלייה במספר התיירים המבקרים אם יוחלט על ביצוע הפרויקט ושמירה על מפלס ים המלח. הערך העודף לצרכן לעניין ביקורים באזור ים המלח כבר חושב בעבר (בקר וכץ, 2006). הבדיקה כללה ניתוח והתאמה אינפלציונית לערכים השוטפים, ואלה הוחלו על תוצאת ההפרשים במספרי התיירים כדי לחשב את התועלת לתעשיית התיירות במקרה שהפרויקט יצא לפועל. הסכום שנקבע לזכות התיירות הנו ערך נוכחי כולל ניכיון, והוא עומד על 3.5 מיליארד דולר.

תעשיית הכימיקלים: לירידה במפלס ים המלח שתי השלכות שליליות והשפעה חיובית אחת על תעשיית הכימיקלים. עם הירידה במפלס מי הים ונסיגת קו החוף גדל עומד השאיבה של המים מגוף הים אל ברכות האידוי, ומדי פעם יש להעתיק את מקום תחנת השאיבה כדי להדביק את קו המים הנסוג. אולם, עם הצטמצמות שטח הים עולה גם מליחות המים – דבר המייעל את תהליך ההתאדות שלהם בברכות הסולריות. השפעת הפרויקט תתבטא בצמצום עומד המים הנדרש להולכת המים אל ברכות האידוי, ימנע את הצורך בהערכת תחנות השאיבה ויקזז את רווחי היעילות בתהליך האידוי הסולרי. השפעות אלה הוערכו באמצעות נתונים ועלויות שסופקו בידי מפעלי ים המלח וחברת הפוספטים הערבית (ירדן) וחושבו באמצעות נוסחאות הנדסיות תקינות. הפרויקט יחייב גם חיזוקים ושינויים מסוימים בסוללות של ברכות האידוי, אולם עלות העבודות האלה נכללה באומדני עלויות הפרויקט ולכן לא נכללה כאן, במסגרת חישוב העלויות לתעשיית הכימיקלים. שילוב כל ההשפעות האלה מניב תועלת כוללת חיובית מבחינת תעשיית הכימיקלים, וערכו הנוכחי הנקי עומד על 0.25 מיליארד דולר.

הספקת מים: האזור כולו נתון בגירעון מים חריף, ולפי התחזיות המצב עתיד להחמיר עוד יותר אם לא יפותחו מקורות מים חדשים. למטרות הערכה זו פעלנו על בסיס ההנחה שכך אכן יקרה אם פרויקט מובל ים סוף ים המלח (RSDSC) לא יצא אל הפועל. בנסיבות אלה, ניתן לחשב את התועלת של הגדלת זמינות המים כתוצאה מהפרויקט באמצעות הערך השולי של מים בתנאי הגירעון והשיפוע של עקומת הביקוש. ההנחה היא, שהעלות השולית של מים בירדן היא העלות הממוצעת שמשלמים האזרחים כיום עבור מים ממכליות בבירה עמאן (3.52 דולר למ"ק). ההנחה היא, שהעלות השולית של מים בישראל וברשות הפלסטינית היא העלות המצטברת הממוצעת של ההספקה, או 1,24 דולר למ"ק. ערך עקומת הביקוש ששימש אותנו הוא 0.3(-), והוא ממוצע הערכים שהתקבלו במחקרים אחרים. על בסיס זה חישבנו ערך נוכחי נטו לתועלת מהגדלת זמינות המים כתוצאה מיישום הפרויקט, והוא עומד על 10.3 מיליארד דולר.

שוק האנרגיה והספקת החשמל: הואיל ותשתיות הפרויקט נמצאות בירדן וכל צריכת האנרגיה תילקח מהרשת הירדנית, השתמשנו בעלות השולית ארוכת הטווח של ייצור האנרגיה בירדן לצורך חישוב התועלת בחשמל הידרו-אלקטרי שיופק במסגרת הפרויקט. העלות השולית לטווח הארוך חושבה לפי נתונים שסופקו במסגרת התוכנית להרחבת מערכת ייצור האנרגיה הלאומית (NEPCO 2008) ואסטרטגיית הפיתוח לענף האנרגיה בירדן לתקופה 2007 עד 2020. החישובים מראים עלות שולית ארוכת טווח של 0.068 דולר לקוט"ש בשנת 2010, וזו תעלה ל-0.072 דולר לקוט"ש ב-2020 ותשוב ותרד ל-0.071 דולר ב-2030. התועלת הכלכלית של החשמל ההידרו-אלקטרי שיופק במסגרת הפרויקט היא, אם כן, סך כל החשמל ההידרו-אלקטרי שיופק כפול ההפרש בין העלות השולית בטווח הארוך לבין העלות בפועל של יחידה בייצור אותו חשמל. הכמות הכוללת של חשמל הידרו-אלקטרי שתופק משתנה משמעותית בהתאם לתצורת הפרויקט שתיבחר. לפיכך, הערך הנוכחי הנקי של תועלת זו משתנה אף הוא, בהתאם לתצורת הפרויקט, והוא עומד על 0.8 עד 1.4 מיליארד דולר.

תשתיות: הירידה במפלים ים המלח מביאה להפסדים משמעותיים ולנזקים הן לתשתיות הציבוריות והן לתשתיות הפרטיות, כולל סחף והתפוררות של כבישים, נזק לרכוש שמקורו בבולענים והרס יבולים בשל ירידת מפלס מי התהום והיווצרות בולענים. ההערכה הטובה ביותר של נזקים אלה נעשתה בידי מכון ירושלים לחקר ישראל, אולם היא מתייחסת אך ורק לנזקים בתחומי ישראל. על סמך בחינה חזותית והערכה סובייקטיבית, הוכן אומדן שלפיו הנזק המשולב בירדן וברשות הפלסטינית שווה ערך לנזק שנאמד בגבולות ישראל. מנתונים אלה ניתן לחשב נזק בהיקף של 3 מיליון דולר בשנה. בהנחה כי (1) אם יוחלט שלא לבצע את הפרויקט, הנזקים יימשכו באותו קצב, וכי (2) אם יוחלט לבצע את הפרויקט, תחל האטה בנזקים זמן קצר לאחר תחילת עליית מפלס מי הים והיווצרותם תיפסק כליל תוך פרק זמן סביר לאחר התייצבות ים המלח על מפלס היעד של הפרויקט – אזי הערך הנוכחי הנקי של הפרויקט בהיבט זה נאמד ב-0.01 מיליארד דולר.

תועלות לא מוחשיות: בסוף 2010 בוצע סקר הערכה מותנה ספציפי לפרויקט במטרה להעריך את התועלות הלא מוחשיות של ייצוב ים המלח. תהליך הסקר התבסס על שיטות העבודה המומלצות והמקובלות, תוך הקפדה על ראיונות חוזרים של קבוצות מיקוד, בדיקה מקדמית של השאלון, שאלון ניסוי ועריכת סקר מלא. במסגרת הסקר השלם רואיינו 9,047 משתתפים ב-18 מדינות. הנושא העיקרי של הסקר היה לקבוע את מידת 'הנכונות לשלם' כדי לייצב את מפלס ים המלח ולמנוע את המשך הפגיעה בסביבה, תוך בנייה של סמל לשיתוף פעולה ושלום במזרח התיכון. תוצאות הסקר הניבו ערך נוכחי נקי של כ-30.6 מיליארד דולר ביחס לנכונות לשלם לצורך הצלת ים המלח, ואילו בנייתו של סמל לשלום ולשיתוף פעולה במזרח התיכון 'שווה' כ-11.1 מיליארד דולר.

28.3. לסיכום, ההערכה הכלכלית מלמדת על תועלת חיובית נטו בהיקף משמעותי לגבי הפרויקט, עם שיעור תשואה פנימית משמעותי לכל תצורות הפרויקט כמפורט בטבלה 28.3 להלן. עם זאת, יש לציין כי רוב הערך מיוחס דווקא לתועלות לא מוחשיות. ביצענו ניתוח רגישות במטרה לבדוק את המסקנות ביחס לכל הפרמטרים החשובים ששימשו תשומות לחישובי העלות-תועלת, והתוצאות מאשרות כי גם במצב של תנודות רחבות בכל פרמטר תשומה לכשעצמו, בכל זאת אין שינוי מהותי במסקנות.

טבלה 28.3: סיכום עלויות ותועלות כלכליות, סה"כ ערך נוכחי נקי (2020)

תועלות	ללא פרויקט (RSDS)	עם פרויקט (RSDS)					
		מקרה בסיס פלוס 00.1		מקרה בסיס פלוס 220.1		מקרה בסיס פלוס צנרת	
		מיליוני דולר	%	מיליוני דולר	%	מיליוני דולר	%
תירות	-2,635.7	3,475.0	6.15%	3,475.0	6.10%	3,475.0	6.09%
תעשייה כימית	-164.2	247.9	1.40%	247.9	0.43%	247.9	0.43%
הפקת חשמל	/	792.7	18.29%	1,284.3	2.25%	1,400.8	2.45%
הספקת מים	/	10,331.2	18.29%	10,331.2	18.13%	10,331.2	18.09%
נכסים לא מוחשיים	.	41,644.4	73.71%	41,644.4	73.07%	41,644.4	72.92%
תשתיות	-85.3	7.8	0.01%	7.8	0.01%	7.8	0.01%
סה"כ תועלות	-2,855.3	56,499.0	100%	56,990.6	100%	57,107.1	100%
עלויות	0	16,279.0		17,417.6		17,377.0	
תועלות מול עלויות	-2,885.3	40,220.0		39,573.1		39,730.1	
שיעור החזר להשקעה (IRR)	/	21.50%		21.19%		21.68%	

הערה: בטבלה זו, העלויות הן במונחים של "סה"כ עלות נוכחית נטו", דהיינו סך כל עלויות ההון ועלויות התפעול כולל ניכיון למשך 50 שנה שלאחר הפעלת הפרויקט.

28.4. אם מביאים בחשבון רק את התועלת הישירה ומתעלמים מן התועלת הלא מוחשית, הפרויקט מראה הערכת עלות-תועלת שולית שלילית. עם זאת, אם מביאים בחשבון אפילו 10% מערך התועלת הלא מוחשית שנגזרה מסקר ההערכה המותנה, הרי שצפויה לפרויקט הערכת עלות-תועלת חיובית ושיעור נאה של תשואה פנימית.

28.5. טרם הסתיימה קביעת העלות של יחידת מים מותפלים, והעבודה בנושא זה נמשכת. בדיקת העלות של יחידת מים מותפלים נעשית באמצעות שני רכיבים: (1) העלות הכוללת של מים מותפלים ביציאה ממתקן ההתפלה; (2) העלות הנוספת ליחידה בגין הולכת מי השתייה ממתקן ההתפלה אל מרכזי הביקוש בגבולות השטח של הצדדים המוטבים. עד כה, התוצאות המוקדמות מלמדות כי המחיר ליחידת מים מותפלים יהיה בטווח שלהלן:

- התפלה בנפח גדול: 1 עד 1.5 דולר למ"ק
- הולכה בנפח גדול:
 - ירדן: 0.7 עד 1.2 דולר למ"ק
 - ישראל והרשות הפלסטינית: 0.2 עד 0.35 דולר למ"ק
- עלות משולבת להספקת מים מותפלים בנפח גדול:
 - ירדן: 1.7 עד 2.7 דולר למ"ק
 - ישראל והרשות הפלסטינית: 1.2 עד 1.85 דולר למ"ק

28.6. צפוי, כי אף שרוב הוצאות הפרויקט במהלך שלב הבנייה יוצאו מחוץ לאזור (רכישת ציוד וחומרים למתקנים והעסקת קבלנים בינלאומיים), הרי שחלק משמעותי מעלויות הבנייה בהחלט יוצאו בתוך האזור. הואיל ורוב עבודות הבנייה יתבצעו בירדן, מדינה זו תהיה הנהנית העיקרית במובן זה. לפי התחזיות, כלכלת ירדן צפויה לגדול עד 10% כתוצאה מהפרויקט לעומת המצב שישירור אם יוחלט שלא להוציאו אל הפועל.

28.7. עוד צפוי כי הפרויקט יספק תעסוקה ל-1,700 בני אדם בשנות השיא של הקמתו. אף שאין מדובר במספר גדול במיוחד של עובדים, יכולה להיות לדבר השפעה מדידה על נתוני האבטלה בירדן, ובמידה שיתאפשרו הסדרי תנועה מתאימים – גם על נתוני האבטלה ברשות הפלסטינית.

29. המסגרת המשפטית והמוסדית

29.1. אם תתקבל החלטה להוציא את הפרויקט אל הפועל, יהיה צורך להקים מסגרת משפטית ומוסדית שתשלוט בו, תפתח ותפעיל אותו וכן תיקח עליו בעלות. הן ים סוף והן ים המלח הם גופי מים בינלאומיים, וים המלח יושפע באורח ניכר מן הפרויקט. לכן, חיוני שהמסגרת המשפטית והמוסדית תכיר באופי הרב-לאומי של הפרויקט. יתר על כן, כמפורט בסעיף 30 להלן, כדי לגייס תמיכה ומימון בינלאומיים לפרויקט, חובה להשתית את המסגרת המשפטית והמוסדית על החוק הבינלאומי המקובל ועל נהגים נאותים.

29.2. בדקנו מגוון רחב של הסדרים משפטיים ומוסדיים לשליטה במשאבי מים חוצי גבולות ומערכות תשתית דומות בחלקים אחרים של העולם. ניתן להיעזר במידע זה כדי לשקול את מידת היעילות של מסגרות מסוגים שונים בנסיבות משתנות, וסיכום הממצאים מובא בטבלה 29.2 להלן.

טבלה 29.2: סקירת מדגם מייצג של מסגרות משפטיות ומוסדיות קיימות

לקחים	מאפיינים	הסכם
הצורך במבנים שיתופיים חזקים לקירוב בין הצדדים הפעילים בתוך האזור ומחוצה לו.	<ul style="list-style-type: none"> ניסיון לאזן בין פיתוח כלכלי לבין צרכים סביבתיים וחברתיים. העדר מינוף בינלאומי לאחר סיום הבנייה. 	צינור צ'אד / קמרון
ללא נכונות לוותורים מצד המדינות בעלות עמדת היתרון או יכולת לפתור מחלוקת ההסדר יקרוס.	<ul style="list-style-type: none"> הכללת כל בעלי העניין היושבים על גדות הנהר. העדר מנגנון להבטחת הסכמה. 	הסדר הנילוס
אין די בשיתוף מידע ובדיונים לגבי תכניות.	<ul style="list-style-type: none"> תכנון ומחקר שיתופיים בקנה מידה רחב. העדר קבלת החלטות קולקטיבית, והתוצאה היא החלטות חד-צדדיות המחריפות טעויות בתכנון המשותף. 	משטר המים בסנגל
היקף הפעילות והסמכות של המוסדות השונים חייב להתאים להיקף הצרכים הניהוליים.	<ul style="list-style-type: none"> הצהרה ברורה בדבר הזכויות והחובות של המדינות השותפות, לצד שיתוף פעולה בתכנון ובמחקר. העדר קבלת החלטות קולקטיבית מלווה בחוסר יכולת לכלול את שני בעלי העניין היושבים ממש במעלה הזרם. 	הוועדה לשימור המקונג
כדי להבטיח יעילות, המוסד הבינלאומי חייב להחזיק בסמכות לפעול וליישם את החלטותיו.	<ul style="list-style-type: none"> גוף עצמאי לקבלת החלטות שחבריו התמנו לתקופות כהונה קבועות, עם סמכות רחבה לבדיקה ופתרון של בעיות המשפיעות על שתי מדינות. במקרים שבהם מדינה אחת מעדיפה כי הוועדה תפתור בעיה נתונה אך המדינה השנייה מסרבת, לעתים הוועדה נעקפה ואפילו זכתה להתעלמות מידי אחת המדינות או שתיהן. 	הוועדה הבינלאומית המשותפת
מוסדות שליטה עשויים להצליח במידה רבה יותר אם תחומי האחריות שלהם מוגדרים בבירור ואינם רחבים יתר על המידה.	<ul style="list-style-type: none"> גוף קבלת החלטות עצמאי הנהנה מעצמאות פיננסית. בהיותה מופקדת על הקמת תשתיות שיענו על צרכים מסחריים, אין לרשות סמכות לשקול או להשקיע במענה לצרכים חברתיים או סביבתיים. 	רשות הנמלים של ניו יורק וניו ג'רזי
יש צורך בסמכות לקבל החלטות בלתי תלויות ברמה הביצועית כדי שהארגון יוכל לשאת בנטל האחריות שהוטלה עליו.	<ul style="list-style-type: none"> גוף בעל סמכויות אסדרה ותפעול רחבות שאפשר להשיג דברים רבים שהמדינות השותפות היו מתקשות להשיג בנפרד. העדר תהליך קבלת החלטות עצמאי כופה קבלת החלטות לפי המכנה המשותף הנמוך ביותר, גם כאשר ידוע כי נחוצה פעולה משמעותית יותר. 	הוועדה לשימור אגן נהר הדלאוור

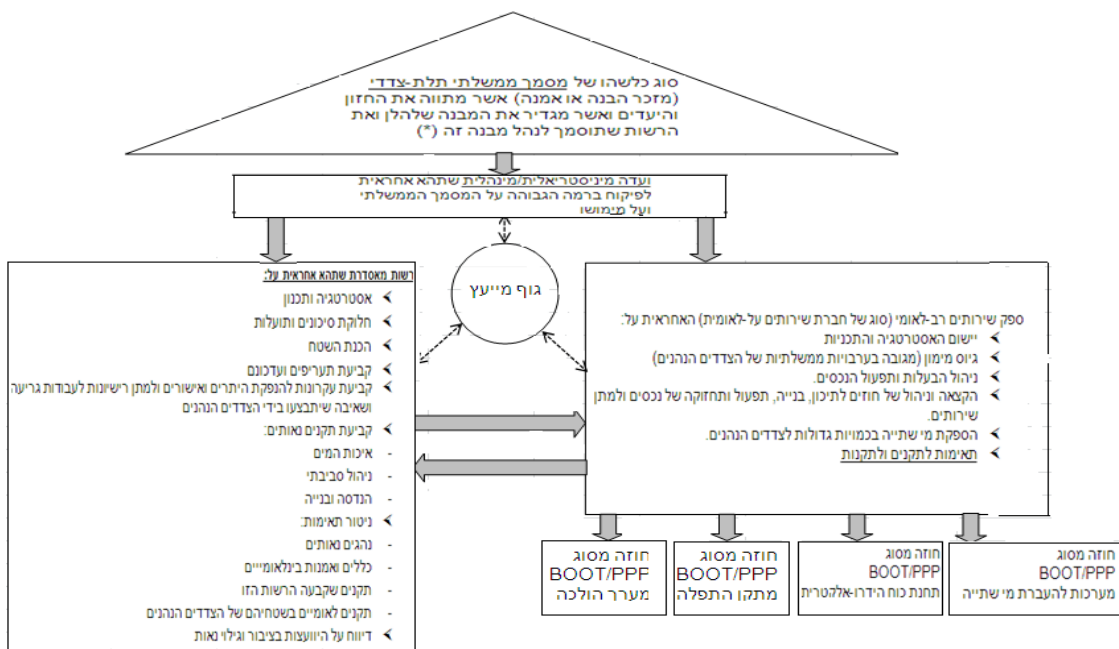
29.3. אחת המסקנות החשובות ביותר שניתן להסיק מהניסיון שהצטבר במקומות אחרים היא כי אין תועלת רבה לא באסדרה עצמית בידי ישות מיישמת ומתפעלת ואף לא באסדרה מטעם רשות מאסדרת הפועלת ממניעים פוליטיים. משילות טובה מחייבת רשות מאסדרת חזקה ואוטונומית.

29.4. בהקשר של פרויקט ים סוף / ים המלח בדקנו שני סוגים כלליים של מסגרות ארגונית, אשר לכל אחת יתרונות ומגרעות משלה:

פרויקט לאומי: הואיל ורוב התשתיות יוקמו בגבולות ירדן, אחת החלופות היא פיתוח, הפעלה והחזקה חד-צדדיים של ירדן על מערכות אלה ועריכת הסכמים דו-צדדיים למכירת מים מותפלים (ואולי אף חשמל) לישראל ולרשות הפלסטינית. יתרונה של חלופה זו בפשטותה, והיא מבטיחה לירדן, כמוטבת העיקרית, ריבונות מוחלטת על הספקת המים שלה במסגרת הפרויקט. עם זאת, גישה מעין זו תצטרך להכיר באופי הבינלאומי הן של ים סוף והן של ים המלח ותחייב שיתוף פעולה ושותפות ברמה מסוימת עם הצדדים האחרים לאורך גדות ים המלח בכל הנוגע לשינויים שייגרמו לים המלח כתוצאה מהפרויקט. יתר על כן, פתרון מסוג זה עלול להוביל להעדר סימטריה בשליטה ובסמכות על הפרויקט ולצמצם את האפשרות ליצור באמצעותו מודל לשלום ולשיתוף פעולה באזור, שהוא אחד היעדים הייחודיים של כתב הסמכויות לבדיקה זו.

פרויקט רב-לאומי: ניתן לפתח את הפרויקט באופן שבו שלושת הצדדים הנהנים יקימו, יפעילו ויחזיקו במשותף את הפרויקט מתוך שיתוף פעולה מלא. פתרון זה, אף שהוא מורכב יותר ומימושו קשה יותר, מציע את היתרון שבהכרה באופי הבינלאומי של הפרויקט. נוסף לכך, מבנה כזה יאפשר שליטה שקופה ושוויונית וחלוקה שוויונית של הרווחים. מבנה מסוג זה מקיים במידה רבה יותר את רוח כתב הסמכויות, וסיכויי טובים יותר למשוך תרומות ומענקים בינלאומיים מהסוג שיידרש כדי לאפשר את מימוש הפרויקט (סעיף 30 להלן).

29.5. מסקנתנו היא כי המסגרת המוסדית המתאימה ביותר תהיה ארגון רב-לאומי שיגובש לפי העקרונות המנחים הבאים:



(*) **הערה:** (*) על המסמר הממשלתי להיות גמיש דיו כדי לאפשר הכללה של ממשלה נוספת בהמשך.

איור 29.5: המבנה הארגוני האינדיקטיבי

- 29.6. הן הרשות המאסדרת והן הרשות המיישמת או ספק השירותים יהיו מורכבים ממזכירות מלאה עם סגל קבוע. הפיקוח על כל גוף כזה יהיה בידי מועצת מנהלים במשרה חלקית שתמונה בידי הממשלות המוטבות. אחת הדרישות המרכזיות להצלחת הארגון תהיה מינוי חברי מועצות המנהלים, כתבי הסמכויות שיוגדרו עבור החברים שימונו ואורך תקופת כהונתם, הסדרי ההצבעה והמנגנונים שיגובשו לפתרון מחלוקות ומצבי מבוי סתום. חיוני שהמינויים יבוצעו על בסיס של מצוינות, התאמה, כישורים וניסיון וכי הממונים יקבלו הן אוטונומיה והן סמכויות לקבל החלטות שישרתו באופן הטוב ביותר את יעדיו המוצהרים של הפרויקט. רשימה מלאה של נושאים וסוגיות שיש להביא בחשבון בעת גיבוש המבנה הארגוני המומלץ כלולה בדוח הראשי.
- 29.7. הגוף המייעץ יאפשר גם לבעלי עניין שאינם שייכים למערכות הממשל, כגון סוכנויות להגנת הסביבה, להשתתף בתהליך קבלת ההחלטות, וכדאי שיכלול, בין השאר, לפחות גוף בינלאומי אחד – כמו הבנק העולמי – כדי להציע ניסיון רחב יותר ולספק סיוע בניהול כל מחלוקת העלולה להיווצר בין הצדדים המוטבים. שילובו של גוף בעל אופי כזה במבנה הארגוני נחשב לדבר שיגדיל במידה רבה את השקיפות והשוויון ויקדם את התמיכה הציבורית בפרויקט.
- 29.8. המסגרת המוסדית המתוארת לעיל היא גם תוצאה של מחקר מקיף לגבי פרויקטים דומים מן ההיבט של החוק הבינלאומי. היא משקפת את הנהלים המומלצים להבטחת מנהל תקין ופועלת כאמצעי מעשי ליישוב מחלוקות. כמו כן, המחקר האמור מלמד כי ההיצמדות לעקרונות המנחים האלה מגדילה משמעותית את הסיכויים לגייס את המימון הבינלאומי שיידרש לפרויקט.
- 29.9. במהלך תכנית בדיקת ההיתכנות התברר כי קיימת אפשרות להגיש בקשה לאונסק"ו כדי לקבל הכרה בים המלח כאתר מורשת עולמית. בקשה מעין זו אינה צריכה להשפיע על פיתוח המסגרת המשפטית והמוסדית לפרויקט ים סוף / ים המלח, והיא יכולה לבוא לפני מימוש הפרויקט או בעקבותיו. עם זאת, יש לזכור כי כל בקשה ברוח זו תחייב את הפונה להגדיר במדויק את המאפיינים האמורים לזכות את ים המלח במעמד של אתר מורשת עולמית ולהצהיר כיצד מאפיינים אלה ישומרו. לכן, חיוני שיתקיים תיאום מוצלח בין פיתוח פרויקט ים סוף / ים המלח לבין כל מהלך של הגשת בקשה להכרה בים המלח כאתר מורשת עולמית, כך שהמהלך האחד לא יסכל את יעדיו של המהלך האחר.

30. תכנית פיננסית אינדיקטיבית

- 30.1. לפרויקט שלושה יעדים נפרדים, אולם רק אחד מהם – הפקה של מים מותפלים וייצור חשמל הידרו-אלקטרי – מניב הכנסה ישירה כלשהי למימון הלוואות מסחריות. ברור, כי אם תופחת עלות ההון הכוללת של הפרויקט באמצעות מחירי המים המותפלים והחשמל ההידרו-אלקטרי, תהיה העלות ליחידה של המים גבוהה מאוד – וככל הנראה תהיה מעבר להישג ידם של הצרכנים ואף לא מקובלת פוליטית. בכל מקרה, לא יהיה זה נכון לשייך את עלויות הפרויקט לאחד מתוך כמה מיעדי הפרויקט. מכאן נובע שהעלויות ההוניות ומימון הפרויקט יפוזרו על פני כל יעדי הפרויקט. עם זאת, חלק מהרכיבים הבדידים של התשתית תורמים ליותר מיעד אחד של הפרויקט. הדבר מודגם בטבלה 30.1 להלן.

טבלה 30.1: היחס בין יעדי הפרויקט וחבילות המימון הפוטנציאליות

יעד	חבילות מימון					
	הולכת מים	התפלה	מים לירדן	מים לישראל	מים לרשות הפלסטינית	חשמל הידרו-אלקטרי
הצלת ים המלח מהתנוונות סביבתית.	חלקית	/	/	/	/	/
התפלת מים ו/או יצירת חשמל הידרו-אלקטרי במחירים סבירים עבור ירדן, ישראל והרשות הפלסטינית.	חלקית	כן	כן	כן	כן	כן
** בניית סמל לשלום ולשיתוף פעולה במזרח התיכון	כן	כן	/	/	/	/

** בהנחה כי הולכת מי הים, מתקן ההתפלה ותחנת הכוח ההידרו-אלקטרית יפותחו ויפעלו כחלק מיוזמה רב-לאומית.

30.2. נבדקו שיטות רבות לחלוקת משנה של רכיבי תשתית משותפים של הפרויקט בין יעדי הפרויקט הרלוונטיים. השיטה שאומצה מחלקת את העלויות בהתאם ליחס של התועלת הכלכלית היחסית נטו הנובעת מכל אחד מיעדי הפרויקט. שיטה זו מפרטת את העלויות ההוניות הראשוניות לתקופה שעד להקצאה הראשונית של הפרויקט, כמוצג בטבלה 30.2 להלן. יש לזכור, כי בהפעלה ההתחלתית של הפרויקט, הקיבולת של מתקן ההתפלה ושל קו העברת המים לעמאן תהיה בסביבות 45%-ו-60%, בהתאמה, מן הקיבולת הסופית.

טבלה 30.2: פירוט העלויות ההוניות הראשוניות של הפרויקט (במיליוני דולר ארה"ב)

פרט	הצלת ים המלח	הספקת מי שתייה	ייצור חשמל הידרו-אלקטרי	סה"כ
הולכה	3,856.2	959.1	128.5	4,943.9
מתקן התפלה	0	1,104.7	0	1,104.7
תחנת כוח הידרו-אלקטרית	0	0	241.4	241.4
תעלת שחזור	208.2	51.8	6.9	266.9
חיבורי מתח גבוה לרשת הארצית	207.2	51.5	6.9	265.6
ניהול הפרויקט ופיתוח המבנה המוסדי	192.3	43.0	9.3	244.6
סיכום ביניים (למעט העברת מי שתייה)	4,463.9	2,210.1	393	7,067.1

מערכת העברת מי שתייה לירדן	0	1,663.1	0	1,663.1
חיבור מתח גבוה לרשת הארצית	0	131.4	0	131.4
ניהול הפרויקט	0	64.4	0	64.4
סיכום ביניים	0	1,858.9	0	1,858.9

מערכת העברת מי שתייה לישראל	0	טרם נקבעה.	0	טרם נקבעה.
ניהול הפרויקט				
סיכום ביניים				

מערכת העברת מי שתייה לרשות הפלסטינית	0	טרם נקבעה.	0	טרם נקבעה.
ניהול הפרויקט				
סיכום ביניים				

*** יש לשים לב לכך שלא נכללה כל ריבית למשך הבנייה בעלויות לעיל. הריבית תתווסף כאשר ייקבע שיעור הריבית הפיננסית המתאים.

30.3. נשקל מגוון רחב של סוגי מימון ושל מוסדות מימון. עם זאת, כפי שצוין לעיל, רק יעד אחד – הפקת מים מותפלים וייצור חשמל הידרו-אלקטרי – יניב הכנסה ישירה כלשהי ויהיה ניתן לממנו באמצעות הלוואה מסחרית. מסיבה זו יש לשקול מקורות מימון אחרים לעלויות ההוניות של יעדי הפרויקט האחרים. הדבר יוביל לתוכנית מימון המובנית כדלקמן:

טבלה 30.3: מקורות פוטנציאליים למימון ראשוני

יעד הפרויקט	חבילת מימון	מימון נדרש מיליארדי דולר ארה"ב	מקורות מימון פוטנציאליים
הצלת ים המלח	הולכה	3.856	– הון של ממשלה מוטבת. – מענקים. – תרומות
	תעלת שחזור ים המלח	0.208	
	חיבורי חשמל במתח גבוה	0.207	
	עלויות מוסדיות וארגוניות	0.192	
	סיכום ביניים	4.463	
הפקת מי שתייה	הולכה	0.959	– הון ממשלתי / מימון ציבורי – הון פרטי. – הלוואות נוחות ואשראי ליצוא. – הלוואות רב-צדדיות. – מימון קבלנים.
	התפלה	1.105	
	תעלת שחזור ים המלח	0.052	
	חיבורי חשמל במתח גבוה	0.052	
	עלויות מוסדיות וארגוניות	0.043	
	סיכום ביניים	2.210	
ייצור חשמל הידרו-אלקטרי	הולכה	0.129	– הון ממשלתי / מימון ציבורי – הון פרטי. – הלוואות נוחות ואשראי ליצוא. – הלוואות רב-צדדיות. – מימון קבלנים.
	תחנות כוח הידרו-אלקטריות	0.241	
	תעלת שחזור	0.007	
	חיבורי חשמל במתח גבוה	0.007	
	עלויות מוסדיות וארגוניות	0.009	
	סיכום ביניים	0.393	
סיכום ביניים – פרויקט רב-לאומי		7.066	

הולכת מי שתייה למרכזי צריכה	העברת מי שתייה לירדן	1.859	הון ממשלתי / מימון ציבורי הון פרטי. הלוואות נוחות ואשראי ליצוא. הלוואות רב-צדדיות. מימון קבלנים. סובסידיות מדינה ???
	העברת מי שתייה לישראל	טרם נקבעה	
	העברת מי שתייה לרשות הפלסטינית	טרם נקבעה	

30.4. הצלת ים המלח לא מייצרת הכנסה כלשהי מתעריפים, ולכן אין כאן הכנסה למימון הפעילות ועלויות תחזוקה המשויכות לרכיב זה של הפרויקט. די ברור שלא ניתן לצפות למענקי סיוע ולתרומות על בסיס שנתי לצורך תמיכה בכלל העלויות ואף בחלקן. לכן, יש לפצות על עלויות התפעול והתחזוקה המשויכות להצלת ים המלח באמצעות תעריפי מי השתייה והחשמל ההידרו-אלקטרי. אם המפעיל (PPP/BOOT) של מערך הולכת מי הים הוא קבלן נפרד מאלה המפעילים את מתקן ההתפלה ואת מערכות ההעברה של מי השתייה, אזי מפעיל המערך יחייב את מפעיל המתקן עבור מסירת מי הים, כדי לכסות את עלויות התפעול והתחזוקה של הולכת המים. עלות זו תכוסה לאחר מכן על ידי מפעיל מתקן ההתפלה בתעריף של מי השתייה. ניתן ליישם הסדר דומה באשר למי הים המסופקים לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית.

30.5. דיונים מתקיימים כעת עם חתר רחב מייצג של מוסדות מימון פוטנציאליים במטרה לבדוק את רעבונה של הקהילה הפיננסית לממן את הפרויקט על בסיס כזה. עד שיושלמו ההתייעצויות האלה לא יהיה ניתן להשלים את התוכנית הפיננסית האינדיקטיבית ואף לא לקבוע את ההיתכנות הפיננסית של הפרויקט. עם זאת, בשלב זה ברור כי מימון הפרויקט לא יהיה עניין פשוט וכי הצדדים המוטבים יאלצו לנקוט שורת צעדים מושכי מימון אם רצונם להמשיך בו. להלן שלושה היבטים ספציפיים שיש לקחת בחשבון:

תנאים מוקדמים: באופן בלתי נמנע, המוסדות המממנים יציבו תנאים מוקדמים שיש לעמוד בהם לפני מתן התחייבויות המימון והקצאת הכספים, ולאחר מכן – גם לפני משיכת הכספים בפועל. תנאים אלה ישתנו ממוסד למוסד, אבל הם עשויים לכלול חלק מהתנאים הבאים או את כולם:

- אימוץ של החוק הבינלאומי המוכר ושל אמות מידה מקובלות במסגרת המשפטית והמוסדית המשמשת בפרויקט.

- חיזוק מוסדי של ענף הספקת המים באזורי השליטה של הצדדים המוטבים.

- צעדים להפחתת כמות המים המבוזזים.

- צעדים לביטול ניצולם של משאבי מים קיימים בהתעלם משיקולי קיימות, ובמיוחד גריעת יתר מתוך אקוות.

- ניהול ביקושים משופר בענף הספקת המים.

- שיפור יעילות השימוש במים במגזר החקלאי.

- ביטול הסובסידיות ופיצוי מלא על העלויות בתעריפי המים הנגבים מן הצרכנים.

- צעדים ליישום חלקי, לכל הפחות, של שחזור נהר הירדן התחתון.

- צעדים לניהול סיכונים מסחריים ספציפיים (ראו להלן).

ניהול סיכונים מסחריים: קיימת שורה של סיכונים פוליטיים ומסחריים הקשורים לפרויקט, ואלה עשויים להוות מקור חשש למוסדות מימון פוטנציאליים. מוסדות אלה יצפו לראות כי צעדים מסוימים יינקטו כדי להקטין את פרופיל הסיכון, לרבות כמה מהצעדים הבאים (או כולם):

- ערבויות ממשלתיות רב-לאומיות.

- ערבויות ממשלתיות.

- חוזי 'קח או שלם' שיבטיחו הכנסה מזערית לקבלני בנייה-הפעלה-מסירה (BOOT) ו/או לקבלנים בשותפויות פרטיות.

- הסכמים ארוכי טווח לרכישת חשמל במחיר קבוע.

- ביטוח מסחרי.

- תנאים נאותים בחוזה לבחינה, אסדרה והתאמה של התעריפים בצורה נטולת פניות.

היתכנות פיננסית: ההיתכנות הפיננסית של הפרויקט תלויה בארבעת הגורמים הבאים:

- היכולת לגייס 4.5 מיליארד דולר ארה"ב במענקי סיוע ותרומות למימון 'החלקים הבלתי מסחריים' של הפרויקט. הדבר לא יהיה קל בהתחשב במצב הפיננסי העולמי ובחוסר הוודאות הפוליטית בצפון אפריקה ובמזרח התיכון. עם זאת, כפי שנידון בפרק 30 לעיל, ההערכה הכלכלית מספקת הצדקה משמעותית לחלק זה של המימון.

- היכולת לגייס 2.6 מיליארד דולר ארה"ב במימון מסחרי למימון 'החלקים המסחריים' הרב-לאומיים של הפרויקט. הדבר נראה אפשרי, בתנאי שהיתכנותם של רכיבי המימון האחרים של הפרויקט מוכחת.
- יכולתן של שלוש הממשלות המוטבות לגייס סכום נוסף בסך 2.5 מיליארד דולר ארה"ב למימון מערכות העברת מי שתייה עצמאיות לאותן שלוש מדינות (סכום זה כולל אומדן לגבי עלות מערכת ההעברה לישראל ולרשות הפלסטינית, כפי שנמסר בהערה שבתחתית טבלה 24.5).
- התעריפים הנגזרים לגבי מי השתייה המסופקים לאזורים של שלושת הצדדים המוטבים יהיו סבירים ומקובלים מבחינה פוליטית.

31. רווחי השלום

- 31.1. אחד מיעדי הפרויקט, כפי שהם מתוארים בכתב הסמכויות, הוא 'יצירת מודל לשלום ולשיתוף פעולה באזור', ובכתב הסמכויות נצפה כי אחת התועלות הלא מוחשיות של הפרויקט תהיה מה שמכונה 'רווחי השלום'.
 - 31.2. שאלה לדיון היא אם במקום שבו שורר מצב של סכסוך, שלום פעיל הוא תנאי מוקדם לשיתוף פעולה או שמא התועלות העשויות לצמוח משיתוף פעולה ברמה כלשהי, בנושאים שאינם נתונים במחלוקת כה חריפה, יוכלו לתרום להרחבה הדרגתית של שיתוף הפעולה בחזיתות שונות – דבר שבסופו של דבר יוליך לשלום המיוחל. ישנם תומכים לשתי העמדות האלה, ובמהלך תכנית בדיקת היתכנות לא הגענו להסכמה ברורה בשאלה אם מימוש הפרויקט אכן יזמן רווחי שלום או לא. עם זאת, מצאנו שתי אינדיקציות נפרדות לכך שקיימים רווחי שלום פוטנציאליים העשויים לצמוח מן הפרויקט.
- ראשית, תכנית בדיקת היתכנות עצמה חייבה דו-שיח והסכמה הדדית בין הצדדים המוטבים במגוון של נושאים, בלי להדיר צד כלשהו. תהליך זה נמשך גם כאשר הסכסוך, בהקשרו הרחב יותר, התפרץ ברקע הדברים. נוסף לכך, הבחנו במקרים רבים כי התהליך האמור הוליך לדו-שיח בין המשתתפים גם בנושאים אחרים הנתונים במחלוקת וכי התוצאה הייתה, בנקודות מסוימות, דו-שיח איכותי חוצה גבולות, מהלכי שיתוף ובנייה של הסכמה בקרב מוסדות מדעיים, קבוצות סביבתיות וכיוצא באלה.
 - שנית, במסגרת ההערכה הסביבתית-חברתית, שהייתה חלק מתוכנית בדיקת היתכנות, ביצע מומחה לתהליכי שלום (אריק אביטבול) בדיקה לגבי השפעות השלום והסכסוך. במסגרת פעילותו, קיים החוקר ראיונות עם שלושים ושתיים דמויות אשר מייצגות חתך רחב של בעלי עניין בכירים בתהליך השלום מכל רחבי האזור. מסקנתו הייתה כי אף שאין בפרויקט, כשהוא לעצמו, כדי להביא את השלום, הוא עשוי – אם ייצא אל הפועל באופן הולם ושוויוני – להשפיע לטובה על תהליך פתרון הסכסוך והשגת השלום.

31.3. מצבי סכסוך מתאפיינים בסבל אנושי, וסבל זה אינו ניתן לכימות במונחים כספיים. עם זאת, בהחלט ניתן להעריך מרכיבים מסוימים של עלות הסכסוך ויתרונות השלום.

• קבוצת Strategic Foresight קיבלה על עצמה לאחרונה לבצע הערכה לעלות הכלכלית של הסכסוך במזרח התיכון. בעיקרו של דבר, ההערכה קובעת את ערכו הכלכלי של השלום – במונחים של האצת הצמיחה הכלכלית, גידול בהיקף הסחר, שיפור ההזדמנויות וצמצום הנזקים וההרס – בניכוי עלויות תהליך השלום. מן התוצאה שהתקבלה עולה כי התועלת הכלכלית של שלום לישראל, לירדן ולרשות הפלסטינית יסתכם בכ-30 מיליארד דולר בשנה בתוך שנים ספורות ממועד השגתו של שיתוף פעולה המבוסס על יחסי שלום. מובן, כי סכום זה אינו חופף לכל 'רווחי השלום' העשויים לנבוע מן הפרויקט. אנו מביאים את הפרטים האלה כאן כנתון רקע שאליו יהיה ניתן להשוות את רווחי השלום המשוערים של הפרויקט.

• התבצע סקר הערכה ספציפי לפרויקט, ובמסגרתו רואינו 9,047 משתתפים ב-18 מדינות במטרה לקבוע את מידת הנכונות לשלם תמורת תועלות לא מוחשיות כמו 'ערך קיומו של ים המלח' או 'קידום השלום באזור'. בסקר התברר כי קיימת נכונות לשלם עד 11 מיליארד דולר תמורת רווחי השלום הפוטנציאליים הצפויים מפרויקט ים סוף / ים המלח.

31.4. יש סיבות טובות להאמין כי אכן יהיה ניתן להפיק רווחי שלום מן הפרויקט, וברור כי אם יתממש, הוא יתרום לא רק לצמצום היקף הסבל האנושי הקשור לסכסוך, אלא אף גלום בו ערך כלכלי משמעותי ביותר. עם זאת, מבדיקות שנערכו ברור כי יהיה ניתן לממש את רווחי השלום האלה רק אם הפרויקט יימשך וייבנה מתוך כוונה ספציפית לחתור למימוש מטרה זו. המסגרת המשפטית והמוסדית המומלצת שתוארה בסעיף 29 מבוססת על הנחה זו, אולם בנוסף לכך יהיה צורך לקיים גם את התנאים הבאים:

• חובה לנסח בבירור את יעדי הפרויקט ולהבטיח כי הם בני השגה.

• הבעלות על הפרויקט, ניהולו והשליטה בו צריכים להתבצע באופן שיעניק קול שווה לצדדים המוטבים בתהליכי קבלת ההחלטות ושאלה יתקבלו לטובת כל הצדדים המוטבים.

• יש להשתית את מבנה השליטה ותהליכי קבלת ההחלטות על החוק הבינלאומי ועל שיטות עבודה מקובלות ברמה הבינלאומית, מבלי להדיר אף אחד מהצדדים המוטבים.

• חובה שכל בעלי העניין יהיו מעורבים בכל שלבי הפיתוח והמימוש של הפרויקט.

• אין לראות בפרויקט גורם העלול להפריע או לסכל את המשא ומתן על המעמד הסופי במסגרת הסכמי אוסלו.

• הפרויקט חייב להניב תועלות אמת משמעותיים להפגת מצוקת המים בכל שטחי הצדדים הנהנים וכן להביא לסיום ניצולם הבלתי שקול של משאבי מים חוצי-גבולות.

• חובה לשבץ במבנה השליטה ובתהליכי קבלת ההחלטות מנגנון שיהיה מקובל על כל הצדדים ליישוב מהיר של מחלוקות.

• יש לדאוג לשיתוף מלא במידע ובנתונים מדעיים בין הצדדים המוטבים, ברוח שיתוף פעולה ושותפות.

• אין להרשות כי תועלות הפרויקט יושגו תוך גרימת אסון אקולוגי.

32. מסקנות והמלצות

32.1. נשקלו שש תצורות פרויקט אפשריות על בסיס שלוש מערכות הולכה חלופיות. הנקודות הבולטות של כל אחת משלוש מערכות הולכה אלה הן:

- חלופת מנהרה מספר 00.1 היא בעלת יתרונות המבוססים על שיקולים של חיסכון באנרגיית התפעול והשפעות סביבתיות מועטות. חלופה זו פשוטה מבחינה רעיונית, ועלויות מחזור החיים המלא עבורה הן הנמוכות ביותר מבין שלוש החלופות. הדרישות לאנרגיית תפעול נמוכות ביותר, מאחר שאין צורך בשאיבה (בשילוב עם תועלת נוספת של העדר השפעות על הסביבה כתוצאה מהפקת האנרגיה הנדרשת לשאיבה). עם זאת, לחלופה זו כמה חסרונות חמורים: (1) החלופה חסרת גמישות בכל הנוגע להתאמה עצמית לשינויים עתידיים ולביקושים בלתי צפויים בעתיד; (2) היא מציבה בפני המתכננים אתגר גדול במיוחד מבחינה הנדסית ומבנית כיוון שהיא ממוקמת באזור בעל פגיעות טקטונית המציבה תנאים גיאומכניים בעייתיים במיוחד; (3) זו תהיה אחת מהמנהרות הארוכות ביותר בעולם, והיא תחייב השקעת אנרגיה נרחבת במהלך בנייתה; (4) הסיכון לעיכובים בפרויקט כתוצאה מבעיות טכניות שיצוצו במהלך הבנייה הוא גבוה; (5) הסיכון כי העלויות יגדלו משמעותית בעקבות הבעיות הטכניות גם הוא גבוה. חלופה זו תחייב לקיים כמה אתרים שבהם מתבצעת בנייה נרחבת בתחומי ערוצים צדיים רגישים סביבתית. יש לציין, כי חלופה זו היא בעלת ביקושי אנרגיה נטו הנמוכים ביותר, ובממוצע כ-1,000 גוט"ש לשנה פחות מאשר בתצורה המומלצת – אם כי היא מפיקה הרבה פחות אנרגיה הידרו-אלקטרית ומייצרת בממוצע 700 אלף טון פחמן דו-חמצני לשנה פחות מאשר בתצורה המומלצת.

- לא נראה כי חלופת המנהרה-תעלה 220.1 מציעה יתרונות רבים יותר בהשוואה לחלופת המנהרה הגרביטציונית. היא נעדרת את היתרון התפיסתי של ניצול כוח הגרביטציה ואף תחייב תשומות אנרגיה ניכרות, כאשר הקטעים בצורת תעלות ארוכות יגרמו להשפעות חברתיות וסביבתיות חמורות. יתרה מכך, פגיעותה לזיהומים, הן טבעיים והן זדוניים, לאורך קטעי התעלה הפתוחים הופכת אותה לאפשרות לא ריאלי.

- חלופת הצנרת מציעה כמה יתרונות בהשוואה לחלופות האחרות, והיא הפתרון המבטיח את עלויות ההון הנמוכות ביותר. עם זאת, היא בעלת עלויות תפעול גבוהות וערך נוכחי כולל גבוה באופן שולי לעומת התצורות החלופיות. הבעיות ההנדסיות יהיו הרבה פחות מאתגרות, וחלופה זו תהיה גמישה מבחינת התפעול, ושינויי מתווה לעמידה בביקושים עתידיים הנם בעלי היתכנות. יתרה מכך, בנייתו של קו צנרת לא תחייב אתרי בנייה גדולים, וכל העבודות המשניות ומערכות הספקת האנרגיה הנדרשות יבוצעו ויופעלו בתחומי ערוצים צדיים רגישים סביבתית. החלופה של קו צנרת מביאה לביקוש נטו גבוה יותר לאנרגיה ולחתימת פחמן גדולה יותר בהשוואה לתצורות החלופיות.

32.2. עלויות ההון והעלויות הנוכחיות נטו המשוערות למחזור חיים מלא לגבי כל שש התצורות הבסיסיות שנשקלו בפרטי פרטים נמצאות בטווח של $\pm 5\%$ מהממוצע, דהיינו העלות אינה בהכרח אמת המידה המגבילה בקביעת הפתרון המיטבי. עם זאת, אותה הזדמנות אפשרית להפחית עוד יותר את העלות של מערך ההולכה הצנרתי בכחצי מיליארד דולר, אולם עדיין יש לאמתה בבדיקת אתר גיאומכנית מפורטת יותר במסגרת השלב הבא של פיתוח הפרויקט. אם הזדמנות זו אכן תתממש, חלופת קו הצנרת תציג יתרונות כלכליים ופיננסיים ניכרים בהשוואה לפתרונות החלופיים.

32.3. על בסיס התוצאות של מחקר מודל ים סוף נעשתה הערכה כי ניתן לתכנן את נקודת הכניסה כך שההשפעות הסביבתיות בים סוף יצומצמו לרמות קבילות, הן במשך הבנייה והן במשך תפעול המערכת. הדוח הסופי למחקר מודל ים סוף ממליץ על מתן אור ירוק להחלטה על קצב שאיבה של 2,000 מיליון מ"ק/שנה מי ים סוף, ובלבד שנקודת הכניסה תהיה באתר המזרחי המוצע ובעומק של 140 עד 160 מ'.

32.4. נבחנו השפעות אפשריות אחדות של ערבוב מי ים סוף בים המלח, וזאת בעיקר לעניין התכיפות וההיקף הן של שגשוג האצות האדומות והן של אירועי הלבנה עקב שיקוע גבס. בדוח הסופי של מחקר מודל ים המלח מוצגת מסקנה כי הגם שאין זה אפשרי לפסול אפשרות של 'אירועי הלבנה' בעקבות הזרמה של מי ים סוף או תמלחת ממתקן ההתפלה לים המלח, יהיה ניתן לצמצם בעיה זו על ידי הוספת גבישי גבס במיקום ההזרמה, ואלה יאפשרו שיקוע מהיר יותר של משקעי הגבס. מחקר מודל ים המלח איתרה את הפוטנציאל לשגשוג ביולוגי בתנאי שמתפתח ריבוד ובמקרה שהשכבה המעורבת העליונה אכן נמהלת בשיעור של 10% לפחות. עם זאת, בהתאם לבדיקה זו ניתן יהיה להגביל את התופעה בעזרת שיקוע נלווה של גבס עם חומרי מזון כגון ברזל וזרחן שלא יהיו זמינים עוד לגידולם של אצות וחיידקים. הדוח הסופי למחקר מודל ים המלח גם מדגיש את הצורך לבצע בדיקה נוספת במטרה להבהיר חלק מאי הוודאויות שעדיין נותרו.

32.5. הערכות לגבי ההשפעות היבשתיות והסוציו-אקונומיות לא זיהו השפעות מונעות כלשהן. ההערכות מצביעות על כך שמערך הולכה צנרתי יביא לפיזור רחב יותר של ההשפעות, אך הרבה פחות מאשר מערך הולכה מנהרתי או שילוב של מנהרה ותעלה, ונוסף לכך יתאפשר גם לצמצם את ההשפעות ולנהל אותן ברמה קבילה.

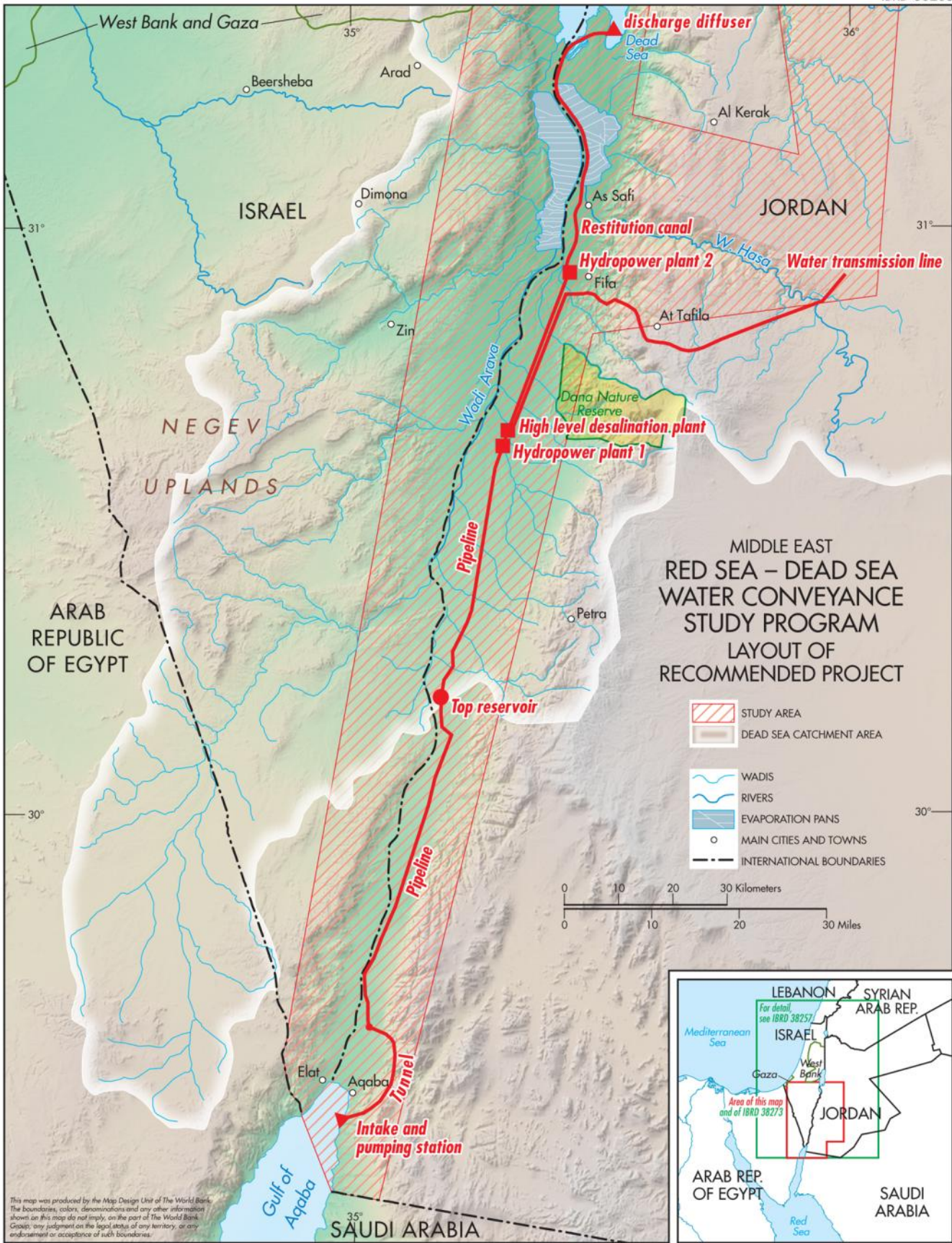
32.6. על בסיס תהליך הערכה המשקלל כמה קריטריונים, ניתן לקבוע כי הפתרון המיטבי המומלץ הוא מערכת הולכה בצנרת תוך שילוב עם מתקן התפלה במפלס הגבוה. תצורה זו היא בעלת העלות המושקעת הכוללת הנמוכה ביותר, אולם העלויות הנוכחיות נטו למחזור חיים מלא גבוהות בכ-3.5% מאלה של תצורת תעלת הזרמה ברמה גרביטציונית נמוכה. תהליך ההערכה, המשקלל כמה קריטריונים, מבוסס על הערכה סובייקטיבית של מקדמי שקלול יחסיים לכל אחד מהקריטריונים הבאים בחשבון ועל הציון היחסי הניתן לכל אחת מהחלופות הבאות בחשבון. רכיבי הציון והשקלול המוצגים כאן מייצגים את המוסכם במשותף על צוות הניהול של היועץ, אולם יש לזכור כי לצדדים אחרים יכולות להיות השקפות אחרות. סיכום לגבי תצורת קו צנרת בשילוב מתקן התפלה במפלס הגבוה מובא בטבלה 32.6 להלן. המתווה והתרשים של הפרויקט המומלץ המסומן בטבלה 32.6 מוצגים באיורים 32.6 א ו-32.6 ב להלן.

טבלה 32.6: תיאור מסכם של התצורה המיטבית המומלצת

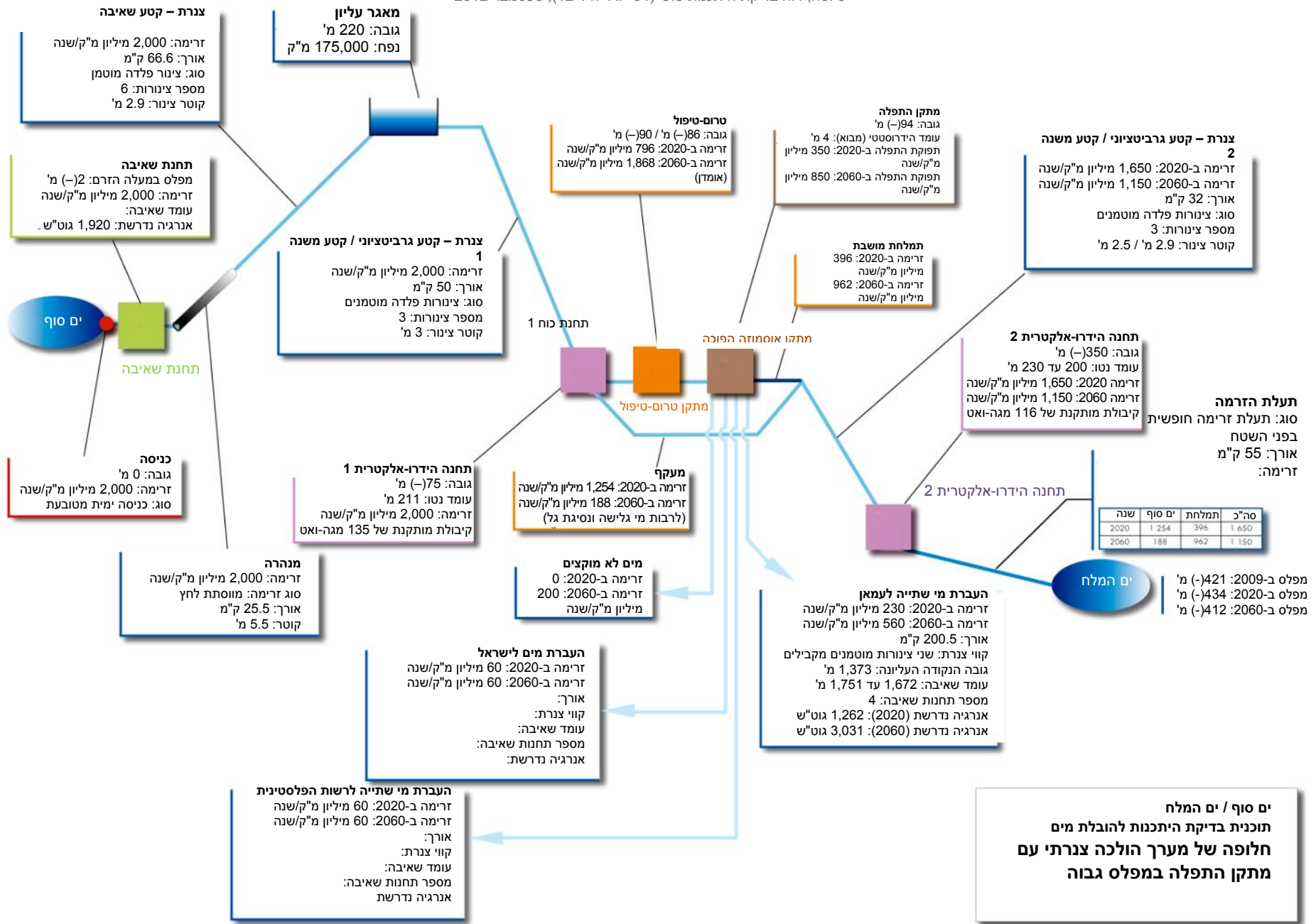
עבודות בנקודת הכניסה	
אתר הכניסה המזרחי	מיקום
2,000 מיליון מ"ק/שנה	קיבולת
כניסה ימית מטובעת	סוג
תחנת שאיבה	
באתר של תחנת הכוח התרמית הישנה בנקודת הכניסה המזרחית	מיקום
64.7 מ"ק/שנ'	קיבולת הזרמה
273 מ'	עומד שאיבה
229 מגה-ואט	קיבולת מותקנת
מנהרת הולכה	
מסביב לגבול המזרחי והצפוני של עקבה	מיקום
25.5 ק"מ	אורך
5.5 מ'	קוטר
פלדה מרותכת	ציפוי

קו צנרת – קטע שאיבה	
מיקום	משערי המנהרה במרחק 2 ק"מ מצפון לנמל התעופה של עקבה אל אוכף ע'רנדל בואדי עארבה / עמק הערבה
אורך	66.5 ק"מ
מספר קווי צנרת מקבילים	6 במספר
קוטר	2.9 מ'
עובי דפנות	14.5 מ"מ
צנרת גרביטציונית – קטע משנה 1	
מיקום	מאוכף ע'רנדל ועד למתקן ההתפלה במפלס הגבוה
עומד ברוטו	295 מ'
אורך	50 ק"מ
מספר קווי צנרת מקבילים	3 במספר
קוטר	3.0 מ'
עובי דפנות	15.0 מ"מ
מתקן התפלה	
מיקום	בנחל הערבה / ואדי ערבה 50 ק"מ צפונית לאוכף ע'רנדל ו-40 ק"מ מדרום לקצה הדרומי של ברכות האידוי של המפעלים הכימיים
טרום-טיפול	סינון רב-שכבתי וציפת אוויר מומס
תהליך התפלה	אוסמוזה הפוכה של מי ים (SWRO)
אחר-טיפול למי שתייה	מינרליזציה מחדש תוך חיטוי
קיבולת	320 מיליון מ"ק/שנה בהתחלה, תוך עלייה ל-850 מיליון מ"ק/שנה בשנת 2060
קיבולת כוח מותקנת	247 מגה-ואט (2020) עד 556 מגה-ואט (2060)
צריכת אנרגיה סגולית ממוצעת	3.33 קוט"ש/מ"ק מי שתייה
צנרת גרביטציונית – קטע משנה 2	
מיקום	ממתקן ההתפלה לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית
עומד ברוטו	255 מ'
אורך	32 ק"מ
מספר קווי צנרת מקבילים	3 במספר
קוטר	2.9 מ'
עובי דפנות	14.5 מ"מ
קווי צנרת – הגנה מפני שיתוך	
פנימית	ציפוי אפוקסי מחובר בהיתוך
חיצונית	ציפוי פוליאטילן תלת-שכבתי
הגנה קתודית	זרם מאולץ
תחנה הידרו-אלקטרית 1	
מיקום	מיד במעלה הזרם של מתקן ההתפלה במפלס הגבוה
עומד נקוב	211 מ'
מספר יחידות	3 במספר
קיבולת מותקנת	135 מגה-ואט

תחנה הידרו-אלקטרית 2	
מיקום	קרוב לכפר פיפא, ממש צפונית לברכות האידיי של המפעלים הכימיים.
עומד נקוב	215 מ'
מספר יחידות	3 במספר
קיבולת מותקנת	115.8 מגה-ואט
מאזן אנרגיה מערכתי	
סה"כ אנרגיה מופקת	2020: 1,817 גוט"ש / 2060: 1,642 גיגה-ואט
סה"כ אנרגיה נצרכת	2020: 4,347 גוט"ש / 2060: 7,782 גוט"ש
מאזן אנרגיה נטו	2020: -2,530 גוט"ש / 2060: -6,140 גוט"ש
שחזור ים המלח	
הולכת הזרמה	תעלה פתוחה חדשה צפונית לתחנת הכוח ההידרו-אלקטרית אל הנקז הראשי, לאורך הנקז הראשי ומשם מזרחה לרוחב צוואר הלשון.
מיקום ותצורה של עבודות ההזרמה	בחוף המערבי של המפרץ לכיוון המפרץ שממזרח ללשון.
מפלס יעד לייצוב ים המלח	416 (-) מ'
שנת יעד לייצוב ים המלח	בסביבות 2054



איור 32.6: מתווה כללי של הפרויקט המומלץ



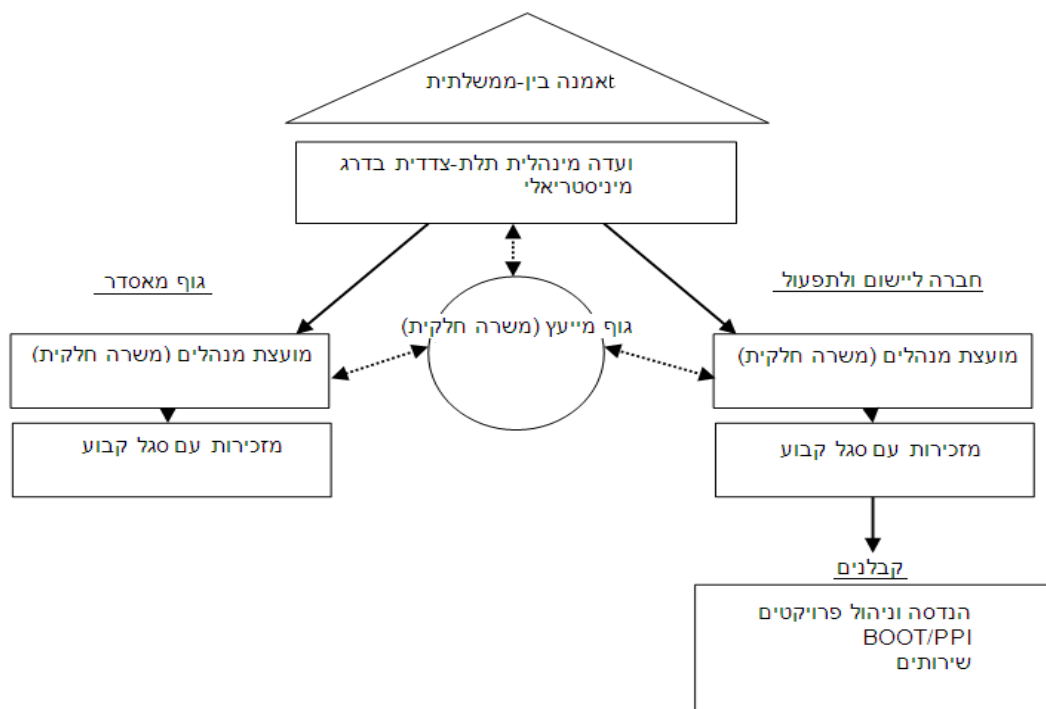
איור 32.6: תרשים של מערך הפרויקט המומלץ

32.7. עלות ההון המלאה המשוערת לתצורת הפרויקט המומלץ היא 9.97 מיליארד דולר (למעט המערכות להעברת מי שתייה לישראל ולרשות הפלסטינית). כפי שצוין לעיל כמה פעמים, זוהתה הזדמנות פוטנציאלית להפחית את עלות ההון של הצנרת בכ-500 מיליון דולר, אולם יהיה ניתן לאשרה רק על ידי בדיקת אתר גיאומטרית בשלב הבא של הפיתוח. אם ימומש חיסכון פוטנציאלי זה, פתרון מערך ההולכה הצנרתי לא יזו בלבד שיבטיח עלות הון שולית נמוכה משמעותית, אלא גם יבטיח פתרון בעלות נוכחית נטו הנמוכה ביותר כולל ניכיון למחזור חיים מלא.

32.8. הסיכון והחשש הגדולים ביותר בכל הנוגע לפרויקט, כפי שנוסחו בידי רבים מבעלי העניין, מתמקדים בדליפת מי ים שיזהמו את המשאבים היקרים של מי תהום. מדובר בסיכון ובחשש ממשיים, ופתרונות הנדסיים מתאימים שנועדו לצמצם אותם נכללו במסגרת הערכות התכנון והעלות של כל מערכות ההולכה שהובאו בחשבון. כתוצאה מכך, ניתן לומר כי הסיכון כפי שהוא מטופל כחלק מהתכנונים הוא הנמוך ביותר, ככל שהדבר אפשרי באורח סביר עבור כל שש התצורות שהובאו בחשבון. אמצעי התכנון מבוססים על תכנון שנועד לצמצום הסיכון לדליפה, לניטור כל דליפה מאותרת, להכלת הדליפה ולניתוק המערכת במקרה של דליפה נרחבת. תכנון זה של הכלת זיהום מדליפה עבור מערכת ההולכה המומלצת בצנרת מוצג באיור 15.9 ובסעיף 15.9.

32.9. הפרויקט הנו בעל היתכנות כלכלית. התועלות הכלכליות הישירות של הפתרון המומלץ עולות על העלויות הכלכליות שלו בכ-1 מיליארד דולר בהשוואה לתרחיש 'ללא פרויקט', ואלה עולות ליותר מ-42 מיליארד דולר כשכוללים בהערכה גם תועלות לא מוחשיות, כולל שיעור תשואה פנימית של 22%.

32.10. סקירה מפורטת באשר לארגונים קיימים בעולם אשר מסוגלים לבצע ניהול חוצה גבולות של מקורות מים ותשתיות, לרבות ניסיון העבר שלהם בפרויקטים דומים, מצביעה על כך שהמסגרת המוסדית לניהול מוצלח של פרויקט פרויקט ים סוף – ים המלח צריכה להתבסס על המבנה המסוכם המוצג באיור 32.10 להלן. כמו כן, הוא צריך להיות מבוסס על חוקי המים הבינלאומיים המקובלים ועל שיטות העבודה הבינלאומיות המיטביות המקובלות.



איור 32.10: מבנה ארגוני מומלץ

32.11. מרכיבי הפרויקט היחידים שיניבו הכנסה ישירה במסגרתו לצורך מימון הלוואות מסחריות הם הפקתם של מים מותפלים וייצורו של חשמל הידרו-אלקטרי. אולם, אם עלות ההון הכוללת של הפרויקט תופחת באמצעות תעריפי המים המותפלים והחשמל ההידרו-אלקטרי, העלות ליחידה תהיה מעבר להישג ידם של הצרכנים ואף לא קבילה על הצדדים. הפתרון המוצע הוא לפצל את עלות ההון הכוללת בין יעדי הפרויקט השונים על בסיס יחס התועלות הכלכליות שינבעו מכל אחד מיעדים אלה. חישוב כזה יאפשר מצב שבו החלק של עלויות התשתית הראשוניות להפקת מים מותפלים ולייצור חשמל הידרו-אלקטרי (2.6 מיליארד דולר) ולהעברת מי שתייה לצדדים המוטבים (בסביבות 2.5 מיליארד דולר) ימומן באמצעות הלוואות ו/או מימון קבלנים. מנגנון כזה יאפשר קביעת תעריפי מים וחשמל בעלי היתכנות פיננסית. עם זאת, משמעות מנגנון כזה היא שהחלק של עלויות ההון הראשוני הקשור לייצוב מפלס ים המלח וליצירת סמל לשיתוף פעולה ולשלום במזרח התיכון (4.5 מיליארד דולר) יהיה חייב להגיע מתוך שילוב כלשהו בין הון של הצדדים המוטבים, מענקים בינלאומיים ותרומות.

32.12. המוסדות המממנים עשויים להציב תנאים מוקדמים שיש לעמוד בהם לפני הקצאת הכספים, ואלה יכולים לכלול אמצעים שונים לשיפור של ניהול משאבי המים ותקציבי המים באזור, לרבות הפעלת אמצעי ניהול קשיחים יותר ויישום אמצעים לשיפור איכות נהר הירדן התחתון. נוסף לכך, יש לזכור כי לנוכח ההקשר הפוליטי של הפרויקט, המוסדות המממנים ידרשו, ללא ספק, מגוון נרחב של בטוחות מסחריות, לרבות אימוץ חוקי מים ושיטות עבודה מיטביות המוכרים מבחינה בינלאומית, מתן ערבויות ממשלתיות (הן חד-צדדיות והן תלת-צדדיות), חוזי 'קח או שלם' והתחייבות לפעול בהתאם להוראות מחייבות המקובלות מבחינה בינלאומית באשר לפתרון מחלוקות.

32.13. עלות הסכום, ובעקבותיו יתרונות השלום עבור האזור הם עצומים. הפרויקט לכשעצמו אינו יכול להביא את השלום, אך אם ייבנה כראוי – הוא יוכל להשפיע במידה מסוימת על תהליך השלום בפני הסכום.

32.14. כל שש תצורות הפרויקט שנבדקו בפרטי פרטים ישימות מבחינה טכנית וכלכלית. אנו סבורים כי ההשפעות הסביבתיות והחברתיות ניתנות לניהול ברמה מתקבלת על הדעת. ההיתכנות הכלכלית של הפרויקט תלויה ביכולת לגייס מעל 4 מיליארד דולר בתרומות ובמענקים לשם מימון הרכיב הסביבתי של הפרויקט – ייצוב המפלס ומניעת התנוונות סביבתית נוספת של ים המלח.