



**רשות ניקוי
ים המלח**

מכון ירושלים
INSTITUTE
FOR POLICY
RESEARCH
معهد القدس
لبحث السياسات



המשרד להגנת הסביבה



الوزارة لحماية البيئة
Israel Ministry of Environmental Protection



עתיד ים המלח

מסמך מדיניות ארוכת טווח

על פי החלטת ממשלה מס' 3742

- טיוטה להערות הציבור -

יוני 2022



**רשות ניקוז
ים המלח**

מכון ירושלים
למחקרי מדיניות
FOR POLICY
RESEARCH
معهد القدس
لبحث السياسات



המשרד להגנת הסביבה



الوزارة لحماية البيئة
Israel Ministry of Environmental Protection

צוות העבודה

ראשות הצוות

גלית כהן - מנכ"לית המשרד להגנת הסביבה

סתיו גילוף - המשרד להגנת הסביבה

עורכים

עמוס ביין ועמיר אידלמן - מכון ירושלים למחקרי מדיניות

איתי גבריאלי - המכון הגיאולוגי

גיאולוגיה והידרוגיאולוגיה

מאיר אבלסון, אבי בורג, לירן בן משה, גידי בר, איתי גבריאלי, יוסי יחיאלי, נדב לנסקי ורני קלבו - המכון הגיאולוגי

הנדסה והידרולוגיה

איתי פרימן ומוריאל קוסומנו - רשות ניקוז ים המלח

נועם בר נוי, איתמר הלפרין, מתן בידרמן, אילן ברונר - חברת אקולוג

תכנון טבע וסביבה

מוטי קפלן, מרק שטיינגהאוז - מ. קפלן מתכננים; אלדד חזן - רשות הטבע והגנים; אלי רז

כלכלה

דורון לביא, יוגב גרוס, יונתן גנסייה - קבוצת פארטו

ריכוז המערכת

חווה ארליך, ימית נפתלי, אמיר מושקט-ברקן - מכון ירושלים למחקרי מדיניות



צוות היגוי

המשרד להגנת הסביבה	גלית כהן, יו"ר
משרד ראש הממשלה	יונתן חוברה
אגף הכלכלנית הראשית, משרד האוצר	מיכאל ריטוב
רשות המים	יעקב ליבשיץ
אגף התקציבים, משרד האוצר	חיים בורובסקי
מינהל התכנון	אריאלה חדד
רשות הטבע והגנים	יהושע שקדי
משרד התיירות	סיגל גבאי
משרד החקלאות	אלון אורון
משרד האנרגיה	עינת מגל
משרד הבינוי והשיכון	אסנת קמחי
המשרד לשיתוף פעולה אזורי	עודד פיקסלר
אגף החשב הכללי, משרד האוצר	עדי בסון
אגף שוק ההון ביטוח וחסכון, משרד האוצר	בתיא מור
רשות מקרקעי ישראל	רפי אלמליח
ממת"ק יריחו, המינהל האזרחי	עמוס טוויטו
משרד התחבורה	אושרית קלפוס

משקיפים

ראש המועצה האזורית תמר	ניר ונגר
ראש המועצה האזורית מגילות ים המלח	אריה כהן
החברה להגנת הטבע	ניר פפאי



תוכן העניינים

חלק א': עיקרי הדברים והמלצות לממשלה

8	פתח דבר
10	1. הקמת מובל ימים לייצוב מפלס ים המלח
10	רקע ואופן בחינת חלופות
14	המלצות לממשלה
15	שלבים ולוח זמנים לביצוע
15	משמעויות ועלויות
15	עלות הקמה ותפעול מובל ימים במתווה RSDSC
16	2. קציר המלח ושימוש תעשייתי בתמלחת הים
16	רקע והשלכות יישום קציר המלח על המרחב
18	המלצות לממשלה
19	3. החייאת הירדן
19	רקע וחשיבות החייאת הזרימה בירדן
20	המלצות לממשלה
20	תועלות ועלויות מהחייאת הירדן
21	4. הבטחת רציפות תפקודית של כביש 90
21	רקע וחשיבות ההתמודדות עם כשלים הנדסיים בכביש 90
21	המלצות לממשלה
22	עלויות
22	5. פיתוח התיישבות, תיירות וחקלאות
22	רקע ותפקיד ההתיישבות בפיתוח המרחב
23	המלצות לממשלה
24	עלויות
24	6. אקולוגיה ושמירה על ערכי הטבע
24	רקע ומרכיבים במרחב האקולוגי
25	המלצות לממשלה
26	עלויות



חלק ב': מסמך המדיניות

27	1. מבוא
27	רקע כללי
29	מטרת המסמך
31	2. המדיניות המוצעת - עקרונות והנחות יסוד
31	עקרונות
31	הנחות יסוד
36	3. אגם ים המלח - תמונת-מצב, תהליכים ומגמות
36	רקע כללי
37	הרכב ים המלח והתפתחותו
38	מפלסי ים המלח בעבר הגיאולוגי וההיסטורי
39	מאזן המים של ים המלח
40	שינויים בעמודת המים
41	חיים בים המוות
41	תחזית להמשך ירידת מפלס הים
43	קווי החוף בשנות התרחיש - 2040 ו-2070
44	4. השלכות ירידת המפלס על התשתית הפיזית
44	בולענים: תהליכי היווצרות, השלכות, הערכות והתמודדות
44	תיאור התופעה
44	מנגנון היווצרות
46	תיחום ומערכת התרעה מפני היפערות בולענים
47	מגמות לעתיד - תיחום אזורי בולענים לשנים 2040 ו-2070
50	התחתרות מואצת של אפיקי נחלים בעקבות ירידת המפלס
50	רקע
50	התחתרות נחלים כיום וצפי לעתיד
54	מעיינות החוף ונביעות הידרותרמליות
54	סוגי המעיינות
54	עינות צוקים (עין פשחה)
57	עינות קנה וסמר
58	מערכת קדם-שלם
60	5. השפעת שינויי האקלים על מפלס ים המלח
62	6. ההיבט הכלכלי בתרחיש "עסקים כרגיל"
65	7. תרחישים וחלופות לייצוב המפלס ויעדים להשגתו
65	כללי
65	תרחישים לירידת מפלס הים עם ובלי התערבות
66	יעדים



67	מהלכים אפשריים לייצוב המפלס
69	שלבי ההתערבות על ציר הזמן
69	בחינת חלופות
71	חלופה במתווה RSDSC מים סוף
73	חלופת ים תיכון-1 (בית שאן)
74	חלופת ים תיכון-3 (שורק)
75	חלופת ים תיכון-2 (התפלה מלאה)
75	ההיבט הכלכלי של ייצוב המפלס - עלות החלופות והשוואה ביניהן
77	החלופה הנבחרת - חלופה במתווה RSDSC מים סוף
78	מהלכים להקמת מובל ימים
80	8. החייאת הירדן
80	המהלך המוצע
81	בחינה כלכלית של החייאת הירדן
82	9. הבטחת רציפות תפקודית של כביש 90
82	מתווה הכביש
82	התחרות נחלים
83	הנחלים הראשיים החוצים את הכביש
85	הקמת מגלשי הגנה
85	סדר קדימויות ותקציב
87	העתקת תשתיות
88	10. עתיד האזור
88	התפיסה התכנונית
88	ייחודו של האזור
89	תמונת עתיד מוצעת
90	תפיסה תכנונית
90	עקרונות פיתוח
93	מרחבי תכנון
95	שיקום מפגעים במרחב
95	חקלאות
95	התיישבות וחקלאות
96	הפרישה החקלאית ואופייה
96	מבנים ופסולת חקלאיים
96	שינויים אקולוגיים סביב המטעים
97	רגולציה
97	תיירות
97	מאפייני התיירות
97	הפוטנציאל התיירותי ופרישתו במרחב



98	מרכזי המלוונות הגדולים
99	מדבר יהודה
99	גן לאומי קומראן
99	ספורט ימי, אירועים על הים
100	מלח, בוץ ובשמים
100	מיזמי תיירות
101	חופי רחצה
101	מצב קיים ומגמות לעתיד
102	תכנון, פיתוח ותחזוקת החופים
103	מיקום חופים והמלצות להמשך בחינה
109	אקולוגיה, ערכי טבע ונוף
109	מסדרונות אקולוגיים
109	מרחב נחל אוג - ציר מקשר בין בתי גידול באגן ים המלח ומסדרונות ארציים
110	מעברים אקולוגיים בכבישי האזור
111	אימוץ מסדרונות אקולוגיים בתוכניות מפורטות
112	מסדרונות אקולוגיים - סיכום ההמלצות התכנוניות
112	נאות החוף עינות צוקים, קנה וסמר
112	ממשק מקומי
112	צעדים סטטוטוריים
113	ניהול מערך המים ברמה האזורית
114	נאות החוף עינות צוקים, קנה וסמר - סיכום ההמלצות התכנוניות
114	מניפות חלוקים - אזור לשיקום ושימור אקולוגי
115	מלחות סדום וזוהר
117	הקמת מגלשי ההגנה בחציית ערוצים לאורך כביש 90
118	11. מקורות

חלק א': עיקרי הדברים והמלצות לממשלה

פתח דבר

ממשלת ישראל בהחלטה מס' 13742 מיום 15.04.2018 קובעת בין השאר: "להקים צוות לגיבוש מדיניות ארוכת טווח לאזור האגן הצפוני של ים המלח, אשר ידון בסוגיות רחב לגבי עתידו של המרחב ובין היתר בפיתוח ובשימור המרחב, לרבות בשאלת גובה המפלס והפיתוח העתידי באזור ים המלח". המשרד להגנת הסביבה נקבע לעמוד בראש הצוות, ונקבעה ועדת היגוי בין-משרדית ללוות את העבודה.

מסמך המדיניות מציג ניתוח מקיף של מצב ים המלח וסביבתו כיום ומתווה קווים למהלכים הנדרשים להתמודדות ולשינוי המגמות המסתמנות, כדי להבטיח עתיד טוב יותר לאזור.

ים המלח וסביבתו הם נכס לאומי ממעלה ראשונה, עשיר במשאבי טבע ומורשת, מגוונים וייחודיים. למימוש מיטבי של הפוטנציאל הגלום באזור, שני קטבים: האחד, פיתוח תיירות משגשגת, המבוססת על העצמת האזור והים במרכזו, והצבת אגן ים המלח כמשאב בר קיימה לשימור וכאבן-ראש לפיתוח; השני, ניצול תעשייתי של תמלחת ים המלח המבוסס על משאב מתכלה - מערכת חרושתית המותנית בכדאיות כלכלית. איזון מושכל בין שני קטבים אלה ויחסי הגומלין ביניהם עומדים בבסיס המדיניות המוצעת והחזון שהיא מכוונת אליו.

במהלך העשורים האחרונים השתנה אגן ים המלח לבלי הכר בשל התערבות מסיבית של מדינות האזור, שבמרכזה ניצול מקורות המים שזרמו אל הים וכן תנופה ניכרת בשאיבה למפעלי ים המלח, בירדן וב ישראל. פעולות אלה גרמו לירידה חסרת תקדים של מפלס הים שירד בכ-36 מ' משנות ה-80 של המאה ה-20 עד מועד פרסום מסמך זה. ירידת המפלס שצפויה להימשך, מלווה בהיפערות בולענים ובהתחזרות נחלים המסכנים תשתיות ומקשים את ההתנהלות היום-יומית באזור. המצב הנוכחי והתחזיות לעתיד מקנים לים המלח דימוי של אזור מוכה אסון.

השאיפה להחזיר את המצב לקדמותו, לחדש את הזרימות בנהר הירדן ובנחלים המתנקזים אליו ולהחזיר את המפלס וקו החוף של ים המלח לימים של מחצית המאה הקודמת, משותפת לרבים בישראל ובעולם. אולם יש להכיר בכך שבמצוקת המים האזורית אי אפשר להחזיר את הגלגל לאחור. כל ניסיון לפצות על גירעון המים הגדול באמצעות הזרמת מים שפירים, טבעיים ובעיקר כאלה שמקורם בהתפלה, כרוך בעלויות סביבתיות וכלכליות בלתי סבירות וכמהלך גיאופוליטי מתריס על רקע מצוקת המים של שכנינו. המחסור החמור במים במדינות האזור, הצפוי להחריף בעתיד עם הגידול באוכלוסייה, והירידה החזויה במשקעים עקב משבר האקלים, יגדילו עוד יותר את הלחץ על משאבי המים במרחב. מכאן שכל התערבות משמעותית לשינוי המצב, אם וכאשר יוחלט עליה, תתבסס על הזרמת תמהיל של מי ים ומי רכז אחרי התפלה, במה שקרוי מובל ימים.

ההכרה כי מצבו המידרדר של ים המלח הוא ביטוי למצוקת המים האזורית עמדה בבסיס כל החלופות שנשקלו בעשורים האחרונים; מכל אלה, מובל ימים בחלופת ים סוף (RSDSC - Red Sea Dead Sea Conveyance)

¹ החלטה 3742 של הממשלה ה-34 "סיוע ליישובים ולרשויות באזור ים המלח להתמודדות עם נזקי הבולענים ותיקון החלטת ממשלה" (15.4.2018). https://www.gov.il/he/Departments/policies/dec3742_2018

נבחן בבחינת היתכנות מפורטת (Feasibility Study) שנערכה ב-2010-2014 בחסות הבנק העולמי ובמימון הקהילה הבין-לאומית ("המדינות התורמות", כ-12 מיליון דולר ויותר) ובהסכמת ישראל, ירדן והרשות הפלסטינית. מיזם זה משלב בין הזרמת מי ים (ומי רכז) אל ים המלח ובין התפלה נרחבת בעיקר לצורכי המשק של ממלכת ירדן. מימון המיזם ותחזוקתו תוכנן להתחלק בין ירדן, ישראל והמדינות התורמות. מתווה הבנות שגובש לביצוע המיזם ומימונו בהשתתפות בין-לאומית רחבה לא הגיע לכדי מימוש, והנושא כולו איננו מצוי היום בסדר היום המקומי והבין-לאומי.

בנובמבר 2021 נחתם הסכם בין ישראל לממלכת ירדן. ההסכם מתמקד בחילופי מים ואנרגיה מתחדשת, ובמרכזו הספקה של עד 200 מלמ"ש (מיליון מ"ק בשנה) מים מותפלים מהים התיכון לממלכת ירדן, מעבר לכ-100 מלמ"ש מים שפירים שישראל מספקת כבר כיום לירדן, והספקת אנרגיה מתחדשת (סולארית) מממלכת ירדן לישראל. ההסכם המבורך מסיר את הדחיפות בהקמת מובל ימים כמענה לצורכי המים המיידיים של ממלכת ירדן, אך בטווח הארוך אינו פותר את מצוקת המים של ירדן. מסמך המדיניות הזה רואה בקידום מובל ימים במתווה שהומלץ בבחינת ההיתכנות של הבנק העולמי (תוך התאמות ועדכונים), מהלך משתלב ומשלים לפתרון מצוקת המים האזורית לטווח הארוך שיש לו ערך מוסף מהותי.

מעבר לסיפוק צורכי המים הדחופים לממלכת ירדן לפי ההסכם החדש, מומלץ כי השלמת צרכיה בטווח הבינוני-ארוך (לפחות עוד 200-400 מלמ"ש) תתבסס על מתווה ה-RSDSC, הכולל הזרמת מי ים-סוף אל מתקן התפלה בקרבת ים-המלח והזרמת מי הרכז לים המלח. מהלך זה, שכולו בירדן ובשליטתה, משתלב בצורך למיתון לחצי ההתפלה בים התיכון. לעניין זה ראוי להזכיר את צורכי המים באזור, המכתיבים התפלה הולכת וגוברת בחופי הים התיכון; זו עומדת כיום על כ-600 מלמ"ש (ועוד 300 מלמ"ש במתקנים מאושרים לביצוע) ותעמוד בתוך עשור על כ-1,000 מלמ"ש וב-2050 על כ-1,600 מלמ"ש ויותר (לפי תחזיות רשות המים ומקורות), וזאת ללא ההתפלה המוגברת לצורכי ירדן מתוקף ההסכם החדש.

התלות הגוברת בהתפלה יוצרת לחץ כבד על שימושי הקרקע ברצועת החוף העמוסה לעיפה של הים התיכון, ומאיימת בחציית כושר הנשיאה של הסביבה החופית והימית (התפלה של 1,000 מלמ"ש כרוכה בשאיבה של כ-2,500 מלמ"ש מי ים והשבה של כ-1,500 מלמ"ש מי רכז!). משכך, שילוב ייצוב מפלס ים המלח על משאביו הכלכליים והסביבתיים עם תוספת מים מותפלים לירדן לפי מתווה RSDSC, כהמשך להסכם שנחתם בנובמבר 2021, הוא מהלך בעל משמעות חברתית, פוליטית וסביבתית בעבור כל הצדדים באזור, בסיס להפגת מתחים ויישוב קונפליקטים גיאופוליטיים בסיס לשיתוף פעולה ושלוש אזורי.

חשוב לחזור ולהדגיש כי מצוקת המים האזורית והשילוב בין הזרמת מי ים ומי רכז אל ים המלח ובין התפלה נרחבת בעיקר להשלמת צורכי ממלכת ירדן, הוא לב-ליבה של יוזמת מובל ימים מים סוף, ועליו ורק עליו התבססה נכונות הקהילה הבין-לאומית להשתתפות ניכרת במימונו. בהמשך לנאמר למעלה, המחשבה כי הסכם המים-אנרגיה החדש עונה על מצוקת המים של ירדן לטווח הארוך ולפיכך אפשר לוותר על רכיב יצירת המים השפירים במובל לים המלח, מחשבה זו בטעות יסודה. נהפוך הוא, משמעות ההסכם החדש היא כי לתכנון ההתפלה למשק המים הישראלי (הכולל את הפלסטיני) נוסף צורך לענות גם על צורכי ירדן, שגם הם צפויים לגדול מעבר לגירעון עכשווי של יותר מ-500 מלמ"ש. עוד חשוב לזכור כי מעבר לעלות האנרגטית של ההתפלה, העלויות הישירות והחיצוניות הנוספות כבדות אף יותר, ולפיכך ראוי לפזר את מקורות האספקה ככל האפשר.

השילוב המדובר במובל ימים עונה על צורך זה, ובלעדיו אין היתכנות למובל שמטרתו "הצלת ים המלח" בלבד, לא מבחינת שותפות במימונו ולא מבחינת סדר היום הציבורי בישראל.

מסמך המדיניות מציג ניתוח של אגן ים המלח, בהווה, ותחזית לעתיד האזור עד 2070 בשני תרחישי קיצון:

א. עסקים כרגיל: המשך ניצול מקורות המים של ים המלח בידי ממשלות ישראל, ירדן וסוריה, והמשך שאיבת מי ים המלח על ידי המפעלים הישראליים והירדניים. בתרחיש זה, עד שנת 2070 ירד מפלס הים עוד בכ- 60 מטר ושטחו יצטמצם בכ-15% נוספים. בעתיד שמעבר ל-2070, מפלס הים יוסיף לרדת עוד בעשרות מטרים לפחות.

ב. ייצוב המפלס: הזרמה שנתית של כ-750 מיליון מ"ק (מלמ"ש) תוך מיקוד בחלופה להקמת מובל ימים בין ים סוף לים המלח. חלופה זו יכולה לייצב את מפלס הים במהלך של כ-25-30 שנה ממועד אימוצה. דחיית הכרעה והיערכות לייצוב ים המלח משמעותה שתמורת אותן העלויות, רום המפלס שיושג בסופו של דבר יהיה נמוך יותר, ומועד הגעה לשיווי משקל של התשתית הפיזית - מאוחר יותר.

בכל מקרה, ההתמודדות עם התנאים ההמשתינים ופיתוח האזור מחייבים השקעת משאבים מעבר להשקעות המקובלות וכן תכנון קפדני במתווה שישמר את אופיו הייחודי של ים המלח וסביבתו. עתיד טוב יותר לאגן ים המלח מחייב בחירה בין תרחישים כבר עתה, והקצאת משאבים להתמודדות עם התהליכים והשינויים המתרחשים לנגד עינינו ומקשים את ההתנהלות באזור.

1. הקמת מובל ימים לייצוב מפלס ים המלח

רקע ואופן בחינת חלופות

- א. משנת 1980 ואילך ירד מפלס ים המלח בכ-36 מטר, מה שגרם לייבוש כל האגן הדרומי ולצמצום שטח הים בכ-40%; בשנים האחרונות יורד המפלס בכ-1.15 מטר בממוצע שנתי, ביטוי לגירעון מים עכשווי ואובדן של כ-750 מלמ"ש (מיליון מ"ק בשנה) מנפחו.
- ב. ירידת המפלס היא תוצאה של שאיבת המים שזרמו בעבר לים המלח, בעיקר בנהר הירדן, על ידי ישראל, ירדן וסוריה וכן משאיבת תמלחת ים המלח על ידי מפעלי ים המלח בישראל ובירדן, האחראים יחדיו לירידת מפלס של כ-0.45 מ'.
- ג. בשל ירידת המפלס נסוג קו החוף, נפערים בולענים, מתחתרים נחלים, נפגעות תשתיות כביש 90 והרצף התפקודי שלו נקטע; מעיינות ומקווי מים שלחוף הים נודדים ממקומם, והמערכות האקולוגיות סביבם נפגעות וחלקן אף נכחד.
- ד. גם אם יינקטו פעולות לייצוב מפלס ים המלח, התופעות המתוארות לעיל צפויות להימשך בעשורים הבאים ואף מעבר לשנת היעד, 2070.
- ה. שימור הים כנכס ייחודי וכאתר מורשת לדורות הבאים, מחייב התערבות מהירה במאזן המים הגירעוני על מנת לייצב את מפלס הים ברום גבוה ככל האפשר. המשך ירידת המפלס תקשה עוד יותר את ההתנהלות והפיתוח האזורי, והנגישות אל הים תיהפך קשה עוד יותר.



1. הצעה לפצות על גירעון המים הגדול באמצעות מים שפירים באזור גאוגרפי המאופיין במחסור חמור במים, שיילך ויחרף לנוכח הגידול באוכלוסייה ושינויי האקלים, כרוכה בעלויות כלכליות, חברתיות וסביבתיות בלתי סבירות. ייצוב המפלס באמצעות הזרמת מים שפירים לים המלח בכמות הנאמדת ב-750 מלמ"ש משמעו יצירת נפח התפלה גדול מהיקף ההתפלה העכשווי בישראל (היום מיוצרים כ-600 מלמ"ש, 300 מלמ"ש נוספים מאושרים לביצוע, ועד סוף העשור היקף ההתפלה צפוי לעבור 1,000 מלמ"ש, וזאת עוד לפני תוספת ההתפלה לצורכי ממלכת ירדן).
2. הזרמת מי ים ב"מובל ימים" אל ים המלח היא מיזם תשתית רחב היקף המתפרש על חלקי ארץ נרחבים והשלכותיו הסביבתיות עלולות בין השאר לפגוע בסביבה הימית והחופית, לסכן משאבי מים בסביבה היבשתית ואולי אף לגרום לשינויים בלתי רצויים בגוף ים המלח עצמו.
3. שאיבת כמות גדולה של מי ים תיכון לקירור תחנות כוח ואל מתקני ההתפלה מתקיימת כיום והשפעתה מנוטרת, אבל שאיבה בהיקף המדובר מים סוף איננה מוכרת. על רקע רגישותה של המערכת האקולוגית הייחודית, השפעת השאיבה מים סוף נבחנה ביסודיות בתסקיר השפעה על הסביבה, כולל הדמיות דינמיות, ונמצא כי שאיבה מים סוף אפשרית בתנאי שתהיה עמוקה (מעומק של יותר מ-140 מטר, ולפחות 25 מטר מעל הקרקעית).
4. ההשלכות של ערבוב מי ים ו/או מי רכז בים המלח על גוף המים נבחנו לעומק, כולל במודלים המשלבים בין הכימיה והפיזיקה של האגם. ההמלצות שניתנו לבנק העולמי ואומצו על ידי כל המעורבים בדבר הן כי נדרש לקדם את הפרויקט בשלבים; בשלב הראשון אפשר להזרים עד 400 מלמ"ש מי ים/רכז. נפח זה לא צפוי לשנות מהותית את אופי האגם, אך יאפשר ללמוד את ההשלכות של הזרמת נפחים גדולים יותר לצורך ייצוב המפלס.
5. ההכרעה בין התועלת הסביבתית והציבורית הנובעות ממיזם לייצוב מפלס ים המלח, ובין ההשפעות הסביבתיות השליליות שלו, מול המשך "תרחיש עסקים כרגיל", היא הכרעה ערכית כבדת משקל, ואינה ניתנת לכימות מלא בכלים כלכליים. שקלול ההיבטים השונים הכרוכים בה (המפורטים בטבלה להלן) עומד בבסיס ההמלצה לעשות מעשה ולהזרים מים אל ים המלח בשני שלבים, המלווים בניטור צמוד לבחינת ההשלכות על ים המלח ועל ים סוף; מהלך שתוצאותיו יקבעו אם להתקדם לייצוב המפלס או להסתפק בריסון קצב ירידתו.

יא. שיקולים לחיוב ולשלילה לייצוב המפלס

לחיוב	לשלילה
<p>אזור ים המלח הוא נכס טבע עולמי שיש לשמור עליו מפני הצטמקות וירידת מפלס ניכרת, מעבר לכ-36 המטרים שכבר התרחשה. מפלס ים המלח העכשווי והצפוי בעתיד חורגים במידה ניכרת מאלה שהתקיימו לאורך מרבית שנות קיומו, בהתאמה לשינויי אקלים טבעיים.</p>	<p>מערכת הנדסית יקרה, מורכבת וכבדה בעלת פרישה מרחבית גדולה, הכוללת מתקני שאיבה, התפלה והולכה. עלותה הישירה להקמה, תפעול ותחזוקה שוטפת נאמדת במיליארדי דולרים.</p>
<p>שינוי מגמת ההידרדרות המואצת של ים המלח הגורמת לתהליכים הפוגעים בסביבתו, מסכנים תשתיות ומקשים את ההתנהלות היום-יומית באזור. ירידת המפלס המתמשכת והתהליכים הנלווים מקנים למרחב דימוי של אזור מוכה אסון.</p>	<p>מהלך לייצוב מפלס ים המלח לא יתקן את נזקי העבר העיקריים, ולא יעצור את התופעות הנגזרות כמו בולענים, התחתרות נחלים, נדידה וייבוש מעיינות/נאות חוף; אלה יימשכו בכל מקרה בטווח הנראה לעין ומעבר לו.</p>
<p>מהלך לייצוב מפלס ים המלח בשילוב עם מענה לצורכי המים של ירדן במתווה RSDSC, מעגן את ייצוב המפלס באינטרס קיומי לטווח ארוך. שילוב המהלך במסגרת רחבה של הסכמי מים ואנרגיה מתחדשת ייתנו מענה למצוקת המים במרחב כולו ויהוו בסיס להפגת מתחים וליישוב קונפליקטים גיאופוליטיים לקראת שת"פ ושלוש אזורי.</p>	<p>עלויות עקיפות וסביבתיות גבוהות הנגזרות משאיבת מי-ים והתפלה, היוצרות לחצים מהותיים על הסביבה הימית והחופית; לחצים המתווספים לאלה הקיימים והצפויים בגין העיור והתפלת מים למרחב כולו. הובלת מי-ים מסכנת את מי התהום והסביבה בכל תוואי.</p>
<p>ייצוב המפלס ייתן מענה לנסיגת הים והצטמקותו, שללא התערבות במאזן המים יימשכו שנים רבות אף מעבר לשנת היעד, יחמירו עוד את ההידרדרות של התשתית הסובבת, יקשו עוד יותר את הנגישות לים ויפגעו בנראות של הים וסביבתו.</p>	<p>חשש מהשלכות שליליות והפרות סביבתיות גדולות לאורך כל תוואי ומרכיבי המיזם, בעוד שהתמודדות מיטבית תאפשר להמשיך וליהנות ממכמני האגן, בהתאמה לגוף המים הנסוג.</p>
<p>ייצוב המפלס יאפשר היערכות לפיתוח יציב של חופי הים ולקבוע צירי גישה והתנהלות; זאת בשונה מהמצב הקיים המתאפיין בפיגור מתמשך וברדיפה אחרי קו המים ותנאי תשתית, המשתנים במהירות.</p>	<p>חשש לשינוי באופיו הייחודי של ים המלח ואי ודאות באשר לשינויים וסיכונים נלווים, כמו פריחה ביולוגית, רעלנים, שקיעת גבס, שינויי גוון, מיהול, פגיעה בתעשייה.</p>

יב. חלופות שונות להזרמת מי ים אל ים המלח נבחנו במהלך השנים, והאחרונות שבהן, המשמשות בסיס לבחינת החלופות במסמך זה, כוללות בחלקן חלופות שהוסכמו עקרונית עם ממלכת ירדן.

✓ במסגרת עבודת הבנק העולמי בשנים 2010-2014, ולפי הסכמה מוקדמת, נבחנו חלופות ל"מובל ימים" אל ים המלח מים סוף בלבד. כחלופה נבחרת נקבעה שעיקרה צנרת בערבה הירדנית המכונה להלן Red Sea Dead Sea Conveyance (RSDSC). החלופה שכולה בממלכת ירדן כוללת קשר פונקציונלי בין ייצוב מפלס ים המלח ובין התפלה בהיקף רחב בקרבת ים המלח, אספקת המים למרחב עמאן והפניית מי הרכז לים המלח. החלופה הנבחרת שגובשה במבחן היתכנות מפורט (Feasibility Study) בחסות הבנק העולמי ו"המדינות התורמות", קיבלה את הסכמת ירדן, ישראל והרשות הפלסטינית (ה-

- Beneficiary Parties). הוסכם בין הצדדים כי יש לקדם את הפרויקט בשלבים. בשלב הראשון שבו ההזרמה לים המלח לא תעלה על 400 מלמ"ש, תיבדק ההשפעה של הזרמת מי ים על ים המלח.
- ✓ במסגרת עבודת מכון ירושלים למחקרי מדיניות משנת 2011², נבחנו חלופות במתווה מתארי בעלות מרכיבים זהים מים תיכון ומים סוף. נמצא כי חלופה מים תיכון, דרך בית שאן, היא אומנם המיטבית מבחינה כלכלית, אך נראה כי מגבלות סטטוטוריות, סביבתיות ופוליטיות מקזזות את היתרון הכלכלי.
- יג. בשנת 2015 סוכם "מתווה הבנות" בין ירדן לישראל, ובין מרכיביו נכללה שאיבה של 300 מלמ"ש מראש מפרץ אילת, התפלה מוגבלת (65 מלמ"ש) של מי ים בעקבה שימשו לצרכים מקומיים בישראל ובירדן, והקמת מובל שיזרים 235 מלמ"ש תערובת מי ים ומי רכז מהמתקן בעקבה, אל ים המלח. עוד הוסכם על הגדלה של אספקת המים לירדן מהכינרת. הירדנים אף הודיעו על רצונם להשתמש בתשתיות שיוקמו במסגרת הסכם ההבנות ולהרחיב את הפרויקט באופן חד צדדי לטובת התפלת נפח גדול בהרבה של מי ים כפתרון למצוקת המים שלהם. מימוש המתווה לא צלח והוא איננו רלבנטי יותר (ללא קשר למתווה המדובר, תוספת של 50 מלמ"ש מהכינרת לירדן מתבצעת בפועל, ובנתיים נחתמו לאחרונה גם הסכמי מים-אנרגיה בין ירדן וישראל).
- יד. בחינת חלופות להזרמת מים לייצוב מפלס ים המלח מים סוף או מהים התיכון, המסוכמת בטבלת מדרג להלן, מעלה כי רק לחלופת ים סוף, בשילוב עם התפלת מי ים בעיקר לצורכי ממלכת ירדן ובתוואי שכולו בממלכת ירדן, יש היתכנות תכנונית וסביבתית ואולי גם גיאופוליטית. בחינת החלופות, שכללה גם אפשרות לייצוב המפלס באמצעות מים שפירים, מותפלים בעיקר, מעלה כי אין לכך היתכנות כלשהי, לא כלכלית ולא סביבתית, וכי יש לשלול אותה מכל וכל.
- טו. החלופות מהים התיכון מציבות מגבלות סביבתיות משמעותיות נוספות, עיקרן תוספת מהותית לשאיבה המסיבית הנדרשת לצורכי ההתפלה, שיש בה כדי להחמיר את הפגיעה בסביבה החופית והימית ולסכן את הסביבה היבשתית. זאת בגין הזרמה מתמשכת של תמלחת ימית בתוואי חוצה אקוויפרים ושטחי חקלאות אינטנסיבית.
- טז. מדרוג החלופות לייצוב מפלס ים המלח (מובל ימים):

² שינויים במאזן המים כאמצעי להתמודדות עם בעיות ים המלח. מכון ירושלים למחקרי מדיניות, 2011.

מדידה	חלופה	מיים סוף RSDSC הבנק העולמי 2011	מהים התיכון 1 (בית שאן)	מהים התיכון 2 (100% התפלה)	מהים התיכון 3 (שורק)
זמן לתכנון ולביצוע	קצר יחסית לאחרים	ארוך (אם בכלל)	ארוך (אם בכלל)	ארוך (אם בכלל)	ארוך (אם בכלל)
עלות (לא כולל התפלה והולכה לירדן)	בינונית	מיטבית	גבוהה	בינונית	גבוהה
חלוקת נטל המימון עם ירדן ועם המדינות התורמות	הוסכם	אין הסכמה	אין הסכמה	אין הסכמה	אין הסכמה
זמינות סטטוטורית	גבוהה-מיידית, המיזם כולו בממלכת ירדן	נמוכה, אם בכלל	נמוכה, אם בכלל	נמוכה, אם בכלל	נמוכה, אם בכלל
תועלת למשק המים בירדן	200-100 מלמ"ש בעמאן	200-100 מלמ"ש בעמאן	200-100 מלמ"ש בעמאן	200-100 מלמ"ש בעמאן	200-100 מלמ"ש בעמאן
קשר פונקציונלי בין ייצוב מפלס ים המלח ואספקת מיים לממלכת ירדן - מפתח לקיום מובל לים המלח ורציפותו	עונה בצורה אופטימלית וניתן ליישום מודולרי בשלבם	עונה בצורה אופטימלית וניתן ליישום מודולרי בשלבם	אין קשר פונקציונלי	עונה בצורה אופטימלית אך בעייתי ליישום מודולרי בשלבם	עונה בצורה אופטימלית אך בעייתי ליישום מודולרי בשלבם
רגישות סביבתית של מרחב שאיבה והתמודדות אפשרית	גבוהה התמודדות: שאיבה עמוקה מדרום לעקבה	נמוכה-בינונית התמודדות: שאיבה רדודה מרוחקת מהחוף	נמוכה-בינונית התמודדות: שאיבה רדודה מרוחקת מהחוף	נמוכה-בינונית התמודדות: שאיבה רדודה מרוחקת מהחוף	נמוכה-בינונית התמודדות: שאיבה רדודה מרוחקת מהחוף
מידת הפגיעה בסביבה היבשתית והחשש לפגיעה במקורות מיים	עובר על אקוויפר הערבה	עובר על אקוויפרים משניים	אין חשש	עובר על ובתוך אקוויפרים ראשיים	עובר על ובתוך אקוויפרים ראשיים

ציון:	גבוה
	בינוני
	נמוך

יז. בתנאי אי-הוודאות והחשש לשינוי בלתי רצוי באופיו של ים המלח עקב הזרמת מי ים, מוצע לקדם את המיזם בשני שלבים:

שלב א: הזרמה של עד כ-400 מלמ"ש, תמהיל מי ים ומי רכוז מהתפלה מלווה בניטור צמוד של ההשלכות המצטברות של ההזרמה במהלך כ-10 שנים.

שלב ב: הגדלת ההזרמה לכ-750 מלמ"ש, מותנה בתוצאות ובמסקנות מביצוע שלב א'.

כאמור, השאיפה היא להגיע לייצוב המפלס מוקדם ככל שאפשר, אבל גם שלב א' לבדו יש לו משמעות מרחיקת לכת מבחינת עתידו של הים והאפשרות שבנקודת זמן כלשהי תסתמן מגמת התייצבות; זאת בעקבות הזרמת המים במובל, ירידה בקצב האידוי ושינויים בתרומת התעשייה לגירעון המים.

המלצות לממשלה

א. להחליט על קידום מיזם להקמת מובל בין ים סוף לים המלח. מיזם כזה יאיץ בשלב הראשון את קצב ירידת מפלס ים המלח, ובהמשך, כתלות בהשפעה הצפויה על הים, גם לייצוב המפלס. המיזם שבו משולבת

התפלת מים בהיקף של 200-300 מלמ"ש ויותר, יאפשר השלמת צרכיה של ממלכת ירדן, מעבר לסיפוק צרכיה הדחופים לפי ההסכם החדש (11/2021). ההסכם מתמקד בחילופי מים ואנרגיה מתחדשת, ובמרכזו הספקה של עד 200 מלמ"ש מים מותפלים מהים התיכון לממלכת ירדן, מעבר לכ-100 מלמ"ש מים שפירים המסופקים בפועל כבר היום, והספקת אנרגיה מתחדשת סולארית לישראל.

ב. לפעול לגיבוש הסכם אסטרטגי אזורי בשיתוף מלא עם ממלכת ירדן והקהילה הבין-לאומית, להקמת המובל המשלב את ייצוב מפלס ים המלח עם התפלה מסיבית של מים שיספקו לממלכה. המובל יעבור כולו בשטח ירדן ויוקם מוקדם ככל האפשר תוך נכונות עקרונית של ישראל לשאת בחלק מהעלויות, כפי שיוסכם עם ממלכת ירדן ו"המדינות התורמות".

ג. המובל יתבסס על מתווה RSDSC, מתווה שבו מי ים מים סוף (מי גלם להתפלה) מוזרמים במובל אל ים המלח; התפלה לצורכי ממלכת ירדן תתבצע בקרבה לים המלח ומי הרכז יופנו אל הים. למתווה המשלב התפלה לצורכי ירדן וכן הפקה יחד עם אפשרות אגירה של אנרגיה הידרו-אלקטרית יש חשיבות אסטרטגית אזורית, ויש בה כדי להבטיח את תפעולו הרציף לאורך זמן.

שלבים ולוח זמנים לביצוע

שלב א': הזרמת 400 מלמ"ש; הסכמים עם ממלכת ירדן והקהילה הבין-לאומית, תכנון מפורט, מכרזים לביצוע - 3 שנים; הקמה - 6 שנים; ובחינת ההשלכות על הים - 10 שנים. בסך הכול יימשך שלב א' כ-20 שנים ובסופן יוחלט אם ניתן להרחיב הזרמה לייצוב מפלס;

שלב ב': הגדלת ההזרמה לים המלח ל-750 מלמ"ש; תכנון, מכרזים והקמה - 6 שנים.

משמעויות ועלויות

בתרחיש אופטימי, ייצוב המפלס ניתן לכאורה להשגה סביב שנת 2055 ברום של כ-25-30 מטרים נמוך מהמפלס הנוכחי (~436-), דהיינו ברום של כ-465 מ' מתחת לפני הים (תרשים 7.1). בכל מקרה, יש להביא בחשבון כי ממועד ההחלטה על הקמת המובל ידרשו כ-25-30 שנים עד לייצוב המפלס, וכי כל דחיה לא רק שאין בה תועלת, יש לה עלות גבוהה מבחינת התוצאה; דהיינו, משמעות דחיה היא שתמורת אותן העלויות (ישירות וחיצוניות) רום המפלס שיושג בסופו של דבר יהיה נמוך יותר.

עלות הקמה ותפעול מובל ימים במתווה RSDSC

עלויות כלליות (הקמה ועלויות תפעול במיליוני ש"ח):

סעיף	סכום
עלות הקמת המערך לייצוב מפלס ים המלח - שלב א'	4,143
עלות שדרוג המערך לייצוב מפלס ים המלח - שלב ב'	3,107
סך הכול - עלות הקמת המערך לייצוב מפלס ים המלח	7,250

עלות אקוויוולנטית שנתית :

סעיף	סכום
עלות הקמה - שלב א' של המערך	228
עלות תפעול שנתית - שלב א'	42
הכנסה שנתית בגין עודף "חשמל ירוק"	-11
סך עלות תפעול שנתית - שלב א' של המערך	31
עלות אקוויוולנטית שנתית - שלב א' היוון שנתי של עלויות הקמה ל-30 שנה בתוספת עלויות תפעול	259
עלות הרחבת המערך לשלב ב'	179
עלות תפעול שנתית של המערך הסופי	68
הכנסה שנתית בגין עודף "חשמל ירוק"	-21
עלות תפעול שנתית - שלב ב'	47
עלות אקוויוולנטיות שנתית - חלופה מלאה היוון שנתי של עלויות הקמה של המערך הכולל ל-50 שנה בתוספת עלויות תפעול	303

שלב א' - 259 מיליון ₪ לא כולל מע"מ, מייצג מצב שבו יוחלט באם להתקדם לשלב ב'. ככל שיוחלט ליישם את המיזם לייצוב המפלס על שני שלביו במלואו, תהיה עלותו האקוויוולנטית השנתית 303 מיליון ₪.

חלקה של ישראל במימון העלויות :

הנטל יחולק כפי שיסוכם בין ישראל, ירדן ו"המדינות התורמות".

2. קציר המלח ושימוש תעשייתי בתמלחת הים

רקע והשלכות יישום קציר המלח על המרחב

א. מפעלי ים המלח (מי"ה) שבאגן הדרומי של הים כוללים מערכת תעשייתית כימית רחבה, המבוססת על שימוש בתמלחת ים המלח לייצור סחורות לשוק העולמי (commodities), בעיקר אשלג, ותוצרי ברום ומגנזיום. בבסיס התהליך התעשייתי - שאיבת מים מהאגן הצפוני של ים המלח, הזרמתם לבריכות אידוי באגן הדרומי, השקעת מלחים בבריכות ייעודיות, והזרמת התמלחת המרוכזת הנוותרת חזרה לים המלח. על פי דיווחי מי"ה, בתהליך זה מתאדים כיום מהבריכות כ-160 מלמ"ש. מפעלי ים המלח בישראל ובירדן "תורמים" ישירות לירידה שנתית של כ-0.45 מ' מתוך הירידה השנתית הכוללת, העומדת על כ-1.15 מטר.

- ב. נוסף על כך, התהליך התעשייתי בהיקפו העכשווי נדרש לכ-20-25 מלמ"ש מים בעלי מליחות נמוכה יחסית ואשר אינם רוויים למלח. מים אלה (המוגדרים מליחים ואף מלוחים), המופקים מאקוויפרים רגיונליים ומקומיים ממערב ומדרום מערב לאגן הדרומי, נגרעים בחלקם ממאזן המים של אגן ים המלח. הפקתם המתמשכת, בחלקה על חשבון אוגר חד-פעמי באקוויפרים, גרמה לירידת מפלס מי התהום, לפגיעה במלחות סדום וזוהר ולייבוש מעיינות בשולי האגן הדרומי (כולל כיכר סדום). ראוי לציין שגם חברת מקורות שואבת מים מאקוויפרים אלו ובכך תורמת גם היא לפגיעה הסביבתית כמתואר לעיל.
- ג. הפרישה הרחבה של המערך התעשייתי באגן הדרומי של ים המלח והיקפו הכמותי הופכת אותו לגורם דומיננטי במרחב האגן כולו, המשנה סדרי טבע. תהליך הייצור קושר כיום באופן מלאכותי בין האגן הצפוני והדרומי ויצר תלות של פיתוח התיירות בקיומן של בריכות האידוי התעשייתיות, שלחופן הוקמו המלוונות.
- ד. מדובר בתעשייה רווחית שתועלתה למשק הלאומי רבה, ועצם קיומה והמשכה בטווח הארוך נבחן במסגרת עבודת הצוות לגיבוש המלצות לממשלה לקראת תום תקופת זיכיון ים המלח ב-2030. סביר להניח כי המלצת הוועדה על המשך פעילות המפעלים תאומץ על-ידי הממשלה ותיקבע כהחלטה.
- ה. ההחלטה לבסס את פיתוח מלונאות האזור על שפת בריכה 5 (בריכת אידוי תעשייתית להשקעת מלח בשטח של כ-80 קמ"ר הממוקמת באגן הדרומי) יצרה צורך במהלך לטיפול וסילוק עודפי מלח גדולים³, שיאפשר לשמר את נפח המים בבריכה ללא הגבהת המפלס שעלול לגרום להצפת המלוונות; המהלך המכונה "קציר המלח" מקודם כ"תוכנית תשתית לאומית" (תתל/35) ואשר במסגרתה נקבע, בהחלטת ממשלה מס' 4060, רום מרבי למפלס הבריכה.
- ו. חשוב להדגיש כי קציר מלח היה נדרש בכל מקרה כחלק מהתהליך התעשייתי נטו ולאחר מיצוי פוטנציאל הגבהה של הסוללות; זאת בדומה לקציר המלח המתקיים מזה שנים בבריכות המפעל הירדני APC הסמוכות מעבר לגבול. מדובר במהלך אינטגרלי במערך הייצור שהוא בתחום אחריותה הבלעדית של התעשייה; לולא ההחלטה לבסס את המלונאות במרחב ים המלח על בריכה 5 היה התהליך מתרחש ללא מעורבות ממשלתית (מלבד בקרה) בהיקף ובעיתוי הנגזרים מהצרכים התעשייתיים בלבד.
- ז. מלבד ההיבטים התפעוליים והעלויות של "קציר המלח" שאינם מעניינו של מסמך זה, יש למהלך זה השלכות מרחיקות לכת על ים המלח וסביבתו, החורגות בהרבה מתחומי פעילות הייצור עד כה, ולפיכך מחייבות תשומת לב מיוחדת.
- ח. המלצות המסמך הנוכחי עוסקות רק בהשלכות של התעשייה על מדיניות הפיתוח וההתנהלות במרחב ים המלח תוך הגבלת השאיבה, אך מבלי להפחית את כושר הייצור ביחס לעשור האחרון וזאת בעקבות שדרוג תמלחת הגלם הנשאבת. לפני כארבעה עשורים החלה השקעת מלח ממימיו של הים באגן הצפוני, ובעקבות זאת נפח המים שיש לאדות ונפח המלח שיש לשקע בבריכה 5 בעבור הפקת אשלג בכמות נתונה, קטנים והולכים. הגבלת נפח השאיבה השנתית לנפח שיקבע את היקף הייצור התעשייתי לרמה של

³ מלח בישול, NaCl, שהוא בבחינת טפל שהשקעתו מתמלחת ים המלח בבריכה 5 היא מהלך מקדים ותנאי להמשך האידוי בבריכות יעודיות להשקעת קרנליט הנקצר ומעובד לייצור אשלג.

הממוצע בשני העשורים שחלפו תאפשר לשמר את התעשייה בהיקפה הנוכחי, תוך הקטנת נפח האידוי על ידי המפעלים והפחתה בכמות המלח שיש לקצור ולהסיע להטמנה רחוקה.

- ט. יישום תוכנית הקציר מצוי באי התאמה לעומת לוח הזמנים המשוער שהוצג בתת"ל/35. נכון למועד כתיבת מסמך זה כל המלח הנקצר מתוקף תת"ל/35 מאוחסן בקרבת מקום (סוללות בריכה 5 ובריכה 156). **חשוב לציין כי אף על פי כן, רום המפלס המרבי נשמר.** שוררת אי-ודאות באשר לאופן הקמת מערך הקציר ולנפח המלח שיש לקצור בכל שנה על מנת לשמר את רום המפלס המרבי שנקבע בתת"ל/35. מבין החלופות שהוצגו במהלך הכנת תת"ל/35 טרם נקבע ולא ברור עד היום מה תוואי שינוע המלח ומהלכו בחציית מצרי לינץ', מיקום ואופן הטמנת המלח הקצור והלו"ז המחייב⁴. במקור נאמד נפח המלח השנתי שייקצר ב-16 מלמ"ק, אך בעקבות שדרוג התמלחת הנשאבת ובהנחה של שימור נפח השאיבה לאורך זמן כמומלץ כאן, נפח המלח שיידרש לקציר צפוי לקטון.
- י. לאי-הוודאות יש השלכות ישירות על גיבוש מדיניות סביבתית ודרכי ההתנהלות במרחב, ובכללן מצב שחלקים גדולים ממנו, הכוללים את מצרי לינץ' ומעבר להם צפונה, יתווספו למרחב התעשייתי המופר כיום. לאי ודאות זו מתווספת יוזמה עכשווית של מי"ה (בכותרת "סדום הירוקה") לחזור ולתכנן את הטמנת המלח הקצור בכל שטח מצרי לינץ', מסוללת בריכה 5 ועד מפרץ צאלים בצפון ועליו להקים תחנת כח לייצור חשמל סולארי.
- יא. המהלך כולו מתנהל בצל העובדה שבתוך שנים ספורות (2030) תוקף הזיכיון של מי"ה יפוג, וכי המשך התעשייה הכימית, ככל שיאושר, ייעשה בתנאים שיוגדרו במכרז חדש. מדובר במהלך תעשייתי רחב היקף המקודם בשלבים, ומשליך על הזכיון העתידי שיידרש להשלימו ולהפעילו ברציפות לאורך זמן.

המלצות לממשלה

- א. לקבוע בהקדם עמדה חד-משמעית לגבי המשך התעשייה הכימית בים המלח לאחר תום הזיכיון הנוכחי; ככל שיוחלט על המשכיות, בהתאמה להמלצה של ועדת תום הזיכיון, מתבקש כי יוחל באופן מיידי בגיבוש תנאי המכרז החדש ובהכנתו לביצוע, כך שיהיה אפשר להשלימו במועד שיאפשר המשכיות תפעול רציפה.
- ב. לחייב את מי"ה לקדם את ההסכם הקיים כלשונו, ולחייבם להציג תוכנית מפורטת למערך קציר המלח, כולל מתווה הנדסי, כתב כמויות ולוח זמנים מחייב לביצוע. מתבקש כי התוכנית תידון במסגרת תת"ל/35 במסגרת תקופה קצובה של כשנה; זאת כדי לפזר את אי הוודאות הפוגעת בהתנהלות התכנונית החורגת במידה ניכרת מתחום הפעילות העכשווית, ומתקיימת במרחב רחב ורגיש.
- ג. לחייב את החברה להציג נתונים והערכות מחושבות שנתיות שוטפות, המתייחסות לכמות התוצרים, מאזני המים ונפחי המלח המצטבר בשנה, ועדכונם בהתאמה לשינויים בתמלחת הגלם הנשאבת ולפעילות התעשייתית שנעשית בפועל.
- ד. ליישם את התוכנית המלאה לאחר שתידון ותאושר בוועדה לתשתיות לאומיות, ולקבוע אותה כתקנה מחייבת במסגרת הזיכיון הקיים, וזה החדש שיקודם לפי החלטת הממשלה.

⁴ אי הוודאות קשורה בין השאר לשינויים שחלו בהסתכלות על האזור בעקבות "גילוי" ה"נהר הסודי" וההתייחסות לערכי הטבע הייחודיים שהתגלו במצרי לינץ' ובמפרץ פי-88; בעקבותיהם העלתה הות"ל דרישה למסמך סביבתי אשר לדברי מי"ה גורם לעיכובים בעבודות הכרוכות בתכנון תוואי מיטבי.

- ה. להגביל את שאיבת תמלחת ים המלח המשמשת לייצור התעשייתי לנפחים שאינם עולים על הממוצע בשני העשורים האחרונים, וזאת תוך שימור כושר הייצור הקיים; מהלך הנגזר משדרוג תמלחת הגלם עקב שקיעת מלח מסיבית באגן הצפוני, ואשר יבטיח הגבלה ואף הקטנה של תרומת המפעלים לגירעון המים של הים והפחתה של כמות המלח הנדרשת לסילוק.
- ו. לחייב את התעשייה במכרז העתידי לשלם על השימוש במי ים המלח לפי חישוב מחיר הזרמת מים חלופיים הנדרשים ליצוב המפלס⁵. התשלום, בחזקת היטל הפקה, מבטא את העלויות הנדרשות לשיקום חלקה הישיר של התעשייה בירידת המפלס. על פי הניתוח הכלכלי שנעשה במסגרת עבודה זו, עלות הובלת מים במובל ימים מסתכמת בכ-0.65 ש"ח/מ"ק. תשלום זה, המבטא את המחיר הנדרש לשיקום הנזקים הישירים (חלקה של התעשייה בירידת מפלס ים המלח), יתווסף לתמלוגים המשולמים בעבור ניצול חומר גלם מתכלה. חיוב על השימוש במים יכלול גם תשלום בעבור השימוש במי התהום כמקובל, המביא בחשבון את הפגיעה במלחות ובמעיינות באגן הדרומי (כולל כיכר סדום), שמקורה בעצם השאיבה ובהרמת מפלס בריכה 5.
- ז. לסמן את תשלום המפעלים תמורת המים כמקור תקציבי למימון השתתפות ישראל במיזם לייצוב מפלס ים המלח. גביית תשלום על המים יפנים חלק מהעלות הסביבתית וישמש כמנוף לשינוי מצבו של הים ולריסון הידרדרותו המתמשכת.
- ח. להתניע עבודה בין-משרדית לפיתוח חלופות תעסוקתיות לתעשייה בים המלח; תעשייה הנשענת על משאב טבע הולך ונעלם ותורמת להידרדרותו. לכן מוצע לבחון גיוון תעסוקתי במרחב בר קיימה, כהיערכות ליום שבו התעשייה בתצורתה העכשווית תחדל מלהתקיים.

3. החייאת הירדן

רקע וחשיבות החייאת הזרימה בירדן

- א. השאיבות המצטברות במעלה הירדן והכינרת, בירמוך ובנחלים שהתנקזו אל הירדן משנות ה-60 ועד היום, הביאו לידי הפחתת הזרימות בנהר מכ-1,000-1,500 מלמ"ש לכ-100 מלמ"ש, פחות מ-7%-10% מהזרימה הטבעית. בחלקים התחתונים של הירדן זורמים מים מעטים ומליחים, והנוף והאקולוגיה של הנהר וסביבתו ("גאון הירדן") נפגעו והשתנו ללא הכר.
- ב. נהר הירדן בחלקו הדרומי הוא מרכיב מרכזי באגן ים המלח, ושיקומו משתלב במאמץ המוצע להעצים את אגן ים המלח ולשקם את מעמדו כמשאב בעל חשיבות עולמית.

⁵ החלת ההמלצות הנוגעות לתשלום המפנים עלויות סביבתיות במסגרת הזיכיון הקיים מחייבת התייחסות מיוחדת, ומותנית בהיבטים משפטיים ובהסדרים חוזיים נגזרים. ההמלצות, הנגזרות מניסיון מצטבר במהלך עשרות שנות פעילות תעשייתית אינטנסיבית, שמשמעותו הסביבתית לא הייתה ידועה, או לפחות לא הובאה בחשבון בחוזים שנקבעו לפני עשרות שנים בהקשר לזיכיון העכשווי (בתוקף עד 2030) וגלגולו מימי חברה ממשלתית, דרך "חוק אייזנברג" (חוק זכיון ים המלח, תשכ"א 1961, על תיקונו) למי"ה של היום.

- ג. להחייאת הירדן לכשעצמה, וכחלק ממרחב ים המלח, יש חשיבות ערכית וטמון בה פוטנציאל כלכלי רב. שיקום הזרימות, הנוף והאקולוגיה של הנהר הם מסד לפיתוח צליינות בהיקפים גדולים פי כמה מהיום וכן תיירות פנים וחוף ומטיילים יומיים. פיתוח האזור כולל שדרוג של אתרי הטבילה, פיתוח אזורי רחצה ונופש והקמת יחידות אירוח כפרי לרווחת המבקרים במקום.
- ד. במענה למצוקת המים באגן הכינרת-בית שאן מקדמת רשות המים את חיבורו של האגן למערכת הארצית. המהלך כולל תגבור התפלה בגליל המערבי עד 200 מלמ"ש, שילוב הכינרת כמאגר אסטרטגי והזרמה מוגבלת של עד 40 מלמ"ש בירדן בקטע שבין הכינרת לבית שאן בלבד.
- ה. מוצע להוסיף הזרמה של כ-100 מלמ"ש בנהר הירדן בקטע שבין בית שאן בואכה ים המלח; הירדן הוא נהר משותף לישראל ולירדן, ובעל זיקה לרשות הפלסטינית, ולפיכך קידום המהלך מותנה בשת"פ אזורי.
- ו. הזרמת מים נוספים בנהר הירדן לצורך החייאתו לא נכללת במאזן המים הנדרשים לייצוב המפלס; מוצע להקצות מים אלה לשימוש חקלאי מקומי ירדני ופלסטיני באמצעות תפיסת המים במורד לפני השפך אל ים המלח. גישה זו תסייע להצלחת המיזם.

המלצות לממשלה

- א. הקצאת תקציב וקידום מהלכים להזרמת 100 מלמ"ש מים שפירים בערוץ הירדן התחתון שמקורם במערכת הארצית. המהלך יבוסס על הסכמות עם ממלכת ירדן והרשות הפלסטינית, בצד מאמץ לגיוס "מדינות תורמות" למתן חסות ושותפות במימון המהלך שיש לו משמעות סביבתית, חברתית, דתית ופוליטית חוצת גבולות.
- ב. יצירת מתווה מוסכם עם השותפות במתכונת של "רשות נחל" לניהול ולתחזוקת מערכת הנחל וסביבתו, כולל יעדים, שימושים והקצאות מים. מוצע שהמים הנוספים שיוזרמו בנהר הירדן יאוגמו מצפון לים המלח טרם כניסתם לים, ויוקצו לשימוש חקלאי מקומי ירדני ופלסטיני כמחווה להצלחת המיזם.
- ג. קידום תוכניות לשיקום אקולוגי של נהר הירדן, פיתוח אתרי תיירות ונופש לאורכו, שיקום ופיתוח אתר הטבילה לקליטת היקף נרחב יותר של תיירים, פיתוח מקומות אכסון תיירותי ביישובים, הכשרת מסלולי טיולים הקושרים בין גאון הירדן לאתרי מורשת בבקעת הירדן, מצפורים ומרכזי צפרות, גשרים וקשרים עם אתרי התיירות בגדה המזרחית.

תועלות ועלויות מהחייאת הירדן

- א. עלות אקוויוולנטית שנתית - 313⁶ מיליוני ₪.
- ב. תועלת שנתית נטו - 370 מיליוני ₪.
- ג. התועלת, בחישוב שנתי, מאזנת בקירוב את העלות האקוויוולנטית השנתית ואולי אף עולה עליה.

⁶ היוון עלויות הקמה ל-50 שנה בתוספת עלויות תפעול, עלויות חיצוניות ועלויות התפלה

4. הבטחת רציפות תפקודית של כביש 90

רקע וחשיבות ההתמודדות עם כשלים הנדסיים בכביש 90

- א. כביש 90 הוא עורק תחבורה חיוני באזור ים המלח וקיומו עומד בבסיס מרקם החיים וההתנהלות באזור. שימורו של תוואי הכביש כדרך נופית המשתלבת במרקם הסביבתי, חיוני להעצמת ייחודיות האזור.
- ב. שיטפונות החורף חוסמים את הכביש למשך שעות ולפעמים למשך יום-יומיים.
- ג. התחתרות נחלים במישור החוף של ים המלח בתגובה לירידת מפלס הים, התעמקותם והתרחבותם, פוגעת בתשתיות הכביש עצמו ובקווי תשתית שהוקמו לאורכו. נזקים קשים נגרמו לכביש בעשורים האחרונים עקב התחתרות נחלים.
- ד. בולענים נפערו במקטע עין גדי, הכביש קרס והוסט לתוואי עוקף בולענים המשודרג בעצם הימים האלה. יתר קטעי כביש 90 לא עוברים באזורי בולענים, אבל בכמה קטעים ייתכנו השפעות שוליים, כמו שקיעות קרקע.
- ה. תהליכי התחתרות והתרחבות הנחלים יימשכו שנים רבות גם לאחר ייצוב מפלס ים המלח, ככל שיתממש, וזאת בשל ההפרה העמוקה של המערכת הטבעית והוצאתה משיווי משקל, והזמן הרב שיידרש להשבתה לאיזון.
- ו. המאמצים להבטחת רציפות תפקודית של הכביש הם משימה מתמשכת ומאתגרת המתנהלת במערכת דינמית של התחתרות נחלים, מערכת הניתנת לחיזוי לפרקי זמן של עד עשור או שניים לכל היותר.
- ז. ההתמודדות המתחייבת מהתנאים המיוחדים כוללת **כמקשה אחת** שדרוג, בנייה ותחזוקה של מתקני כביש (מעבירי מים או גשרים) והגנה עליהם באמצעות מתקני הגנה במורד הנחלים, בהתאם לתנאים המתפתחים בכל ערוץ. הקמת מתקני הכביש היא השקעה חד-פעמית, ואילו הקמה ותחזוקה של ההגנות היא עבודה מתמשכת ותנאי להגנה של מתקני הכביש מסחיפה. מתקני הגנה מתווספים עם השנים בהתאם לירידת מפלס הים ולקצב ואופי התחתרות הערוצים במורד; פיגור בהתקנת ההגנות גורר קריסת מתקני כביש שעלויות שיקומם או הקמתם מחדש גבוהות פי כמה מעלות התקנת ההגנות.
- ח. במסגרת ההתמודדות מוצגת גם חלופה הכוללת גישור נרחב שעלותה בהתאם, והיא באה לענות לדרישת מוא"ז תמר לרציפות תחבורתית מלאה גם באירועי שיטפונות חריגים. קבלת החלטה בנדון מותנית בבחינת ההוצאות הנגזרות מהתמודדות בכלים מקובלים, תוך השוואה ותעדוף אל מול פרויקטים תחבורתיים/סביבתיים אחרים, ועל בסיס תקציבי המשרדים הרלוונטיים.

המלצות לממשלה

- א. אימוץ תפיסה תכנונית הרואה בכביש 90 במקטע שבין צומת הלידו לצומת הערבה, דרך נופית (בשונה מדרך ארצית חוצה) ונדבך מרכזי בהעצמת אגן ים המלח כמשאב בר קיימה, שתפקודו מהווה תנאי חיוני להבטחת מרקם החיים באזור ובסיס לפיתוח התיירות במרחב.
- ב. קידום ותקצוב האמצעים הנדרשים להתמודדות המתחייבת מהתנאים המיוחדים, הכוללים **כמקשה אחת** שדרוג, בנייה ותחזוקה של מעבירי מים וגשרים והגנה מתמשכת עליהם באמצעות מתקני הגנה במורד הנחלים.
- ג. שדרוג תשתיות הכביש בקטעים נדרשים כך שיעמדו בתקני הבטיחות ובנפחי התנועה הנדרשים.

ד. הקמת מצפורים ואתרי חנייה מוסדרים לאורך הכביש ומוקדי היסעיות (שאטלים) לחופים ולאיתרי טיול ותיירות קיימים ומוצעים.

עלויות

ניתן לפתח את הפתרונות לכביש 90 בשלבים. במסגרת ההתמודדות מוצגת גם חלופה הכוללת גישור נרחב ועלותה בהתאם, שנועדה לענות לדרישת מוא"ז תמר לרציפות תחבורתית מלאה גם באירועי שיטפונות חריגים. קבלת החלטה בנדון מותנית בבחינת ההוצאות הנגזרות מההתמודדות בכלים מקובלים, תוך השוואה ותעדוף אל מול פרויקטים תחבורתיים/סביבתיים אחרים ועל בסיס תקציבי המשרדים הרלוונטיים.

תקציב ללא גשרים - הקמה ותחזוקה של מתקני הגנה ומעבירי מים בנחלים הראשיים :

א. 2021 עד 2025 : 23 מיליוני ₪.

ב. 2025 עד 2030 : 150 מיליוני ₪.

ג. 2030 עד 2040 : 90 מיליוני ₪.

סה"כ עד 2040 כ-263 מיליוני ₪, ועוד כ-290 מיליוני ₪ עד 2070.

תוספת תקציב אם יוחלט להקים גשרים בנחלים דוד וערוגות, ואולי גם קדם וצאלים (אם יוחלט להקים גשרים יש להפחית מתקציב מעבירי המים את העלויות של הנחלים שעליהם יוקמו גשרים) :

א. 2021 עד 2025, גשרים על הנחלים דוד וערוגות - 262 מיליוני ₪.

ב. 2025 עד 2030, גשרים על הנחלים קדם וצאלים - 299 מיליוני ₪.

ג. 2030 עד 2040, תחזוקת הגשרים - 1.5 מיליוני ₪.

סה"כ עד 2040 כ-563 מיליוני ₪.

בנוסף יש צורך בתקציב הנאמד ע"י נת"י ב- 417 מיליוני ₪ לצורך שדרוג קטעי כביש, מעבירי מים וניקוז לאורך ערוצי נחל משניים החוצים את כביש 90.

5. פיתוח התיישבות, תיירות וחקלאות

רקע ותפקיד ההתיישבות בפיתוח המרחב

א. באזור ים המלח שתי מועצות אזוריות (מוא"ז) - תמר ומגילות. המועצות מקדמות בימים אלה תוכניות אב, כל אחת בתחומה.

ב. בתחום מוא"ז תמר 6 יישובים שבהם כ-1,400 תושבים ותחזית פיתוח של כ-1,800 תושבים. במוא"ז מגילות 8 יישובים שבהם כ-2,000 תושבים ותחזית פיתוח של כ-18,000 תושבים. התושבים מתפרנסים בעיקר מתיירות, חקלאות ומקצועות חופשיים.

ג. החקלאות היא ענף תעסוקה מרכזי לרבים מתושבי האזור; שטחי החקלאות המעובדים בסיוע עובדים זרים רבים, משתרעים על כ-22,000 דונם וכוללים בעיקר תמרים וכן גידולי שדה.

- ד. אתרי הביקור המרכזיים הם שמורות עין פשחה, נחל דוד ונחל ערוגות, מצדה וקומראן. מסלולי טיול נוספים הם במדבר יהודה ולחופי ים המלח.
- ה. עיקר המלונאות באזור מتركזת במוא"ז תמר, במתחמי המלונות בעין בוקק ובנווה זוהר, המיועדים להתחבר למתחם רציף לחוף בריכה 5 ואשר לאורכו הוכשרו חופים ע"י החברה להגנות ים המלח.
- ו. הגישה לחוף הים באגן הצפוני בעייתית בשל ירידת המפלס והמרחק והפרש הגובה בין כביש 90 וקו המים, ומסוכנת עקב בולענים שנפערים בין הכביש לחוף הים. באגן הצפוני, בסמוך לקליה, הוכשרו ומתוחזקים שלושה חופים פרטיים בתשלום. במרכז ובדרום הים נסגרו חוף מינרל וחוף עין גדי בשל התפתחות בולענים. אתר המרחצאות החמים של קיבוץ עין גדי עם הגישה שלו לים נסגר לאחרונה ופתיחתו המחודשת נמצאת כיום בדיונים בין קיבוץ עין גדי למועצה האזורית.
- ז. ירידת מפלס ים המלח ונסיגת קו החוף מלווה בתופעות טבע ייחודיות העשויות להיות - בתכנון, בפיתוח ובניהול מתאימים - אטרקציה תיירותית ברמה בין-לאומית.
- ח. דיונים והקצאות מימון בפועל לפיתוח התיישבות, תיירות, וחקלאות מתקיימים באופן שוטף ובמסגרת מיזמים המתוקצבים באמצעות משרדי ממשלה, ובראשם משרד החקלאות, התיירות והתחבורה וכן המנהל האזרחי, בתוספת תקצובים מיוחדים הנגזרים מהחלטות ממשלה המתמקדות באזור (דוגמת החלטה 3742 והחלטות קודמות).

המלצות לממשלה

- א. לפעול למיזוג תוכניות האב של שתי המועצות האזוריות לתוכנית כוללת חוצה גבולות, שיוטמעו בה עקרונות תכנון אחידים בדגש על הימנעות מהקמת יישובים חדשים, ופיתוח מתון וצמוד דופן ליישובים קיימים בלבד וחיזוק שלהם.
- ב. להורות על מיקוד הפיתוח סביב אתרים וצירי תשתיות קיימים כך שמרבית השטח יישמר כמרחב אל-געת, שמתקיימים בו מגוון הביולוגי ונופים ייחודיים.
- ג. להתוות קווים לתכנון מושכל של פיתוח האזור כך שלא ייפגע המרקם הייחודי של אגן ים המלח, שהוא מוקד תיירות בין-לאומי. מיקוד והרחבת מרכזי המלונות באגן הדרומי ופיתוח מוקדי אירוח כפריים, בהיקף מתון, בצמוד ליישובים באגן הצפוני. לפתח מיזמים לבנייה ירוקה וחסכונית באנרגיה, תוך ניצול מיטבי של אנרגיה סולארית בשטחים מבונים.
- ד. להקים את מיזם "השער הצפוני לים המלח" בשולי האגן, בסמוך ליישוב אלמוג; וכן לתכנן ולהקים מופע "השער הדרומי של ים המלח" בכניסה לנחל חימר סמוך לצומת נווה זוהר (כביש 90 וכביש 31) ולאתר תמרית.
- ה. לפתח חופי רחצה ציבוריים ומסלולי טיול באתרים ייחודיים בחופי האגן הצפוני. החופים יהיו ערוכים לנסיגה מתמשכת של קו החוף, מגרשי חנייה יוכשרו לאורך כביש 90 ומהם יופעלו מערכי היסעיות (שאטלים) בדרך בטוחה חוצה אזורי בולענים ומלווה בניטור צמוד. הקמת פארק בולענים, רשת שבילים מיוצבים, ושורת מצפורים בנופים קיימים, מתפתחים וחדשים, המלווים את השינויים המתרחשים לאורך החופים. הפיתוח ברצועת החוף יהיה כפוף לתנאים בטיחותיים מחמירים, להדרכה צמודה ולכיסוי ביטוחי כנדרש.
- ו. לפתח מערך שיט ונתיבים עם אפשרות שיט מזרחה, לעבר ממלכת ירדן. מדובר בפיתוח מאתגר בגלל ירידת המפלס המהירה והמתמשכת, והמליחות הגבוהה של מי הים הפוגעת בכלי השיט.

- ז. לפתח מיזם תיירותי בכיכר סדום באגן הדרומי של ים המלח. הפיתוח יהיה מותאם לתנאי האקלים והסביבה תוך התייחסות לנתיב נחל הערבה, למלחת סדום, לבריכות המלח הגובלות מצפון ולגבול עם ירדן הגובל ממזרח.
- ח. לפעול להסכמה בין-לאומית להקמת מעברי גבול פעילים בגשר עבדאללה ובכיכר סדום, שיאפשרו שילוב בין תיירות בים המלח עם אתרי תיירות ייחודיים בירדן: פטרה, כרך, קניוני אדום ומואב ועוד.
- ט. לפתח את החקלאות באופן מבוקר בתיאום עם התוכניות הכוללניות של המועצות האזוריות, תוך ניצול היתרונות האקלימיים והתאמתם לנוף ולסביבה; בין השאר יש לאתר בהקדם שטחי חקלאות נוספים ליישובי כיכר סדום ועין גדי.

עלויות

להמשיך ולעבות את הקצאת התקציבים לפיתוח ההתיישבות החקלאות והתיירות, חופי רחצה ציבוריים ומסלולי טיול.

6. אקולוגיה ושמירה על ערכי הטבע

רקע ומרכיבים במרחב האקולוגי

- א. **מסדרונות אקולוגיים:** סביבת ים המלח רוויה שטחים טבעיים וערכים אקולוגיים מגוונים הנחלקים לצירים אורכיים מרכזיים, **ציר מישור החוף וציר מצוק מדבר יהודה**. לשני הצירים יש חשיבות אקולוגית כבתי גידול ייחודיים - מגוון רחב של מיני צמחים ובעלי חיים המתפרשים לאורך מסדרון אקולוגי ארצי, המקשר בין האקולוגיה של הדרום לצפון ושל המזרח למערב. מגמות הפיתוח ובמרכזן בינוי והרחבת תשתיות אורך, כמו מבנים, כבישים, תעלת הזנה ומסוע מלח, מחייבים נקיטת צעדים לשמירה על תפקודם התקין של מסדרונות אלה.
- ב. **מעיינות ים המלח (קנה סמר ועיינות צוקים)** ניזונים מאקוויפר החר המזרחי. לא ברור אם שאיבת המים במעלה כבר פוגעת בשפיעות, אך לאורך זמן יש לצפות שהן תיפגענה. שינויים בשפיעת המעיינות ומיקומם בתגובה לירידה המתמשכת במפלס הים, פוגעת במערכות האקולוגיות הנשענות על המעיינות. נביעת המעיינות נודדת לאורך השנים ובתי גידול שנשענו על הנביעות במקומם המקורי נדדו, כולל המינים הייחודיים שבהם. בד בבד נקטה רשות הטבע והגנים אמצעים לשמירת האקולוגיה על ידי יצירת תנאים התואמים את נדידת מקורות המים, אך עדיין נשקפת סכנה לעתיד השמורה על מקווי המים והאקולוגיה הייחודית שלה. שמירת המרחב האקולוגי הייחודי בנאות החוף מחייבת נקיטת צעדים ברמת ממשק מקומית ובהיבט התכנוני, ובמרכזו התאמת גבול השמורות בהתאם לתחזית נדידת המעיינות, כך שיהיה אפשר להגן על בתי הגידול ולמנוע את אובדנם.
- ג. **הגנה על מניפות הסחף** במוצא הנחלים הגדולים מקניוני המדבר אל מישור חוף ים המלח. פיתוח על המניפות פוגע במרקם הטבעי שלהן. היישוב אבנת הוקם על מניפת נחל קדרון; היישוב מצפה שלם על מניפת נחל דרגה; קיבוץ עין גדי על מניפת נחל ערוגות.

ד. **מלחת זוהר ומלחת סדום:** תהליכי פיתוח מואצים וירידת מפלסי מי התהום בעקבות שאיבות יתר פגעו בנביעות ובמרקם הטבעי של מלחת זוהר ומלחת סדום. כיום רק כ-10% משטח הכולל נשמר כבית גידול טבעי.

המלצות לממשלה

ההמלצות שלהלן נועדו לענות על איומים על שמורות קיימות ועל שטחים ערכיים שאינם שמורות וראוי לשמרים. קידומן של ההמלצות וגיבוש מהלכים לביצוע ייעשו בתיאום עם המועצות האזוריות ובמסגרת התוכניות הכוללניות שהן מקדמות.

- א. גיבוש הנחיות לניהול משק המים של אקוויפר ההר המזרחי, שיבטיח שימור מעיינות מדבר יהודה וים המלח וימנע פגיעה אנושה במערכות האקולוגיות הנשענות עליהם.
- ב. כניסה לתוקף של ההכרזה על שמורת טבע בנחל אוג,⁷ במרחב המגשר בין מצוק ההעתקים בדרום לאזור נחל פרת וערבות יריחו בצפון; זאת כדי ליצור מסדרונות אקולוגיים המחברים בין המרחב המקומי למערכת הארצית.
- ג. להגן בתוכניות מקומיות על מסדרונות אקולוגיים רציפים, כולל הרחבה מתמשכת של המסדרונות מזרחה בעקבות ירידת המפלס ונסיגת קו המים.
- ד. עיגון בתוכניות של מעברים רציפים, בלתי מופרים ברוחב של 1 ק"מ לפחות, בצווארי הבקבוק, לצד כבישים וצירי אורך תעשייתיים, יישובים וכו'.
- ה. להכריז על שמורת טבע במניפות צאלים-חבר, שמעמדן כיום שמורת טבע מוצעת.
- ו. להכין תוכניות מפורטות לשימור חלקים ייחודיים במניפות הסחף ובחופי האגן הצפוני והדרומי, שיגנו על בתי גידול ייחודיים ועל המגוון הביולוגי. התוכניות יכללו הקצאת שטחים בעלי חשיבות וערכיות גבוהות והפיכתם לשמורות.
- ז. להתאים את גבולות שמורות הטבע עינות צוקים וסמר-קנה לשינויים המתפתחים במיקום הנביעות בעקבות ירידת המפלס ונסיגת קו המים, ולאפשר לרשות הטבע והגנים להגן על רצועת הים הנסוג מפני שימושים אשר עלולים לסכל מטרות אלה.
- ח. להרחיב את שמורת הטבע המוצעת "רמת מזר" ולכלול בה את מלחת סדום.
- ט. להרחיב את שמורת הטבע המוצעת "נחלי לוט וחומר" ולכלול בה את מלחת זוהר.
- י. לפתח את אתר "אגם הברבורים" כאתר תיירות ומוקד לבילוי ולהסברה על האזור.
- יא. בניית מעבר אקולוגי מעל כביש 1 באזור צומת נבי מוסא ובאזור צומת בית הערבה.
- יב. העתקת מינים בסכנת הכחדה ומינים אנדמיים המצויים באזורים המיועדים לפיתוח אל אזורים מוגנים סטטוטורית, תוך ניהול ממשק מקומי לשימור ושיקום בתי גידול ייחודיים.
- יג. איתור שטחים חיוניים לשמירה על נאות החוף הנמצאים בשימוש חקלאי ויצירת מנגנון ניווד לטובת שמורות הטבע, בתמורה לשטחים פחות ערכיים מבחינה אקולוגית.

⁷ השמורה הוכרזה בצו אלוף בתאריך 31.03.22.



- יד. להכין תוכנית פעולה בכל מועצה אזורית לשיקום שטחים מופרים, פינוי פסולת חקלאית ומפגעי חציבה בחופי ים המלח.
- טו. מזעור ההשלכות האקולוגיות מהקמת מתקני הגנה על כביש 90; אישור תוכניות להקמת הגנות על הכביש ילוו בתסקיר סביבתי שינתח את המצב האקולוגי באזור המתקן, לרבות קישוריות מזרח-מערב וצפון-דרום. הקמתם תותנה במזעור מפגעים אקולוגיים וסביבתיים, לרבות מהלכי שיקום נדרשים.

עלויות

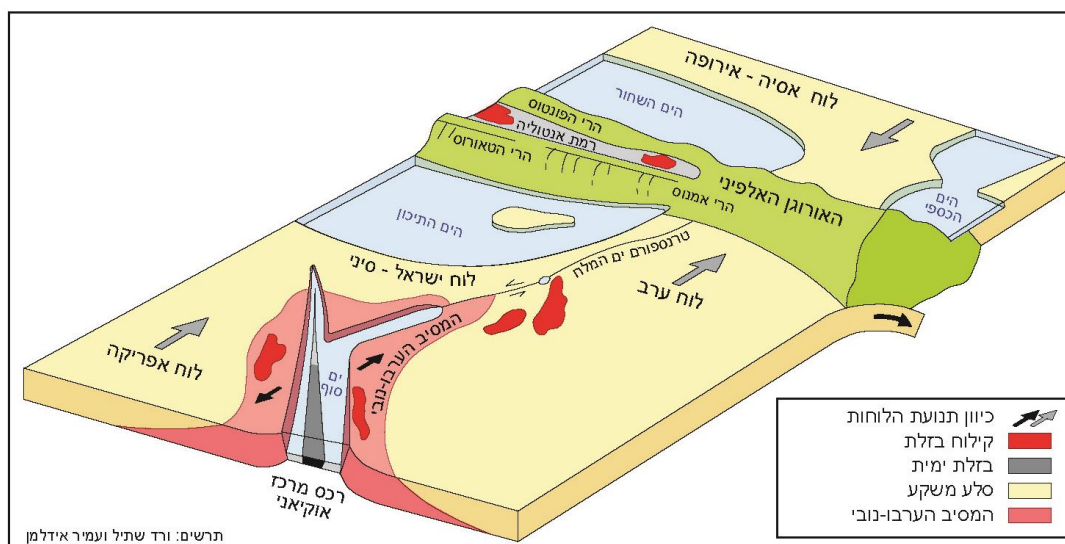
- א. שיקום מעיינות החוף - 1 מיליון ₪ בשנה.
- ב. שיקום מלחות - 3.6 מיליון ₪ בשנה.
- ג. ממשק צומח ייחודי - 0.25 מיליון ₪ בשנה.
- ד. ניטור מינים ייחודיים - 0.75 מיליון ₪ בשנה.

חלק ב': מסמך המדיניות

1. מבוא

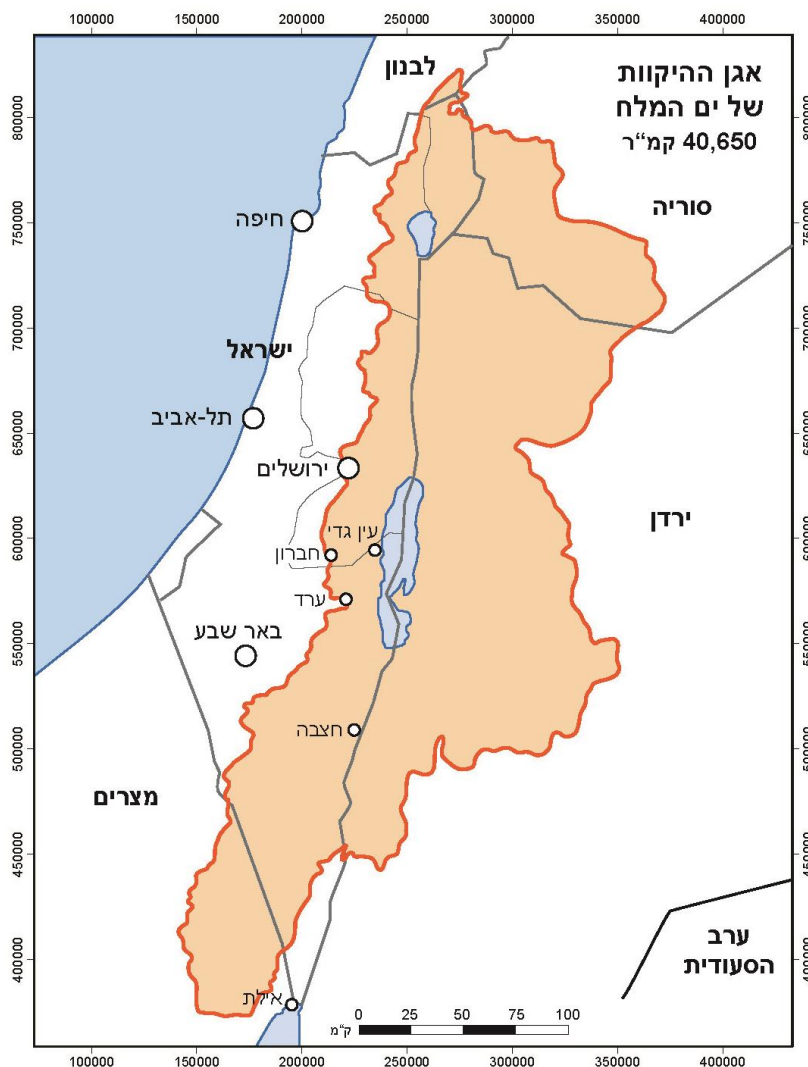
רקע כללי

מסמך המדיניות ארוכת הטווח לעתיד ים המלח מתייחס למרחב המשתרע בין מצוק ההעתקים במערב לים המלח במזרח ומצומת קליה בצפון ועד צומת הערבה בדרום, בדגש על האגן הצפוני כולל מצרי לינץ'. המרחב הנדון הוא חלק מבקע ים המלח הנמשך מאפריקה ועד טורקיה וחוצה את ישראל מאילת ועד קריית שמונה. הבקע המתפתח לאורך מערכת העתקה רגיונלית המכונה Dead Sea Transform, שוכן בין שני לוחות טקטוניים הנעים אחד כנגד השני בתנועה אופקית שמאלית. מדובר בשקע גיאומורפולוגי מאורך הפעיל טקטונית וסייסמית ובו כמה אגנים עמוקים; אגן ים המלח הוא העמוק שבהם והוא גם המקום הנמוך ביותר בעולם (תרשים 1.1).



תרשים 1.1: טרנספורם ים המלח מקשר בין אזור המתיחה הטקטונית בים סוף לבין האורוגן האלפיני

אגן הניקוז של ים המלח המשתרע מסיני בדרום ועד ללבנון וסוריה בצפון (תרשים 1.2) מהווה אלמנט ייחודי, דומיננטי ומעצב נוף במרחב כולו. פרשת המים הארצית מפרידה במערב בין אגן הניקוז של ים המלח לאגן הניקוז של הים התיכון. בדרום מפרידה פרשת מים בין האגן של ים המלח לאגן של מפרץ אילת. אגן הניקוז של ים המלח כולל שני מרחבים אקלימיים, המרחב המדברי, שבו כמות המשקעים פחותה מ-200 מ"מ בשנה, והמרחב הים תיכוני, ובו משקעים שבין 200 ל-1,000 מ"מ בשנה, ויותר. מדובר במרחבים אקלימיים שונים זה מזה במידה ניכרת, אשר הגבול ביניהם השתנה בעבר וצפוי להשתנות גם בעתיד.



תרשים 1.2: אגן הניקוז של ים המלח המשתרע מסיני בדרום ועד ללבנון וסוריה בצפון

ים המלח מחולק לשני אגנים: אגן צפוני, שבו עומק המים מגיע כיום לכ-290 מטר ורום קרקעית של כ-730 מטר מתחת לגובה פני הים (730- מ'), ואגן דרומי, המוצף כיום בחלקו באופן מלאכותי ואשר באמצע המאה הקודמת עומק המים בו היה מטרים ספורים. האגן הדרומי התייבש בעבר כל אימת שתקופות דלות משקעים פקדו את האזור ומפלס הים ירד אל מתחת לרום של כ-400 מ', גובה הסף שבין האגן הצפוני והדרומי (מצרי לינץ', ממערב ללשון). לעומת זאת, בתקופות גשומות, למשל בסוף המאה ה-19 וראשית המאה ה-20, עלה מפלס הים והציף את האגן הדרומי. מבנה זה של האגן, שבו האגן הדרומי הוא מעין פשט הצפה לצפוני, ריסן ומיתן את שינויי המפלס בתגובה לכניסות מים משתנות במהלך הזמן, תוך כדי שימור מאוזן המים; בתקופות שפל, ירידה קטנה במפלס המים הקטינה במידה רבה את שטחי האידוי, ואילו בתקופות של גאות, עלייה קטנה במפלס גרמה להצפה נרחבת ולהגדלה ממשית של שטחי האידוי.

במהלך העשורים האחרונים אגן ים המלח משתנה במידה ניכרת בעקבות התערבות אנושית מסיבית במרחב האגן; התערבות המתבטאת בגריעת מרבית המים השפירים שהתנקזו בעבר לאגם, ובהגדלת שטחי האידוי ע"י התעשייה הכימית הנשענת על ניצול מי האגם. עקב כך מפלס ים המלח יורד בקצב חסר תקדים ובעקבותיו נגרמים ומואצים תהליכים הפוגעים בו ובסביבתו, מסכנים תשתיות ומקשים את ההתנהלות ברצועת החוף ובסביבתה. **ירידת המפלס המתמשכת והתהליכים הנלווים אליה מקנים למרחב דימוי של אזור מוכה אסון.**

מטרת המסמך

מסמך המדיניות מציג ניתוח של אגן ים המלח בהווה, ותחזית לעתיד האזור עד שנת היעד (2070) בשני תרחישי קיצון:

עסקים כרגיל - המשך השאיבה של המים המתנקזים לאגן ע"י ישראל, ירדן וסוריה, והמשך שאיבת תמלחת ים המלח ע"י המפעלים הישראליים והירדניים; בתרחיש זה, ללא התערבות במאזן המים הגירעוני, מפלס הים עד שנת היעד (2070) ירד עוד בכ-60 מטר ושטחו יצטמצם בכ-15% נוספים.

ייצוב המפלס - הזרמה שנתית של כ-750 מיליון מ"ק בשנה (מלמ"ש) במובל מים סוף אל ים המלח, שתביא לידי ייצוב מפלס הים מוקדם ככל האפשר; זאת מתוך הבנה כי הבסיס העקרוני של ההתערבות לייצוב המפלס איננו צפוי להשתנות מהותית, לא מבחינת היקפו ושלבי ביצועו ולא מבחינת עלותו; לפיכך משמעות דחיית הכרעה והיערכות לביצוע היא שתמורת אותן העלויות, רום המפלס שיושג בסופו של דבר יהיה נמוך יותר.

למסמך המדיניות שלוש מטרות:

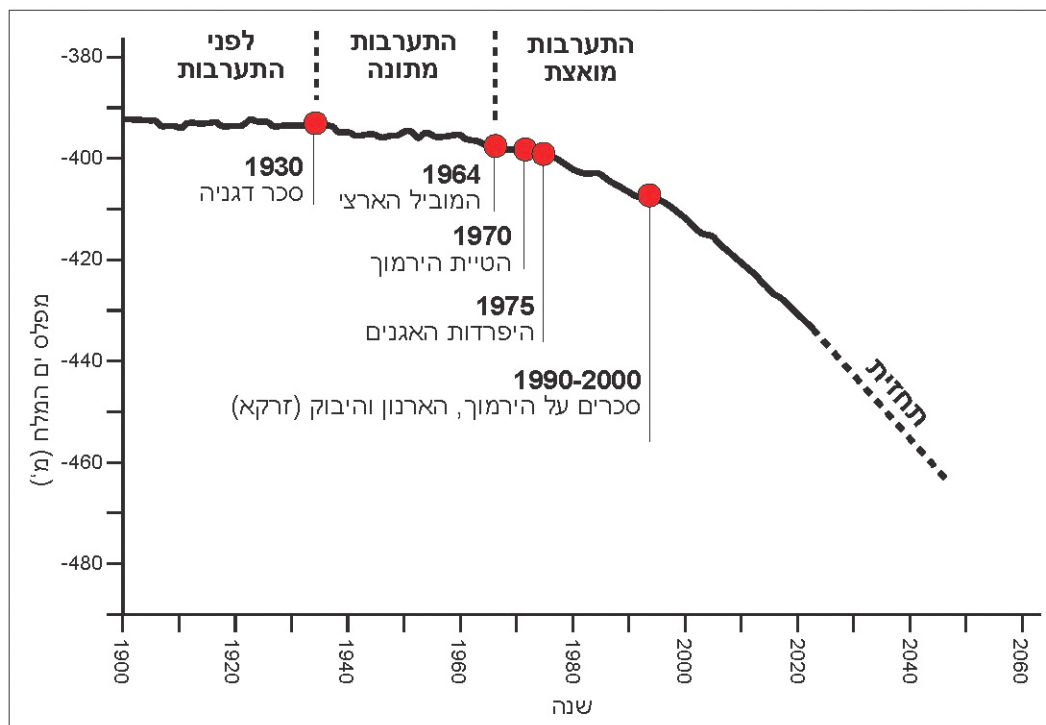
- א. סקירת התהליכים המתרחשים באגן בעקבות הירידה המהירה והמצטברת במפלס ים המלח והצגת משמעותם.
- ב. הצגה והצפה של מאפייניו הייחודיים של האגן וחשיבותם.
- ג. התוויית חזון והתנהלות, כולל הערכת העלויות הנדרשות כדי למצות ולהעצים את הפוטנציאל הגלום באזור ים המלח לצד השינויים המתחוללים בו.

הצורך בהכנת המסמך וחשיבותו מתעוררים על רקע ירידת המפלס המתמשכת של ים המלח (תרשים 1.4) והתהליכים הנגזרים משינוי זה, שהבולטים בהם חשיפת משטחי בוץ גדולים עם נסיגת קו המים מזרחה ודרומה, התפתחות בולענים והתחתרות נחלים. ירידת המפלס המתמשכת גוררת בעקבותיה תופעות טבע ונוף ייחודיות בקנה מידה עולמי, אשר אין כמותן בעולם והן בעלות פוטנציאל תיירותי שטרם מוצה. המסמך בא להדגיש כי מדובר באגם ייחודי שאין שני לו בעולם, ואשר עצם נוכחותו על רקע נופי המדבר מהווה גורם משיכה לאגן כולו. משכך, ראוי לתכנן ולנהל את מרחב האגן כולו, מחופי הים ועד ראש צוקי מדבר יהודה. זאת מתוך תפישה כוללת ועקרונות של תכנון בר קיימה, ומתוך הכרה כי מדובר במרחב בעל חשיבות לאומית ובין-לאומית ראשונה במעלה. המסמך אינו עוסק בפרטי התכנון, אלא מציב עקרונות שעל פיהם מוצע לתכנן את עתיד האזור אף מעבר לשנת 2070, שנת היעד של המסמך.

השאיפה להחזיר את המצב לקדמותו, לחדש את הזרימות לאגן בירדן ובנחלי הצד ולהחזיר את המפלס וקו החוף של ים המלח לימים של מחצית המאה הקודמת, היא חלום של רבים בישראל ובעולם, כולל עורכי מסמך זה והשותפים להכנתו. אולם אי אפשר להחזיר את הגלגל לאחור, יש להכיר במציאות ולהתנהל מולה. **הצעה**

לפצות על גירעון המים הגדול באמצעות מים שפירים באזור גיאוגרפי המאופיין במחסור חמור במים, שיילך ויחריף עם הגידול באוכלוסייה ושינויי האקלים, כרוכה בעלויות כלכליות, חברתיות וסביבתיות בלתי סבירות. ייצוב המפלס באמצעות הזרמת מים שפירים לים המלח משמעו יצירת נפח התפלה גדול מהיקף ההתפלה היום (כ-600 מלמ"ש המהווים כשליש מצריכת המים בישראל). עם זאת גם התערבות המבוססת על הובלת מי ים/רכז אל ים המלח ב"מובל ימים" כזה או אחר כרוך באילוצים גיאופוליטיים, באי ודאויות ובעלויות ישירות וסביבתיות גבוהות, והתמודדות איתן, אם תצלח, עשויה להימשך שנים.

מתווה ההתנהלות באזור ים המלח המוצג במסמך זה עיקרו התמודדות מיטבית עם תנאי הסביבה המשתנים עקב ירידת מפלס המים באגם, ירידה שבמתווה "עסקים כרגיל" צפויה להימשך בטווח היעד של שנת 2070 ועוד עשרות רבות של שנים לאחר מכן. לאור חשיבותו וייחודו של אגם ים המלח המסמך בוחן את עתיד האזור מתוך תפיסת אחריות בין-דורית, ומציב חזון לעתיד האזור בתרחיש שיביא לידי ייצוב מפלס האגם.



תרשים 1.4. ירידת מפלס ים המלח ממפלס של ~-392 בראשית המאה ה-20 ועד כ-436 היום, ותחזית להמשך ירידה בעתיד בתרחיש "עסקים כרגיל" (עיבוד של נתוני השירות ההידרולוגי)

2. המדיניות המוצעת - עקרונות והנחות יסוד

עקרונות

כאמור, אגן ים המלח וסביבתו הם נכס עולמי ממדרגה ראשונה, עשיר במשאבי טבע ומורשת מגוונים וייחודיים, שקיומם, פיתוחם וניהולם המשולב הוא המפתח למיצוי הפוטנציאל הגלום באגן. ההיבט הסביבתי הייחודי של האגן מחייב גיבוש מדיניות משמרת ומקיימת, המבוססת על התנהלות לצד התופעות המתקיימות באגן וכרוכות בירידה המתמשכת במפלס הים. זאת תוך כדי בחינה מדוקדקת של היוזמות והמשאבים הנדרשים לשנוי המגמות, יוזמות המתחייבות מתוך גישה של אחריות סביבתית וחברתית בין דורית, שעלותן הסביבתית והכלכלית עשויה להיות דומה ואף גבוהה ביחס לתופעות שאיתן הן מנסות להתמודד.

למימוש מיטבי של הפוטנציאל הגלום באזור, שני קטבים; האחד, ניצול תעשייתי של תמלחת ים המלח, המבוסס על **משאב מתכלה** ומערכת חרושתית המותנה בכדאיות כלכלית; השני, פיתוח תיירות משגשגת, המבוססת על העצמת האזור והאגס במרכזו, והצבת אגן ים המלח **כמשאב בר קיימה** - כאגן-ראש לפיתוח. איזון מושכל בין שני קטבים אלה ויחסי הגומלין ביניהם עומדים בבסיס המדיניות המוצעת והחזון שאליו היא מכוונת.

לצד כל אלה נמצאים היישובים, שקיומם והבטחת עתידם משולבים בחזון קיומו והעצמתו של האגן כמשאב בר קיימה. חשיבותם וכלכלתם של היישובים נגזרת במידה רבה מקיומן ומפיתוחן של התעשייה והתיירות באגן, בתוספת של חקלאות מתמחה המותאמת לתנאי הסביבה המיוחדים.

הנחות יסוד

בבסיס המדיניות, החזון וההתנהלות המוצגים במסמך זה עומדות חמש הנחות יסוד.

הנחה ראשונה: תוצאות ההתערבות, בכל חלופה, יתקבלו בטווח ארוך של 50 שנה ויותר: הנחה זו מתייחסת למצבו העכשווי והעתיד של ים המלח עצמו והתהליכים הנגזרים מהשינויים שמתחוללים בו, ועיקרם ייבוש האגן הדרומי וירידה מתמשכת של מפלס הים בקצב של כ-1.15 מטר בשנה (תרשים 1.4). כאמור מדובר במצב הנגזר משינוי דרמטי שלילי במאזן המים של הים, המבטא בעיקר את מחסור המים האזורי ואת תרומת הפעילות של המפעלים הכימיים בישראל וברדן באגן הדרומי, האחראים יחדיו לירידת מפלס של כ-0.45 מטרים בשנה. התערבות לשינוי גירעון המים, הפחתתו או איזונו, הנדון בהמשך המסמך, הוא תהליך מורכב והעלויות הכרוכות בו גבוהות. יתרה מזאת, **אם יוחלט לקדם התערבות לייצוב מפלס הים, יישומו רחוק והשלכותיו על התהליכים הדינמיים, שבמרכזם היפערות בולענים והתחתרות נחלים, לא תהיינה מהותיות בטווח מסמך המדיניות (2070), ואף מעבר לכך.**

הנחה שנייה: ניתן לחזות במידה רבה של ודאות את התפתחות גוף המים וסביבתו הקרובה: ההבנה המדעית שנרכשה במהלך השנים, בעיקר על ידי המכון הגיאולוגי, מפזרת את מרבית אי הוודאויות באשר להתפתחות גוף המים והתהליכים הנגזרים ממנה. שינויים דרמטיים אומנם מתרחשים, אבל אפשר לחזות ברמת מהימנות טובה את המגמות ולעיתים אף שינויים ספציפיים במרחב התכנון בכל הקשור למפלס הים והרכבו, מיקום קווי החוף, אזורי היתכנות להתפתחות בולענים והתחתרות נחלים. עם זאת, כמו בכל מערכת דינמית, תמיד ייתכנו

סטיות בין החזוי למתרחש בפועל שאותן יש להטמיע באופן שוטף, אבל בסך הכול מדובר במרחב תכנון שהצפוי בו הוא בחזקת ידוע, ואי הוודאויות הנותרות (כמו נדידה ומיקום מעיינות החוף) ניתנות להגדרה ולתיחום.

הנחה שלישית רואה בהעצמת האגן משאב בר קיימה בכל התחומים, ומטרת העל של המדיניות המומלצת. המדיניות המוצעת נשענת על החלטות ממשלה קודמות וצפויות, המקבעות לטווח הנראה לעין את הפעילות התעשייתית הישראלית להפקת אשלג ותוצרים נוספים מים המלח, וקושרות את קיומם של מתחמי המלונות (זוהר ועין בוקק) בקיומה של בריכה 5, הבריכה התעשייתית המרכזית במערך ההפקה של מפעלי ים המלח (מי"ה). עם זאת מסמך המדיניות הנוכחי שואף כאמור להעצים את ערכיו של האגן כולו כמשאב בר קיימה בעל חשיבות בין-לאומית וערך כלכלי העומד בפני עצמו, גם במצב שהתעשייה תצמצם ואף תושבת כליל מסיבות כלכליות, ציבוריות ואו סביבתיות.

הנחה רביעית היא כי הפעילות התעשייתית תימשך בעשורים הבאים ומעבר לכך, ולכן יש לנקוט אמצעים משלימים לצמצום ההשלכות והפנמתן. מרבית המלצות אלה תואמות להמלצות הצוות לעניין הפעולות הנדרשות לקראת תום תקופת זיכיון ים המלח (דוח תום הזיכיון, 2019) ובהנחה כי הן יאומצו על ידי הממשלה. לפיכך המסמך הנוכחי עוסק רק בנגזרות של פעילות מפעלי ים המלח המשליכות על הסביבה ועל מדיניות הפיתוח וההתנהלות במרחב ים המלח.

מפעלי ים המלח מנהלים תעשייה כימית ענפה המבוססת על תמלחת ים המלח, וממנה מייצרים סחורות לשוק העולמי (commodities), בעיקר תוצרי אשלגן, ברום ומגנזיום. בבסיס התהליך התעשייתי שאיבת תמלחת ים המלח באגן הצפוני והזרמתה לבריכות אידוי באגן הדרומי; הפרישה הרחבה של המערך התעשייתי והיקפו הכמותי הופכות אותו לגורם דומיננטי במרחב האגן הדרומי, המשנה סדרי טבע. מערך הייצור קושר באופן מלאכותי בין האגן הצפוני לדרומי ומתלה את פיתוח התיירות בקיום בריכות האידוי התעשייתיות, שלחופן הוקמו המלונות.

בצד המלצה שבדוח תום הזיכיון להמשיך את הפעילות התעשייתית, הנגזרת מהמסקנה כי תרומתה למשק עולה על נזקה, הדוח כולל שורה של המלצות לצמצום ההשפעות הסביבתיות השליליות מפעילות זו. שתיים מההמלצות הנוגעות ישירות לחלק של מי"ה בירידת המפלס הנוכחית (כ-26 ס"מ בשנה), כוללות הגבלה של כמות המים הנשאבים מהאגן הצפוני. מ-2016 נותנת רשות המים רישיון הפקה למפעלים עם שולי חריגה ניכרים, המאפשרים הגדלה הדרגתית ושאבת נפחים שהם מעל ממוצע השאיבה השנתי של מי"ה בעשורים האחרונים. חשוב להדגיש כי הגבלת נפח השאיבה אין בה כדי להקטין את התפוקה הממוצעת של האשלגן והמוצרים האחרים בעשור האחרון, אך יש בה כדי להקטין את תרומת המפעלים לירידת המפלס, וזאת בעקבות שדרוג תמלחת הגלם הנשאבת, כמוסבר להלן: לפני כארבעה עשורים החלה התגבשות מלח ממימיו של הים, מלח השוקע ונרדב על קרקעית הים באגן הצפוני. פועל יוצא מכך הוא שלמפעלים נחסך חלק מזמן השעות של התמלחת בבריכות המלח, שכן בהשוואה לעבר, התמלחת הנשאבת לבריכות כיום מרוכזת יותר ומכילה פחות מלח. במילים אחרות, ככל שתהליך השקיעה של המלח בים המלח נמשך, הנפח שיש לאדות בבריכות האידוי ונפח המלח שיש לשקע בהן עד תחילת שקיעת המינרלים התעשייתיים הולך וקטן. קיצור זמן השעות בבריכת המלח מאפשר למפעלים לסחרר בבריכות נפח גדול יותר של תמלחת ובכך להגדיל את התפוקה. לפיכך מתבקש להגביל את נפח השאיבה השנתי לנפח שיקבע את היקף הייצור התעשייתי לרמה של הממוצע

בשני העשורים האחרונים, ולתרגם את "שדרוג" תמלחת הגלם להפחתה של ירידת המפלס, ולו במעט ולהפחתה משמעותית של המלח שיש ל"קצור" ולסלק.

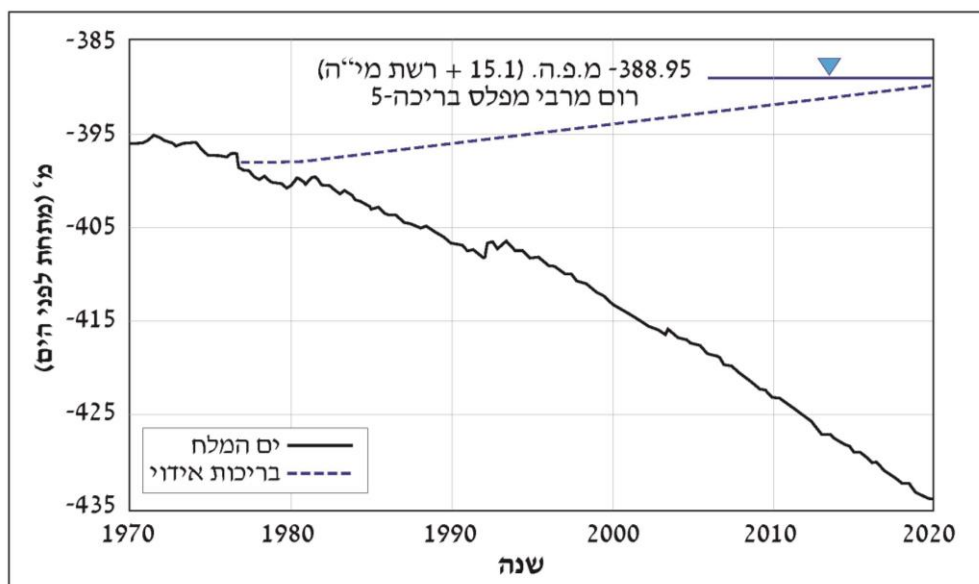
במסגרת מסמך זה נבחנת עלות השבת מים במקום אלה הנגרעים ממאזן המים של האגם על ידי התעשייה; תמחור וגביית תשלום ישיר בעד המים שגורעת מ"ה מהאגם, הוא מחיר העלויות הנדרשות לשיקום חלקה של התעשייה בירידת המפלס ובנזקים הסביבתיים הנגרמים בשל כך. תשלום זה, הנוסף על התמלוג המשולם על ניצול "המחצב" (תמלחת הים), מפנים את העלות הסביבתית שב"חציבתו", בדומה לתשלום לקרן שיקום מחצבות הנדרש ממפעילי מחצבות. לעניין זה ראוי להדגיש כי נוסף על שאיבת "תמלחת הגלם", התהליך התעשייתי בהיקפו העכשווי נדרש לכ-20-25 מלמ"ש מים בעלי מליחות נמוכה יותר ואשר אינם רוויים למלח. הפקת המים נעשית מאקוויפרים רגיונאליים ומקומיים ממערב ומדרום מערב לאגן הדרומי, והיא נעשית בחלקה על חשבון אוגר חד פעמי באקוויפרים. הפקה זו, נוסף על שאיבות מקידוחים של חברת מקורות, גרמה לירידה דרסטית של מפלס מי התהום, ירידה שבצד עליית מפלס המים בבריכה 5 פגעה במעיינות בדרום ים המלח (כולל כיכר סדום) וצמצמה מאוד את מלחות סדום וזוהר. מעבר לתשלום בעבור השימוש במי התהום כמקובל, גם כאן מתבקש תשלום נוסף המפנים את העלות הסביבתית הכבדה הכרוכה בהפקת מים אלה.

ההמלצות הנוגעות לתשלומים המפנימים את העלויות הסביבתיות הניכרות של התעשייה, נגזרות מהניסיון המצטבר במהלך עשרות שנות פעילות תעשייתית אינטנסיבית. היבטים אלה לא היו ידועים, או לפחות לא הובאו בחשבון בחוזים שהתפתחו לפני עשרות שנים בהקשר לזיכיון העכשווי שבתוקף עד 2030, וגלגולו מימי החברה הממשלתית למי"ה, דרך "חוק אייזנברג" והפרטת המפעלים עד למצב היום. מתבקש אפוא כי המכרז הצפוי לזיכיון החדש להפקת המינרלים מים המלח יכלול תשלומים אלה; יישומם במסגרת הזיכיון העכשווי מותנה בהיבטים משפטיים ובהסדרים חוזיים נגזרים.

הנחה חמישית היא כי בריכה 5 שעליה נשען מערך המלונאות באגן הדרומי תמשיך להתקיים, ולכן יש לפעול ליישום תוכנית "קציר" המלח שעוגן בתת"ל/35. קציר המלח מתחייב כדי לקבע את מפלס המים בבריכה ולמנוע הצפת המלונות מחד גיסא, ולהבטיח את שמירת נפח הבריכה הנדרש להליך התעשייתי מאידך גיסא. מימוש תוכנית קציר המלח המקבעת רום מפלס מרבי של בריכה 5 מתוקף החלטת ממשלה מס' 4060 (2012; תרשים 2.1), ובמימון חלקי של המדינה, מצוי באחריות מי"ה וקידומו מתנהל במסגרת "תוכנית תשתית לאומית" (תת"ל/35). לעניין זה חשוב להדגיש כי קציר מלח היה נדרש בכל מקרה כחלק מהתהליך התעשייתי נטו ואחרי מיצוי פוטנציאל הגבהת הסוללות; בדומה לקציר המלח שנעשה זה שנים בבריכות המפעל הירדני הסמוכות, APC, מעבר לגבול. כלומר מדובר במהלך אינטגרלי במערך הייצור שהוא בתחום אחריותה הבלעדית של התעשייה; לולא ההחלטה לבסס את המלונאות במרחב ים המלח על בריכה 5 היה התהליך מתנהל ללא מעורבות ממשלתית (מלבד בקרה) בהיקף ובעיתוי הנגזרים משיקולים תעשייתיים בלבד.

מלבד ההיבטים התפעוליים והעלויות של "קציר המלח" שאינם מעניינו של המסמך הנוכחי, למהלך זה השלכות מרחיקות לכת על ים המלח וסביבתו, החורגות בהרבה ממתחמי הפעילות של המפעלים כיום. מדובר במערך תפעולי רחב היקף החורג בהרבה משטח המפעלים, וכולל קוצרות מלח בבריכה, עירומי מלח בשולי הבריכה, מסוע לשינוע המלח לאגן הצפוני לאורך מצרי לינץ' וכלי שיט או צנרת תרחיף (סלארי) להטמנת המלח הקצור בים העמוק. לאחרונה, חוזרת מי"ה ומעלה את החלופה שנדחתה בעבר לעירום המלח במצרי לינץ', ובכך לדחות לעתיד לא ידוע את הצורך בשינוע המלח והטמנתו בחלקו העמוק של האגן הצפוני.

יישום תוכנית הקציר מצוי באי התאמה לעומת אומדן הזמנים המקורי כפי שהוצג בתת"ל/35 (טבלה 2.1), וכיום מיי"ה עדיין נמצאת בשלב א', שבו כל המלח הנקצר מאוחסן בקרבת מקום (על חלקן המזרחי של סוללות בריכה 5 ובריכה 156 ובסמוך להן); חשוב לציין כי הגם שכך, רום המפלס המרבי נשמר. שוררת אי ודאות באשר לאופן מימוש מערך הקציר: לא ברור מה נפח המלח ותוואי שינועו בחציית מצרי לינץ' וכן המיקום והאופן של הטמנת המלח הקצור. במקור העריכו במי"ה כי נפח המלח השנתי שייקצר יעמוד על כ-16 מלמ"ק, אך נראה כי לאורך זמן ובהנחה של שימור נפח השאיבה, נפח המלח הנדרש לקציר יהיה נמוך יותר. לאי הוודאות בעניין זה השלכות ישירות על גיבוש מדיניות סביבתית ודרכי ההתנהלות במרחב, ובכלל זה החשש שחלקים גדולים ממנו יתווספו למרחב התעשייתי המופר כיום. מרחב זה, המשתרע על יותר מ-150 קמ"ר, כולל את מצרי לינץ' המפרידים בין האגן הדרומי (התעשייתי) והאגן הצפוני. לאי ודאות זו מתווספת היוזמה העכשווית של מי"ה (תחת הכותרת "סדום הירוקה") לחזור ולבחון את הטמנת המלח הקצור במצרי לינץ', בסמוך לבריכה 5 ומצפון לה, ולהקים בשטח תחנת כח לייצור חשמל סולארי.



תרשים 2.1. מפלס המים בבריכה 5 על רקע ירידת מפלס ים המלח. מ-1980 ועד 2020 עלה מפלס הבריכה בכ-10 מטרים והוא מצוי כיום בקרבת המפלס המרבי שנקבע בתת"ל/35.

שלב ג'	שלב ב'	שלב א'	שנות פעילות (אומדן בלבד)
2022 והלאה	2018-2022	2015-2018	מס' קוצרות
3	3	1	שימוש בערימות ניקוז
√	√	√	שימוש בהפרדה מכאנית
*√	*√	x	מסוע
√	√	x	מתחם פריקת המלח מהמסוע
מתחם C	מפרץ P88	x	

שלב ג'	שלב ב'	שלב א'	
√ (אתר ייעודי בים המלח)	x	הזרמת תרחיף לקרקעית בריכה 156	טיבוע המלח
מתחם הטיבוע באגן הצפוני של ים המלח	מפרץ P88	סוללות בריכה 5 ובריכה 156	מקום אחסון סופי של המלח

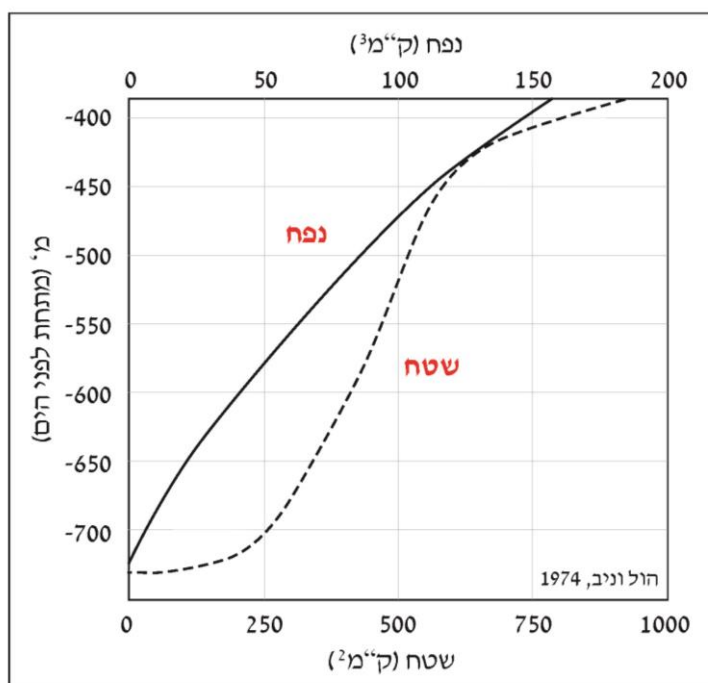
* בכפוף למציאתה בעלת התכנות בבדיקות שיערכו בהמשך.

טבלה 2.1. שלבי קציר המלח כפי שהוצגו בתסקיר שהוגש במסגרת תת"ל/35. לפי דיווחי מי"ה תהליך הקציר החל והמלח מאוחסן כפי שמוצג בטבלה בשלב א', תוך שמירה על המפלס המרבי שנקבע.

3. אגם ים המלח - תמונת - מצב, תהליכים ומגמות

רקע כללי

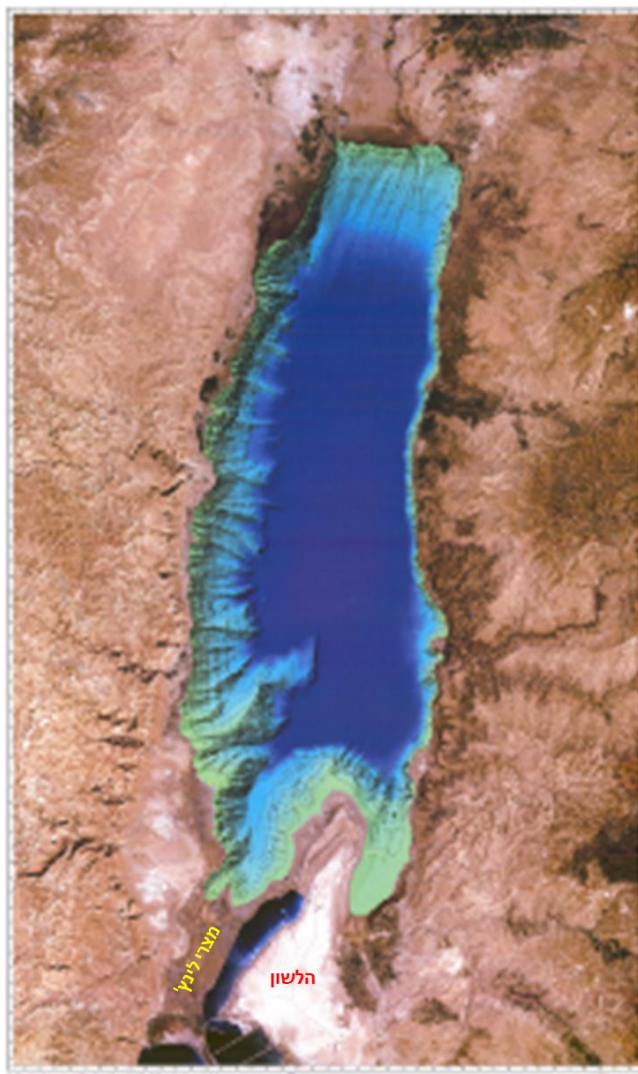
ים המלח הוא המקום הנמוך ביותר על פני כדור הארץ. למים המתנקזים אליו אין מוצא טבעי אלא באידוי, ועל כן הוא מוגדר "אגם טרמינלי". מפלס האגם משקף מאזן בין כמות המים המתנקזים אליו ובין הכמות המתאדה ממנו. השינויים הטבעיים במפלס נובעים משינויים בנפח המים המתנקזים לאגם ומשקפים את כמות המשקעים באגן ההיקוות, ומשינויים בקצב האידוי המושפעים מתנאי מזג האוויר. ומכאן, מפלס ים המלח רגיש מאוד לשינויי אקלים ושחזור מפלסו בהיסטוריה האנושית והגיאולוגית מאפשר שחזור של האקלים האזורי; תקופות של עליית מפלס ומפלסים גבוהים משקפות תקופות לחות וגשומות, שבהן מאזן המים חיובי וכמות המים הנכנסת לאגם גדולה מזו המתאדה, ואילו תקופות של ירידת מפלס ומפלסים נמוכים משקפות תקופות יובש של כניסת מים מוגבלת ומאזן מים שלילי.



תרשים 3.1. יחסי רום-שטח-נפח של ים המלח (גרף היפסומטרי, Hall & Neev, 1975). עקומת השטח השטוחה יחסית במפלסים הגבוהים, שפירושה צמצום ניכר של שטח האגם בתגובה לירידת מפלס נמוכה יחסית, מבטאת את ייבוש האגן הדרומי וייבוש שולי האגן הצפוני. החרפת שיפוע העקומה שפירושה צמצום נמוך של שטח האגם ביחס לירידת המפלס, עוקבת אחרי הבטימטריה התלולה של האגם המצטמצם כיום ובהמשך.

לים המלח שני אגנים - צפוני עמוק ודרומי רדוד - המופרדים על-ידי חצי אי הלשון היוצר את מצרי לינץ' ובו סף בגובה של כ-400 מטר. עד שנת 1976 היו שני האגנים מחוברים, אולם עם ירידת מפלס הים אל מתחת לרום הסף במצר נותק הקשר ביניהם, האגן הדרומי התייבש ושטח האגם הצטמצם מהותית (תרשים 3.1). עיקר הנגר לים המלח, ובראשו נהר הירדן, זורם לאגן הצפוני העמוק (תרשים 3.2) בזמן שקיומו של גוף מים באגן הדרומי

תלוי בנפח אספקת המים מהאגן הצפוני. ההיפרדות וההתייבשות של האגן הדרומי גרמו לירידה חדה בשטחו של ים המלח, אולם בשל רדידותו ירד נפח הים במידה פחותה יחסית (Hall & Neev, 1975; תרשים 3.1). כיום מצויות באגן הדרומי בריכות האידוי של המפעלים הכימיים הישראליים (DSW, מי"ה) והירדניים (APC) והוא מנוקז לים המלח דרך המשכו של ערוץ נחל ערבה, העובר בין בריכות האידוי של המפעלים ומגיע לים המלח דרך מצרי לינץ' שבהם הוא מתחתר.



תרשים 3.2. האגן הצפוני העמוק שבדרומו "חצי האי" הלשון וממערב לו מצרי לינץ' שהתייבשו.

הרכב ים המלח והתפתחותו

מימיו של ים המלח מלוחים פי עשרה ויותר ממי ים רגילים והרכבם הכימי שונה מאוד ממי ים או ממי ים מאודים, כולל מי רכז אחרי התפלה. תמלחת ים המלח התפתחה ממי ים אשר חדרו לבקע ים המלח לפני כמה

מיליוני שנים דרך לשון-ים בעמק יזרעאל. התאיידות וכניסת מים מוגבלת הביאו לידי עלייה במליחות המים וגרמו להתגבשות ולשקיעת מלחים, ובכללם גבס ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) והליט (מלח בישול NaCl), שהורבדו והצטברו על קרקעית האגם וכוסו בסדימנטים צעירים יותר. מאוחר יותר בהיסטוריה הגיאולוגית התרוממו חלק מיחידות אלו ויצרו מחדרי מלח ומבנים גיאולוגיים לאורך בקע ים המלח, המוכרים שבהם הר סדום וחצי אי הלשון.

תגובות כימיות בין תמלחת המוצא שחדרה לתת הקרקע אל תוך סלעי הגיר שבשוליו המערביים של הבקע, חוללו שינויים נוספים בהרכב התמלחת. לאחר ניתוק הקשר עם הים הוסיפו להתקיים תהליכי ריאקציה עם סלעי הסביבה, והתמלחת, בתוספת מי נגר שפירים, יצרה אגמים חדשים (אגם הסמרה ואגם הליסן). מי הנגר אשר התנקזו לאגמים אלה, הביאו איתם מלחים אשר הוסיפו לשנות את הרכב תמלחת המוצא. תמלחת ים המלח מוגדרת תמלחת קלציום-כלורידית. דהיינו, תמלחת אשר בהשוואה להרכב מי ים רגילים היא מדולדלת יחסית ביוני ביקרבונאט וסולפט (HCO_3^- ו- SO_4 , בהתאמה) לפיכך יון הכלוריד (Cl) הוא היון בעל המטען השלילי הכמעט בלעדי במערכת. ביחס למי ים, תמלחת ים המלח מדולדלת גם בנתרן (ביטוי להשקעת המלח הניכרת) ומועשרת במגנזיום, קלציום, אשלגן וברומיד. תמלחות בהרכבים דומים להרכב ים המלח, מוכרות בעולם כמעט רק מתת הקרקע, ולפיכך ים המלח הוא אגם ייחודי לא רק בשל מליחותו הגבוהה, אלא גם בשל הרכבו הכימי.

מפלסי ים המלח בעבר הגיאולוגי וההיסטורי

עדויות היסטוריות וגיאולוגיות מצביעות על כך שהמפלס הגבוה של כ-390 מטר, שאפיין את ים המלח בראשית המאה הקודמת, אינו המפלס המאפיין את אלפי ועשרות אלפי השנים האחרונות. שחזור מפלסי ים המלח ב-70,000 השנים האחרונות משקף את האקלים ששרר באזורנו במהלך הזמן הזה; מפלסים גבוהים בתקופות גשומות/לחות ומפלסים נמוכים בתקופות יבשות יותר. השחזור מעלה כי בשיא תקופת הקרח האחרונה, לפני כ-25,000 שנה, היה מפלס ים המלח הקדום (המוכר כאגם הליסן) גבוה בכ-250 מטר ממפלס האגם הנוכחי והגיע בשיאו לגובה של כ-160 מטר. בתקופה זו השתרע האגם מהכינרת ועד לחצבה ומליחות המים העליונים שלו הייתה כמחצית ממליחות ים המלח ואף פחות מכך.

בסוף תקופת הקרח האחרונה, לפני כ-12,000 שנה, צנח מפלס האגם דרמטית אל מתחת למפלס של 500 מטר. עם התאוששות המפלס, לפני כ-10,000 שנה, התייצב ים המלח סביב מפלס של 400 מטר, דהיינו סביב רום הסף במצרי לינץ' החוצץ בין האגן הדרומי לאגן הצפוני. האגן הדרומי שימש גורם ממתן (buffer) לשינויי מפלס בעידן הגיאולוגי המודרני; עליית מפלס מעל 400 מטר הביאה לידי הצפת האגן הדרומי, להגדלה ניכרת בשטח הים ובנפח המים שהתאדו מפניו הים, עלייה אשר בלמה את המשך עליית המפלס. ירידת המפלס אל מתחת ל-400 מטר לוותה בירידה ניכרת בשטח האגם, להקטנת שטח האיזוי ולבלימת מגמת הירידה. שחזור מפלסי האגם באלפי השנים האחרונות מלמד כי במרבית הזמן האגן הדרומי היה יבש.

מאזן המים של ים המלח

בחינת מאזן המים הטבעי של ים המלח, כפי שהתקיים במחצית הראשונה של המאה העשרים ואשר ליווה פרק זמן של מפלס גבוה ויציב למדי, מעלה כי נפח המים שהתנקזו לים המלח נע בין 1,500 ל-2,000 מיליון מטר קוב בשנה (מלמ"ש), והיציאות באידוי היו בנפח דומה (טבלה 3.1 A). כיום מתקיים מאזן גירעוני, המתבטא בקצב ירידת מפלס שזה כעשור עומד על ממוצע של כ-1.15 מטר לשנה (טבלה 3.1 B). בהינתן שבד בבד עם ירידת המפלס מצטברת שכבת מלח בקרקעית הים שעובייה כ-10 ס"מ בממוצע, הגריעה השנתית בנפח המים של הים המלח עומדת על כ-750 מלמ"ש (שטח ים של כ-610 קמ"ר כפול אובדן עמודת מים של כ-1.25 מטר).

A כניסות		B כניסות	
מלמ"ק/שנה	מלמ"ק/שנה	מלמ"ק/שנה	מלמ"ק/שנה
1,100-1,300	הירדן	>100	הירדן (ללא פתיחת הסכרים בשנים גשומות במיוחד)
100-150	זרימות ישירות ממערב (כולל מעיינות)	~100	זרימות ישירות ממערב (כולל מעיינות)
150-200	זרימות ישירות ממזרח (כולל מעיינות)	~100	זרימות ישירות ממזרח (כולל מעיינות)
100-200	מי תהום לא מזוהים	50-70	גשם ישיר
~80	גשם ישיר	300-350	סה"כ כניסות (מאזן אנרגיה-מים-מלחים)
1,500-2,000	סה"כ כניסות	מלמ"ק/שנה	יציאות
מלמ"ק/שנה	יציאות	700	התאדות מפני המים
1,500-2,000	התאדות מפני המים (כ-1,000 קמ"ר)	300	התאדות במפעלים הכימיים (בישראל וירדן)
		1,000-1,050	סה"כ יציאות

טבלה 3.1 A - מאזן המים בים המלח במחצית הראשונה של המאה העשרים, ו-B - כיום. ההערכות של מאזן המים הנוכחי מניחות מצב שאין בו זרימות חריגות בירדן בשל פתיחה של הסכרים בכינרת ובירמוך והן מבטאות גירעון מים של כ-700-750 מלמ"ש. ערך זה תואם ירידת מפלס של כ-1.15 מטר/שנה והצטברות שכבת מלח של כ-10 ס"מ בקרקעית הים, המבטאות יחד גירעון מים של כ-750 מלמ"ש.

הירידה הדרמטית המתרחשת כיום במפלס ובנפח של ים המלח (תרשימים 1.4 ו-3.2) נובעת משינוי מהותי במאזן המים ומעבר למאזן מים שלילי קיצוני (טבלה 3.1). ירידת המפלס הנוכחית של ים המלח אינה מבטאת שינוי אקלימי, אלא היא תוצאה ישירה של התערבות האדם במאזן המים של הים. ירידת המפלס היא בראש ובראשונה תוצאה של שימוש מוגבר במים במעלה הזרימה והטיית מקורות הירדן. נוסף על כך חלק מהוואדיות המזרחיים שהתנקזו בעבר לים המלח ישירות או דרך הירדן התחתון, נסכרו אף הם. סכירה דומה לא קיימת כיום בוואדיות היורדים לחופו המערבי של ים המלח, אך בעתיד הלא ידוע צפויה ירידה בספיקות של עינות-צוקים, קנה וסמר, בשל שאיבות מים גוברות מאקוויפר ההר המזרחי, המזין מעיינות אלה.

גורם משמעותי נוסף התורם לגירעון המים העכשווי של ים המלח הם המפעלים הכימיים הישראליים והירדניים. אלו שואבים מים מהאגן הצפוני לבריכות אידוי נרחבות באגן הדרומי, שם מתאדה התמלחת לכדי מחצית מנפחה ומשקיעה מלחים שחלקם מעובדים לתוצרי שוק בעלי ערך כלכלי רב. התמיסות המרוכזות הנותרות ("התמלחות הסופיות") מוחזרות לים דרך נחל ערבה, העובר באגן הדרומי של ים המלח בין הסכרים של בריכות האידוי הישראליות והירדניות ומתחתר במצרי לינץ' בדרכו לים המלח. צריכת המים (האידוי)

בבריכות האידוי) מים המלח של מפעלי ים המלח (מי"ה, עפ"י דיווח המחושב על ידה) עומדת על כ-160 מלמ"ש, נטו. בהיתן כי APC (המקבילה הירדנית) מפיקה 75%-80% מההפקה של מי"ה, תרומת APC לגירעון המים של ים המלח עומדת על כ-130 מלמ"ש. לפיכך שני המפעלים גורעים יחדיו כ-290 מלמ"ש ממאזן המים השנתי של ים המלח, ולכן אחראיים לכ-45 ס"מ בשנה של ירידת מפלס נוכחית, ומהם חלקה של מי"ה הוא כ-26 ס"מ בשנה.

שינויים בעמודת המים

עד שנת 1979 היה ים המלח גוף מים משוכב, שבו שכבת המים העליונה, עד עומק 40 מטר, הייתה מהולה מעט בהשוואה לגוף המים העמוק. שיכוב יציב זה (הלוקלינה) התקיים על פני כמה מאות שנים, ובמהלכן היו המים העמוקים והכבדים יותר מבודדים מהאטמוספירה ואפשרו התפתחות תנאים מחזרים (נטוליחמצן) במים העמוקים ויצירת סולפיד מומס (H_2S). במחצית השנייה של המאה העשרים, עקב מאזן המים השלילי של היס, התרחשה עלייה מתמשכת במליחות ובצפיפות המים העליונים עד שבשנת 1979 השתוו צפיפויות המים העליונים והעמוקים, השיכוב היציב נשבר והים עבר ערבוב מלא. מאז, להוציא שנים ספורות בעקבות חורפים גשומים במיוחד, ים המלח עובר מחזור שנתי של שיכוב וערבוב: באביב ובקיץ המים העליונים מתחממים ובונים שכבת מים עליונה (תרמוקלינה). האידוי מפני המים מעלה את רמת המליחות של שכבת מים זו, אך הטמפרטורה הגבוהה שלה שומרת אותה קלה משכבת המים התחתונה. ערבוב עמודת המים מתרחש בסוף הסתיו-תחילת החורף, כאשר המים העליונים מתקררים וצפיפותם עולה עד כדי אובדן יציבות השיכוב. בתנאים הנוכחיים ובאלה הצפויים להתקיים בטווח הנראה לעין, יוסיף ים המלח להיות גוף מים הומוגני המקיים שיכוב עונתי. בד בבד, בעקבות מאזן המים השלילי, עולה מליחות המים בהתמדה והיא צפויה להמשיך ולעלות גם בשנים הבאות. עלייה זו הביאה את המים למצב של רוויה ביתר ביחס להליט (מלח בישול $NaCl$), אשר מאז 1979 מתגבש ומצטבר בקרקעית הים בקצב ממוצע של כ-10 ס"מ בשנה.

שקיעת ההליט ממי ים המלח בולמת במידה מסוימת את קצב עליית המליחות של היס. ללא שקיעה זו, גירעון המים היה מביא לעלייה בריכוז המלחים המומסים, ובהתאם לכך במליחות, ביחס הפוך לאובדן המים. ואכן, ריכוזי היסודות הקונסרבטיביים (שאינם שוקעים מהים כמלחים), כגון מגנזיום וברומיד (Mg, Br) עולים בהתמדה ומהווים מדד מצויין לגירעון המים של האגם. לעומת זאת ריכוז הנתרן (Na) בים יורד כבר כמה עשורים, ואילו ריכוז הכלור (Cl) עולה בקצב מתון מזה של היונים הקונסרבטיביים, בעקבות סילוקם כמלח מגוף המים. שקיעת המלח באה לידי ביטוי גם בירידה המתמדת ביחס Na/Cl במי היס.

עד ניתוקו של האגן הדרומי מהאגן הצפוני הייתה זרימה בין האגן הצפוני לדרומי והיו חילופי מים טבעיים ביניהם. צפיפות המים באגן הדרומי הייתה עולה בשל האידוי המוגבר מהמים הרדודים וגורמת לשקיעתם מטה, ולכן המים באגן הדרומי היו תמיד מלוחים, צפופים וכבדים יותר מאשר בחתך העומק המקביל באגן הצפוני. המים הכבדים ששקעו לקרקעית הרדודה של האגן הדרומי "זחלו" צפונה והתנקזו לתוך האגן הצפוני העמוק, ובמקביל זרמו מים עליונים מהאגן הצפוני לאגן הדרומי. כיום מתקיימים חילופי מים באמצעות שאיבה מלאכותית של תמלחת מהאגן הצפוני אל בריכות האידוי, והחזרת התמלחת הכבדה הנותרת אחרי מיצויה התעשייתי ("תמלחות סופיות") לאגן הצפוני. תמלחות אלו מדולדלות מאוד באשלגן (K), השוקע כמלח אשלגני בבריכות האידוי וממנו מופק האשלג המסחרי, ובנתרן אשר שוקע כמלח בישול, בעיקר בבריכה מספר 5.

ערבוב התמלחות הסופיות בים המלח תורם גם הוא לשינויים בהרכב הכימי של ים המלח. לולא השיקוע וכריית האשלגן בבריכות האידוי, ריכוז האשלגן בים המלח היה עולה במקביל ובקצב זהה לזה של ריכוזי היונים הקונסרבטיביים האחרים. בפועל כניסת התמלחות הסופיות מוהלת את ריכוז האשלגן בים המלח וכך מאטה מאוד את העלייה בריכוזו. עקב כך היחס Mg/K במי הים עולה בהתמדה - עדות להפקת האשלגן על ידי המפעלים הכימיים.

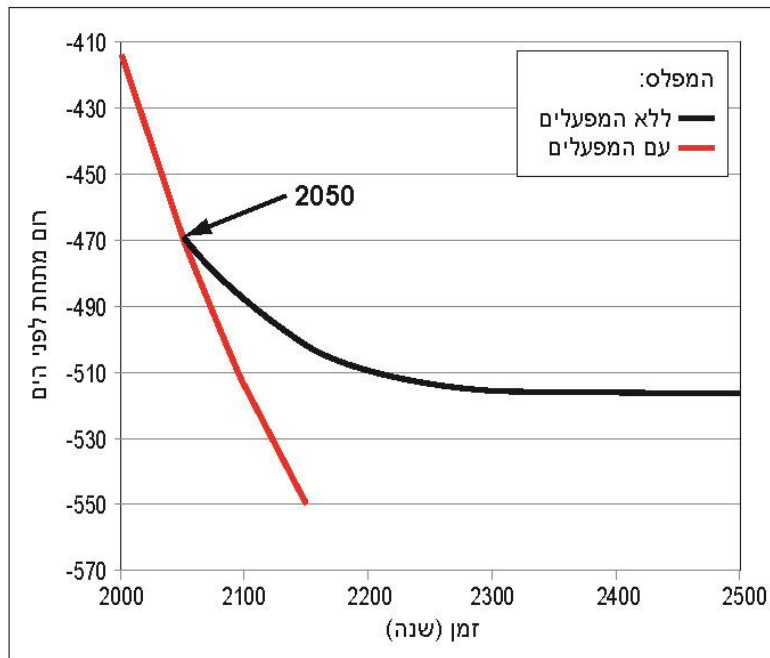
ראוי להדגיש כי גם ברום ומגנזיום (Br, Mg) מופקים על ידי המפעלים הכימיים, אולם השלכת כרייה זו על הרכב הים היא זניחה, שכן הכמות הנכרית זניחה ביחס לאוגר העצום של יונים אלו באגם.

חיים בים המוות

למרות כינויו "ים המוות" - The Dead Sea, ים המלח מאפשר קיום חיים, אף כי בתנאי עקה קשים. המליחות הגבוהה של ים המלח ומגמת העלייה המתמשכת במליחות, אינן מאפשרות כיום פעילות מיקרוביאלית משמעותית; על מנת שזו תתקיים נדרש מיהול של המים, והפחתה במליחותם ב-10%-15% לפחות מהמליחות הנוכחית. אולם כדי להביא ל"פריחה" מסיבית נדרשת גם תוספת של זרחן, אשר בים המלח הוא נוטריאנט (חומר מזון) מגביל. אירועי פריחה כאלה נצפו בעקבות החורפים הגשומים של 1980/1 ו-1991/92 אשר לוו בזרימות מסיביות של מי נגר ויצרו שכבת מים עליונה מהולה. בתנאי מיהול אלה התפתחה אוכלוסייה של אצות (דונליאלה) אשר הזינה וקיימה אוכלוסיית ארכיאה ("חיידקים קדמוניים"). בשני אירועי הפריחה התפרצות אוכלוסיית האצות הקנתה לים צבע ירוק, ואילו פריחת הארכיאה שבאה בעקבות פריחת האצות צבעה את הים באדום-סגול. במצבו הנוכחי של הים ספירת האצות בים המלח שואפת לאפס ורמת הארכיאה נמוכה ביותר. האוכלוסיות הללו מתקיימות על סף גבול הסיבולת וריכוזן במים הוא על גבול יכולת המעקב או מתחתיו, אך ככל הנראה נבגים של דונליאלה נשמרים בסדימנטים וממתנינים לתנאים שמתאימים להן יותר. ארועי המיהול והשיכוב בשנים 1980/1 ו-1991/92 מלמדים כי אורגניזמים אלו מסוגלים להתמודד עם המליחות הגבוהה של הים ולהתאושש בזמן קצר. ראוי לציין כי מערכת אקולוגית ייחודית זו של ים המלח מבודדת ומנותקת מהמערכות האקולוגיות הסובבות את הים, ולכן השינויים המתקיימים בה אינם משפיעים על מערכות אחרות.

תחזית להמשך ירידת מפלס הים

ללא התערבות רחבת-היקף לשינוי מאזן המים הגרעוני של ים המלח, צפוי מפלסו להוסיף לרדת גם בשנים הבאות. קצב ירידת המפלס עשוי אף לגבור אם חלק ממעט המים המתנקזים כיום לים המלח, כ-300 מלמ"ש בלבד, ייתפסו ויוטו אף הם. עם זאת המשך ירידת המפלס תגרום בעתיד למיתון איטי והדרגתי בקצב ירידת המפלס: ככל שהמליחות גדלה קצב האידוי ליחידת שטח קטן, וגם ככל ששטח הפנים קטן, יש פחות שטח שממנו מים יכולים להתאדות.



תרשים 3.3. מידול תחזית מפלסי ים המלח עם הפעילות התעשייתית של המפעלים הכימיים באגן הדרומי ובלעדיה. מפלס הים צפוי להמשיך ולרדת אלא אם מסיבות כאלה ואחרות תיפסק הפעילות התעשייתית כולה; בהדגמה המוצגת שבה הפעילות נפסקת ב-2050, יתייצב מפלס הים ברום של כ-510 מ' בסביבות שנת 2150. התייצבות המפלס מבטאת שיווי משקל בין הזרימות לים ובין האידוי מפני השטח. עם ירידת המפלס ועליית המליחות, כמות המים המתאדה מפני השטח קטנה עד שהיא משתווה לנפח הכניסות לים (Gavrieli et al., 2011) דוח מכון גיאולוגי ותה"ל לבנק העולמי (GSI/10/2011)

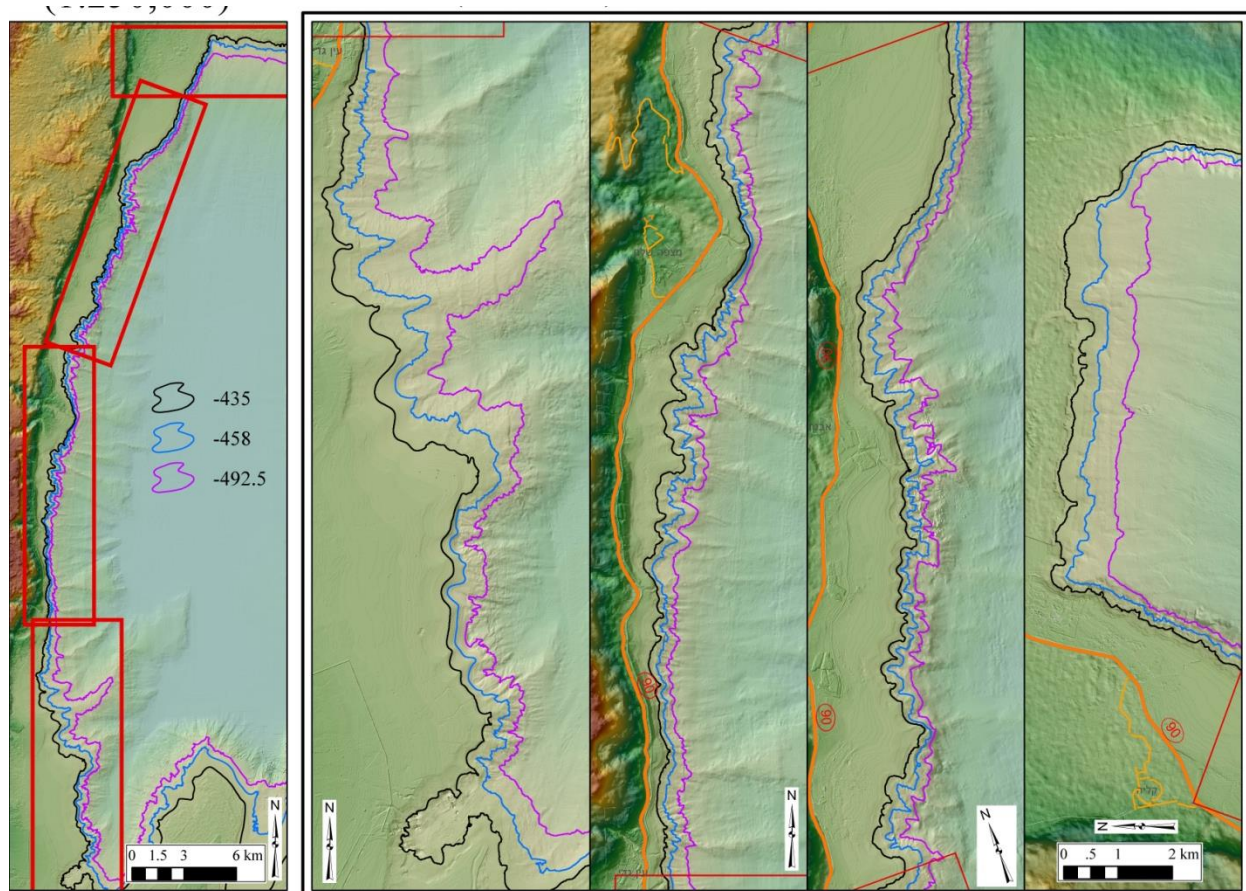
מודל שפותח במכון הגיאולוגי חוזה כי בנפחי המים הזורמים כיום לים המלח, ובהנחה שהמפעלים הירדניים והישראליים כאחד יפסיקו את פעילותם למשל ב-2050 (לשם הדגמה בלבד), מפלס הים צפוי להתייצב בתוך כ-150 שנה על מפלס של כ-510 מטר (תרשים 3.3). במפלס זה שטח הים צפוי להיות כ-510 קמ"ר, קטן בכ-100 קמ"ר משטחו הנוכחי, ועומק הים יהיה כ-200 מטר. יודגש כי מודל זה מניח כי בתקופה זו לא יהיה שינוי בזרימות לים המלח, ושינויי האקלים לא ישפיעו על קצב האידוי מפני המים. אם המפעלים ימשיכו לפעול גם בעשורים הבאים בקצב דומה להיום, יוסיף מפלס ים המלח לרדת בקצב שיתמתן אך במעט.

בשל אי ודאויות כאלה ואחרות בהנחות היסוד המוטמעות במודל, אין להתייחס למפלס 510- כאל מפלס יעד לתכנון גם בתנאים שבהם המפעלים משני צידי הים יפסיקו את פעילותם ב-2050. עם זאת המודל מדגיש את תרומת המפעלים לירידת המפלס ודחיית התייצבות המפלס, אם בכלל, ואת העובדה כי ים המלח אינו צפוי להתייבש במאות הקרובות גם בתנאים שבהם המפעלים ימשיכו לפעול.

קווי החוף בשנות התרחיש - 2040 ו-2070

כאמור, קצב ירידת מפלס ים המלח בעשור האחרון עומד בממוצע על כ-1.15 מטר לשנה. בהנחה כי ירידת המפלס תימשך בקצב דומה עד 2070, ובהינתן כי מפלס ים המלח באוקטובר 2020 (תחילת השנה ההידרולוגית 2020/2021) היה -435 מטר, מפלס ים המלח בשנים 2040 ו-2070 צפוי להיות כ-458 ו-494.5 מטר, בהתאמה.

בשונה מהשינויים שהתחוללו בעשרות השנים שחלפו, נסיגת קו המים מזרחה ביחס לאותו קצב ירידת מפלס הצפויה בשנים הבאות תהיה פחותה, וזאת בעקבות העלייה בשיפוע קרקעית הים שתיחשף בהדרגה (תרשים 3.4).



תרשים 3.4. קווי חוף ים המלח בהתאם לגובהי מפלס מייצגים (-435 ב-2020, -458 ב-2040, -492.5 ב-2070, בהנחה של קצב ירידת מפלס של 1.15 מטר בשנה). החוף ייסוג מזרחה ומיקומו יהיה בהתאם לתלילות קרקעית הים.

4. השלכות ירידת המפלס על התשתית הפיזית

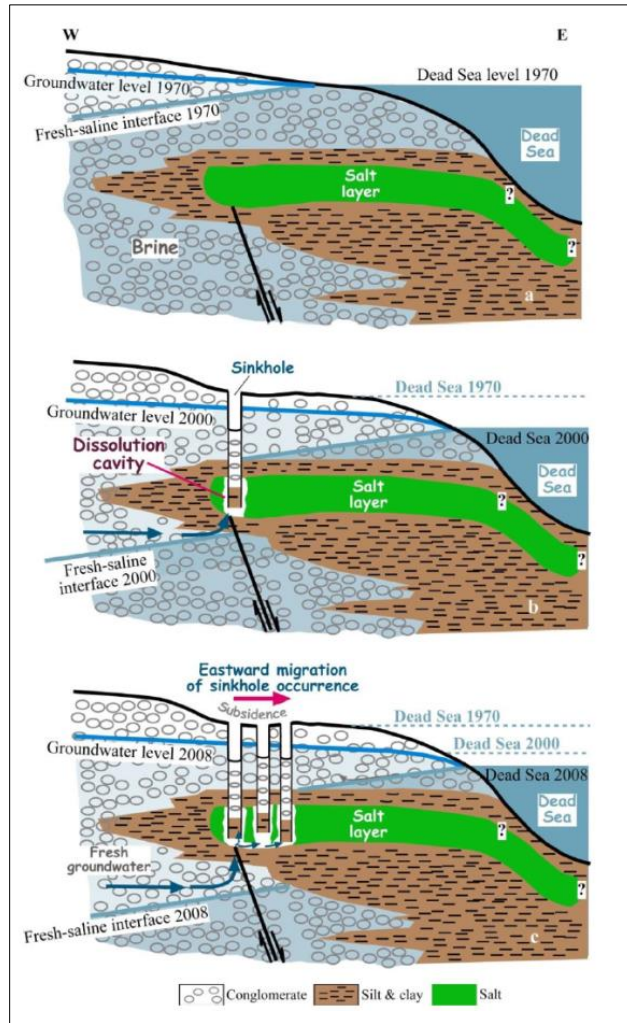
בולענים: תהליכי היווצרות, השלכות, היערכות והתמודדות

תיאור התופעה

מתחילת שנות ה-80 של המאה הקודמת התפתחו אלפי בולענים בשטחים שהתייבשו עם נסיגת ים המלח. הבולענים מתפתחים במישורי הבוץ, ובהם הבולענים רחבים ורדודים יחסית, ובמניפות הסחף, שבהן הבולענים עמוקים ופתחיהם צרים יותר והופעתם פתאומית ומסוכנת יותר. הבולענים גורמים לנזקים ומהווים גורם סיכון שבעקבותיהם נסגרו בין השאר חוף מינרל וכן כפר הנופש ואתר החוף של עין גדי. הופעת בולענים בכביש 90 מול אתר הנופש של עין גדי חייבה הסטה רחבה של הכביש מערבה לתוואי עוקף בולענים.

מנגנון היווצרות

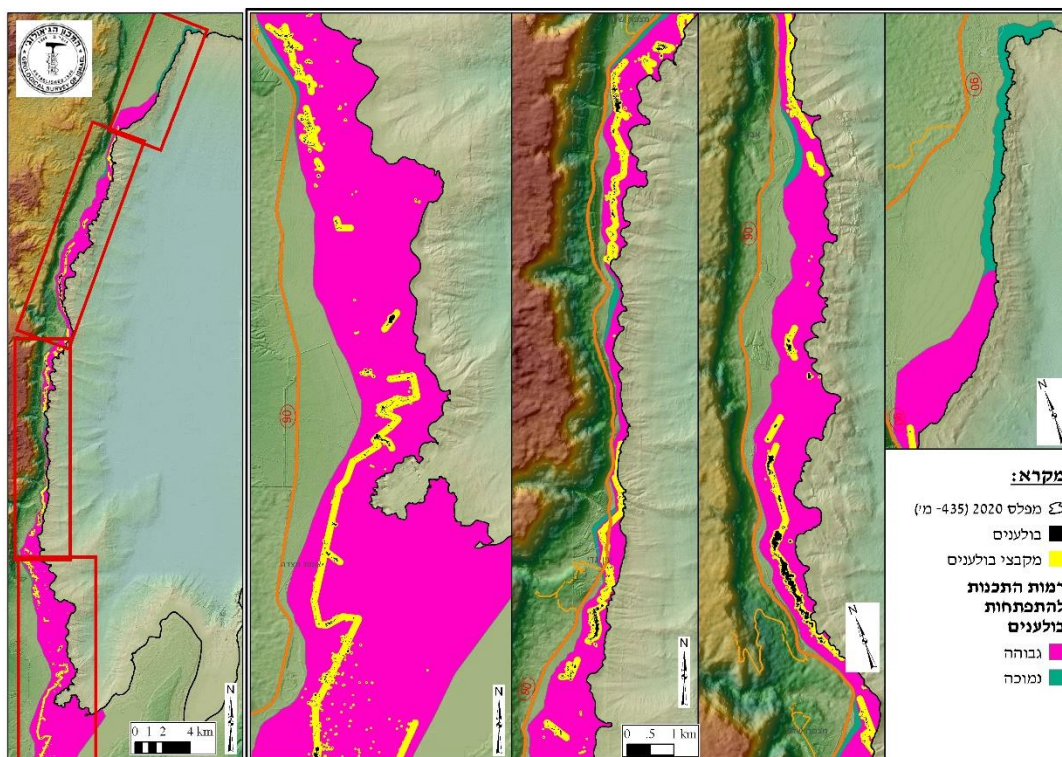
בולעני ים המלח נוצרים מהמסת שכבת מלח בת כ-10,000 שנה, הקבורה בתת הקרקע בעומק שבין 10 ל-70 מ' על ידי מי תהום תת-רוויים למלח. המסה זו מתרחשת עקב ירידת מפלס ים המלח וירידת מפלסי מי התהום הזורמים אליו, ונדידת הפן הביני בין שני גופי המים הללו בתת הקרקע מזרחה וכלפי מטה. בתוך כך תופסים מי תהום תת-רוויים למלח את מקומם של מי תהום רוויים למלח (מי ים המלח) שהיו שם טרם ירידת המפלס. עקב כך שכבת המלח שקודם לכן הייתה טבולה במים רוויים באה עתה במגע עם מים תת-רוויים הזורמים מזרחה, ועוברת המסה (Abelson et al, 2006; Yechieli et al, 2006; תרשים 4.1). נוסף על כך בעת שיטפונות מי נגר תת-רוויים למלח עשויים להתנקז בערוצים אל בולענים קיימים ודרכם אל תוך שכבת המלח, ולהאיץ אגב כך את התפתחות הבולענים.



תרשים 4.1. מנגנון היווצרות הבולענים מודגם בשלושה פרקי זמן: ב-1970 (עליון), כאשר שכבת המלח כולה טבולה בתמלחת רווייה למלח; ב-2000 (אמצעי), כאשר הפן הביני יורד מתחת לשכבת המלח במערב, ומאפשר המסה ויצירת חללים בשכבת המלח עקב מגע עם מי תהום תת-רוויים למלח וקריסת בולענים מעל החללים, וב-2008 (תחתון) עם המשך ירידת המפלסים, כאשר חללי ההמסה והבולענים בעקבותיהם נודדים מזרחה (אבלסון וחוב', 2017 - דוח מכון גיאולוגי GSI/24/2017).

תיחום ומערכת התרעה מפני היפערות בולענים

מתחילת שנות ה-2000 המכון הגיאולוגי מפרסם מפות היתכנות לבולענים בחוף ים המלח; מפות אלה מתעדכנות באופן שוטף ומשמשות בסיס לתכנון האזור ולהתנהלות הנדסית בתחומו. מפת ההיתכנות לבולענים לשנת 2020 מציגה השתרעות בולענים קיימים ושתי רמות היתכנות לבולענים, גבוהה ונמוכה (תרשים 4.2).



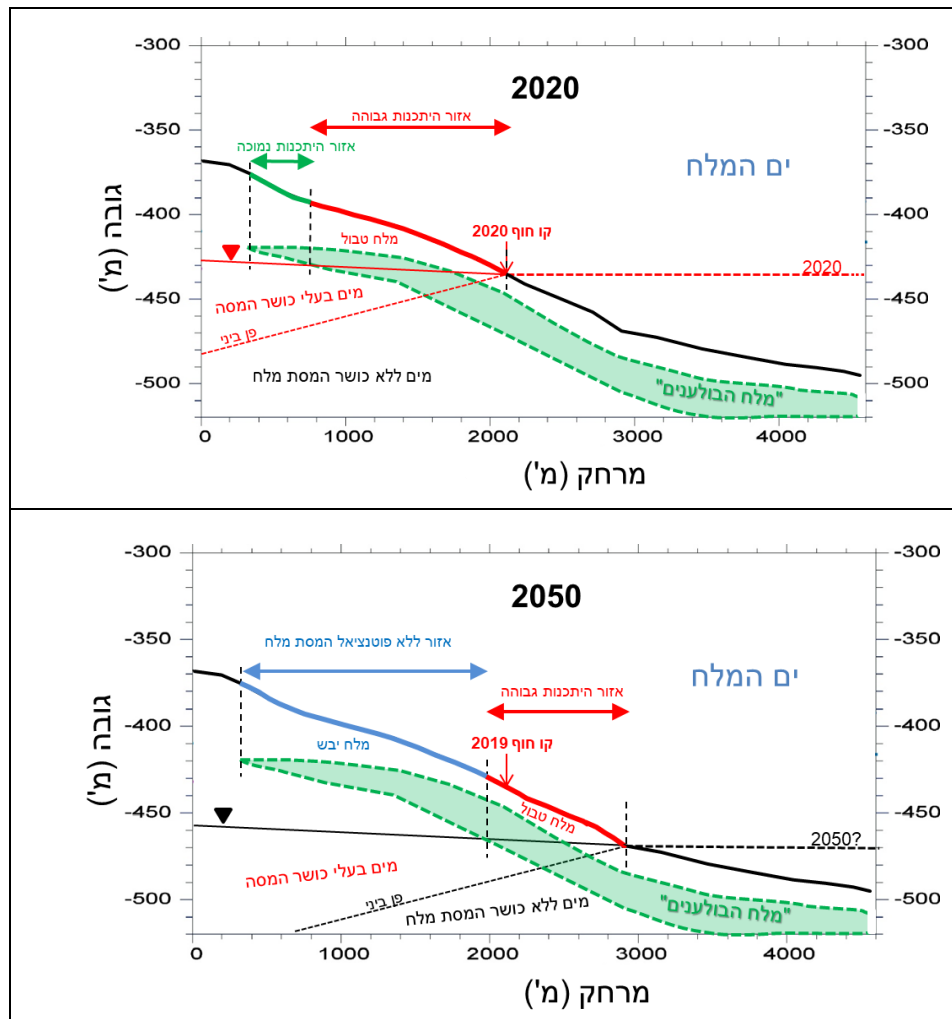
תרשים 4.2. מפת היתכנות להתפתחות בולענים (Abelson et al., 2020)

בולעני ים המלח מלווים בשקיעות קרקע נרחבות, שמקדימות את קריסתם בפרקי זמן שבין שבועות ספורים לשנים אחדות. כדי לצמצם את הסיכון והנזקים לתשתיות ולבני אדם, הנובעים מקריסת בולענים, ולסייע למקבלי החלטות בתכנון ארוך טווח, הוקמה במכון הגיאולוגי מערכת התרעה לבולענים. המערכת מבוססת על זיהוי תזוזות מזעריות בפני השטח באמצעות הדמיות לווייני רדאר (סוכנות החלל הגרמנית), בשילוב עם מדידות טופוגרפיות באמצעות לייזר מוטס (LiDAR). תוצרי העיבוד הם מפות התאבכות בין הדמיות עוקבות (InSAR images) המאפשרות זיהוי אזורי שקיעה. מערכת הניטור מאפשרת להתריע על שקיעות או קריסות בולענים בתוך פחות מ-48 שעות מצילום הדמיות הלוויין. המערכת הפועלת כבר שנים מספר באופן ניסיוני, סייעה בהתרעה מוקדמת ותכנון מעקף לפני קריסת כביש 90 באזור עין גדי, בתכנון תחנת שאיבה במניפת נחל צאלים ועוד. בימים אלו מערכת ההתרעה עוברת לשלב הפצת התוצאות לציבור בזמן אמת והיא זמינה לציבור

בכתובת: https://egozi.gsi.gov.il/WebApps/hazards/Sinkholes_subsidence/

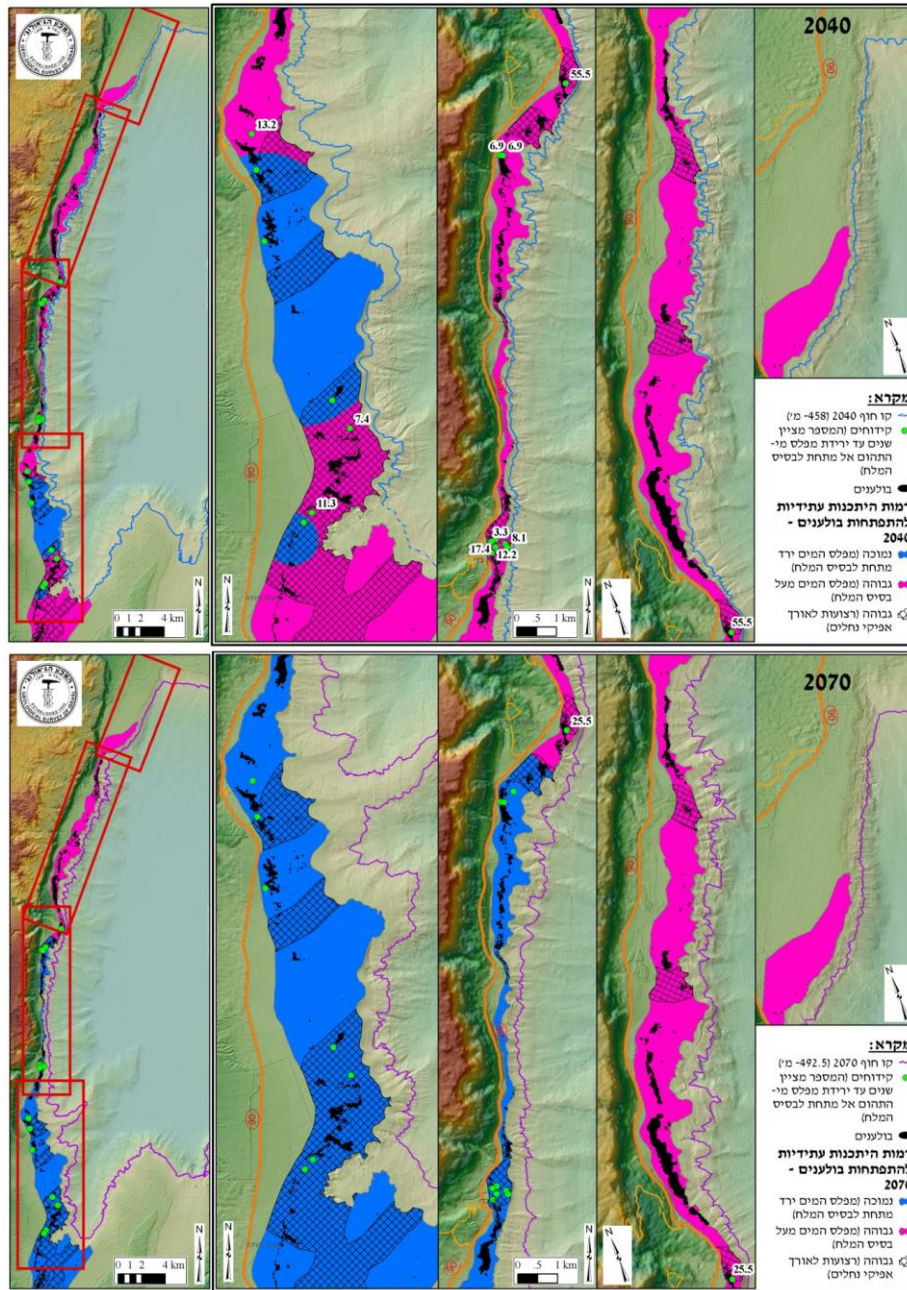
מגמות לעתיד - תיחום אזורי בולענים לשנים 2040 ו-2070

כאמור, היווצרות הבולענים מותנית בנוכחות מים תת-רוויים בשכבת המלח, ולכן כל זמן שמפלס מי התהום גבוה מבסיס שכבת המלח, תיתכן המסת המלח ובולענים חדשים ימשיכו להיווצר. ירידת מפלס ים המלח מלווה גם בירידה של מפלס מי התהום אשר עם הזמן יורד אל מתחת לבסיס שכבת המלח, בהתאם למיקומה. מצב זה מפסיק את המסת שכבת המלח בהדרגה ממערב למזרח תוך כדי נדידה מזרחה של אזור המסת שכבת המלח ויצירת בולענים חדשים (תרשים 4.3).



תרשים 4.3. תיאור סכמתי של ירידת מפלס מי התהום בעקבות ירידת מפלס הים, ונדידה של הפנ הביני מזרחה; בעקבותיו, האזור הטבול במי תהום תת-רוויים נע מזרחה ומתקיימת בו היתכנות גבוהה לבולענים (מסומן באדום). באזור שבו ירדו מי התהום אל מתחת לבסיס שכבת המלח, ההיתכנות לבולענים יורדת ומאוחר יותר נפסקת. כיום (2020) הקצה המערבי של שכבת המלח נמצא מעל מי התהום וההיתכנות לבולענים שם נמוכה. מזרחה יותר, המלח במגע עם מי תהום תת-רוויים וההיתכנות לבולענים גבוהה. ב-2050, עם המשך הירידה במפלס, אזורים נוספים במערב יתייבשו וההיתכנות לבולענים בהם תרד. אזור ההיתכנות הגבוהה ינדוד מזרחה ויכלול את רצועת החוף החדשה הנחשפת עם ירידת המפלס (בר וחוב' 2019 - דוח מכון גיאולוגי GSI/17/2019).

מפות ההיתכנות לבולענים לשנים 2040 ו-2070 שהכין המכון הגיאולוגי מבטאות שינויים אלה ומציגות אזורים שבהם מי התהום עדיין צפויים להיות במגע עם שכבת המלח ואזורים שבהם מי התהום ירדו אל מתחת לבסיס שכבת המלח (אדום וכחול בהתאמה בתרשים 4.4). באלה האחרונים אומנם תיפסק המסת המלח, אבל עשויים להישאר בהן חללי המסה בגדלים שונים, שנוצרו כל זמן שהיו במגע עם מי תהום תת-רוויים למלח. באין נוכחות מי תהום חללים אלה אינם צפויים להתרחב, אך הם עשויים לקרוס במשך הזמן ובכך להאריך את התקופה שבה ייתכנו בולענים מעבר למועד ירידת מי התהום אל מתחת לשכבת המלח. משך תקופה זו תלוי בגודל החללים ובמידת החוזק והיציבות של טור הסדימנטים מעל החלל. ככלל, חללים בשכבות החרסיתיות יקרוסו לבולענים בפרק זמן קצר יחסית (ימים עד חדשים), ואילו חללים בשכבות החלוקים המלוכדים עשויים לשמור על יציבות למשך שנים אחדות עד קריסתם (5-10 שנים). עם זאת חללים יציבים שעשויים להיוותר בתת הקרקע גם מעבר לזמן זה, יאבדו מיציבותם אם טור הסלעים מעליהם ייחשף לעומסים נוספים. לכך יש משמעות מבחינת ההתנהלות ההנדסית בתחום אזורי המיפוי; בשטחים המסומנים באדום ההתנהלות מוכתבת מההנחה שחללי המסה ובולענים חדשים עשויים להיווצר בכל שטחי השתרעותם, ואילו בשטחים הכחולים בולענים חדשים עשויים להיווצר רק מעל חללי המסה קיימים. מכאן שבאלה האחרונים ניתן לפתח נוהל הקובע כי בקטעים מוגדרים, שבהם יוכח באמצעות שילוב שיטות גיאופיזיות וקידוחים כי אין חללים תת קרקעיים, יהיה אפשר לבסס תשתיות ומבנים (כפוף להתניות הנדסיות פרטניות).



תרשים 4.4. מפות היתכנות לבולענים לשנים 2040 ו-2070 בהנחה של קצב ירידת מפלס מי תהום של 1.15 מ' לשנה וירידת מפלס מי תהום בקצב שנצפה בקידוחים לאורך החוף. באדום אזורים שבהם שכבת המלח במגע עם מי תהום והם בעלי היתכנות גבוהה להיווצרות בולענים, ובכחול אזורים שבהם מפלס מי התהום יורד אל מתחת לבסיס שכבת המלח והמסת המלח נפסקת, אך עדיין ייתכנו בולענים בקריסה אל חללים קיימים. עם זאת, מי שיטפונות יכולים להגיע אל שכבת המלח דרך בולענים המצויים באפיקי הנחלים, ולהמיסה. תהליך זה מאריך את משך ההמסה לתקופות בלתי מוגבלות (עד שכל המלח יומס באתו אזור). המפות מבטאות תצפיות קודמות המראות כי למנגנון זה פוטנציאל המסה בטווח של עד כ-400 מטר מכל צד של אפיקי הנחלים.

התחברות מואצת של אפיקי נחלים בעקבות ירידת המפלס⁸

רקע

בנחלים אלוביאליים (נחלים הזורמים על תשתית העשויה מחלוקים וחומר בלתי מלוכד) הנמצאים בשיווי משקל, יש שיפוע אופייני התלוי בין השאר בשטפי המים והסדימנט שנחל. כל עוד אלה נשארים קבועים בזמן, שיפוע שיווי המשקל מתקיים ובהתאם חתך הקרקעית לאורך הנחל לינארי בדרך כלל (תרשים 4.5 א'). בתקופות שקצב שינויי מפלס ים המלח היה נמוך יחסית, שמרו אפוא הנחלים המתנקזים אליו על מצב של שיווי משקל דינמי באזור הסמוך לחוף. הסדימנט שהובל ע"י הנחלים אל האגם בנה באזור השפך מניפות דלתא (מניפת סחף הנבנית לתוך גוף מים), שהתאפיינו בכמה ערוצים פעילים בדגם פזרות, ומדרון תת-ימי תלול בחזיתן המזרחית. עד שנות ה-70 של המאה שעברה קצב הנסיגה של חוף ים המלח לא עלה על קצב השקעת המניפות והתקדמותן אל תוך האגם. בעקבות זאת חזיתות המניפות התלולות נדדו מזרחה ונשארו מתחת לפני האגם; כך נשמר שיפוע שיווי המשקל של ערוצי הנחלים בקרבת החוף והזרימה נמשכה בדגם פזרות.

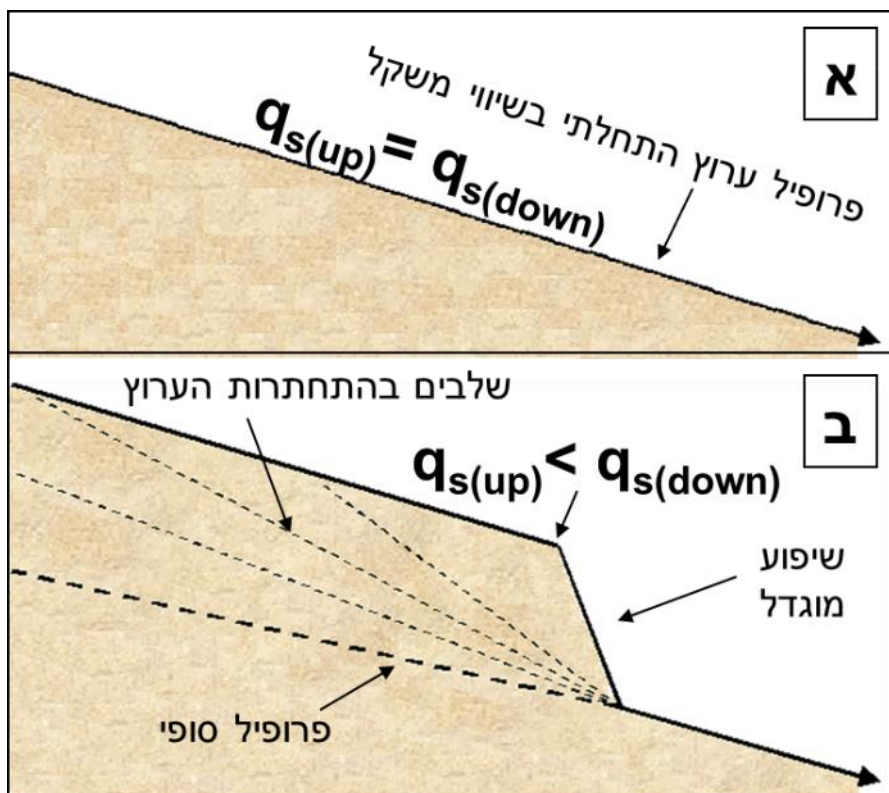
כיום רוב הנחלים בים המלח אינם בשיווי משקל, וזאת מכיוון שירידת מפלס האגם המתמשכת והרציפה חושפת בשפכי הנחלים קרקעית אגם, שהשיפוע שלה תלול משיפוע שיווי המשקל של הנחל. העלייה בשיפוע במקטע הנחל התלול במורד ("אזור הנקע") גורמת לעלייה מקומית בכוח הזרם והיא מגבירה את יכולת המים לחתור ולגזור חומר אלוביאלי מהקרקעית ולהוביל אותו במורד הזרימה. מכיוון שהעלייה בשטף הסדימנט היוצא מאזור הנקע אינה מלווה בהכרח בעלייה בכמות הסדימנט הנכנס ממעלה הזרימה, מתרחשת התחברות בקצהו העליון של האזור התלול ("נקודת הנקע"). התחברות זו ממתנת את השיפועים התלולים בערוץ ע"י הורדת הפרש הגבהים בין מעלה הנחל למורד הנחל (תרשים 4.5 ב'). בזמן התהליך תנדוד נקודת הנקע במעלה הנחל ("לאחור") כאשר קצבי נדידתה וההתחברות לעומק עולים עם ספיקת המים, ויורדים עם הקשיחות והעלייה בגודלי הגרגר של התשתית האלוביאלית. קצבי הנדידה של נקודת הנקע וההתחברות דועכים מעריכית עם הזמן והמרחק מבסיס הניקוז. בתרחיש שלפיו חשיפת המדרון התלול במורד היא חד פעמית, ההתחברות לעומק התשתית האלוביאלית נמשכת עד שהנחל מגיע לשיווי משקל, ונוצר חתך אורך חדש המקביל לחתך ההתחלתי (תרשים 4.5 ב'). ירידת בסיס הניקוז המתמשכת בים המלח מהירה ומלווה בחשיפה של מדרון תלול (ביחס לשיפוע שיווי המשקל) במוצא הנחלים; עקב כך לא רק שהנחלים אינם מצליחים להגיע לשיווי משקל חדש, למעשה הם מתרחקים ממנו. ההתחברות המתמשכת מלווה בקריסות של הגדות "הרכות", ובהתאמה גורמת להתעמקות ולהתרחבות של תעלות האפיקים.

התחברות נחלים כיום וצפי לעתיד

מועד תחילת התחברותם של נחלי ים המלח, קצב התחברותם ושינויי רוחב תעלת האפיק ייחודיים לכל נחל ומשתנים בהתאמה להידרולוגיה של כל אגן ניקוז, לעמידות לבלייה של קרקעית הנחל וגדותיו, לבתימטריה

⁸ הכתוב בסעיף זה והתרשימים המוצגים לקוחים מדוח המכון הגיאולוגי (בן משה ולנסקי, GSI/27/2020) הנכלל בשלמותו באגד הנספחים.

(טופוגרפיה תת-ימית) הראשונית שעליה הושקעה מניפת הסחף, ולשיפוע קרקעית האגם שנחשפה. ניתן לסווג את התגובה הגיאומורפולוגית של 13 הנחלים המתנקזים לאגן הצפוני ב-50 השנים האחרונות לארבע קבוצות, המפורטות להלן. הסיווג נעשה על בסיס התכונות המורפולוגיות (רוחב ועומק תעלת האפיק, בתימטריה מול השפך), ההידרולוגיות (נפח גשם, ספיקות), הליתולוגיות (אופי הסדימנט בקרקעית), והשינויים בגיאומטריית האפיקים (התעמקות והתרחבות האפיק, צורת פרופיל האורך).



תרשים 4.5. התחרות או השקעת סדימנט בעקבות שינוי בשיפוע אפיק אלוביאלי. א. חתך האורך של הנחל נמצא בשיווי המשקל - כל שטף הסדימנט המגיע לנחל מהמעלה מובל למורד הנחל. ב. בעקבות העלייה בשיפוע המקטע שבמורד הנחל, שטף הסדימנט המובל מהמקטע התלול במורד גדול מהשטף המגיע אליו מהמעלה. הדבר גורם להתחרות במעלה הנחל מהאזור התלול, עד שנוצר שיפוע שיווי משקל חדש המקביל לשיפוע ההתחלתי. ירידת בסיס הניקוז המתמשכת בים המלח מהירה ומלווה בחשיפה של מדרון תלול (ביחס לשיפוע שיווי המשקל) במוצא הנחלים; עקב כך לא רק שהנחלים אינם מצליחים להגיע לשיווי משקל חדש, למעשה הם מתרחקים ממנו.

א. נחלים שמשנות ה-70' עד אמצע שנות ה-80' נחשפו במורדם חזיתות המניפות התלולות. עקב העלייה בכוח הזרם על גבי המדרון התלול שנחשף במורד הנחלים, אירעה במורדם התחרות שהחלה בנקודת הנקע שבראש המדרון. לאחר מכן, עם התקדמות אזור הנקע במעלה הזרימה, נמשכה ההתחרות לעומק התשתית האלוביאלית של מניפת הסחף והובילה לנטישת דגם הפזרות ולריכוז הזרימה בתוך תעלות בעלות גדות ברורות. ההתחרות לוותה בקריסות של הגדות ה"רכות", ובהתאמה גרמה להתרחבות האפיקים. בשפכי נחלים אלו נמשכת חשיפת המדרון התלול ושיפוע חתך האורך שלהם גדל עם הזמן. ההתחרות לעומק של נחלים אלו והתרחבות האפיקים הנובעת ממנה, ימשכו עשרות עד מאות שנים מעבר לתרחיש

של ייצוב מפלס הים. הנחלים בקבוצה זו (מצפון לדרום) כוללים את קדרון, דרגה, חצצון, קדם, ישי, דוד, ערוגות, והערוצים הדרומיים של מניפת נחל צאלים. בנחלים אלו הגיעה ההתחזרות עד כביש 90 או אל התשתיות ההנדסיות המגינות עליו (או על תעלת ההזנה של מפעלי ים המלח במקרה של נחל צאלים).

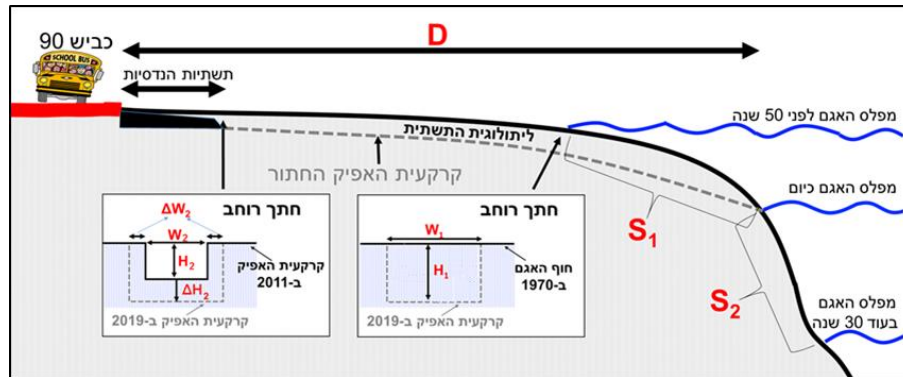
ב. **נחלים שבמורדם נחשפו משטחי בוץ בעלי שיפוע נמוך משיפוע שיווי המשקל.** בנחלים אלו הושקעו סדימנט על גבי האזורים המתונים שנחשפו, ובתחילה לא אירעה בהם כל התחזרות. בשלב מאוחר יותר נחשף במורד משטחי הבוץ מדרון בעל שיפוע גבוה יותר, וערוצי בתרונות החלו להתחזר בחזית משטחי הבוץ. חלק מהבתרונות לכדו זרימות המגיעות ממעלה האגן, יצרו חיבור הידרולוגי בין הערוץ במעלה לבתרונות החתורים, והחלה בהם התחזרות ונדידה של אזור הנקע במעלה משטח הבוץ. האפיקים החתורים בתוך משטחי הבוץ מאופיינים בקריסות רבות של הגדות, וביחס רוחב-עומק נמוך מהאפיקים החתורים בתוך מניפות הסחף. בדומה לנחלים המפורטים בקבוצה א, נחלים אלו מתרחקים ממצב של שיווי משקל. הנחלים בקבוצה זו הם אוג, תמרים וערוצי צאלים הצפוניים. ההתחזרות בערוצים אלו טרם הגיעה לאזור כביש 90 והתשתיות.

ג. **נחלים שבהם נוצר ניתוק הידרולוגי בין הזרימה המגיעה ממעלה האגן לאזור חוף האגם** וזאת בעקבות שיפועים המתון ורוחבם הניכר של משטחי הבוץ במורדם (רוחב < 1.5 ק"מ). הזרימה בנחלים אלו מתבדרת כיום על פני משטח הבוץ ועדיין לא מתרחשת בהם התחזרות שמקורה בירידת מפלס ים המלח. הנחלים בקבוצה זו הם קומראן ומשמר.

ד. **נחל שבתחילה נחשף בשפכו מדרון תלול של חזית מניפה ואח"כ נחשף משטח בוץ מתון** שעליו הושקעו סדימנט. נחל חבר הוא היחיד מבין הנחלים העיקריים הנשפכים לאגם שאירע בו תהליך זה. בנחל זה נחשפה חזית המניפה בסוף שנות ה-70' ונעצרה כעבור שנים מספר; חזית זו הייתה בגובה של כ-4 מ' בלבד. לאחר ההתחזרות הראשונית, נחשף משנות ה-90' מדרון מתון שעל גביו הושקעה מניפה חדשה, וההתחזרות במורד הנחל פסקה.

בעשור שחלף היווצרותם של בולענים בתוך תוואי הזרימה של הנחלים הוא גורם נוסף וחשוב בעיצוב מספר הולך וגדל של אפיקים. בולענים אלו מהווים בסיס סחיפה מקומי לזרימות שיטפוניות המתנקזות אליהם, קירותיהם התלולים יוצרים נקודת נקע הגורמת להתחזרות במעלה, והם מערערים את יציבות גדות האפיקים. כיום ישנם שדות בולענים פעילים בתוך אפיקי הנחלים קדרון, דרגה, חצצון, דוד, חבר וצאלים.

להתחזרות הנחלים המתרחשת כמתואר למעלה יש השלכות מרחיקות לכת על התשתית הפיזית במעלה, המאיימת ופוגעת בפועל בתשתיות אורך ובראשן כביש 90. מדובר בתהליך דינמי בעל פוטנציאל הרס המחייב התמודדות מתמשכת ורציפה, שנועדה להגן על תשתיות הכביש ומניעת קריסתן (כנדון בהמשך בפרק ההנדסי). היכולת לעקוב אחר תהליכי ההתחזרות ולהעריך את התפתחותן בזמן ובמרחב היא הבסיס להתמודדות ולהגנה על תשתיות הכביש. כאמור, אף שניתן לחזות את המגמות, שוררת אי ודאות המובנית במכלול המשתנים הקשורים בכל מערכת נחל; ומכאן אפשר לתת הערכה לצפוי בטווח קצר בלבד בהסתמך על תכונות הנחלים (טבלה 4.1) ועל בסיסה מתחייבת התמודדות גמישה, המותאמת לשינויים הגיאומורפיים שיתרחשו בפועל.



יחס רחב/עומק במורד התשתיות הנדסיות (W_2/H_2)	צורה פחופל האורך	התפתחות תעלת האפיק (מ')					ספיקת תכן* (קוב' לשניה) בהסתברות 10%	נפח גשם ממוצע באגן הניקוז (10^6 מ"מ"ק/שנה)	התשתיות (ליטולוגיה)	מרחק כביש 90 מהשפך (D) (ק"מ)	ממוצע השיפוע הנחשף (%)		שנת חשיפת החיית התמלה	נחל
		שינוי ראפיק בין השנים 2011-2019 במורד התשתיות הנדסיות		גיאומטרית האפיק כיום במקום בו היה חוף האגם ב-1970		עומק קרקעית האפיק (H_1)					ב-30 השנים הבאות (S_2)	ב-50 השנים הקודמות (S_1)		
		התרחבות תעלת האפיק (ΔW_2)	גובה קרקעית האפיק (ΔH_2)	רחב תעלת האפיק (W_2)	עומק קרקעית האפיק (H_2)									
4.3	קמור	7	-2.35	13	-3.5	180	40	רוץ	1.5	17	4	1987	אוג	
8.0	לינארי	0	-1.3	דגם פזורה	-0.6	106	8	בוץ	3.0	13.5	2	1997	קומראן	
5.9	קמור	20	-3.6	200	-18	180	32	אלוביאל	1.3	24	7	1978	קדרון	
16.3	לינארי במעלה וקמור רחוד	-10	+2	דגם פזורה	-0.4	61	2.5	בוץ	1.5	12.5	3	2001	תמרים	
4.5	קמור	9	-4	160	-26	300	74	אלוביאל	0.65	56	20	1970	דרגה	
12.3	קמור	5	-0.8	125	-1	135	17	אלוביאל	0.8	13	11	1973	חצצון	
4.4	קמור	4	-1	83	-15	40	1.4	אלוביאל	0.35	23	26	1975	קדם	
8.8	קמור	האפיק הוסט	האפיק הוסט	23	-5	לא ידוע	0.4	אלוביאל	0.35	23	29	1977	ישי	
6.1	קמור	8	-3.1	70	-12.3	52	2.2	אלוביאל	0.35	22	19	1978	זוד	

טבלה 4.1. תכונות הנחלים העיקריים המתנקזים לים המלח (האגן הצפוני) ממזרח לכביש 90. באיור הסכמטי למעלה מוצגים המשתנים בטבלה.

מעיינות החוף ונביעות הידרותרמליות

סוגי המעינות

לאורך החוף המערבי של ים המלח נובעים מעיינות שאיכותם שפירה עד מלוחה. אפשר לחלקם לשלוש קבוצות להלן, ושתי הראשונות מגיבות בפועל לירידת מפלס הים:

- א. מעיינות הנובעים סמוך לחוף ים המלח ומתוך יחידות המילוי הצעירות שלחוף הים, שפיעתם גדולה (עשרות מלמ"ק בשנה), הם אינם חמים, מליחותם משתנה בטווח רחב והם בקשר הידראולי עם ים המלח, ולכן מגיבים לכל שינוי במפלס הים (צוקים, קנה וסמר).
- ב. מעיינות הידרותרמליים חמים ומלוחים שמקורם עמוק (מערכת קדם-שלם) ושפיעתם כ-10 מלמ"ק בשנה; מעיינות אלה נעים מזרחה בעקבות נסיגת קו החוף של ים המלח.
- ג. מעיינות שעונים, שפירים באיכותם, בעלי שפיעה נמוכה יחסית (3-4 מלמ"ק בשנה) אשר מיקומם, שפיעתם ואיכותם לא תלויים בשינויים החלים בים המלח (עין גדי, עין בוקק).

הדיון שלהלן העוסק בתיאור ובתגובה של מערכות הידרולוגיות שלחוף ים המלח לירידת המפלס, מתמקד בשתי הקבוצות הראשונות, קדם-שלם, וצוקים (עין פשחה), קנה וסמר. כצפוי, התגובה בכולם מתבטאת בירידת מפלס באקוויפר המזין את הנביעות, פחיתה בספיקתן של הנביעות הספציפיות עד כדי יבושן, ונדידה או הופעה של נביעות אחרות במפלסים נמוכים יותר, בעקבות הירידה במפלס הים ובהתאם למידת הקשר שבין המערכת האקוויפרית לים הנסוג.

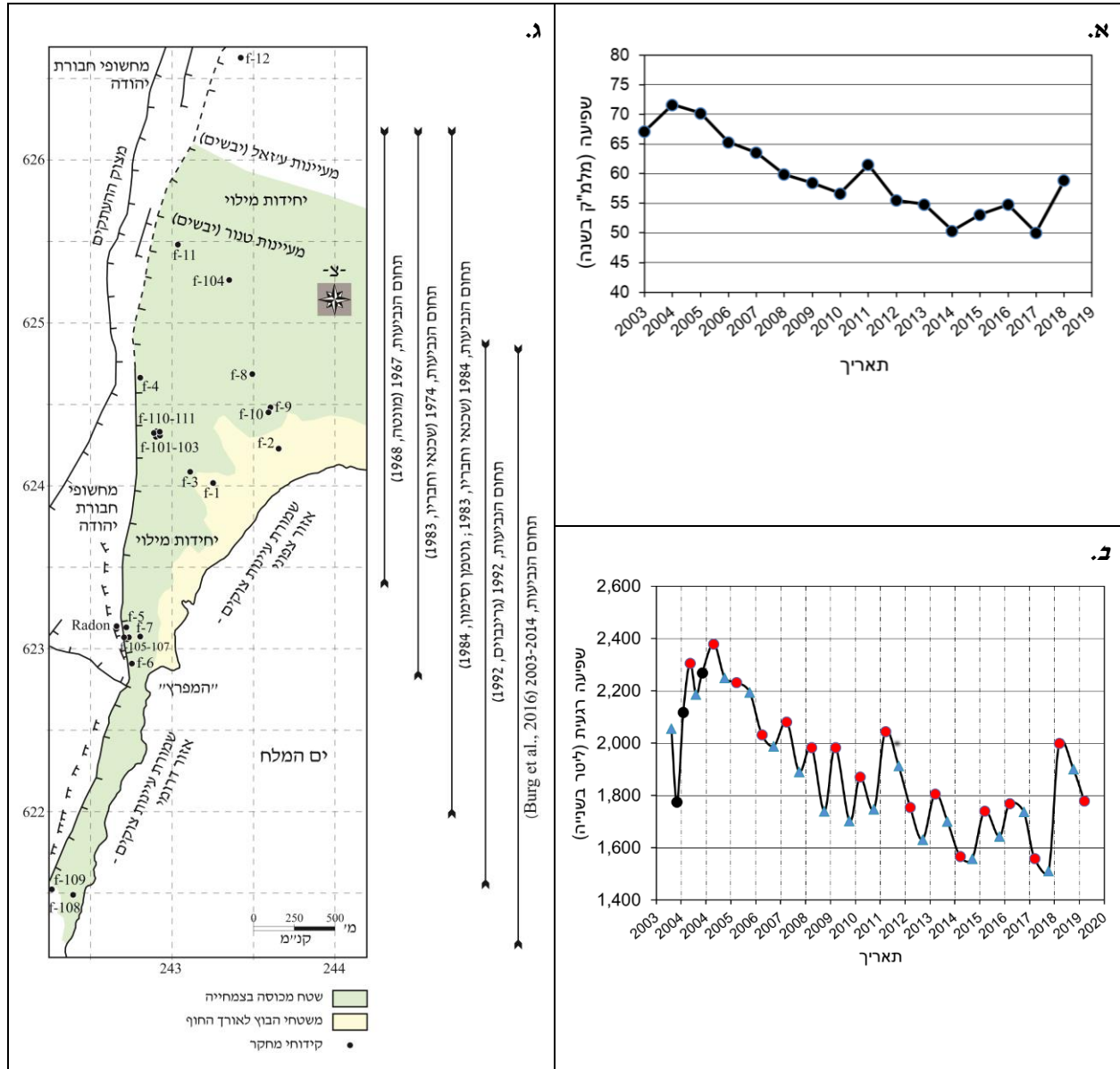
עינות צוקים (עין פשחה)

רקע ותמונת מצב: שמורת עינות צוקים שבצפון מערב ים המלח מכסה שטח באורך קילומטרים אחדים וברוחב מאות מטרים, שפזורים בו מעיינות ובצבוצי מים רבים. בשל ריבוי המים בשטח התפתחה בו צמחייה צפופה, המונעת במקרים רבים את זיהוי הנביעות עצמן. נפח השפיעה הכולל, הנמצא במגמת ירידה מאז תחילת שנות ה-2000, הוא כ-50-70 מלמ"ש (תרשים 4.6 א'). הירידה בשפיעה מיוחסת בעיקר לרצפי שנות בצורת ואולי אף להגברת ההפקה מאקוויפר החר המזרחי, במעלה הזרימה. השפיעה מאופיינת בשונות עונתית (תרשים 4.6 ב'), והיא גבוהה באביב ונמוכה יותר בסתיו, בהתאמה למשקעי החורף בשטחי המילוי החוזר.

בתגובה לירידת מפלס ים המלח יש בשמורה נדידת מעיינות דרומה אל עבר המניפה של נחל קדרון, תוך כדי התארכות האזור הלח (תרשים 4.6 ג'). החלק הצפוני של השמורה, שם נבעו כל המים עד לשנות ה-70 של המאה הקודמת, מנותק כיום מים המלח ע"י מישור חסר צמחייה עם חתך בוצי חרסיתי, ברוחב שהולך וגדל עם המשך נסיגת ים המלח (השטח הצהוב בתרשים 4.6 ג'). מי המעינות הנובעים בגזרה זו מתנקזים כנגר דרך מישורי הבוץ בסדרה של קניונים, ההולכים ומעמיקים עד מפגשם עם ים המלח. התהליכים העיקריים המתרחשים באזור הצפוני של השמורה הם ירידת המפלס באקוויפר והתייבשות חלק מהמעיינות (בעיקר הצפוניים ביותר - עינות ע'זאל, טנור ומעיין 1+2 שהיה בעבר בעל השפיעה הגדולה ביותר בכל השמורה) וירידת השפיעה באחרים. לעומת זאת בגזרה הדרומית של השמורה, שהייתה מוצפת ע"י ים המלח עד לשנות ה-70, החלו להופיע נביעות המסתכמות כיום בכ-40% מהשפיעה הכוללת בשמורה. החוף הדרומי וה"חדש" מתאפיין כיום בנביעות רבות המלוות בצמחייה רבה ומתקדמות בהדרגה מזרחה בעקבות ים המלח הנסוג. בעקבות נדידה זו דרומה התארכה

שמורת עינות צוקים מכ-1,200 מ' בשנות ה-60' עד לכ-3,400 מ' כיום (תרשים 4.6 ג'). מעקב בקידוחי ניטור מעלה כי מתחילת שנות האלפיים ירידת המפלס, מלבד באזור הדרומי ביותר, התמתנה ובמקרים אחדים אף פסקה, וניכרת מגמת התייצבות. עם זאת מגמה זו עשויה להיות זמנית לנוכח המשך ירידת מפלס הים.

צפי לעתיד: הנביעות הדרומיות ביותר גובלות כבר היום בחלק הצפוני של מניפת נחל קדרון. המשך הנסיגה של ים המלח צפוי לחשוף כאן בשנים הבאות חתך של חומר אלוביאלי בעל מוליכות הידראולית גבוהה יחסית. לנוכח זאת נדידת הנביעות דרומה על חשבון הנביעות בצפון השמורה, שהואטה בשנים האחרונות, צפויה להתחדש (תרשים 4.6 ג'). בחינת מניפת הסחף של נחל קדרון מעלה שבשלב מסוים ייחשפו מישורי בוץ אטומים יחסית גם מול החלק הדרומי של שמורת עינות צוקים ומול מניפת הסחף של נחל קדרון. בנקודת זמן זו, שלא ידוע מתי תתרחש, כל מערכת הנביעות של עינות צוקים תתנתק מים המלח ותגיב באופן מרוסן לירידת המפלס, כך שהשינויים במיקום המעיינות יהיו מוגבלים. המערכת כולה תהיה תלויה מעל הים הנסוג, ובד בבד הניקוז ממנה מזרחה יתפתח כנגד בערוצים ובקניונים עמוקים יותר ויותר, בדומה למתקיים כיום בחלק הצפוני של השמורה. הערוצים המעמיקים הללו עשויים להתחתר לאחור ולחדור לאזור הנביעות עצמן (תהליך שעדיין לא קורה באזור הצפוני של השמורה, בין השאר בשל התערבות רשות הטבע והגנים). תהליך החתירה לאחור עשוי לגרום להרס תשתית השמורה. בשלב זה לא ידוע אם ומתי יתחדש הקשר ההידראולי בין מערכת הנביעה התלויה כפי שתואר למעלה ובין הים הנסוג; הדבר תלוי בקיומה של יחידה בעלת מוליכות הידראולית טובה בעומק. אם אכן יתחדש הקשר, יהיה בו כדי להסיט את מערכת הנביעות מזרחה אל המורד שייחשף עם ירידת המפלס ולגרום להרס בית הגידול הנוכחי המתבסס על מי המעיינות.



תרשים 4.6: א' - השפיעה השנתית הכוללת בעינות צוקים במלמ"ש; ב' - השפיעה הרגעית בעינות צוקים בליטר לשנייה. באדום מדידות האביב, בכחול מדידות הסתיו. ג - מפה של שמורת עינות צוקים. טווח ההשתרעות של האזור הלח בתקופות שונות ובהתאמה לפרסומים המציגים את מצב המעינות, מסומן ע"י קווים בצד הימני של המפה. קו החוף במפה הוא כפי שהיה בשנת 2003 (-416 מטר). משטחי הבוץ בצפון השמורה (צבע צהוב) ובשטחי הצמחייה בדרומה (צבע ירוק) משתרעים כיום (2020) הרחק מזרחה לאזור המסומן במפה זו.

עינות קנה וסמר

רקע ותמונת מצב: מעיינות קנה וסמר נובעים בין נחל תמרים בצפון למניפת נחל דרגה בדרום בכמות כוללת של 37-44 מלמ"ש. גם כאן ניכרת שונות בשפיעה בתגובה לעונות שחונות לעומת שנים גשומות, וכנראה גם בתגובה לשאיבת מי תהום באקוויפר הר המזרחי, במעלה. שתי קבוצות המעיינות מופרדות זו מזו ע"י רצועת חוף יבשה באורך של כ-1.5 ק"מ. כשני שלישים מסך השפיעה כיום הם במעיינות סמר, הדרומיים יותר, ורק שליש ממנה בנביעות קנה. בעבר היה היחס הפוך; בשנות ה-60' וה-70' השפיעה בעינות קנה הייתה גדולה בהרבה מאשר בסמר, בשנות ה-80' וה-90' הפער הצטמצם מאוד ובשנות ה-2000 נעשתה השפיעה בסמר גבוהה מזו שבקנה.

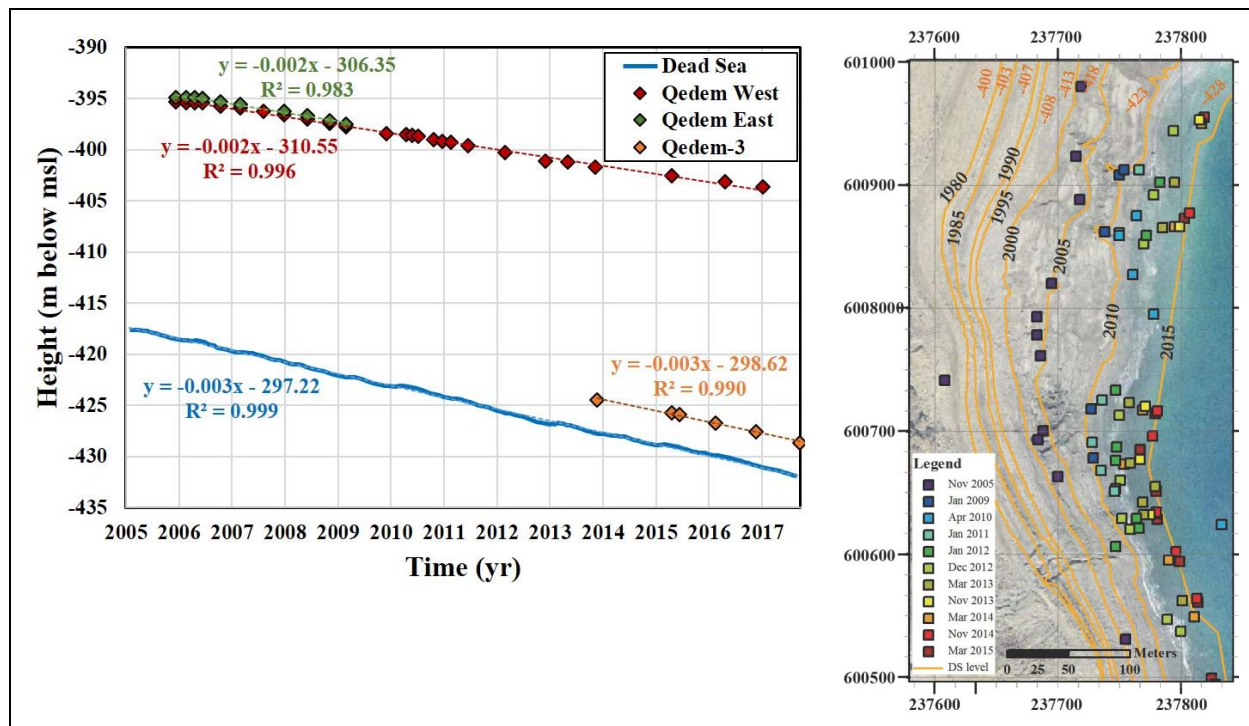
עינות קנה יציבים למדי בזמן מבחינת מיקומם; נצפתה רק תזוזה קלה של הנביעות מזרחה והתייבשות של כמה מעיינות צפוניים. אורך קטע הנביעות כ-1,200 מ' והן מנותקות מים המלח ע"י מישורי בוץ, בדומה לחלק הצפוני של שמורת עינות צוקים. כמה תעלות מנקזות את המעיינות ובצבוצי המים וחותרות במישורי הבוץ, ותעלה אחת גדולה במיוחד מנקזת כ-80% מסך כל השפיעה. בעשור הקודם נצפתה לתקופת מה עלייה מסוימת בשפיעה בחלק הדרומי של עינות קנה בצד התפתחות בולענים. התהליך הדינמי העיקרי המתרחש כיום בעינות קנה הוא התארכות והעמקה של ערוצי הזרימה לים.

עינות סמר לעומת זאת, נודדים דרומה בעקביות וזאת בד בבד עם עליית השפיעה הכוללת במעיינות. המעיינות הצפוניים ביותר שנבעו בשנות ה-60' וה-70' כבר יבשו לפני שנים (בדומה לתהליך שהתרחש בעינות צוקים - התייבשות מעיינות עיזאל וטנור). השטח הלח והזורם בעינות סמר התארך במקביל לעליית השפיעה, מכ-1,000 מ' בשנות ה-70' עד לכ-3,000 מ' כיום ("חוף השאנטי", מול העלייה למצוקי דרגות, הוא חלק מאותה נדידה דרומה). כמו כן המעיינות, בעיקר בדרום האזור, נודדים מזרחה בעקבות ים המלח הנסוג. המעיינות הללו נובעים סמוך לחוף מתוך חתך סלעי-חולי-חצאי ואף מצוקי במקומות. באזור זה טרם נחשפו מישורי בוץ המונעים מהמעיינות לעקוב אחרי מפלס הים הנסוג. מעיינות ימיים שנפחם איננו ידוע וזהו מול החלק הדרומי של מעיינות סמר. בחלק הצפוני של מעיינות סמר נפערו בעשורים האחרונים בולענים גדולים שמשלבים במערכת הזרימה; מי מעיינות מתנקזים לתוכם, נאגמים חלקית בתוכם, ומתנקזים בערוצים מהם אל הים. בחלק מאיגומי המים בבולענים המים משוכבים, ובשכבה התחתונה מים מלוחים, ומי השכבה העליונה מליחים והרכבם אופייני למעיינות סמר.

צפי לעתיד: הצפי לעתידם של מעיינות קנה וסמר דומה בקווים כלליים לזה של עינות צוקים. אומנם מעיינות קנה כבר מנותקים בצדס המזרחי מהים הנסוג (כמו החלק הצפוני של עינות צוקים), אולם הם קשורים הידראולית לעינות סמר שמדרומם. עינות סמר מגיבים לים המלח הנסוג, ובדומה למתרחש בחלק הדרומי של עינות צוקים, הם ימשיכו לנדוד לתוך מניפת נחל דרגה, תוך כדי עלייה בשפיעה (על חשבון השפיעה בעינות קנה). מניפת הסחף של נחל דרגה גדולה ומפותחת מזו של נחל קדרון, ולכן אפשר שתהליך הנדידה של עינות סמר דרומה ומזרחה, תוך כדי עלייה בשפיעה, יימשך זמן רב, כנראה מעבר לזה הצפוי בעינות צוקים. כלומר אפשר לצפות שכאשר עינות צוקים ינותקו מהים הנסוג ע"י משטחי הבוץ, יוסיפו עינות סמר לנדוד דרומה ומזרחה בטווח של עשרות השנים הבאות.

מערכת קדם-שלם

רקע ותמונת מצב: מדובר במערכת של מי תהום מלוחים וחמים (בטמפי של 42-46°C) המשתרעת בתת הקרקע במרחב שבין הספא של עין גדי בדרום לעינות צוקים בצפון (תרשים 4.7). המערכת בעלת הרכב כימי תמלחתי דומה להרכב מי ים המלח, אולם מליחותה נמוכה בחצי והתמלחת מתאפיינת בריכוזים גבוהים למדי של סולפיד, שריחו אופייני ל"מי מרפא" הידרותרמליים. מרכיב הקצה המלוח של המערכת מוכר כיום בנביעות הרבות של עין קדם. עד לפני כעשור הייתה נביעה משמעותית של התמלחת גם בעין שלם, מדרום לשפך נחל חצצון וסמוך לחוף מינרל. קידוח שהוצב מעל עין שלם שאב וסיפק מים באיכות זהה לחוף מינרל. במהלך תקופה זו התמלחת חדלה לנבוע וגם לא התחדשה לאחר סגירת האתר והפסקת השאיבה, כנראה בשל ירידת מפלס הים המתמשכת. מים בהרכב כימי דומה אך ברמות מיהול/מליחות שונות ובטמפרטורות נמוכות בהרבה, נובעים במקומות נוספים לאורך החוף, במרחב שבין שתי הנביעות הראשיות המוכרות וכן מדרום להן לכיוון עין גדי. המערכת משתרעת גם מצפון לעין קדם בואכה נחל דרגות ועד עינות צוקים בצפון, שם היא מהווה את מרכיב הקצה המלוח של רוב הנביעות המליחות. טמפרטורות התמלחת בעינות קדם ושלם מצביעה על עליית מים מהירה מעומק של 500 עד 1,000 מטרים מתחת לאתרי הנביעה. נראה כי התמלחת עולה דרך העתקי השוליים של בקע ים המלח, ועם הגיעה ליחידות המילוי היא מוצאת אופקים בעלי מוליכויות הידראוליות גבוהות יחסית וזורמת בהן עד לשפיעתה קרוב לקו החוף. ישנן גם כמה נביעות תת ימיות שזוהו מתחת למפלס האגם בקרבת החוף.



תרשים 4.7: הקשר שבין נביעות עין קדם וירידת מפלס ים המלח; (א) מיקום קו החוף (קווים צהובים) ונביעות עין קדם (כל צבע מציינ סקר דו-שנתי) מדרום לנחל קדם בשנים 2005-2015. הרכב התמלחת לא השתנה במהלך כל התקופה. (ב) מפלס ים המלח בין השנים 2005 ל-2017 (קו כחול) ומפלסי מי התהום בקידוחי תצפית בחוף קדם (מעוינים באדום, כתום וירוק). (מתוך Weber et al., 2018).

השפיעה בנביעות עין קדם, שם מתרכזת עיקר השפיעה של המערכת, היא כ-10 מלמ"ש. רוב הנביעות בקטע חוף זה מופיעות מדרום לשפך נחל קדם, שם מזוהות כיום יותר מ-45 נביעות אשר מיקומן וספיקתן משתנים במרחב בקצב מהיר, בצד ירידת מפלס האגם (תרשים 4.7). עיקר השפיעה היא ב-2-3 מעיינות עיקריים, החותרים נתיבי זרימה עמוקים לאורך של כמה עשרות מטרים בניצב לקו החוף. לעומת זאת לאורך רצועת החוף, במקומות שבהם היו מעיינות שיבשו, נוצרים אזורי קריסה ובורות חשופים. נדידת הנביעות המלווה בירידת המפלס (תרשים 4.7) מצביעה על קשר הידראולי בין תמלחות קדם-שלם, הנובעות מתוך אקוויפר המילוי, ובין מפלס ים המלח והשפעה ישירה של שינויי המפלס על החלק הרדוד של מערכת מי תהום מלוחה וחמה זו. עם זאת לא נמצא קשר בין השפיעה בנביעות לכמות הגשם בהרי יהודה או לרום מפלס ים המלח.

גיל המים של עינות קדם (הזמן בו חדרה התמלחת לתת הקרקע) העומד על 20,000 עד 40,000 שנה, חופף לתקופת הקרח האחרונה ולשיא המפלס של אגם הליסון, האגם שקדם לים המלח והתקיים בבקע לפני 70,000 שנה ועד לירידת המפלס הדרסטית שלו לפני כ-10,000-11,000 שנים (עת שקעה שכבת המלח המוכרת כיום כמלח הבולענים). בשיאו עלה אגם הליסון לרום מפלס של כ-160 מטר מתחת לפני הים, דהיינו יותר מ-250 מטר מעל למפלס ים המלח הנוכחי והשתרעותו הייתה מחצבה בדרום ועד הכינרת בצפון. בתקופה זו אגם הליסון היה משוכב, ומליחות המים העליונים הייתה כמחצית ממליחות ים המלח כיום. מפלס מים גבוה זה אפשר את חדירתם של מי הליסון העליונים אל תוך סלעי חבורת יהודה שהיו במגע ישיר עם מי האגם. ירידת מפלס אגם הליסון והתבססותו של ים המלח באגן וברום נמוך בהרבה, הביאה לידי היפוך בכיווני הזרימה כך שהתמלחת החלה להישטף מעומק האקוויפר בחזרה לים המלח, שטיפה הנמשכת גם כיום. אף שבמאזן המים הכולל תרומתה הנוכחית של מערכת קדם שלם לים המלח שולית (כ-3% בהנחה של נפח כניסות של 300 מלמ"ש, ופחות מ-1% ביחס לכניסות ההיסטוריות הטבעיות), תרומת המלחים שלה לים המלח משמעותית בהרבה - יותר מ-40% מכמות המלחים השנתית הנכנסת לים המלח.

הנביעות ההידרותמליות של עינות קדם הן מוקד משיכה למטיילים. עם זאת לא מדובר בהתנהלות תיירותית מסודרת; החניה בסמוך לאזור הנביעות העיקרי צפופה בזמני העומס, והירידה לאזור הנביעות קשה ולעיתים מסוכנת. המבקרים הרבים המגיעים לאזור משאירים אחריהם כמויות אשפה גדולות ובורות חפורים. כרגע אין שום גוף שמקבל אחריות על הנעשה לאורך רצועת החוף של עינות קדם ומתבקש כי חוף זה יהיה בין חופי ים המלח שיונגשו לתיירות ונופש.

צפי לעתיד: מיקום הנביעות והמשך ירידת המפלסים, ובעיקר אלו של עינות קדם, תלוי באופי הסדימנטים הנחשפים ממזרחם; עין שלם כאמור התייבש ללא נדידה מזרחה בעקבות החוף הנסוג, וזאת בעקבות חשיפה של חתך בעל תולכות הידראוליות נמוכות. בעין קדם לעומתו, הסדימנטים לאורך החוף עדיין בעלי תולכות הידראוליות המאפשרות נדידה מזרחה, אבל לא לעולם חוסן; ואז - או שהנביעה תיפסק או שהתמלחת תעמיק לחתור בסדימנט הבוצי ותתנקז לים דרך ערוצי זרימה שייכלו ויעמיקו, בדומה לתהליך המתרחש כיום בעינות צוקים.

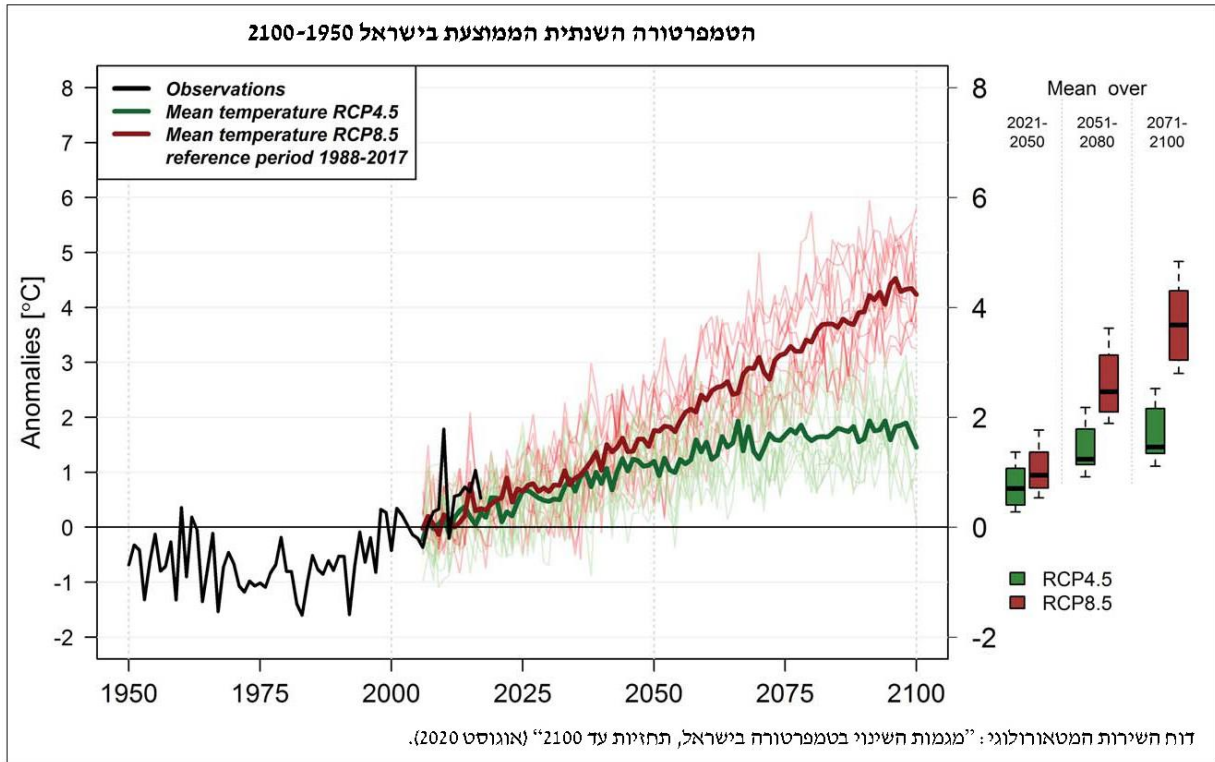
5. השפעת שינויי האקלים על מפלס ים המלח

ייתאמר מראש שמקור השינויים המתרחשים כיום בים המלח הוא גריעה אנושית של מרבית זרימות המים לאגן והשינויים אינם קשורים לשינויי האקלים. לעומת זאת שינויי האקלים הצפויים באזורנו מציבים משוכה נוספת להגשמת החזון הכרוך בשחרור מים או בייצור וייבוא מים לים המלח למטרה שאינה אספקת מי שתייה או השקיה לחקלאות. המגמות האקלימיות שתאפיינה את אזורנו הן: יותר ימים יבשים בשנה, תזוזה של קווי הגשם צפונה, ירידה של כ-15%-20% בכמות המשקעים עד סוף המאה ה-21, עלייה בטמפרטורה הממוצעת בכ-1.2 מעלות צלזיוס עד שנת 2050 (בתרחיש RCP 8.5 - עסקים כרגיל, תרשים 5.1), התרבות והתארכות של גלי חום ואירועי מזג אוויר קיצוני, למשל עלייה בעוצמת אירועי משקעים שבהם כמות גשם רבה יותר יורדת בזמן קצר יותר (יוסף וחובריו, 2019; ונגר וחובריו, 2021).

כיום כבר מופנות השקעות להתמודדות עם הגידול באוכלוסייה ועם מחסור גובר במים שפירים וחלקו לפחות נובע משינויי האקלים. השקעות אלו גדלות בהתמדה וצפויות לגדול עוד ככל שהשלכות של שינויי האקלים יגברו וככל שתגדל אוכלוסיית האזור, הכוללת את ישראל, ירדן והפלסטינים. דווקא על רקע תיאור המצב העכשווי ובעקבות התחזיות להמשך, חשוב להבטיח את הסדרת המים והבטחתם לטבע לצורך שמירה על בריאות המערכות האקולוגיות. על רקע מצוקת המים וגידולה הצפוי אין ספק כי אי אפשר לפתור את גירעון המים בים המלח באמצעות חזרה לזרימות הטבעיות שהיו בירדן. עם זאת כנדון בהמשך, ובעקבות הסכמי המים המותפלים - אנרגיה מתחדשת - שנחתמו באחרונה בין ישראל לממלכת ירדן, יש מקום להקצות מכסת מים מוגבלת. שתאפשר החייאה חלקית של הירדן התחתון שבו בין השאר אתרי צליינות מקודשים לנצרות ומערכות אקולוגיות וסביבתיות שנפגעו קשות.

לעלייה החזויה בעוצמה ובתדירות של אירועי מזג אוויר קיצוניים יש השלכות על התשתיות במרחב, ובראשן כביש 90, ובעקבותיהן תידרש היערכות לשיטפונות עוצמתיים יותר ותדירים יותר. מידת השפעת העלייה בטמפרטורה על ההתייבשות ועל היכולת לגדל גידולים חקלאיים באזור אגן ים המלח טרם נבחנה; נדרשים מחקרים בנושא על מנת להיערך לשינויים העשויים להידרש בפעילות האנושית באזור.

ומכאן, מתווה ההתנהלות באגן בטווח הנראה לעין, שעיקרו התמודדות מיטבית עם תנאי הסביבה המשתנים עקב גירעון המים ושינויי האקלים שצפויים להימשך ללא התערבות מכוונת, הוא תרחיש הבסיס. ועם כל זאת יעד מרכזי של מסמך המדיניות הזה הוא להציג חזון לעתידו של האגן ולבחון תרחישים שיכולים לרסן את קצב ירידת המפלס וייצובו, אף שהשפעתם תהיה קטנה בטווח שנות היעד של המסמך ואף זמן רב לאחר מכן.



תרשים 5.1. תחזיות לשינוי בטמפרטורה הממוצעת בישראל ביחס לתקופת ייחוס 1988-2017
(יוסף וחובריו, 2019, השירות המטאורולוגי הישראלי).

6. ההיבט הכלכלי בתרחיש "עסקים כרגיל"

כאמור, תרחיש "עסקים כרגיל" צפוי להימשך בטווח הנראה לעין; ואפילו יוחלט לקדם התערבות לשינוי מהותי של מאזן המים, יישומה רחוק ומתמשך והשלכותיה על התשתית הסובבת (בולענים, התחתרות נחלים וכו') לא תהיינה מהותיות בטווח מסמך המדיניות (2070), ומעבר לכך. כלומר מדובר בתרחיש שהוא בבחינת ודאות המחייב הסתכלות נכוחה והיערכות בהתאם.

ניתוח עלויות ותועלות של המשך המצב הקיים בתרחיש "עסקים כרגיל" מפורט בנספח הכלכלי ומפורטים בו המרכיבים הניתנים לכימות כלכלי, לצד ציון ערכים שאינם כמותיים מבחינה כלכלית אולם השפעתם על המרחב רבה ואף מהותית. הניתוח המסוכם בטבלאות 6.1 ו-6.2 נועד לתת בידי מקבלי ההחלטות תמונה כלכלית של המצב הקיים, ואת ההשקעות הכלכליות הצפויות שיידרשו להתמודד איתן בתרחיש זה.

הניתוח הכלכלי מתבסס על הגדרות, נתונים והערכות שהתגבשו במהלך הכנת המסמך בתחומי הגיאולוגיה, אקולוגיה, הידרולוגיה, הנדסה ותשתיות וסביבה. התחשיבים המוצגים בעבודה זו מתייחסים למצב שנתי ממוצע, על בסיס החזוי בשנים הבאות. הנחת המוצא היא **שההשפעות הכלכליות של תרחיש "עסקים כרגיל" קבועות בטווח הזמן שהמסמך הנוכחי עוסק בו (2070)**.

לאמידת הרכיבים השונים נעשה שימוש בתיאוריות ובשיטות אמידה כלכליות וסביבתיות רבות ומגוונות, בהתאם לרכיבי התועלות/עלויות שעלו, שיטות המבוססות על מתודולוגיות כלכליות מקובלות בעבודות מסוג זה. המרכיבים המרכזיים שכומתו בצד התועלות הם התעשיות הכימיות, הנשענות על "כריית"⁹ תמלחת ים המלח, ועל התיירות והחקלאות. לעומתם כומתו עלויות ההשפעות הסביבתיות והאקולוגיות והנזקים לתשתיות הנגזרים מירידת המפלס, מהיפערות בולענים ומהתחתרות נחלים, ומהפעילות התעשייתית. התועלות והעלויות שכומתו מתייחסות הן לאגן הצפוני הן לאגן הדרומי, בשל התלות של הפעילות האנושית באגן הדרומי באגן הצפוני, והקשר שלה למצב המפלס.

מהתחשיב הכלכלי עולה המסקנה העומדת בהתאמה עם דוח תום הזיכיון (2019), כי במאזן הכללי במצבו הנוכחי של ים המלח, המייצג את הצפוי בתרחיש "עסקים כרגיל", התועלות למשק גבוהות הרבה יותר מהעלויות. זאת בהסתמך על מאזן של פרמטרים וערכים כלכליים שוקיים בלבד. לתרחיש "עסקים כרגיל" הנבחן כאן יש עלויות סביבתיות, אקולוגיות, ערכיות וחברתיות משמעותיות ביותר, והן אינן ניתנות לכימות בערך כספי. כפועל יוצא, על המאזניים נתונים ערכים סביבתיים וציבוריים הנפגעים פגיעה בלתי הפיכה, מחד גיסא, מול תועלות כלכליות חשובות למשק, מאידך גיסא.

⁹ אומנם מדובר על שאיבת מי ים המלח, אבל מבחינה תעשייתית מדובר בשאיבת תמלחת גלם מתכלה וסופית, באנלוגיה לכריית מחצבים.

הערות	תועלת שנתית (מיליוני ₪)	מתודולוגיה	מרכיב	נושא
להערכתנו הנחת העבודה של 100% אבטלה ללא התעשייה נראית מוגזמת, אך אין בידינו מידע לאמת או להפריך טענה זו. עם זאת, גם בהערכה שמרנית הרבה יותר נקבל ערך של כמה מיליארדי ש"ח	(11,000)	עבודת אוניברסיטת בן גוריון (2012) - אמידת מעגלי התעסוקה למיניהם (ישיר, עקיף, צריכה פרטית) באמצעות מודל תשומה-תפוקה רב-אזורי (multi-regional input-output), בזמן שנאמדה מלוא התרומה לתוצר (הנחת עבודה של 100% אבטלה ללא התעשייה)	תרומת התעשייה לתמ"ג (כולל מיסים ותמלוגים)	תרומת תעשיית הכרייה (התעשייה הכימית)
התועלת נבחנה ביחס למצב עולם, שבו האגן הדרומי מתייבש והמלוונות נסגרים (תועלת תוספתית). מדובר בהנחת עבודה שמרנית, וסביר שאין מדובר בסגירה מוחלטת אלא בפגיעה, ובהשקעות לאיזון בתנאים חדשים	(995)	תחשיב של אובדן תועלת (הפסד פדיון) מתיירות חוץ ופנים, בעקבות הפסקת צריכה של אזור ים המלח (ערך מלא) ומעבר לצריכת שרותי תיירות במקומות אחרים בארץ (הפרשי מחיר)	תועלות - שוקיות - תיירות חוץ + מבקרים ישראלים	תיירות באגן הדרומי
ערך משמעותי, הנכלל ברובו בתועלות התיירות באגן הדרומי	-	תחשיב של אובדן תועלת (הפסד פדיון) מתיירות חוץ ופנים, עקב הפסקת צריכה של אזור ים המלח (ערך מלא) ומעבר לצריכת שירותי תיירות במקומות אחרים בארץ (הפרשי מחיר)	תועלת - שוקית - תעסוקה, תיירות וחקלאות	תיירות באגן הצפוני
	62	אמידת התמ"ג לדונם, בעבור כל אחד מסוגי הגידולים באזור	תרומת החקלאות באזור לתמ"ג	תרומת החקלאות
כמה מיליארדי ש"ח	(12,057)			סך הכול

טבלה 6.1. תועלות במצב הקיים והתמשכותו, בתרחיש "עסקים כרגיל". כאמור, הערכים המספריים המוצגים נשענים על הנחות שמרניות המניבות ערכים הנראים מוגזמים, ולפיכך "כמה מיליארדי ש"ח" הוא המתאים לביטוי התועלות.

הערות	עלות שנתית (מיליוני ₪)	מתודולוגיה	מרכיב	נושא
	212	אמידת העלויות החיצוניות למשק הנובעות מפליטתם של מזהמי אוויר מתעשייה ומייצור חשמל, ומבטאות את הערך הכספי של אובדן הרווחה החברתית ומשקפות בעיקר את הפגיעה בבריאות האדם. אמידת המזהמים נשענת על בסיס "הספר הירוק" של המשרד להגנת הסביבה, הנותן ערך כספי למזהמים	עלויות חיצוניות מזיהום אוויר וגזי חממה	השפעות סביבתיות מתעשיית הכרייה
	12	עלויות פרק זה חושבו, בדומה לפרק הקודם, בהתבסס על עלויות המשרד להגנת הסביבה למזהמים מתחבורה, המפורסמות ב"ספר הירוק" של המשרד להגנת הסביבה	עלויות חיצוניות משינוע חומרי גלם ותוצרים - זיהום אוויר	
בשל שונות גבוהה ועלויות בשיטות שונות נלקחה עלות ממוצעת (בין 20 ל-65 מיליון ₪ בשנה)	45	העברת עלויות של מחקרים שנעשו בתחום ואמדו את ההשפעות החיצוניות הלא שוקיות של שינוע חומרים על ידי משאיות, תוך התאמתם לשער החליפין בישראל, ולקנה המידה הרלוונטי לעבודה זו (₪ לקילומטר), כמו גם קידום הערכים והתאמתם לישראל לשנת 2019 (באמצעות יחס התוצר לנפש לפי שווי כוח הקנייה - PPP)	עלויות חיצוניות משינוע חומרי גלם ותוצרים - גודש, רעש, תאונות דרכים, בלאי תשתיות	
גם דוח הוועדה לתום הזיכיון המליץ על חיוב בתעריף הפקה	60	עלות אלטרנטיבית, הנאמדת לפי ערך שוק, באופן הזה: מחיר מים אלטרנטיבי לצרכן שאינו ספק (תעריף רשות המים המסופקים למקורות) בניכוי העלות המשולמת על ידי מפעלי ים המלח בגין הפקת המים, כפול היקף השאיבות השנתי	קידוחי מים - עלות אלטרנטיבית משימוש במים על ידי המפעלים	
	1.6	עלות שיקום הנזק - הערכת העלות השנתית הנדרשת לשם שיקום השמורות עינות צוקים, עינות קנה ועינות סמר (נפגעו מירידת המפלס)	פגיעה במעינות חוף	פגיעה באקולוגיה ובתשתיות
	3.6	עלות שיקום הנזק - הערכת העלות השנתית הנדרשת לשם שיקום מלחות האזור (נאות הכיכר, נווה זוהר, נחל חימר וכיכר סדום)	פגיעה במלחות	
	0.95	עלות שנתית של ניטור צומח ועופות	שיקום וניטור	
	112	עלות שנתית של תיקון ושיקום תשתיות תחבורה בעקבות התחרות נחלים (גשרים, מעברי מים, מתקני הגנה)	תיקון ושיקום תשתיות תחבורה	
	780	שיטת הערך השוקי האלטרנטיבי - הפסד הערך הנדליני של התשתיות הפוטנציאליות שנפגעו/לא יקומו במרחב ים המלח - גודל שטחי הבולענים באזורים אלו והתאמת חישוב הערך לסוגי הנכסים בהם (תיירות/נדל"ן/חקלאות)	בולענים - פגיעה בתשתיות/נכסי תיירות, נדל"ן וחקלאות	
	87	עלות שיקום הנזק - הערכת עלות שנתית מהוונת של חלק המדינה בהגנות הקבע ופרויקט קציר המלח	הגנות בפני פגיעה בתשתיות באגן הדרומי	
	135	פרויקט קציר המלח - עלות חיצונית של זיהום אוויר מחשמל + תפיסת שטחים	הגנות באגן הדרומי מפני פגיעה בתשתיות עלות חיצונית	
28-19 מיליון ש"ח	25	אובדן הרווחה הכלכלית בעקבות ימי שיטפון וימי חשש לשיטפונות נובע מכמה מרכיבים מרכזיים - תעסוקה, תיירות ופגיעה בעסקים במרחב	עלות אובדן רווחה חברתית בגלל סגירת כבישים	
	1,475			סך הכול

טבלה 6.2. עלויות במצב הקיים והתמשכותו בתרחיש "עסקים כרגיל". כאמור אין כאן ביטוי לערכים סביבתיים וציבוריים מהותיים הנפגעים פגיעה בלתי הפיכה.

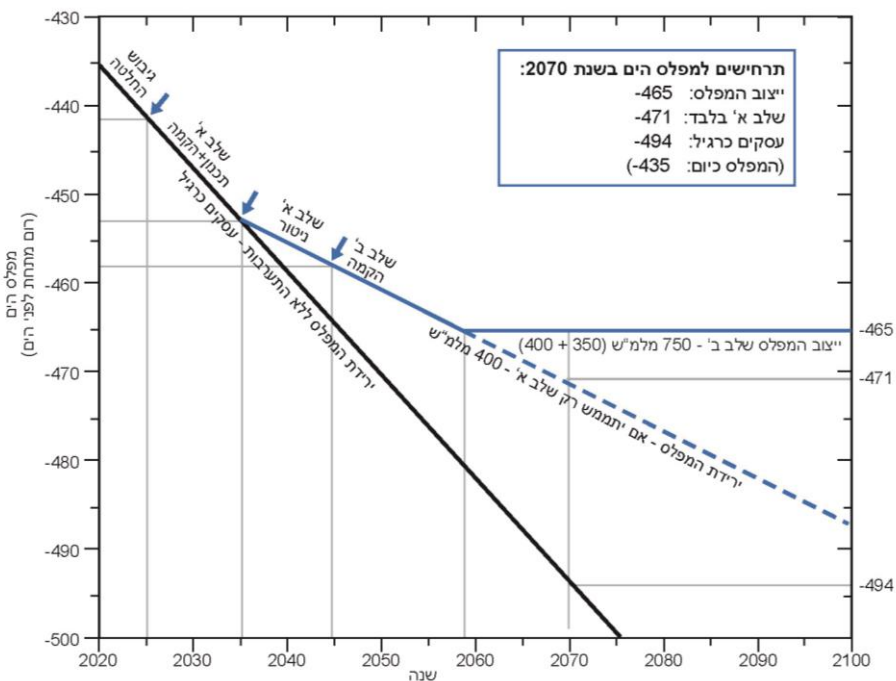
7. תרחישים וחלופות לייצוב המפלס ויעדים להשגתו

כללי

הגדרת יעדים להתערבות במאזן המים הגירעוני היא הבסיס לגיבוש מדיניות ארוכת טווח לאגן ים המלח, ומהם נגזרים התרחישים להשגתם. הדיון ביעדים ובתרחישים מתבסס על מידול כמותי של מבנה האגן ורכיבי מאזן המים העכשווי, ובאמצעותו ניתן להעריך את השינויים הצפויים בגין התערבות כזאת או אחרת. המודל, פרי עבודה רבת שנים של המכון הגיאולוגי, משלב מגוון רחב של פרמטרים במרחב הרלוונטי ויחסי הגומלין ביניהם יוצרים מערכת רב ממדית; מערכת זו מאפשרת לנתח את המצב המתהווה בהיבט כמותי ולחזות את השינויים הצפויים במפלס ובמאפייניו של גוף המים, ובתשתית הפיזית הטבעית עד למצוק ההעתקים, עם ובלי התערבות מכוונת.

תרחישים לירידת מפלס הים עם ובלי התערבות

כאמור, ירידת המפלס המתמשכת היא ביטוי לגירעון במאזן המים העכשווי העומד על כ-750 מלמ"ש. ומכאן, התערבות לשינוי המצב העכשווי בים המלח מכוונת להפחתת הגרעון ולאזונו, באמצעות שינוי בכניסות ו/או ביציאות המים אל או מתוך גוף המים באגן הצפוני.



תרשים 7.1. תחזית להשתנות מפלס הים בזמן, בלי ועם התערבות. ההתערבות בשני שלבים, מציגה תרחיש אופטימי שבו ב-2025 מתחיל ישום "מובל ימים", לאחר שביצעו ומימונו הוסכם בין הגורמים הרלבנטיים.

השתנות מפלס הים בזמן, עם ובלי התערבות, מוצגת בתרשים 7.1; הקו השחור משמאל מתאר את תחזית התפתחות המפלס בעשרות השנים הבאות בלי התערבות, מצב המוגדר המשך "עסקים כרגיל" (הגרף מבוסס על ירידת מפלס של 1.15 מ' בשנה המדודה בעשור האחרון). לעומתו מוצגת משמעות התערבות בלוח זמנים אופטימי שבו ב-2025 מתחיל שלב הישום הכולל תכנון מפורט וביצוע של שלב א' שבו מוזרמים 400 מלמ"ש מי ים/רכז לים המלח. כעבור עשור של בחינת משמעותה של הזרמה כזו, הממתנת משמעותית את ירידת מפלס הים לכדי 0.55 מ' בשנה, יוחלט האם ניתן להתחיל בשלב ב' שמטרתו ייצוב מפלס הים באמצעות הזרמה של עוד 350 מלמ"ש.

התרשים מדגים את משמעות ההתערבות בתרחיש המוצג; ב-2070 מפלס הים המיוצב יעמוד על כ-465 בעוד שמימוש שלב א' בלבד יעמידו על כ-471 וזאת ביחס לכ-494 במצב של עסקים כרגיל. כל עוד לא יוצב המפלס, ירידת המפלס תימשך עוד עשרות שנים בקצבים דומים. מתוך התרשים אפשר ללמוד כי ככל שיעוכבו מועדי ההתערבות, נקודת ההתחלה תהיה ברום מפלס נמוך יותר (הסטה במורד הקו השחור) ומפלסי הים שיושגו בתגובה להתערבות יהיו נמוכים יותר.

יעדים

הבנת המערכת מעלה כי מלבד עצם ירידת מפלס הים בטווח שנת היעד של מסמך המדיניות (ירידה של עוד כ-60 מטר עד 2070), וצמצום של עוד כ-15% בשטחו, לא צפוי הבדל מהותי במצבה הפיזי של התשתית הסובבת (כולל התפתחות בולענים, התחתרות נחלים ופגיעה במעיינות ושמורות טבע) בין תרחיש "עסקים כרגיל" לתרחיש של ייצוב המפלס. ואולם ירידת המפלס המהירה, נסיגת הים והצטמקותו בתרחיש "עסקים כרגיל", שתימשך עוד שנים מעבר לשנת היעד, תנציח ואף תחמיר את ההידרדרות של התשתית הסובבת ותפגע עוד יותר בנגישותו, בייחודיותו ובנראות של הים וסביבתו. מדובר בפגיעה שקשה לתת לה ביטוי כמותי בכלים כלכליים קיימים, אבל היא בעלת משמעות רבה לציבור הרחב בכלל, וזה החי את המרחב המדובר בפרט (כתושב, עובד, חוקר ומבקש מרפא, וכאורח מזדמן, תייר, טייל וחובב טבע).

בצד ייצוב ושימור מפלס הים, יצוין כי להתערבות הכוללת הזרמת מי ים לים המלח השפעות סביבתיות שליליות, שכן מדובר במיזם תשתית מאסיבי המתפרש על רחבי ארץ. ההשפעות הסביבתיות כוללות בין השאר: פגיעה בסביבה הימית והחופית הכרוכה בהקמה ותפעול מערך שאיבה מתמשך ומסיבי, פגיעה בסביבה היבשתית וסיכון משאבי טבע הכרוכה בהקמת מערך הולכה והזרמה מתמשכת של מי ים, ואפשרות לשינויים בלתי רצויים בגוף ים המלח עצמו.

ההכרעה בין התועלת הסביבתית והציבורית הנובעות מהמיזם לייצוב מפלס ים המלח, ובין ההשפעות הסביבתיות השליליות של המיזם, מול המשך "תרחיש עסקים כרגיל", היא הכרעה ערכית כבדת משקל ואינה ניתנת לכימות בכלים כלכליים. מסקנת מסמך זה העומדת בהתאמה עם משאלת לב ציבורית חובקת ארץ, היא כי הזרמת מים לים המלח בחלופה המוצעת תניב תועלות סביבתיות, כלכליות ומדיניות, ובמרכזן שימור מפלס ים המלח לדורות הבאים, הבטחת אספקת מי שתייה לירדן וייצוב פוליטית באזור. על רקע כל אלו ומתוך אחריות בין דורית, ובהתייחס לחשיבותו של הירדן הדרומי במרחב זה, מוצע יעד התערבות משולב: **ייצוב המפלס מוקדם ככל האפשר, ובמהלך נפרד החייאה חלקית של הירדן, הנדון בהמשך.**

במהלך השנים האחרונות נעשו עבודות מקיפות שניתחו תרחישי התערבות, ובהם תרחישים שיש בהם כדי להשיג את ייצוב המפלס ומעבר לו (הרמה לרום מטרה). אלה כוללות בין השאר את בחינת ההיתכנות למימוש "מובל ימים" מהים האדום (RSDSC) בחסות הבנק העולמי (2011) ואת עבודות המכון הגיאולוגי שנעשו בהקשר לבחינה זו ובנפרד, וכן בחינה והשוואת חלופות במכון ירושלים למחקרי מדיניות (ביין וחובריו, 2011) ובמוסד נאמן שבטכניון (אבנימלך וחובריו, 2007). נתונים, ממצאים ולקחים שנלמדו בעבודות אלה ואחרות וכן במסגרת מסמך מדיניות קודם לאגן ים המלח (אידילמן וחובריו, 2006), מובאים בחשבון בדיון זה.

מהלכים אפשריים לייצוב המפלס

השאפה להחזיר את המצב לקדמותו, לחדש את הזרימות בנהר הירדן ובנחלים המתנקזים אליו ולהחזיר את המפלס וקו החוף של ים המלח לימים של מחצית המאה הקודמת, משותפת לרבים בישראל ובעולם. אולם יש להכיר בכך שבמצוקת המים האזורית אי אפשר להחזיר את הגלגל לאחור. כל ניסיון לפצות על גירעון המים הגדול באמצעות הזרמת מים שפירים, טבעיים ובעיקר כאלה שמקורם בהתפלה, כרוך בעלויות סביבתיות וכלכליות בלתי סבירות וכמהלך גיאופוליטי מתריס על רקע מצוקת המים של שכנינו. מכאן שכל התערבות משמעותית לשינוי המצב, אם וכאשר יוחלט עליה, תתבסס על הזרמת תמהיל של מי ים ומי רכז אחרי התפלה, במה שקרוי מובל ימים¹⁰.

ממדי התרחיש נגזרים מהגירעון במאזן המים העכשווי של ים המלח, ומהשאפה לרסן מוקדם ככל האפשר את ירידת המפלס ולייצבו, אך לא במחיר של פגיעה באופיו הייחודי של ים המלח, בנראותו או בהרכבו הייחודי. החלופות למימושו נבחנות על רקע מצוקת המים במרחב כולו ומהלכי ההתמודדות להקלתה שנבחנו בעבר ואלה הנשקלים ואף מקודמים כיום. כאמור, במהלך השנים נערכו עבודות לבחינת חלופות שונות, והאחרונות שבהן, שהן הבסיס לבחינת החלופות במסמך זה, כוללות בחלקן חלופות שהוסכמו עקרונית עם ממלכת ירדן אך לא התקדמו לכדי מימוש בעיקר על רקע עלותן הגבוהה וחלוקת נטל מימומן.

א. במסגרת עבודת הבנק העולמי 2011, ולפי הסכמה מוקדמת, נערך מבחן היתכנות לחלופות ל"מובל ימים" אל ים המלח מים סוף בלבד בהיקף הכולל הרמת מפלס הים למפלס יעד. כחלופה נבחרת נקבעה חלופה שעיקרה צנרת בערבה הירדנית המכונה להלן Red Sea Dead Sea Conveyance (RSDSC). החלופה שכולה בממלכת ירדן, כוללת קשר פונקציונלי בין ייצוב מפלס ים המלח להתפלה בהיקף רחב בקרבת ים המלח, אספקת המים בעיקר למרחב עמאן והפניית מי הרכז לים המלח. החלופה הנבחרת שגובשה במבחן היתכנות מפורט (Feasibility Study) בחסות הבנק העולמי ו"המדינות התורמות" ובמימון, קיבלה את הסכמת ירדן, ישראל והרשות הפלסטינית (ה-Beneficiary Parties). הוסכם בין הצדדים כי יש לקדם את הפרויקט בשלבים, ובשלב ראשון יקודם פיילוט עם נפח הזרמה לים המלח שלא יעלה על 400 מלמ"ש. פיילוט זה ישמש לבדיקת ההשפעה של הזרמת מי ים על ים המלח.

¹⁰ Eco-Peace העלו הצעה שבה עודפי קולחים באגן ההיקוות כולו ייאספו ויוזרמו לים המלח (Bookman et al, 2020). בחינה ראשונית של ההצעה בהיבטים כמותיים, איכותיים וכלכליים, מעלה, לדעת עורכי המסמך הנוכחי, כי ההיתכנות של אפשרות מעין זו היא נמוכה עד לא קיימת ובכל מקרה, משמעותה הכמותית תהיה שולית עד זניחה ויש בה חשש לעידוד פריחה ביולוגית בים במקרה של מיהול.

ב. במסגרת עבודת מכון ירושלים למחקרי מדיניות 2011, נבחנו חלופות במבנה מתארי ובעלות מרכיבים זהים מים תיכון ומים סוף. נמצא כי חלופה מים תיכון, דרך בית שאן, היא אומנם המיטבית מבחינה כלכלית, אך נראה כי מגבלות סטטוטוריות ופוליטיות מקוזזות את היתרון הכלכלי (הנתונים מעבודה זו הם הבסיס להשוואת עלויות גם במסמך הנוכחי, סעיף 7.10).

ג. בשנת 2015 סוכם "מתווה הבנות" בין ממשלת ישראל ובין מרכיביו נכללת שאיבה של 300 מלמ"ש מראש מפרץ אילת, התפלה מוגבלת (65 מלמ"ש) של מי ים בעקבה שימשו לצרכים מקומיים בישראל ובירדן, והקמת מובל שיזרים 235 מלמ"ש תערובת מי ים ומי רכז מהמתקן בעקבה אל ים המלח. בסיכום נכללה גם הגדלה של אספקת המים לירדן מהכינרת ותוספת מים לרשות הפלסטינית. מתווה ההבנות (שלא יצר קשר פונקציונלי בין ההתפלה לבין ההזרמה לים המלח) לא התקדם להסכם בעיקר בשל מחלוקת פנים-ממשלתית בישראל. לנוכח ההסכמי המים והאנרגיה שנחתמו באחרונה עם ממשלת ירדן (11/2021), ובהתייחס לדיונים פנים-ממשלתיים, נראה שמדובר במתווה שאינו רלוונטי עוד (ללא קשר למתווה המדובר, תוספת של 50 מלמ"ש מהכינרת לירדן מתבצעת בפועל במסגרת הסכם לתקופה קצובה).

מעבר לשיקולי העלויות הישירות, לכל התערבות הקשורה ביבוא מים יש עלויות חיצוניות ניכרות שיש בהן כדי להגביל את היקפן ואף את עצם היתכנותן. עלויות אלה נוגעות לכל אחד מרכיבי המערכות הנדרשות - אתרי שאיבת מי הים, מתקני התפלה, מערכות הולכת המים וים המלח עצמו. מכיוון שבכל תרחיש שיש לו משמעות כמותית לגבי ירידת מפלס ים המלח, תמהיל של מי ים ומי רכז אחרי התפלה צפוי להיות המרכיב העיקרי, יש להתייחס לסיכונים הכרוכים בשאיבה מסיבית של מי ים, בהולכת תמלחות ימיות בחבלי ארץ רגישים¹¹ ולהשפעות של תוספת תמלחת ימיות שמליחותן נמוכה יחסית למי ים המלח והרכבן שונה, וערבובן בתמלחת ים המלח. השפעות ושינויים בגוף המים שאף שנחקרו ביסודיות, עדיין נותרו בהם מרכיבי אי-ודאות בעלי השלכות בלתי רצויות¹².

לדעת המכון הגיאולוגי, הגורם המוסמך והמוליך בתחום, יש בהשלכות אלה כדי להגביל הזרמות שעיקרן מי ים ונגזרותיהן עד לכ-400 מלמ"ש, לפחות בשלב הראשון. כאן המקום להדגיש כי בהשוואה למליחות מי ים המלח וצפיפותם, אין הבדל מהותי בין הזרמה של מי רכז, מי ים ואפילו מים שפירים. להזרמה של מים שפירים בלבד יש יתרון, הן מבחינת סיכוני ההולכה, הן בהשפעה על ההרכב הכימי של הים, הן מבחינת תהליכי הערבוב עם מי ים המלח (אין השקעה של גבס), אבל העלות הגבוהה (הישירה והעקיפה) הכרוכה בייצורם בהתפלה, מקוזת יתרון כזה.

⁹ מחצית ויותר ממי התהום בערבה מקורם במשקעים בהרי אדום ומואב; התוואי בערבה הירדנית, המסתמן כבעל ההסתברות הגבוהה, אומנם עובר בחבל ארץ צחיח, אבל יש בו כדי לאיים על משאבי המים המוגבלים בערבה כולה.

¹² הזרמה של יותר מ-400 מלמ"ש עשויה לגרום לשיכוב גוף המים ומיהול המים העליונים; בתנאים אלה תיתכן פריחה ביולוגית בעקבות ירידה במליחות השכבה העליונה, בשילוב עומס נוטריאנטים מוגבר הנגזר מהסביבה (והמגיע בנגר לים המלח בירדן ובנחלי הצד), וזו כמעט ואיננה תלויה במליחות ובאופי המים המוזרמים. לפריחה אינטנסיבית מתמשכת אם תרחש, יש עלויות סביבתיות משמעותיות על ים המלח. לפיכך יש להתקדם בדרך שתאפשר לימוד והבנה של תהליכי הערבוב ובכך תפחית ואף תמנע את היווצרותה.

שלבי ההתערבות על ציר הזמן

בתנאי אי הוודאות השוררים לגבי השינויים הסביבתיים והסיכונים הכרוכים בהתערבות מעין זו בכל רכיב הכרוך ביישומה בכלל, ובהתייחס להשפעות על גוף המים בפרט, אין מנוס מנקיטת גישה זהירה שבבסיסה התערבות בשלבים וזאת:

1. כמקובל ביישום תוכניות גדולות שיש בהן תהליכים חדשים, ו/או שינויים בסביבה התפעולית, ו/או אפשרות להשלכות סביבתיות מהותיות.
2. מאימוץ עקרון "הזהירות המונעת" המופעל בתנאי אי ודאות - החשש מהתערבות שתגרום שינויים מהותיים בים המלח ובמרחב הרלוונטי שיש להם השלכות סביבתיות.

מתוך גישה זו מוצע להתקדם בשני שלבים, והשלב השני מותנה בתוצאות השלב הראשון:

שלב א' - שאיבה של 500 מלמ"ש מי ים, התפלה של 100 מלמ"ש לממלכת ירדן והזרמה של עד 400 מלמ"ש תמהיל מי ים/מי רכז לים המלח (מיתון ירידת המפלס לכ-0.55 מ"ש/שנה). שלב זה כולל הזרמה המלווה בניטור, בקרה ומחקר (~10 שנים מיום תחילת ההזרמה), ובמהלכה יתנהל מעקב צמוד באזור הערבוב ובמרכז הים. זאת כדי להבין את מנגנון הערבוב ואת ההשפעה על הרכב הים, פוטנציאל הפריחה הביולוגית ואופי הגבס המתגבש; **שלב ב'** - כפוף למסקנות שלב א', הרחבת השאיבה ל-1,000 מלמ"ש מי ים, התפלה של 200 מלמ"ש לממלכת ירדן והגדלת ההזרמה של מי ים/מי רכז עד לכ-800 מלמ"ש (ייצוב מפלס).

כאמור, השאיפה היא להגיע לייצוב המפלס מוקדם ככל האפשר, אבל גם שלב א' לבדו יש לו משמעות מרחיקת לכת מבחינת עתידו של הים והאפשרות שבנקודת זמן כלשהי תסתמן מגמת התייצבות; זאת בעקבות הזרמת המים, ירידה בקצב האיידוי ושינויים בתרומת התעשייה לגירעון המים.

בחינת חלופות

בטבלה 7.1 שלהלן מוצגות החלופות שנבחנו, על פי מאפייניהן העיקריים. בהמשך העבודה מתוארת בחינת החלופות ומוצג ניתוח עלויות לכל אחת מהן.

שם החלופה	עיקרי התוואי	מקור המים המוזרמים ואפיונם
RSDSC ים סוף	מים סוף לים המלח	מי ים (ומי רכז לאחר התפלה)
ים תיכון-1 (בית שאן)	מהים התיכון בצפון הארץ לים המלח	מי ים (ומי רכז לאחר התפלה)
ים תיכון-2 (התפלה מלאה)	מהים התיכון בצפון הארץ לים המלח	מים שפירים מותפלים בחוף ים תיכון
ים תיכון 3 (שורק)	מהים התיכון בדרום הארץ	מי ים (ומי רכז לאחר התפלה)

טבלה 7.1. החלופות הנדונות במסמך הנוכחי, להוציא חלופה ים תיכון-2, נבחנות לפי פרמטרים שווים וכוללות הזרמת מי ים הנשאבים מים סוף או מהים התיכון ומי רכז אחרי התפלה. חלופה ים תיכון-2 הכוללת ייצוב המפלס על בסיס מים שפירים המותפלים ממי הים התיכון, נבחנת להצפת משמעות עלותה החורגת.

בחינת החלופות שלהלן והערכת עלותן מבוססת על עבודת מכון ירושלים (2011) שבחנה והשוותה בין חלופות במתווה מתארי, המשלב הזרמה של 1,000 מלמ"ש מי ים המלח, ומהם התפלה של 200 מלמ"ש לממלכת ירדן ו-800 מלמ"ש תמהיל של מי-רכז ומים לים המלח. ההשוואה נעשתה על בסיס מרכיבים ועלויות נורמטיביות זהות. בהצגת החלופות שלהלן משולבת התפלה לממלכת ירדן, אך במבחן העלויות בהמשך אין היא נכללת. החלופות הנדונות כוללות את מתווה החלופה המיטבית מים סוף כפי שהוגדרה במסגרת ה-RSDSC בעבודת הבנק העולמי (2011, להלן חלופת ה-RSDSC), וחלופות מהים התיכון. בחינת החלופות כוללת גם גרסה שבה כל המים המוזרמים לים המלח הם מים שפירים (התפלה של מי ים תיכון), וזאת בכוונה להציף את משמעות עלותה החריגה (טבלאות 7.2 ו-7.3). החלופות מוצגות במתווה המאמץ את היתרון שבגישה עבודת הבנק העולמי, המשלב הזרמה בהיקף הנדרש לייצוב מפלס ים המלח (ואף העלתו) עם מתן מענה למצוקת המים של ממלכת ירדן, בחלוקה לשלבים כמתואר למעלה. חשוב להדגיש כי במתווה הכמותי הנבחן אין מיצוי מלא של פוטנציאל ההתפלה וכי ניתן להגדילו מודולרית בהתאם לצרכי ההתפלה ובהתאמה למגבלות ההזרמה לים המלח.

בחינת חלופות להזרמת מי ים לייצוב מפלס ים המלח מים סוף או מהים התיכון מראה כי רק לחלופת ים סוף, בשילוב עם התפלת מי ים ליד ים המלח ובתוואי שכולו בממלכת ירדן, יש היתכנות ממשית בהיבטים תכנוניים וסביבתיים, וגם גיאופוליטיים. מסקנה זו נגזרת מהעומס התכנוני ומהרגישות במרכז ישראל ומההכרה כי קידום ומימוש כל חלופה, כולל שותפות בנטל המימון, מותנה בהסכמת ממלכת ירדן ובמתווה המבטיח את שליטתה בכל הקשור לאספקת מים שפירים לתחומה. אומנם באחרונה נחתם הסכם ולפיו יסופקו לממלכת ירדן מי התפלה מהים התיכון במערכת שבה אין לה שליטה, אבל שולבה בה התניה שלישראל תסופק אנרגיה מתחדשת שמקורה בממלכת ירדן. כך נוצרה תלות הדדית המקשה לכאורה את חוסר השליטה¹³. ההתפלה המוצעת המשולבת במתווה RSDSC מים סוף, אמורה לתגבר את אספקת המים הנדרשת לממלכת ירדן מעבר לטווח המיידית, מעבר להסכם הנוכחי שבו מענה לצרכיה הדחופים, וכך לשמש חלופה להתפלה נוספת ברצועת החוף העמוסה לעיפה בים התיכון.

עוד חשוב לציין שהאילוצים והמגבלות לגבי החלופות מהים התיכון היו ידועים מראש ואין בהם חידוש או הפתעה. בחינתם באה מתוך תפישה שבנושא מורכב ויקר דוגמת השגת היעד המוצג במסמך הנוכחי, ראוי לבחון חלופות ולו כדי להציף את תוספת העלות הכרוכה באימוץ חלופה נבחרת שאיננה בהכרח המיטבית מבחינת כלכלית (בערכי שוק בלבד).

¹³ ככל הידוע, ממלכת ירדן ממשיכה לקדם בו בזמן תכנון אספקת מים ממתקן התפלה בעקבה למרחב עמאן, באמצעות התחברות לתשתיות הולכה קיימות למי "אקוויפר הדיסי" (הפוסילי, שאיננו מתחדש), המשותף עם סעודיה, שמימיו פוחתים עם השנים.

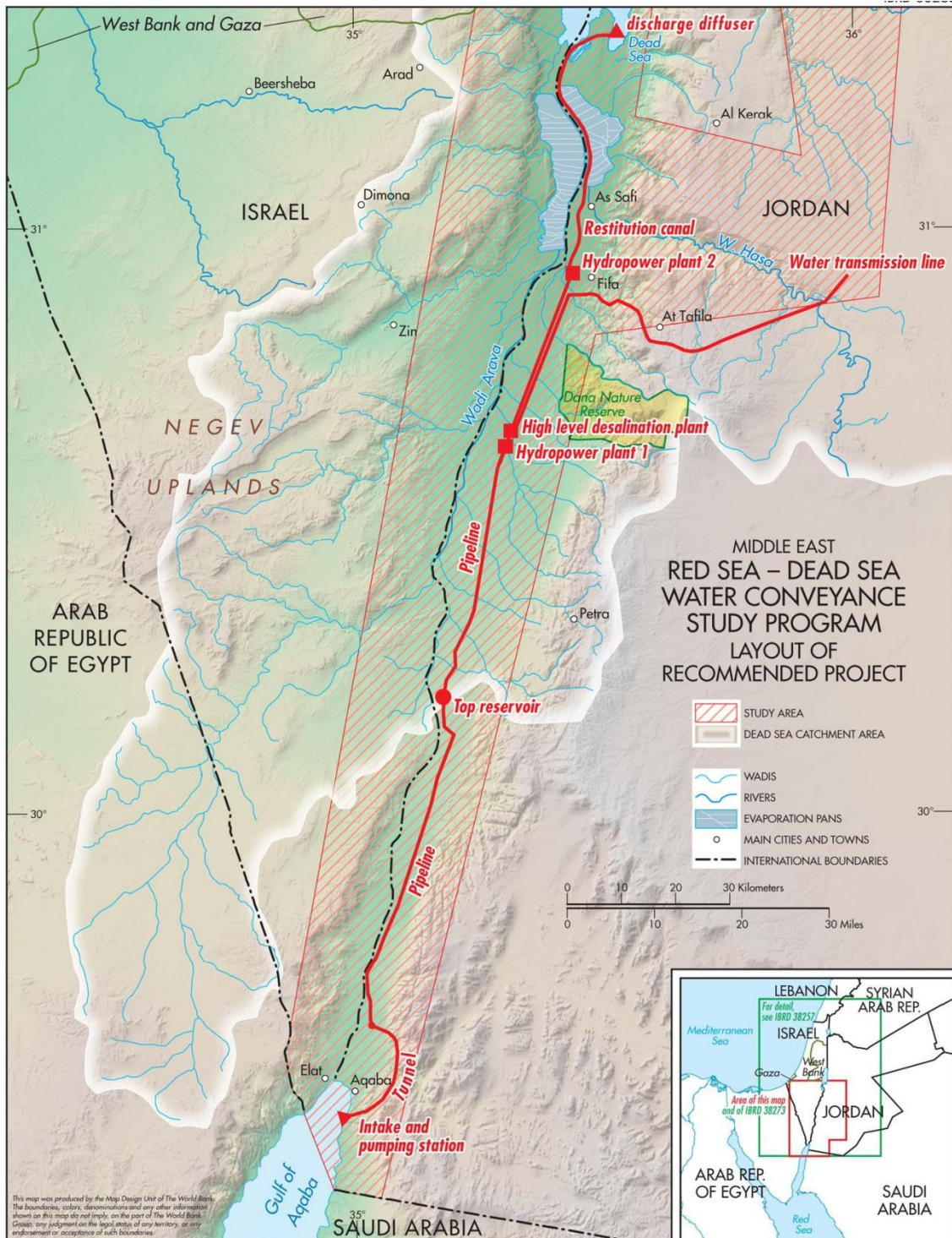
חלופה במתווה RSDSC מים סוף

החלופה הכוללת שאיבת מי ים סוף והולכתם צפונה במובל שעיקרו צנרת טמונה בצידה המזרחי של הערבה מבוססת על עבודת הבנק העולמי ומצויה כולה בממלכת ירדן; חשוב לציין כי החלופה הנשקלת במסמך הנוכחי מצומצמת ביחס לזו שנבחנה בעבודת הבנק העולמי; היא כוללת פחות שאיבה מים סוף ופחות התפלה, גם במונחים יחסיים, אך מובנית בה גמישות להרחבה מודולרית בהתאם לצרכים. תוואי החלופה מוצג בתרשים 7.2 במתווה RSDSC לפי הבנק העולמי.

חשוב להדגיש כי על רקע רגישותה של המערכת האקולוגית הייחודית, השפעת השאיבה מים סוף נבחנה ביסודיות בשתי עבודות, במסגרת תסקיר השפעה על הסביבה. הראשונה, שכללה הדמיות דינמיות של שאיבה מסיבית של עד 2,000 מלמ"ש, נעשתה במסגרת עבודת הבנק העולמי (Thetis SpA, 2011)¹⁴. השנייה, שהתייחסה לשאיבות בהיקף של 300-700 מלמ"ש אך לא כללה הדמיה דינמית, נעשתה במסגרת "מתווה ההבנות" (Royal HaskonigDHV, 2017) שבו תוכננה שאיבה בקצה הצפוני של המפרץ. המסקנות העולות מהבחינות המדוברות היא כי ניתן למנוע פגיעה אקולוגית של השאיבה המדוברת בתנאי שהיא תהיה עמוקה, מתחת לאיזור הפוטי¹⁵, בעומק מים של יותר מ-140 מטר ולפחות 25 מטר מעל הקרקעית (עומק קרקעית מעל 165 מטר). בהתאמה למסקנות אלו, נקודת השאיבה בתוואי הבנק העולמי שבתרשים 7.3, נמצאת בחוף המזרחי של המפרץ, שבו הבתימטריה התלולה והזרמים החלשים יחסית מאפשרים שאיבת עומק בקרבה לחוף, והמים מולכים צפונה במנהרה עוקפת עקבה.

¹⁴ דוח שבו שותפים החברה לחקר ימים ואגמים, המכון הבינאוניברסיטאי באילת ומקבילו הירדני.

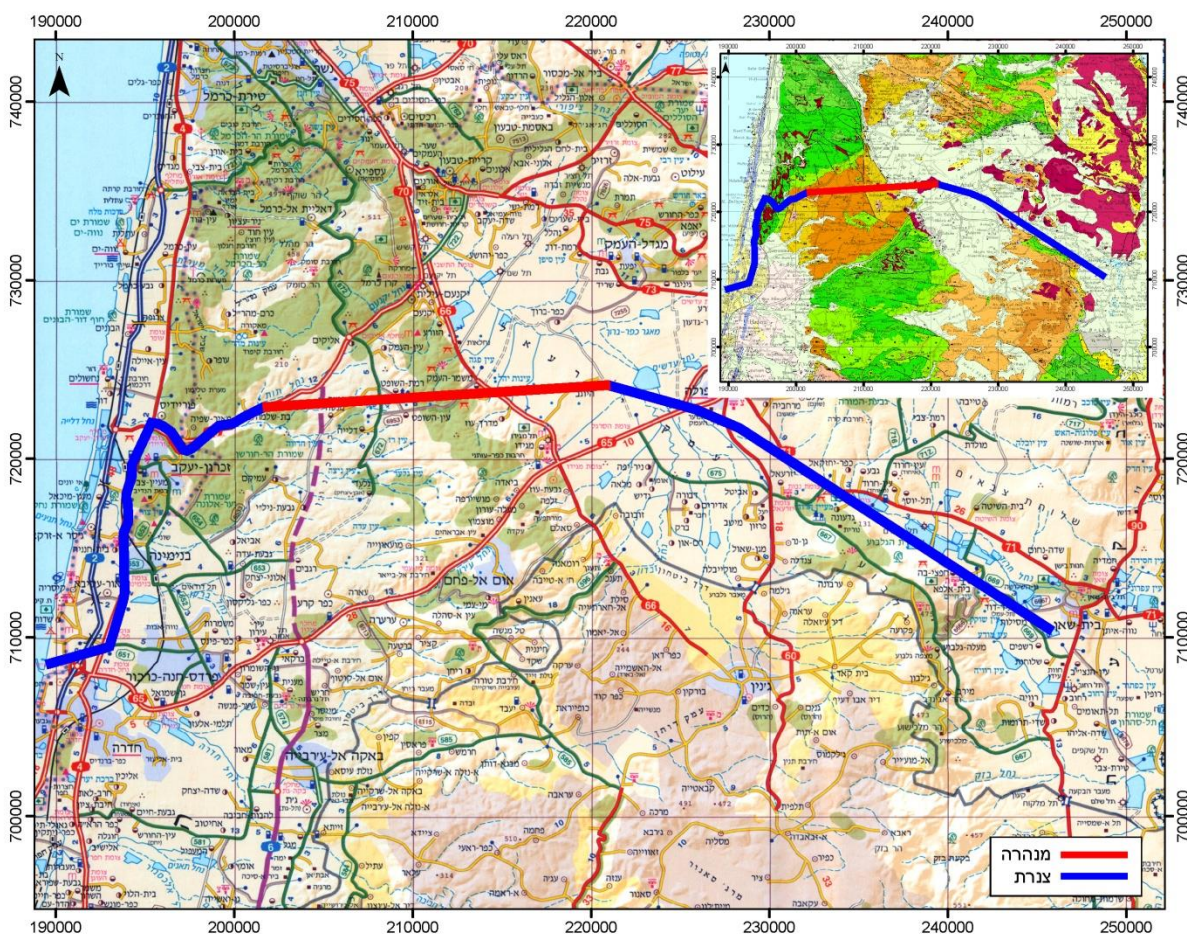
¹⁵ Photic zone – שכבת המים העליונה שבה חדירת אור השמש מאפשרת הטמעה ע"י הפיטופלנקטון ושבה מתקיימת עיקר פעילות החיים בים.



תרשים 7.2. תוואי החלופה הדרומית (RSDSC), החלופה הנבחרת במתווה הבנק העולמי (2011)

חלופת ים תיכון-1 (בית שאן)

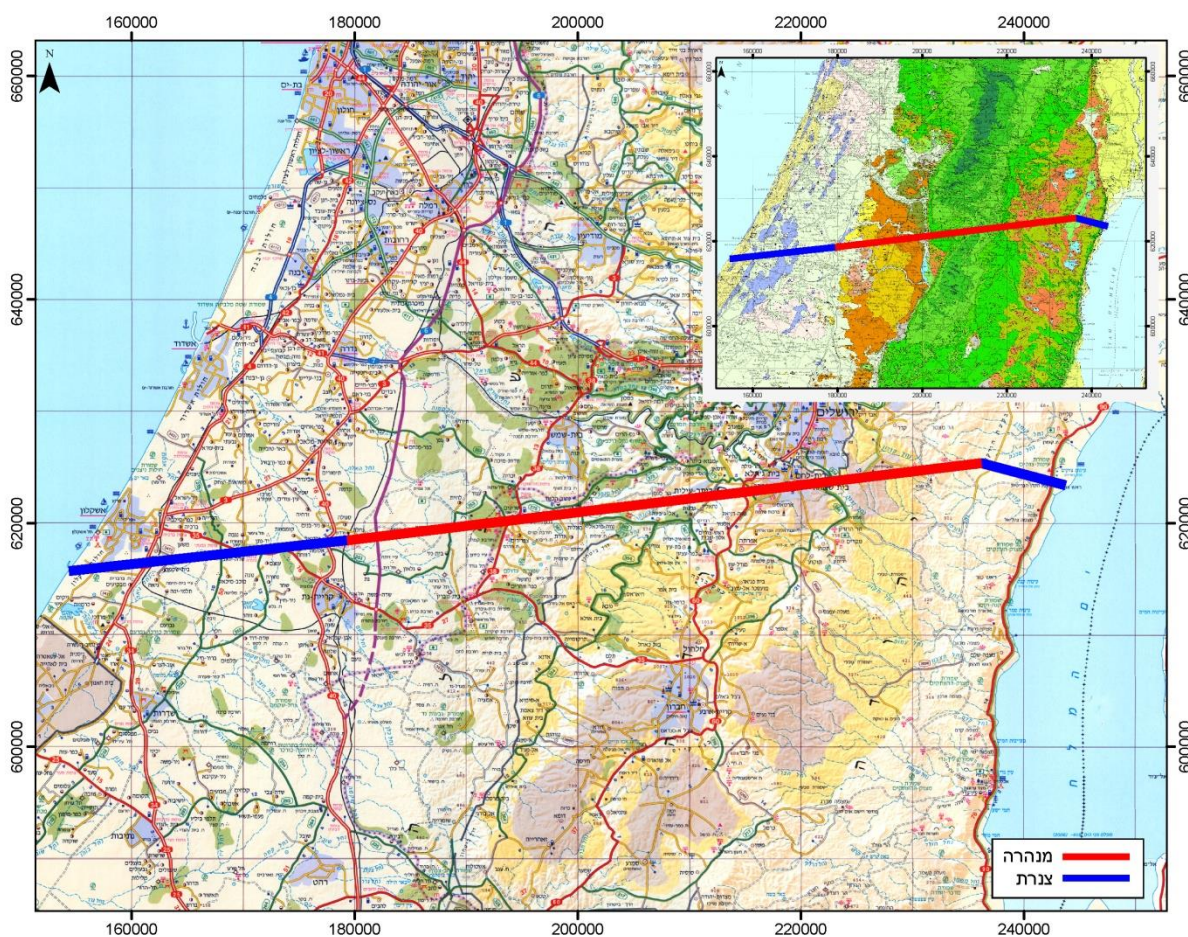
מתווה ותוואי החלופה המבוסס על עבודת מכון ירושלים (2011) והמצוי כולו בישראל, מוצג סכמטית בתרשים 7.3. המתווה של חלופה ים תיכון-1 כולל שאיבת מי ים הביים התיכון והולכתם למתקן התפלה בקרבת בית שאן, הכנה להתפלה של עד 200 מלמ"ש לממלכת ירדן, והולכת תמהיל מי ים ומי רכז לים המלח בצינור/תעלה מקבילים לערוץ הירדן. נקודת השאיבה של מי הים נקבעה בתחנת הכוח אורות רבין בחדרה, והתוואי גובש בהתאם. תכנון זה נועד לנצל את השאיבה המסיבית של מי קירור ומניעת זיהום תרמי של הים וכן הביא בחשבון את הקושי המהותי במיקום השאיבה במפרץ חיפה. כיום יש מקום לחזור ולבחון את נקודת ההתחלה, וזאת בהתייחס להשבתה המתוכננת של תחנות הכוח הפחמיות וחיבור אגן הכינרת למערכת המים הארצית, המגובה במתקן התפלה בהיקף של עד 200 מלמ"ש בגליל המערבי.



תרשים 7.3. תוואי חלופה ים תיכון-1. כל הזכויות שמורות למרכז למיפוי ישראל.

חלופת ים תיכון-3 (שורק)

מתווה ותוואי החלופה המבוסס גם הוא על עבודת מכון ירושלים (2011), מוצג סכמטית בתרשים 7.4. המתווה כולל שאיבת מי ים בים התיכון והולכתם בצנרת ומנהרה ארוכה למתקן התפלה בקרבת קומראן בעבור ממלכת ירדן, והולכת תמהיל מי ים ומי הרכז בתעלה לים המלח הסמוך. נקודת השאיבה של מי הים נקבעה בתחנת הכוח רוטנברג באשקלון, והתוואי גובש בהתאם. המנהרה אמורה לעבור דרך אקוויפר החר המערבי והמזרחי, ולכן מסכן את אחד ממקורות המים הטבעיים החשובים ביותר באזורנו. תכנון זה בא לנצל את השאיבה המסיבית של מי קירור ומניעת זיהום תרמי של הים. כיום יש מקום לחזור ולבחון את נקודת ההתחלה בהתייחס להשבתה המתוכננת של תחנות הכוח הפחמיות.



תרשים 7.4. תוואי החלופה ים תיכון-3 (שורק). כל הזכויות שמורות למרכז למיפוי ישראל.

חלופות ים תיכון-2 (התפלה מלאה)

חלופה זו מבוססת על התפלת מים מסיבית בחוף הים התיכון ואשר בה כל המים המוזרמים לאזור בית שאן ומשם לערוץ הירדן ולממלכת ירדן, הם מים המותפלים בחוף הים התיכון. להוציא את המים לממלכת ירדן, המים המותפלים מוזרמים לים המלח דרך נהר הירדן. בתנאי מצוקת המים האזורית, עצם הרעיון ליצור מערכת התפלה המיועדת להזרמת מים שפירים לים המלח, בהיקף העולה על כל מערך ההתפלה הקיים והמתוכנן בעשור הבא, אינו מתקבל על הדעת. אפילו שכך, אנשי חזון עדיין מציעים אפשרות כזו מדי פעם בפעם; בחינת החלופה במסמך הנוכחי באה להציף את משמעות עלותה החריגה (עלות אקווילנטית שנתית של למעלה מפי 7 ביחס לחלופות הזרמת מי ים, להלן), שהיא רק חלק במכלול הנימוקים לשלילתה.

ההיבט הכלכלי של ייצוב המפלס - עלות החלופות והשוואה ביניהן

כאמור, הבחינה הכלכלית של החלופות לייצוב מפלס ים המלח והערכת עלותן במסמך הנוכחי מבוססת על עבודת מכון ירושלים (2011). העבודה בחנה חלופות והשוותה ביניהן במתווה מתארי, המשלב שאיבה של 1,000 מלמ"ש מי ים, הזרמה של 800 מלמ"ש לים המלח והתפלה של 200 מלמ"ש לממלכת ירדן ועל בסיס עלויות נורמטיביות זהות. ההערכה המוצגת בטבלאות 7.2 ו-7.3 (ומפורטת בנספח הכלכלי) כוללת עדכוני עלויות, תוספות והתאמות נדרשות לבחינת יישום תרחישים בשני שלבים דומים, כפי שמתוארים במסמך הנוכחי. הבחינה היא בבחינת עלות מיטבית להשגת יעד מרכזי של מסמך המדיניות הנוכחי; מדובר ב"עלות מיטבית" ולא במבחן "עלות-תועלת", וזאת מכיוון שעיקר התועלות מייצוב מפלס ים המלח אינן "תועלות שוק", כמפורט להלן. כאן המקום להדגיש כי גם העלויות כוללות עלויות שוק בלבד.

ים המלח הוא ללא ספק משאב טבעי ציבורי ממדרגה ראשונה ובעל זיקה תיירותית בין-לאומית חזקה, ולכן עצם ייצוב המפלס ועצירה הדרגתית של הידרדרות האגן הקשורה בירידת המפלס צפויים להניב תועלות כלכליות. ואולם בחינה מקצועית מוסמכת מעלה כי בטווח הנראה לעין (עשרות שנים) הזרמת המים וייצוב המפלס לכשעצמם, אין בהם כדי להביא לשיפור ניכר בפגיעה בתשתיות המתרחשת בעקבות ירידת המפלס בים המלח כיום, בעיקר בגין התחתרות נחלים, התפתחות בולענים ונגישות לקו המים. לפיכך, התועלות שמתקבלות מייצוב המפלס הן בעיקר תועלות של ערך סביבתי/ערכי, ולא ערך שוקי. על מנת לאמוד את התועלות הללו יש לבצע ניתוח כלכלי של ערכים לא שוקיים באמצעות שיטות של נכונות לשלם. ניתוחים כלכליים מעין אלה, שתוצאותיהם ומשמעותם שנויות במחלוקת, לא נעשו במסגרת מסגרת מסמך זה¹⁶.

חלופות	ים סוף RSDSC	ים תיכון-1 (בית שאן)	ים תיכון-2 (התפלה מלאה)	ים תיכון-3 (שורק)
עלות הקמת המערך לייצוב מפלס ים המלח - שלב א'	4,143	2,470	1,948	3,675

¹⁶ ניסיון בכיוון זה (בשיטות TCM ו-CVM) נעשה בעבר במהלך הכנת מסמך מדיניות קודם לים המלח (2006), שלבסוף לא הוכלל במסמך; זאת בגלל ספקות לעצם השיטות ובעיקר בעקבות בחינת מהימנות ומשמעות התוצאות.

חלופות	ים סוף RSDSC	ים תיכון-1 (בית שאן)	ים תיכון-2 (התפלה מלאה)	ים תיכון-3 (שורק)
עלות שדרוג המערך לייצוב מפלס ים המלח - שלב ב'	3,107	1,852	1,461	2,756
סה"כ - עלות הקמת המערך לייצוב מפלס ים המלח	7,250	4,322	3,409	6,432

טבלה 7.2. חלופות לייצוב המפלס - עלויות הקמה (ערכים נומינליים, מיליון ₪). העלות הנמוכה לכאורה של חלופת ים-תיכון-2 (התפלה מלאה) נגזרת משיטת החישוב של עלות ההתפלה ואינה משקפת את עלותה המלאה; זו מתבססת על מחיר למ"ק בפתח מתקן ההתפלה, המשקלל את עלויות ההקמה של המתקן ואת כל עלויות יצור המים המותפלים. העלות הגבוהה והחריגה של חלופה זו באה לידי ביטוי בטבלה 7.3.

חלופות	ים סוף - RSDSC	ים תיכון 1 (בית שאן)	ים תיכון 2 (התפלה מלאה)	ים תיכון 3 (שורק)
עלות הקמה - שלב א' של המערך	228	136	107	202
עלות תפעול שנתית - שלב א'	42	19	14 ¹⁷	32
הכנסה שנתית בגין עודף "חשמל ירוק"	-11	-18	-18	-27
סך עלות תפעול שנתית - שלב א' של המערך	31	1	-4	5
עלות אקוויולנטית שנתית - שלב א' היוון שנתי של עלויות הקמה ל-30 שנה בתוספת עלויות תפעול	259	137	1,280 ¹⁸	208
עלות הרחבת המערך לשלב ב'	179	107	84	159
עלות תפעול שנתית של המערך הסופי	68	28	22	51
הכנסה שנתית בגין עודף "חשמל ירוק"	-21	-37	-37	-54
עלות תפעול שנתית - שלב ב'	47	-9	-15	-3
עלות אקוויולנטית שנתית - חלופה מלאה היוון שנתי של עלויות הקמה של המערך הכולל ל-50 שנה בתוספת עלויות תפעול	303	150	2,091 ¹⁹	231

טבלה 7.3. חלופות לייצוב המפלס - ניתוח העלות המיטבית (ערכים שנתיים מהוונים שוקיים בלבד, מיליון ₪)²⁰

¹⁷ מתייחס רק לעלות תפעול העברת המים ממתקן התפלה בחוף לערוץ הירדן; עיקר עלות התפעול הכרוכה בעצם ייצור המים המותפלים מוכללת בהיוון העלויות כמוסבר בהערות 17 ו-18, למטה.

¹⁸ בחלופת "ים תיכון-2" נכללות גם עלויות חיצוניות הנאמדות ב-177 מיליון ₪ ועלויות התפלה של 400 מלמ"ש להזרמה לים המלח הנאמדות ב-1,000 מיליון ₪.

¹⁹ בחלופת "ים תיכון-2" נכללות גם עלויות חיצוניות הנאמדות ב-286 מיליון ₪ ועלויות התפלה של 800 מלמ"ש להזרמה לים המלח הנאמדות ב-1,614 מיליון ₪.

²⁰ לדעת נציג האוצר בוועדת ההיגוי, במקום להציג היוון של השלב השני שיישומו רחוק וספק אם יתקיים, ראוי לציין כי ככל שיוחלט להתקדם לשלב השני תתווסף עלות שנתית (כינון+תפעול). לדעת הצוות הכלכלי ההיוון כמוצג בטבלה לגיטימי, והיוון שלב א' מתייחס למצב שבו אין התקדמות לשלב ב', ואילו היוון החלופה המלאה כולל את מלוא המהלך לייצוב המפלס.

הבחינה הכלכלית מתייחסת לעלויות הישירות הכרוכות בכינון המערכות הנדונות והכוללות את מתקני השאיבה, מערכות ההולכה ומתקנים הידרואלקטריים. בכל החלופות מתקיים מאזן אנרגיה חיובי ובו עודפי חשמל הידרואלקטרי "ירוק" (מעבר לצורכי התפעול), הנגזרים מהפרש העומקים שבין ים סוף/הים התיכון ובין ים המלח. במתווה החלופות משולבת האפשרות להתפלת מים לצורכי ממלכת ירדן, אבל זו איננה מובאת בחשבון העלויות.

להוציא את חלופה צפונית-2, מדובר בחלופות בנות השוואה בעלות פרמטרים זהים, הכוללים ייצוב מפלס ים המלח באמצעות הזרמת מי ים/מי רכז אחרי התפלה. חלופה צפונית-2 שבה ייצוב מפלס ים המלח מושג באמצעות הזרמת מים שפירים, כוללת פרמטר מרכזי נוסף המתמקד בהתפלה מסיבית ומתמשכת של מי ים תיכון, שעלותה בהתאם. העלות הגבוהה של חלופה שבה ייצוב המפלס נעשה באמצעות מים שפירים (ים תיכון-2), פי חמישה ויותר מכל חלופה אחרת, מעלה כי אין לה היתכנות כלשהי ויש להורידה מסדר היום אחת ולתמיד.

החלופה הנבחרת - חלופה במתווה RSDSC מים סוף

השוואה בין החלופות מתבססת על כל המידע וההערכות שנדונו בפרקים הקודמים והיא מוצגת בטבלת מדרוג בחלק הראשון של המסמך (עיקרי הדברים והמלצות לממשלה). ההשוואה מעלה כי לחלופות לייצוב מפלס ים המלח במתווה שאיננו מים סוף אין היתכנות ממשית, ומכאן נגזרת המסקנה כי החלופה מים סוף במתווה RSDSC היא החלופה הנבחרת. מדובר בחלופה שנבחנה במתווה קונספטואלי (Harza JRVGroup, 2008, PreFeasibility Study), והיא גובשה והומלצה כחלופה נבחרת במסגרת בחינת היתכנות מלאה (Coyne et al, 2014, Feasibility Study) (Bellier, 2014, Feasibility Study) שכללה גם בחינה סביבתית. זאת בהתאם לסטנדרטים מקצועיים ובין-לאומיים מקובלים (ERM, 2014, Environmental and Social Assessment). מדובר במכלול שבו פרויקט ראשי ושורה של פרויקטים משניים²¹ שהוכנו במסגרת עבודה (Study Program) בחסות הבנק העולמי בשנים 2010-2011 ובמימון "המדינות התורמות" (יותר מ-12 מיליון דולר). מסגרת עבודה זו ביטאה הסכמה בין ירדן, ישראל והרשות הפלסטינית (the Beneficiary Parties) לבקש מהבנק העולמי לבחון היתכנות לעצירת הידרדרותו של ים המלח באמצעות העברת מים מים סוף (ניסוח לפי בקשת הבנק העולמי, כפי שהתקבל בהערות למסמך מכון ירושלים, ביין וחובריו, 2011²²). במהלך השנים ובעקבות תנודות ביחסים שבין ישראל לממלכת ירדן התפתח ב-2015 מתווה הבנות שכותרתו RSDS. המתווה אומנם כולל הזרמת תמהיל של מי ים/מי רכז לים המלח, כמתואר למעלה, אבל מהותו הייתה שונה מאוד מהחלופה שנבחנה והומלצה בעבודת הבנק העולמי. כאמור, מתווה ההבנות לא התקדם לביצוע וכיום אינו רלוונטי יותר.

²¹ Tahal & Geological Survey of Israel, 2011, Dead Sea Study; Thetis SpA, 2013, Red Sea Study.

²² This Study Program reflects a consensus among the Beneficiary Parties (Israel, Jordan and the Palestinian Authority) requesting the WB to investigate the feasibility to reverse the degradation of the Dead Sea by transferring water from the Red Sea (the RSDSC Project).

ההכרה כי מצבו המידרדר של ים המלח ודימויו כאזור אסון הוא ביטוי למצוקת המים האזורית, עומדת בבסיס ההצעה למיזם המשלב בין הזרמת מי ים אל האגם ובין התפלה נרחבת לצורכי ממלכת ירדן; המיזם (RSDSC) נבחן כאמור במבחן-היתכנות מפורט בחסות הבנק העולמי ובהסכמת ישראל, ירדן והרשות הפלסטינית. הרלוונטיות של המיזם המדובר נשמרת גם לאור הסכם המים והאנרגיה המתחדשת בין ישראל לירדן (11/2021) שכולל הספקה של 200 מלמ"ש מי התפלה מהים התיכון לממלכת ירדן, נוסף על כ-100 מלמ"ש המסופקים בפועל. החלופה הנבחרת והמומלצת במסגרת המסמך הנוכחי היא החלופה המתוארת בפרקים הקודמים כחלופה במתווה RSDSC מים סוף, המאמצת את החלופה הנבחרת של הבנק העולמי תוך התאמות ועדכונים כמתואר. מוצע לשלב חלופה זו בהסכם שנחתם באחרונה בין ישראל וממלכת ירדן בנובמבר 2021 ולהרחיב את מסגרתו מעבר לטווח הקצר. שילוב ייצוב מפלס ים המלח על משאביו הכלכליים והסביבתיים במסגרת של הסכמי מים ואנרגיה מתחדשת אזוריים, שייתנו מענה למצוקת המים במרחב כולו, הם בבחינת נוסחה מנצחת בעבור כל הצדדים באזור, בסיס להורדת מתחים ויישוב קונפליקטים גיאופוליטיים לקראת שת"פ ושלוש אזורי.

כאמור, מעבר לסיפוק צורכי מים דחופים לממלכת ירדן לפי ההסכם החדש, מומלץ כי השלמת צרכיה (לפחות עוד 200-300 מלמ"ש) תתבסס על החלופה הנבחרת במתווה RSDSC, הכוללת הזרמת מי ים-סוף אל מתקן התפלה בקרבת ים המלח והזרמת תמהיל של מי הרכז ומי הים לים המלח. מהלך זה, כולו בירדן ובשליטתה, משתלב בצורך למיתון לחצי ההתפלה בים התיכון. לעניין זה ראוי להזכיר את צורכי המים באזור, המכתיבים התפלה גוברת והולכת בחופי הים התיכון, שעומדת כיום על כ-600 מלמ"ש (ועוד 300 מלמ"ש במתקנים מאושרים לביצוע) ותעמוד בתוך כעשור על 1,000 מלמ"ש ויותר. מדובר בהתפלה היוצרת לחץ כבד על שימושי הקרקע ברצועת החוף העמוסה לעייפה של הים התיכון, ומאיימת בחציית כושר הנשיאה של הסביבה החופית והימית (התפלה של "רק" 1,000 מלמ"ש כרוכה בשאיבה של כ-2,500 מלמ"ש מי ים והשבה של כ-1,500 מלמ"ש מי רכז).

מתווה RSDSC, ככל שיאומץ ויאושר בהסכם עם ממלכת ירדן, צפוי למימוש בחסות בין-לאומית ובחלוקת נטל הכינון והתפעול בין המדינות השותפות והקהילה הבין-לאומית. עוד ראוי להדגיש כי החלופה הנבחרת שכולה מתפרשת בשטח ממלכת ירדן, נבחנה והומלצה לאחר בחינת היתכנות מלאה. מכאן, להוציא השלמות ועדכונים וכפוף להסכמות והתחייבויות פוליטיות וחוזיות, היא בשלה למהלכי תכנון מפורטים.

מהלכים להקמת מובל ימים

נקודת המוצא לגיבוש מהלכים למימוש החלופה היא ההבנה כי הבסיס העקרוני של ההתערבות להשגת היעד לא צפוי להשתנות מהותית, לא מבחינת היקפו ושלבי ביצועו, ולא מבחינת עלותו; לפיכך דחיית הכרעה והיערכות לביצוע לא רק שאין בה תועלת, יש לה עלות גבוהה מבחינת התוצאה; דהיינו, משמעות דחייה היא שתמורת אותן העלויות (ישירות וחיצוניות) רום המפלס שיושג בסופו של דבר יהיה נמוך יותר. כאן המקום לחזור ולהדגיש כי מימוש החלופה המלאה, עד כדי ייצוב המפלס, ייעשה בכל מקרה בשלבים (שלב א' ושלב ב' כמתואר מעלה); מימוש שלב ב' מותנה בתוצאות הניטור של הים שיימשך על פני כעשר שנים מתחילת ההזרמה.

המהלכים הנדרשים למימוש החלופה המומלצת ואשר בשונה מניסיון העבר אמורים להביא לידי מימוש מהלך אסטרגי אזורי כוללים אימוץ ההמלצה ע"י ממשלת ישראל, הידברות עם ממלכת ירדן לגיבוש הסכם מחייב לביצוע, ופנייה משותפת לקהילה הבין-לאומית לחסות ושותפות בנטל המימון. למעשה מדובר בהידברות סביב מתווה הבנק העולמי, RSDSC, וההסכמים שהתקיימו ואושרו בחלקם בעבר, וקידומם לשלבי מימוש וביצוע.



ללא קשר למנגנוני הביצוע והמימון, אין ספק שמדינת ישראל תידרש לשאת בחלק ניכר ממימון כינון הפרויקט, תפעולו ותחזוקתו לאורך זמן. מכיוון שכך, מוצע להיערך בהקדם לגיבוש מנגנון שעל בסיסו תמומן השתתפות ישראל בפרויקט. מדובר במנגנון שיכלול בין השאר את התועלות המופקות ממי ים המלח בידי הגורמים התורמים לירידת המפלס הדרמטית. נקודת מוצא אפשרית לכך היא ההמלצה שגיבש צוות ייעודי בראשות משרד האוצר, לחדש את הזיכיון למיצוי תעשייתי של מלחי ים-המלח מעבר ל-2030, בהתייחס לתועלת הכלכלית הגבוהה למשק הנגזרת ממנו; זאת מנקודת מבט הקובעת כי יש לכלול בו רכיב שמפנים את העלות הסביבתית הגבוהה הכרוכה בהפקת המלחים כמנוף לשינוי מצבו של הים והידרדרותו המתמשכת.

במסמך זה נבחנה עלות השבת מים במקום אלה הנגרעים ממאזן המים הנוכחי; מדובר במים הנשאבים ע"י התעשייה והמים השפירים הנגרעים במעלה ללא תשלום ישיר בעבור עלותם, וזאת על אף היותם משאב טבע המצוי במחסור. ממצאי החישוב מצביעים על עלות מים בחלופה המומלצת הנאמדת ב-0.65 ₪ למ"ק מים. מוצע כי הערכה זו, שתשוקלל עם חלקם הכמותי של גורמי הגירעון, תשמש בסיס לבניית מנגנון הכנסות שוטף, וכמובן תביא בחשבון תשלומים קיימים, כמו תמלוגים מעודכנים המשולמים בעבור הפקת נכסי טבע.

8. החייאת הירדן

המהלך המוצע

הירדן הדרומי הוא חלק אינטגרלי מאגן ים המלח, והחייאתו משתלבת במהלכי התערבות המכוונים לשנות את הדימוי של המרחב כאזור מוכה אסון. להשבת מים לנהר הירדן, חלקית ככל שתהיה, יש יתרונות אקולוגיים, כלכליים, סביבתיים, תיירותיים וגיאופוליטיים. בדרך זו ניתן לשקם באופן חלקי את נהר הירדן, אתרי המורשת והתרבות לאורכו, דוגמת אתרי הטבילה, שבהם מבקרים כבר היום מיליוני צליינים בכל שנה. לנהר הירדן יש משמעות דתית מרכזית למיליונים בכל רחבי העולם; ומכאן פתח לתיירות הנשענת על ערכיו ומעניקה תנופה כלכלית וחברתית לאזור כולו, תוך כדי שיתוף פעולה עם ממלכת ירדן לפיתוח מקורות מים ואנרגיה, חקלאות ותיירות. השיקום האקולוגי של חבל ארץ גדול, על נתיב הבקע הסורי אפריקני, ציר נדידת ציפורים עולמי, יהיה אחד משירותי המערכת האקולוגיים רבי המשמעות בקנה מידה עולמי אשר ייגזרו מן המהלך המוצע.

במצוקת המים האזורית בכלל, וזו באגן הכינרת-בית שאן בפרט, החייאת הירדן ולו חלקית כרוכה בתוספת מים שפירים לאגן, שמקורם בהתפלת מי הים התיכון וייבואם לאגן. מדובר במערכת הכוללת התפלת מי ים והולכת המים לערוץ הירדן, על עלותה הכלכלית והסביבתית הניכרת. זאת אל מול החסרונות הסביבתיים כבדי-המשקל הכרוכים בהמשך המצב הקיים לאורך הירדן ועליבותו הנחשפת בחלקו התחתון, שהוא כאמור יעד צלייני/תיירותי מרכזי. כפי שנדון בפרקי המסמך האחרים העוסקים בגירעון במאזן המים של ים המלח ובתרחישי התערבות אפשריים, נראה כי כאן, בראש ובראשונה, מדובר בהזרמת מים שפירים מוגבלת שיעודה שיקום והחייאת הירדן. הקצאת המים לטבע הכלולה בתוכנית האב של משק המים והצבת הכינרת כמאגר אסטרטגי המגובה בייבוא מים, עשויים להיות השלב הראשון להתקדמות בכיוון זה.

במענה למצוקת המים באגן הכינרת-בית שאן מקדמת רשות המים את חיבורה למערכת הארצית. המהלך כולל תגבור התפלה בגליל המערבי עד 200 מלמ"ש, שילוב הכינרת כמאגר אסטרטגי והזרמה מוגבלת של עד 40 מלמ"ש בירדן בקטע שבין הכינרת לבית שאן בלבד. במסמך הנוכחי מוצע להוסיף הזרמה של 100 מלמ"ש מבית שאן ודרומה (מעבר לכ-100 מלמ"ש הזורמים כיום), בואכה ים המלח, המיועדת לשיקום חלקי של הירדן התחתון²³, כמהלך נפרד שאיננו קשור לים המלח. בהיות הירדן נהר משותף לישראל ולירדן, ובעל זיקה לרשות הפלסטינית, מתבקש כי קידום מהלך להחייאת הירדן הדרומי, כחלק מהעצמות אגן ים המלח, ישתלב בדרך זו אחרת בשיתוף הפעולה האזורי המתגבש בימים אלה. הזרמת המים הנוספים בערוץ הירדן בהיקף של כ-100 מלמ"ש המוצעת לצורך החייאתו, איננה כאמור חלק מהשבת המים המוצעת לים המלח לייצוב מפלסו; לפיכך ניתן לקדם שימוש חקלאי מקומי ירדני ופלסטיני במים הנוספים שיוזרמו בירדן. הכוונה היא לאפשר את תפיסת המים במורד לפני השפך אל ים המלח, כמהלך שיש בו כדי לסייע בהצלחת המיזם ולמנוע/למזער הפקות פירטיות לאורכו.

²³ Ecp-Peace מציגים הערכה כי נדרשת זרימה של לפחות 400 מלמ"ש להבראת הירדן הדרומי (Gafny, et al 2010)

בחינה כלכלית של החייאת הירדן

בחינת המהלך בהיבט הכלכלי מבוססת על פרמטרים של עלות-תועלת בערכים שוקיים בלבד. הבסיס לחישובים המוצג בנפרד בנספח הכלכלי, כולל התחברות למערכת הארצית ותשלום בעד המים בהתאם לתעריפים הנהוגים בה. תוצאות הבחינה המוצגות בטבלה 8.1, מעלות כי התועלת במהלך המוצע להחייאת הירדן, בחישוב שנתי, מאזנת בקירוב את העלות השנתית האקוויולנטית. זאת בהנחה שהמים המוזרמים בירדן מאוגמים לפני שפך הירדן ומוקצים לשימוש מקומי ללא עלות ולפיכך אינם בחשבון התועלות. עם זאת למים יש תועלת בתרומתם להיתכנות של המיזם בהיבטים פוליטיים וחברתיים, ולפיכך בגישה שונה (שנתמכת ע"י האוצר) ראוי לכלול אותה בחישוב, דבר שיגדיל מהותית את התועלות לעומת העלויות.

מרכיב	עלויות/תועלות
עלות הקמה	19.4
עלות תפעול שנתית 30	2.2
עלות התפלה שנתית	250
עלות חיצונית - זיהום אוויר	30
עלות חיצונית - תפיסת שטח	14
סך עלויות חיצוניות שנתיות	44
עלות אקוויולנטית שנתית היוון שנתי של עלויות הקמה של המערך ל-50 שנה בתוספת עלויות תפעול, עלויות חיצוניות ועלויות התפלה	313
תועלת שנתית נטו להחייאת הירדן	370
תועלת שנתית נטו (מיליוני ₪)	57

טבלה 8.1. החייאת הירדן (הזרמה נוספת של 100 מלמ"ש מים שפירים) - סיכום הערכת עלות-תועלת (בערכים שוקיים בלבד)

9. הבטחת רציפות תפקודית של כביש 90

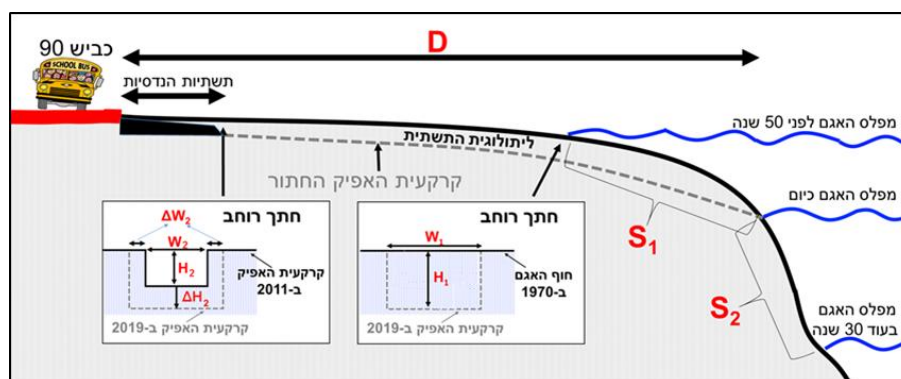
מתווה הכביש

בראיית מסמך המדיניות, ייוותר בעתיד כביש 90 במקטע שבין צומת הלידו לצומת הערבה, במתכונתו הנוכחית כדרך נופית, ולא יפותח לכביש ארצי בעל ארבעה נתיבים. תחזוקת הכביש ושדרוגו מההיבט הבטיחותי והפונקציונלי ייעשו בהתאם לתנאי התשתית והסובב הטבעי. לאורך הכביש יוקמו מפרצי חנייה לתצפיות על הים והנוף. הכוונה היא להקטין עד כמה שאפשר את טביעת הרגל של הכביש בנוף מצד אחד, ולהבטיח כביש ברמת בטיחות ותחזוקה גבוהים מצד אחר. התנועה בדרכי גישה לחופים ולאטרי טיול ותיירות שיתפצלו מהכביש תיעשה כשירות ציבורי באמצעות כלי רכב קלים, שייצאו מחניונים שיוסדרו בשולי הכביש.

התהליכים המלווים את ירידת מפלס ים המלח, בעיקר התחתרות הנחלים ובמידה פחותה התפתחות הבולענים, פוגעים בתשתיות הכביש ומחייבים התמודדות רצופה כמתואר להלן. במסגרת ההתמודדות מוצגת גם חלופה הכוללת גישור נרחב ועלותה בהתאם, שנועדה לענות לדרישת מוא"ז תמר לרציפות תחבורתית מלאה גם באירועי שיטפונות חריגים. קבלת החלטה בנדון מותנית בבחינת ההוצאות הנגזרות מההתמודדות בכלים מקובלים, תוך השוואה ותעדוף אל מול פרויקטים תחבורתיים/סביבתיים אחרים ועל בסיס תקציבי המשרדים הרלוונטיים.

התחתרות נחלים

התחתרות מואצת של ערוצי הנחלים בין תוואי הכביש לחוף הים הנסוג, גורמת להעמקת אפיק הזרימה ולהתמוטטות הגדות ולהתרחבות האפיקים. התחתרות האפיקים מתקדמת בהדרגה מקו החוף הנסוג ומעמיקה אל מעלה הזרימה (פירוט בסעיף 4.2). מודל סכמטי של ההתחתרות מוצג בתרשים 9.1.



תרשים 9.1. מודל סכמטי המציג את הקשר שבין ירידת המפלס (בסיס הניקוז), השינוי בשיפועי הזרימה, ההתחתרות לאחור, העמקת הערוצים והרחבתם בעקבות קריסת הגדות (בן משה ולנסקי, 2020²⁴ - דוח מכון גיאולוגי).

²⁴ העבודה במלואה מוצגת באגד הנספחים.

משנות ה-70 של המאה ה-20 החלו להתפתח בולענים לחוף ים המלח (פירוט בסעיף 4.1). חלק מהבולענים נפערו בסמוך לכביש, ובאזור עין גדי נדרשה העתקה של תוואי הכביש מערבה בשל בולענים שנפערו על הכביש עצמו.

התחתרות ערוצים והתפתחות בולענים יחד וכל אחד לחוד פוגעים בתשתיות הכביש ואף גרמו לקריסתו. בכל שנה נסגר הכביש לתנועה לימים אחדים עקב שיטפונות וסחף נחלים שמכסה את הכביש. בחורף 2019-2020 נסגר קטע הכביש שלאורך ים המלח כמה פעמים (טבלה 9.1, נתוני חברת נתיבי ישראל).

הבטחת רציפות תפקודית של הכביש היא משימה מתמשכת ומאתגרת, המחייבת התמודדות עם מערכת דינמית של התחתרות נחלים, מערכת הניתנת לחיזוי לפרקי זמן של עשור או שניים לכל היותר (תרשים 9.1). המהלכים להבטחת רציפות תפקודית של הכביש מחייבים כמקשה אחת, שדרוג, בנייה ותחזוקה של מעבירי מים או גשרים והגנה עליהם באמצעות מתקני הגנה בהתאם לתנאים המתפתחים בכל ערוץ. אלא שהקמת מתקני מעבירי מים וגשרים היא השקעה חד פעמית, ואילו הקמה ותחזוקה של מתקני הגנה היא עבודה מתמשכת ותנאי לשימורם של מעבירי המים והגשרים. פיגור בהתקנת הגנות יגרום לקריסת תשתיות הכביש ולעלויות שיקום גבוהות פי כמה מעלות ההגנות. תכנון והקמה של מתקני הגנה חייבים להיעשות באופן שוטף בהתאם לקצב ולאופי התחתרות הערוצים במורד.

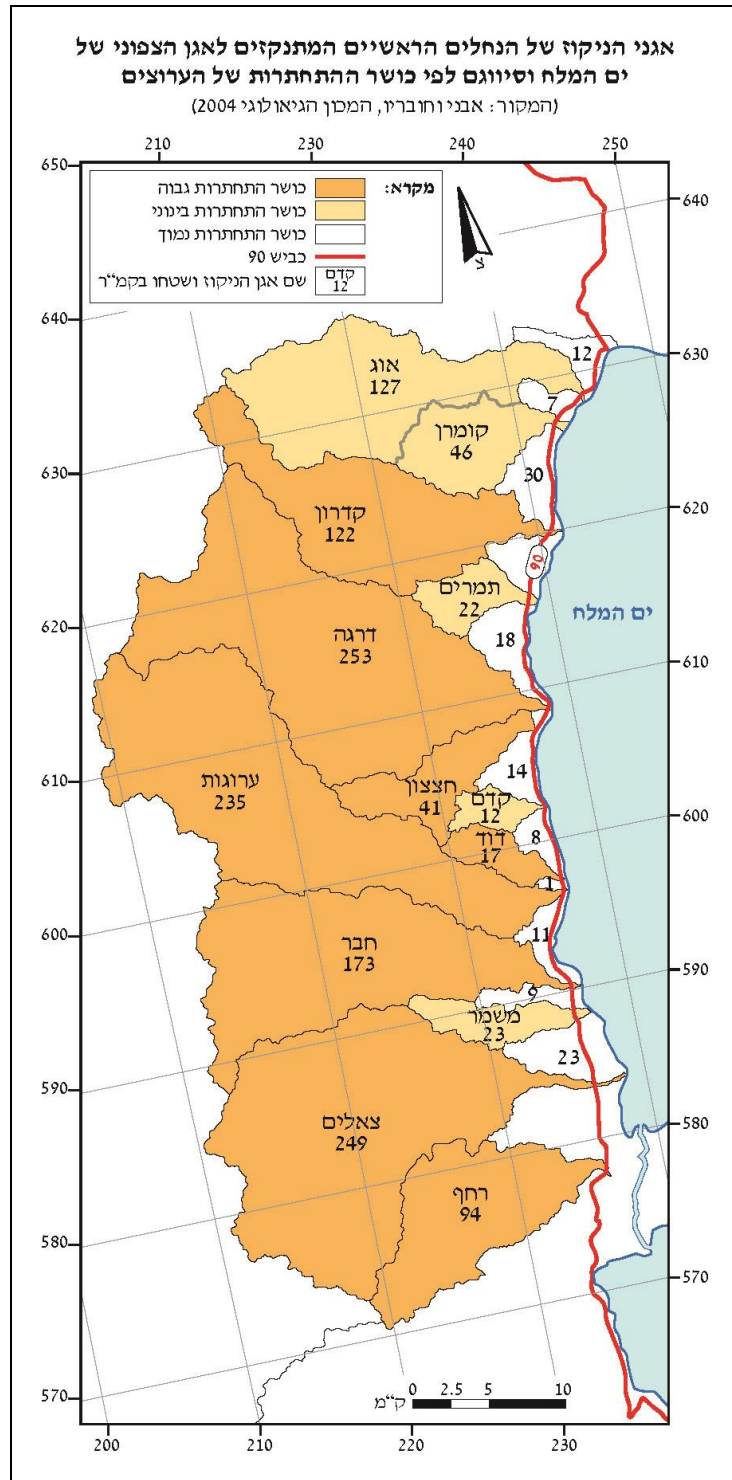
התמודדות עם התחתרות נחלים בעתיד הנראה לעין מתחייבת הן בתרחיש "עסקים כרגיל" הן בתרחיש של יישוב מפלס הים, זאת בשל זמן ההתייצבות הארוך הצפוי עד להגעת מערכת ההתחתרות לשיווי משקל.

הנחלים הראשיים החוצים את הכביש

מצומת הלידו בצפון ועד נחל רחף בדרום, חוצה הכביש 13 נחלים היורדים ממדבר יהודה (תרשים 9.2): קומרון, קדרון, תמרים, דרגה, חצצון, קדם, דוד, ערוגות, חבר, משמר, צאלים ורחף. אף-על-פי שהנחלים צאלים ורחף מוגנים מפני שיטפונות בשל תעלת ההזנה של מפעלי ים המלח ממזרח לכביש 90, הם עדיין נתונים לאירועי שיטפונות שגורמים להצפות ולחסימת הכביש (טבלה 9.1). כל אחד מ-13 מעבירי המים של הנחלים הראשיים נבדק בסקר שערכה חברת נתיבי ישראל, וכן בעבודת מחקר של המכון הגיאולוגי ובסיוורים שנערכו במסגרת הדוח ההנדסי הנספח למסמך זה.

נחל	מספר הימים בהם נסגר הכביש
צאלים	9
חבר	6
ערוגות	11
דוד	4
קדם	1

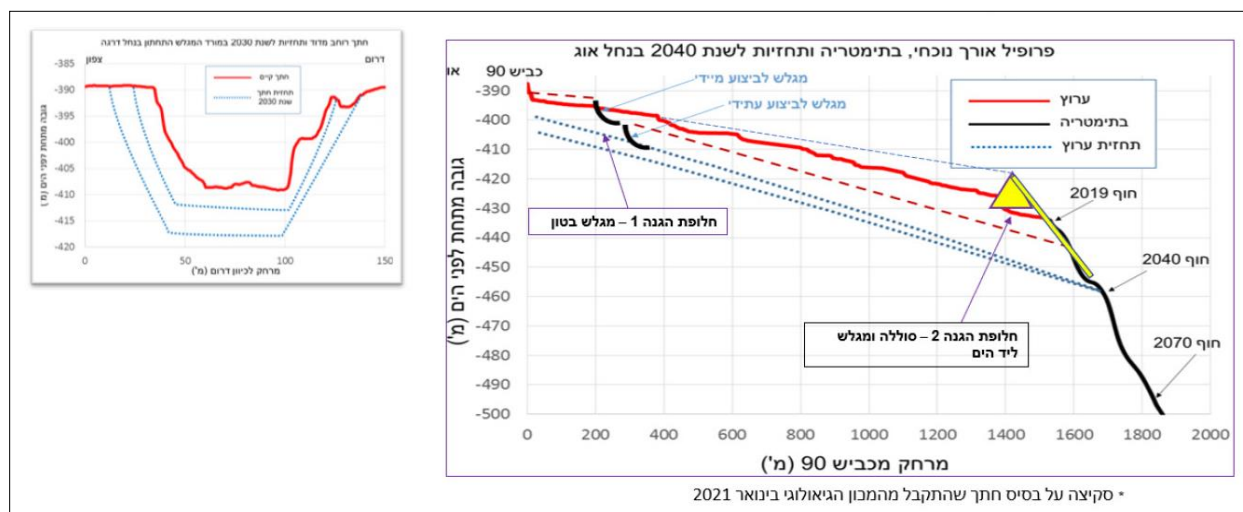
טבלה 9.1: מספר הימים שבהם נסגר כביש 90 בעקבות שיטפונות בקטעי הנחל המצוינים. חלק מאירועי השיטפונות גרמו להצפות בכמה קטעי נחל בו זמנית ולפיכך מדובר על ימי סגירה החופפים בחלקם.



תרשים 9.2. אגני הניקוז של נחלים בצפון ים המלח המתנקזים ממדבר יהודה וחוצים את כביש 90. הנחלים מסווגים לפי כושר ההתחברות בהם.

הקמת מגלשי הגנה

בניית מתקני הגנה - מגלשי בטון במורד הנחלים, היא העבודה ההנדסית שמתחייב להתחיל בביצועה לאלתר. המגלשים נועדו למנוע מהתחתרות הנחלים להגיע אל הכביש ולמוטט אותו (תרשים 9.3). מכיוון שהמגלשים עצמם נתונים לבלייה וסחיפה צריך להיערך לתחזוקתם ברציפות לאורך השנים. לאחר הקמת המגלשים הראשונים תידרש מעת לעת הוספת מגלשים במורד הנחלים, כדי שיגנו על המגלשים שבמעלה. ניסיון ממגלשים שהקימה בעבר חברת נתיבי ישראל מצביע על יעילותם.



תרשים 9.3. הצגה סכמטית של מתקני הגנה על מתקני הכביש ומיקומם במורד הזרימה מהכביש ומזרחה אל קו החוף המשתפל ונסוג

סדר קדימויות ותקציב

ניתן לפתח את הפתרונות לכביש 90 בשלבים. במסגרת ההתמודדות מוצגת גם חלופה הכוללת גישור נרחב ועלותה בהתאם, שנועדה לענות לדרישת מוא"ז תמר לרציפות תחבורתית מלאה גם באירועי שיטפונות חריגים. קבלת החלטה בנדון מותנית בבחינת ההוצאות הנגזרות מההתמודדות בכלים מקובלים, תוך השוואה ותעדוף אל מול פרויקטים תחבורתיים/סביבתיים אחרים ועל בסיס תקציבי המשרדים הרלוונטיים²⁵.

תקציב ללא גשרים - הקמה ותחזוקה של מתקני הגנה ומעבירי מים בנחלים הראשיים (טבלה 9.2):

- 2021 עד 2025 : 23 מיליוני ₪.
- 2025 עד 2030 : 150 מיליוני ₪.
- 2030 עד 2040 : 90 מיליוני ₪.

²⁵ גיבוש סדר הקדימויות ותקצוב התכנון, ההקמה והתחזוקה של מגלשי הגנה, מעבירי מים וגשרים איריים ב-13 הנחלים שנסקרו במסמך זה נערך בשיתוף עם משרד התחבורה ונתיבי ישראל.

סה"כ עד 2040 כ-263 מיליוני ש"ח מהם כ-16 מיליון מיועדים לתכנון ולביצוע מיידי, ועוד כ-290 מיליוני ש"ח עד 2070.

תוספת תקציב אם יוחלט להקים גשרים בנחלים דוד וערוגות, ואולי גם קדם וצאלים (אם יוחלט להקים גשרים יש להפחית מתקציב מעבירי המים את העלויות של הנחלים שעליהם יוקמו גשרים) (טבלה 9.3):

- 2021 עד 2025, גשרים על הנחלים דוד וערוגות - 262 מיליוני ש"ח.
- 2025 עד 2030, גשרים על הנחלים קדם וצאלים - 299 מיליוני ש"ח.
- 2030 עד 2040, תחזוקת הגשרים - 1.5 מיליוני ש"ח.

סה"כ עד 2040 כ-563 מיליוני ש"ח.

בנוסף יש צורך בתקציב הנאמד ע"י נת"י ב-417 מיליוני ש"ח לצורך שדרוג קטעי כביש, מעבירי מים וניקוז לאורך ערוצי נחל משניים החוצים את כביש 90 (טבלה 9.4).

מס	שם הנחל/ המזים	מצב נוכחי 2021	עלות במל"ש"ח 2025-2021			עלות במל"ש"ח 2030-2025			עלות במל"ש"ח 2040-2030		
			סה"כ	מעביר מים	מתקן הגנה	סה"כ	מעביר מים	מתקן הגנה	סה"כ	מעביר מים	מתקן הגנה
1	דוד	מעביר אירי	5.6	1.6	4.0	2.0		2.0	6.4		6.4
2	ערוגות	מעביר אירי	7.6	2.0	5.6	5.5		5.5	17.8		17.8
3	קדם	בוקס לספיקות נמוכות, תום קיים 2030	1.8	0.2	1.6	1.4		1.4	5.2	0.2	5.4
4	דרגה	בוקס לספיקות 1:50, תום קיים 2060	5.2	0.2	5.0	4.9	0.2	5.1	16.0	0.4	16.4
5	אוג	בוקס לספיקות נמוכות, תום קיים 2040	0.4	0.4		4.1	41.5	45.6	13.2	0.4	13.6
6	חצצון	בוקס לספיקות 1:20, תום קיים 2065	0.2	0.2		6.7	0.2	6.9	13.0	0.4	13.4
7	צאלים	מעביר אירי	2.3	2.3		0.3	0.3	0.3		0.6	0.6
8	קדרון	בוקס לספיקות 1:50, תום קיים 2070	0.2	0.2		6.9	0.2	7.1	13.5	0.4	13.9
9	רחף	מעביר אירי	0.2	0.2		45.3	45.3	45.3		0.2	0.2
10	תמרים	בוקס לספיקות נמוכות, תום קיים 2030	0.1	0.1		30.2	30.2	30.2	2.0	0.2	2.2
	סה"כ		23.5	7.2	16.2	31.4	117.9	149.3	87.3	2.7	89.9

263	סה"כ עד 2040
290	אומדן 2040 - 2070

מקרא צבעים:
עלויות תכנון והקמה
לויות תחזוקה
עלויות תכנון הקמה ותחזוקה משולב

טבלה 9.2: סדר קדימויות ועלות הקמת מגלשי הגנה ושדרוג מעבירי מים ב-13 הנחלים היוורדים ממדבר יהודה, ללא גישור. עד 2040 העלות מסתכמת בכ-263 מיליוני ש"ח ועד 2070 ב-290 מיליוני ש"ח נוספים. מעביר מים בנחל חבר המתוקצב בהחלטת ממשלה עד 2021 ולא נכלל בטבלה.

עלות במלש"ח				תקציב להקמת גשרים		
סה"כ	2040-2030	2030-2025	2025-2021	שם הנחל/ המיזם	מס	
61.4	0.4		61.0	גשר	דוד	1
201.4	0.4		201.0	גשר	ערוגות	2
46.2	0.2	46.0		מעביר אירי	קדם	3
253.6	0.6	253.0		גשר	צאלים	7
562.5	1.5	299.0	262.0			סה"כ

טבלה 9.3 עלות גשרים בנחלים דוד ערוגות וצאלים מסתכמת בכ- 563 מיליוני ₪

שיפור גיאומטרי וטיפול בערוצים משניים לאורך כביש 90 (נתונים מחברת נתיבי ישראל)

עלות (מלש"ח)	מספר מעבירי מים לטיפול	מקטעים לשיפור גיאומטרי ולתחזוקה	עד שנה
224	3	2	2025
96	12	-	2030
96	12	-	2040
417	27	2	סה"כ

טבלה 9.4 עלות שדרוג קטעים של הכביש, מעבירי מים וניקוז שאינם בתחום 13 הנחלים היורדים ממדבר יהודה (נתוני חברת נתיבי ישראל).

העתקת תשתיות

תשתיות חשמל, מים וקו בזק נמתחו עם השנים במישור החוף של ים המלח, בד"כ בקרבה ובמקביל לכביש 90. נדרש להעתיק את התשתיות ולהניחן ממערב למתקני ההגנה כדי שאלה יגנו גם עליהם. נדרשת העתקה של קווי מים וקו בזק בכמה קטעים, בעוד שקווי החשמל יכולים להישאר בתוואי הקיים שלהם כל עוד יוקמו מתקני ההגנה הנדרשים. לפי ממצאי העבודה נדרש תקציב של כ-2 מיליון ש"ח עד שנת 2030 לטיפול בנושא.

10. עתיד האזור

התפיסה התכנונית

ייחודו של האזור

ים המלח, המקום הנמוך בעולם, הוא תולדה של התרחשויות גיאולוגיות דרמטיות ובמרכזן נדידת יבשות והתהוות הבקע הסורי אפריקני. מצוקי מדבר יהודה הנישאים לגובה של מאות מטרים, הר סדום העשוי ברובו מלח, שכבות שנרדדו על קרקעיתו של אגם שהיה כאן עד סוף תקופת הקרח האחרונה - כל אלה התהוו בעבר הגיאולוגי הצעיר למדי של האזור.

ממצאים ארכיאולוגיים בעלי חשיבות עולמית פזורים באזור ים המלח, כמו יריחו שבה שרידים לעיר הקדומה בעולם, מצדה שראשיתה כמקום מקלט בתקופה החשמונאית, שיאה בארמונות פאר בתקופת הורדוס וחורבנה במרד הגדול. על אלה נוספים מגילות ים המלח ששפכו אור על מרד בר כוכבא ועל חיי היום-יום במדבר, ולצידן התגלויות במערות המטמון והמפלט, וממצאים ארכיאולוגיים נוספים שלהם חשיבות בשחזור אורחות החיים של המתגוררים במדבר.

נהר הירדן המתנקז אל אגם ים המלח קיבל במהלך ההיסטוריה חשיבות דתית ראשונה במעלה ונחרת בתודעה העולמית. הבקע שנמשך מטורקיה בצפון, חוצה את ישראל ומגיע אל מרכז אפריקה בדרום, הוא אחד מצירי נדידת ציפורים החשובים בעולם. המגוון הביולוגי הייחודי של מדבר יהודה ובליבו נאות המדבר הטרופיים, עין גדי ועין פשחה, מקנים לאזור מאפיינים אקולוגיים ייחודיים.

התפתחות מחקר האזור במהלך המאה ה-19 בעקבות מסעות על הירדן מהכינרת עד ים-המלח, של האירי כריסטופר קוסטיגן בקיץ 1835, של הקצין הבריטי תומאס הווארד מולינה ב-1847, של קצין הצי האמריקני ויליאם פרנסיס לינץ' בשנת 1848 ושל מגלה הארצות ג'ון מקגרגור בסירת הקאנו שלו "רוב רוי" ב-1868, הציבו את ים המלח במקום מכובד בשרשרת התגלויות הגיאוגרפיות של הימים ההם (תרשימים 10.1 ו-10.2). בראשית המאה ה-20 נוסף על אלה המיזם של נובומייסקי להקמת מפעל להפקת אוצרות הטבע של ים המלח, ונמשך בפיתוחים טכנולוגיים במפעלי התעשייה של היום, שעומדים בבסיס התשתית הכלכלית של פיתוח האזור. הקמת היישובים עין גדי וקליה בלב השממה ואחריהם היישובים הנוספים באזור שהביאו לאזור תנופת התיישבות חקלאית ותיירותית.

במהלך המחצית השנייה של המאה ה-20 בכורח המציאות החליטו מדינות האזור לנצל את מקורות המים שזרמו בעבר אל הים בצד מפעלי התעשייה שמנצלים כמויות ניכרות של מי האגם להפקה תעשייתית. שני אלה גורמים לירידת מפלס האגם בקצב חסר תקדים ולפי התחזיות המפלס יוסיף לרדת בקצב זה עוד שנים ארוכות עד שייחפך לאגם שבקושי ניתן להגיע אל חופיו. בשל נסיגת קו החוף, ירידת המפלס, היפערות בולענים והתחתרות בלתי מרוסנת של הנחלים היוורדים מהמדבר אל האגם בעשורים האחרונים, דבק באזור דימוי שלילי.

כיום נדרשות ממשלות האזור והקהילה הבין-לאומית לקבל החלטות שיקבעו את עתידו של האזור, כדי לשמר ולהעצים את צביונו הייחודי. תכנון ההתנהלות העתידית במרחב ים המלח מחייב גישה תכנונית החובקת את אגן ים המלח עצמו ואת המרחב שתחום במקורות הירדן בצפון, דרך עמק החולה, ים כנרת, הירדן וים-המלח כמרחב תכנוני אחד. גישה תכנונית שתמנע המשך פגיעה בערכי הנוף, התרבות והמורשת ותאפשר רציפות תפקודים ומרחבי פיתוח לתושבי האזור.



תרשים 10.2: הסירה של מולינה במרכז המבקרים על שם נובומייסקי בסדום



תרשים 10.1: משלחת לינץ' שטה על ים המלח וברקע ניצב מלח בהר סדום

תמונת עתיד מוצעת

תמונת עתיד רצויה וארוכת טווח לאזור ים המלח מושתתת על עקרונות פיתוח בר קיימה, המשמר ערכי טבע ומקנה איכויות לתושבי האזור ולבאים בשעריו. הקווים לעתיד האזור מוצגים על רקע מגבלות ההווה ומציעים התנהלות מיטבית, בהתייחס להחלטות ממשלה רלוונטיות. בעתיד אין לצפות לשינוי מהותי בקצב ירידת מפלס הים. החלטה כיום לייצב את מפלס הים תוכל לבלום את הירידה עוד כ-36 מ' בלבד (תרשים 7.1).

ההשלכות הכרוכות בירידת המפלס תימשכנה עוד עשרות רבות של שנים, ובמרכזן נסיגת קווי החוף בעשרות מטרים אם יוחלט לייצב את המפלס ובמאות מטרים עם לאו, היפערות בולענים והתחתרות אפיקי הנחלים. התוויית עתידו של אזור בעל תשתית דינמית היא משימה מאתגרת. לנוכח המחקרים שנערכו באזור אפשר לחזות ברמת ודאות גבוהה את ההשלכות העתידיות, הן בתרחיש "עסקים כרגיל" הן בתרחיש ייצוב המפלס. קווים למסגרות פיתוח התואמות את מצבו הדינמי של האזור מפורטים להלן, ובמרכזם הקמת מובל ימים לייצוב המפלס, הבטחת רציפות תפקודית של כביש 90, החייאת הירדן, ופיתוח חופי רחצה ציבוריים באגן הצפוני.

תפיסה תכנונית

אגן ים המלח הוא מרחב רגיש מבחינה אקולוגית, סביבתית ונופית; ממדיו הקטנים מחייבים מחשבה עמוקה באשר לכל מיזם פיתוח, אשר מטבע הגדרתו יפר את המרחב הטבעי. פיתוח יישובים, והקמת תשתיות לתירימים ולמטיילים הפוקדים את האזור, מחייבים התנהלות במתכונת סדורה, אשר מצד אחד תענה על הביקוש, ומן הצד האחר תשמר את סגולותיו וערכיו של האזור.

התפיסה התכנונית המוצעת מבוססת על התחזיות שמישור החוף של ים המלח יסוג בעשרות השנים הבאות למרחקים בסדר גודל של עשרות עד מאות מטרים - בהתאם לשיפוע קרקעית הים. מפלס הים ב-2040 יהיה נמוך בכ-20 מ' לעומת מפלס הים ב-2020, וב-2070 בכ-60 מ' נמוך מהמפלס הנוכחי. התפיסה התכנונית מתמקדת במאפייניו וסגולותיו של אזור ים המלח כדי ליצור ישות שהיא בלעדית, נפרדת וייחודית, כראוי למקום הנמוך ביותר בעולם שהוא אחד המקומות המופלאים בתבל.

קווי הנוף הטבעיים: התפיסה התכנונית גובשה על בסיס תוואי הנוף העיקריים באזור:

ים-המלח, אגם מים כחולים שהוא הרכיב הדומיננטי בנוף. מעברו המערבי ומעברו המזרחי עולים מצוקים תלולים המשווים לאגם נוף דרמטי. מפלס הים יורד בכל שנה. האגם הוא מוקד המשיכה העיקרי באזור.

חופי האגן הצפוני של האגם הולכים ונסוגים ומקשים את הנגישות אל המים.

מישור החוף משתרע מקו החוף הנסוג ועד מרגלות מצוקי מדבר יהודה (מצוק ההעתקים). במישור החוף נפרשים היישובים ועיקר הפעילות המשקית ובמרכזה החקלאות. מישור החוף נחלק לשניים:

– מכביש 90 מזרחה עד קו החוף הנסוג - אזורי בולענים, מישורים מבותרים המשתרעים בין גבול הבולענים אל תחתית מצוק ההעתקים.

– מכביש 90 מערבה עד בסיס המצוק - שטח יציב.

האגן הדרומי בריכות תעשייתיות הנפרסות על מרחב גדול ולצידן הר סדום, מישור עמיעז וכיכר סדום.

כביש 90 חוצה את המרחב. יישובי האזור מצויים ממערב לו. החלקות החקלאיות ברובן, שטחי הבולענים וערוצי נחלים ההולכים ומתחתרים, נפרסים ממזרח לו.

עקרונות פיתוח

א. רוח המקום - Genius Loci: מושג אלילי במקורו, משמש כיום לאפיון וייחוד מקומות, להגדיר, להבדיל ולייחד את סגולותיהם, מאפייניהם, ליצור ישות שהיא בלעדית, נפרדת, ייחודית - ובתרגום לשפת שיווק - דימוי ומיתוג.

תכנון על פי עקרונות "רוח מקום ייושם בשדה העיצוב, התכנון, האדריכלות - בבנייה המקומית, מבתי מגורים ועד בניינים ציבוריים, מלונות ואתרי עניין, בשימוש בחומרים מקומיים, באופי וסגנון המאזכרים את תולדות המקום, חומריו ונוהגיו, דרכים, גנים ועד לכלים.. ים המלח, כאחד המקומות הייחודיים והמופלאים בעולם, זכאי לשפת תכנון הולמת, שפת ים המלח, שתשקף את רוחו ותשמש מסגרת לכל פעולות התכנון העתידיות במרחב.

ב. התכנסות המבנה מוגדר וסדר היררכי של דרגות הפיתוח :

תכנון המרחב יתבסס על שלד - תבנית שדרת-דג (תרשים 10.3) - ציר מרכזי וצירי משנה, הקושרים נקודות פיתוח, מרכזות אותן במקומות מוגדרים ומכונסים, ומותירה את מרבית השטח בלתי מופרת, פתוחה, וטבעית.

הציר המרכזי - כביש 90 מצפון לדרום - ממנו נמתחים צירי משנה מערבה אל המצוק ומזרחה אל הים. צירי המשנה מקשרים נקודות במרחב - מוקדי פיתוח, מוגדרים היטב: היישובים, שטחי החקלאות, אטרקציות תיירותיות, אתרים ארכיאולוגיים, מצפורים, חופים וכו'. הכביש ושלוחותיו מתוחזקים כנדרש להתמודדות עם שיטפונות ועם תופעות התחתרות והתמוטטויות. בכך מושגת יציבות לתנועה באזור.

סדר היררכי של התצורות ודרגות הפיתוח. מרבית השטח יישמר במצבו הטבעי, שמורות-טבע, ושטחים פתוחים ערכיים יזכו לדרגות הגנה גבוהה - תפיסת אל-געתי, או פיתוח מתוך גישה למזעור פגיעה. לכך ראוי שיינתן בהמשך ביטוי סטטוטורי.

כביש 90 יוגדר במערכת הדרכים הארצית כביש נופי לתושבי המקום ולתיירות הבאה בשעריו. לא תוסב אליו תנועה נוספת, והוא לא ישמש ציר תנועה לדרום הנגב ולאילת. תפיסה זו תשולב במתווה מערך הדרכים הארצי, המתגבש היום בתוכנית המתאר הארצית לדרכים - תמ"א 42.

תואי הכביש יישמר כדרך נוף מובהקת עם תצפית מרבית אל הים שחופיו הולכים ומתרחקים בהתמדה. במקטעים שלאורך הכביש תוכשר טיילת ובה נתיבים רגליים ומסלולי אופניים, ולאורכה יוצבו מצפורים, תחנות רענון, מנוחה ומידע, ושלוחות כבושות הפונות אל הים ומאפשרות את הנגישות לחופים מוסדרים.

חלוקה מרחבית - הקובעת רמות, אינטנסיביות ואופי מותאמים לכל מרחב - **שער צפוני** ובו פיתוח מתון, תיירות והתיישבות, **ליבה שמורה**, מוטת שמירת טבע ונוף, **מצרי לינץ**, המרחב בין האגן הדרומי לאגן הצפוני שממנו נסוג הים בהתמדה מ-1975 וממשיך לסגת גם כיום, **והשער הדרומי**, ובו ריכוזי המלונאות והתעשייה. לכל מרחב יעוצבו קווי תכנון, סגנון ועוצמה מותאמים לאופיו ולערכיו.



תרשים 10.3: מודל שדרת הדג, כביש 90 כציר מרכזי, שממנו נמתחים צירי משנה אל מוקדים

איזור: מרחב התכנון יחולק לאזורי משנה, שטחים בדרגת שימור גבוהה - שמורות הטבע, שפכי הנחלים, אזורים בעלי ערכים מורפולוגיים ייחודיים, ערכי חי וצומח גבוהים, והם יקבלו תגי רגישות טבעית גבוהה (על פי ערכיהם). זאת לצד אזורים מופרים, חלקם לשיקום והחזרה לטבע, וחלקם לשיקום מוטה-אדם, לקליטת מיזמי פיתוח. לכל מרחב יהיו גבולות והנחיות וכללי התנהגות. עקרון ה"איזור" תואם במלואו תפיסת "מרחב ביוספריי". מתכונת שימור ופיתוח, המתבססת על קביעת אזורי מוגדרים: ליבות שמורות (שמורות הטבע ומרחבי האל-געת, המתלול וחופי הים), אזורי חיץ (השטחים החקלאיים, פארקי הבולענים) ושטחי הפיתוח - (מעטפת היישובים הקיימים). על פי אונסק'ו ותוכנית האב למרחבים ביוספריים בישראל.

השאיפה לשמירה על מרבית השטח כמרחב אל-געת מחייבת גיבוש כלים לשמירתו, לאור מגמות פיתוח נרחבות ובעקבותיהן כרוסום בשטחים הטבעיים.

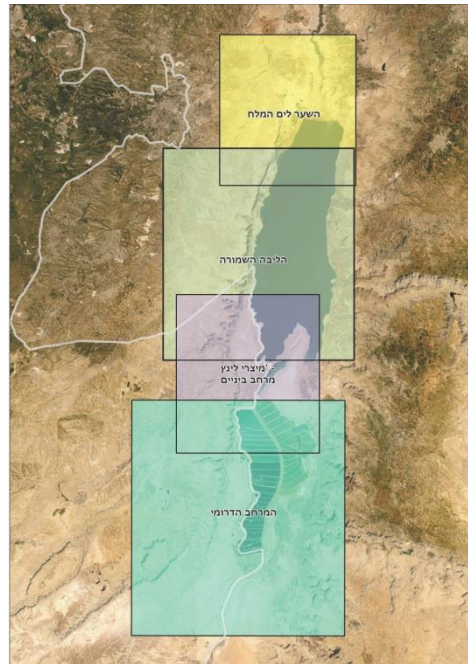
העצמת נוכחותו של הים: ההתנהלות המוצעת במסגרת החזון לים המלח תעצים את נוכחותו של הים ותכלול שורת שימושים ופעילויות בתחומי החוף והמים, שיותאמו ככל האפשר להמשך ירידת המפלס בעשרות השנים הבאות, לפחות.

הים הנסוג: נסיגת ים המלח מלווה בתופעות ייחודיות, המתפתחות ומתגלות לאורך חופיו בסמוך לקו המים. תופעות אלו מקורן בחתירה, חישוב ושקיעת מלח מגוף המים שהיא דינמית וייחודית, ולכן בעלת פוטנציאל תיירותי. נסיגת חופי ים המלח מותירה שטחי יבשה נרחבים - שטחי חלוקים, בוץ וסחף, המסווגים ברובם כשטחי סיכון מבולענים. שינוי מהותי בתלילות קרקעית הים הנסוג מתבטא בכך שמרבית שטחים אלה כבר נחשפו עד כה, ואלה הצפויים להיחשף בעתיד מוגבלים בגלל עלייה ניכרת בתלילות הקרקעית. בכל תרחיש יש לתת את הדעת ליעוד הראוי של שטחים אלה. במשטחי הבוץ ובערוצי הנחלים הנחתרים בהם, נחשפים משקעים ומופעים גיאולוגיים ייחודיים שהם בחזקת ערכי טבע וראויים לשימור. כמו כן השטח עצמו לא יציב, רווי סכנות ולא ניתן לפיתוח. בחלק מהחופים אפשר להכשיר מוקדים, שבילים ודרכים לביקור תיירים.

מרחב מנוהל: הדרך להשגת היעדים הנדונים ארוכה וכרוכה במיקוד, התמדה ותיאום ציפיות, ולפיכך נדרשת היערכות לביסוס תפיסה של מרחב מנוהל, שבראשו גורם מטה מתכלל וזרועותיו הן המועצות האזוריות.

מרחבי תכנון

החלוקה התכנונית מתייחסת לים המלח כולו - האגן הצפוני והדרומי, וחלוקתו לארבעה אזורי משנה. חלוקה זו תסייע ליצירת יחידות עבודה (תרשים 10.4), ותשמש בסיס למסגרת רעיונית למהלך התכנון.



תרשים 10.4: ארבעת מרחבי התכנון על פי הצעת מסמך המדיניות.

מרחב צפוני, השער לים המלח לבאים לים המלח מכיוון ירושלים ומרכז הארץ. חופי הים הצפוניים, עד נחל אבנת וככר הירדן, בואכה בקעת הירדן. מישור החוף של ים המלח, שבו מרוכזים יישובים ושטחי חקלאות נרחבים למדי, וכן חופי ים מפותחים.

תפיסת התכנון רואה בו אזור לפיתוח מתון, "ארץ נושבת", ובה יישובים כפריים, אתרי תיירות ועיבוד חקלאי. מרחב פיתוח מתון, במוקדים מוגדרים, הרחבת יישובים בצמידות דופן, פיתוח חופי רחצה, בחוף המזרחי והצפוני, פיתוח כפרי נופש ביישובים. השער לים המלח יכלול מוקד תיירות גדול יחסית, סדר גודל של 3000-2000 חדרים בקרבת היישוב אלמוג, לצד שיקום ושחזור המפעלים הישנים (בחוף הצפוני ובסמוך לקליה), שיקום ושחזור בריכות המלח ומתקני הייצור, הנגשת אפיק הירדן למטיילים וצליינים, פינוי מוקשים והסדרת המרחב.

הליבה השמורה - אזור מוארך, מנחל אבנת ועד קצה האגן הצפוני. אתר המצדה מסמן את גבולו הדרומי.

מתלול ההעתקים קרוב לחוף ורצועת היבשה (הטבעית) צרה. כאן שמורים ערכי הטבע, הנוף והמורשת במיטבם. שני יישובים במרחב, מצפה שלם ועין גדי, ושטחי החקלאות די מצומצמים.

אופי הפיתוח נקודתי כפרי ואינו חורג מתחומי הפיתוח הקיימים. במרחב זה יישמרו בקפדנות רבה ערכי הטבע והמורשת, פיתוח היישובים יהיה מכונס וצמוד דופן.

מצרי לינץ - אזור הנדרש לשיקום ולתכנון כיחידה עצמאית. מרחב זה לא הוגדר יחידת תכנון בתמ"א/13. למרות ממדיו הקטנים יש מקום לייחד לו מקום בפני עצמו, בשל תהליכי עיצוב הנוף הדינמיים המתרחשים במקום והשינויים התכופים המתחוללים בו, ואשר ככל הנראה יותירו חותם רב גם בשנים הבאות.

עם נסיגת הים נחשף המצר נמהווה מרחב יבשתי המפריד בין שני האגנים, ולאורכו נתיב התחתרות נחל הערבה בצידו המזרחי, ותעלת ההזנה המוליכה מים מן האגן הצפוני לבריכות האידוי בדרומו. מדובר בשטח בוצי, סחיף, בלתי יציב, שטחו כ-30 קמ"ר, שבו התגלו באחרונה תופעות ייחודיות של התגבשות מלח, ערוצים מתחתרים ונביעות, המשווים לאזור ייחודיות סביבתית המחייבת התייחסות תכנונית לשימור ערכיו. בשוליים המערביים של מצרי לינץ עוברת תעלת ההזנה המובילה תמלחת של ים המלח אל בריכות האידוי בדרום. בצמוד לתעלת ההזנה מתוכנן לקום מסוע שיוביל לאורך כביש 90 את קציר המלח מן האגן הדרומי אל אגן ים המלח הצפוני. לאחרונה מי"ה החלה לקדם מיזם תחת הכותרת "סדום הירוקה" שבו המלח הקצור יונח בכל מצרי לינץ, מסוללת בריכה 5 וצפונה מעליו יוצבו פנלים סולאריים. בשנים האחרונות התפתח באזור תוואי מים - "הנהר הנעלם", נתיב מים עילי שדרכו מוזרמת "התמלחת הסופית", המים הנותרים לאחר מיצוי המלחים התעשיית, בחזרה אל האגן הצפוני.

המרחב הדרומי - רצועת חוף לאורך בריכות האידוי, ובה שני מוקדי הפיתוח התיירותיים, עין בוקק ונווה זוהר הנמצאים בתהליך של חיבור, הר סדום בתווך, ומפעלי ים המלח. בדרום כיכר סדום, שטח מישורי חקלאי, ובו יישובים כפריים, עין תמר ונאות הכיכר. המרחב הדרומי נחשב "מוטה-פיתוח", בשל ריכוזי התיירות - בתי המלון הגדולים, בריכות המלח ומפעלי ים המלח (מי"ה). המתווה התכנוני המוצע מכוון להמשך פיתוח המלונאות, בסדר גודל ניכר, ברצועת חוף של כ-3 ק"מ בין שני המוקדים. מפעלי מי"ה יהיו תחומים באתרם והשטח הפגוע סביבם ישוקם.

ביתרת השטח של המרחב הדרומי יישמרו ערכי הנוף ובמרכזם הר סדום, אתרי המורשת ובמרכזם מחנה העובדים ששוקם באחרונה כמרכז מבקרים, ואתרי טבע משוקמים דוגמת "אגם הברבורים" - מי תהום מבצבים על מקרקעי מחצבה נטושה, ומצפורים שיוקמו על ציר נדידת הציפורים.

גם כאן יש להתייחס אל מוקדי הפיתוח כאינטגרטיביים ותחומים באתרם, במרחב שמור ומוגן.

החלוקה לארבעת מרחבי התכנון עוקבת למעשה אחר מפת יחידות הנוף ומשמעותה מבחינת ערכי השטח ומידת רגישותו. ושתייהן מהוות בסיס למתווה הפיתוח והשימור.

סיכום: המרחב כולו בעל ערכים ורגישות גבוהים ביותר, בכל ארבעת המרחבים. בכלם יהיו מוקדי הפיתוח מוגדרים ומכונסים, והמרחב הסובב אותם יישמר בקפדנות. מצוק ההעתקים העובר על פני כל ארבעת המרחבים יישמר ללא כל אפשרות פיתוח.

שיקום מפגעים במרחב

הבטחת מרחב נקי מהפרות ומפגעים, נקי ממצבורי פסולת ושאריות, מרחב מנוהל שמור ומטופח לעילא, שמתקיים באמצעות תקנות מחמירות המגובות באמצעי אכיפה וכוח ייעודי בעל סמכויות ובהיקף התואם את הצרכים. מרחב שבו טביעת הרגל האנושית מכונסת, תחומה בגבולותיה ואינה פורצת מהם ושבו סביבת היישובים, צידי הדרכים ושדות העיבוד נקיים ומטופחים; מצבורי פסולת, שאריות פלסטיק ממוחזרים ויתרתם מסולקים ביעילות מן המרחב למקומות מוסדרים. אזורים נטושים כמו אתרי נופש פגועים, תעשייה, מחצבות ומחנות צבא, משוקמים למופעם הטבעי, או מהווים מוקד פיתוח בפני עצמו. מרחב ים המלח ישמש דוגמה ומופת לאזורים תיירותיים אחרים בארץ, לאזור שמור, מטופח, השומר על דמותו ואופיו, וממלא בכך אחר עקרונות אקולוגיים, אך במידה לא פחותה גם מגשים מטרות תדמיתיות ייצוגיות, המתורגמות בסופו של דבר לערכים כלכליים.

חקלאות²⁶

התיישבות וחקלאות

יישובים לחוף ים המלח ייהנו מיוקרתו ומתדמיתו של האזור, מסגולותיו ומייחודו. תישמר בהם רמת חיים ואיכות חיים גבוהות, לכידות וקהילתיות, ושירותי חינוך ותרבות ברמה גבוהה.

יש מקום לחיזוק התיישבות לחופי ים המלח, עם זאת נדרשת זהירות, לבל יפגע הפיתוח בערכיו של המרחב הפתוח והטבעי, קווי הפיתוח המוצעים יהיו בהתאמה למדיניות התכנון הארצי הקבועה בתמ"א/35 - התיישבות קומפקטית, צמודת דופן והימנעות מהקמת יישובים חדשים. תצורת התיישבות בחוף ים המלח תישמר באופייה הכפרי. מספר לא גדול של יישובים יתקיים בגבולות מוגדרים ומכונסים. הפיתוח העתידי יהיה צמוד-דופן ליישובים הקיימים בדרך של מילוי חללים והעדפת אזורים מופרים לבנייה.

²⁶ דיונים והקצאות מימון בפועל לפיתוח התיישבות, תיירות, וחקלאות מתנהלים באופן שוטף ובמסגרת מיזמים המתוקצבים באמצעות משרדי ממשלה, ובראשם משרד החקלאות, התיירות והתחבורה וכן המנהל האזרחי, בתוספת תקצובים מיוחדים הנגזרים מהחלטות ממשלה המתמקדות באזור (דוגמת החלטה 3742 וכן החלטות קודמות).

התמחות ויתרונות יחסיים: תעסוקת היישובים תתבסס על חקלאות מתמחה ביתרונות האקלימיים של האזור - מטעי תמרים וירקות, צמחי רפואה ותבלין ובושם, בעלי מיתוג מקומי. גם התעשייה תישען על התמחות ויתרונות יחסיים של האזור, דוגמת מפעל "אהבה". מגוון שירותי התיירות לאזור, מלונאות, בתי הארחה, הסעדה, שירותי דרך, ומרכזי מבקרים.

הפרישה החקלאית ואופייה

סביב היישובים משתרעים שטחי חקלאות נרחבים, והשפעתם על המרחב מעבר לתחומם הבנוי גדולה ביותר. עד כה נטעו 2,300 דונם תמרים לאורך כביש 90, בין צומת הלידו למצפה-שלם, ותנופת הנטיעות נמשכת. התמר הוא גידול היסטורי באזור, ומשתלב בנופיו. ים המלח ומתלול מואב נראים היטב דרך החלונות הפתוחים בנוף, ומאפשרים תצפית לים לנוסעים בכביש 90 (תרשים 11.1). כ-3,500 דונם הוכשרו לגידולי שדה, מהם 370 דונם במבנים חקלאיים (בתי רשת, חממות, מנהרות). מטע חקלאי של 430 דונם ניטע בפעם הראשונה במרחב הנצפה ממצדה, מול תחמ"ש מצדה ממזרח לכביש 90. המטע מושקה במי קולחין שמקורם במלונות עין בוקק.

בהתאם לתפיסת החלוקה המרחבית לאזורי משנה, יופנה עיקר פיתוח החקלאות למרחב הצפוני ולמרחב הדרומי. באזור הליבה השמורה יש לשקול בזהירות הרחבת שטחי החקלאות. בשל רגישותו הגבוהה של האזור, ראוי ללוות את המשך הפיתוח החקלאי ותחזוקתו השוטפת בסיוע אקולוגי ואדריכלי נוף.

מבנים ופסולת חקלאיים

המבנים החקלאיים (עטיפות פלסטיק ומסגרות ברזל) נראים כנטע זר בנוף ופוגעים בו. במיוחד בולטים כ-150 דונם חממות ומנהרות, מגדת נחל דרגה ודרומה, עמוק בתחום המוגדר "הלב השמור" ושטחן מוסיף להתרחב. לשטח שלמרגלות המצוק שבו נפגש המתלול עם המישור יש רגישות נופית מיוחדת. מראות של מטעי תמרים מתקבלים על הדעת, אך יש למנוע הקמת חממות ומבנים חקלאיים בקו מפגש המתלול עם המישור ובקו המבט בין כביש 90 וחוף הים. השפעות הגזם, שאריות פלסטיק וברזל, ניכרות מאוד בשל ערכיותו ורגישותו הגבוהה של המרחב מבחינה נופית ואקולוגית גם יחד. הכשרות השטח, הקמת סוללות וכבישת דרכים חקלאיות הן מקור להתבססות מינים פולשים. מוצע ניטור שוטף וסילוק מבוקר של הפסולת החקלאית לאתר מוסדר, למניעת פגיעה חזותית ואקולוגית.

שינויים אקולוגיים סביב המטעים

חברת פרוקי הרגליים היא מרכיב משמעותי במערכת האקולוגית. ניטור פרוקי רגליים במטעי התמרים ובסביבתם העלה שהיקף אוכלוסייתם במטעים משפיע ומשנה את הרכב החברה הטבעית באזור. שינויים אלה דולפים לסביבה דרך בית גידול משני שהוא סוללות העפר, ערמות הגזם ורצועות הצומח שבשולי המטעים. השפעת השינויים על כלל המערכת האקולוגית אינה ידוע לגמרי וראויה לבחינה מעמיקה; בכל מקרה יש לנקוט היגיינה אקולוגית במטעים ככל האפשר ולסלק את גורמי בית הגידול המשני.

רגולציה

המועצות האזוריות, בתוקף סמכויותיהן על פי חוק, יתקינו חוקי עזר מקומיים, תקנות מחמירות, אמצעי אכיפה וכוח ייעודי לשמירת מרחב ים המלח נקי, מטופח, וממלא אחר ייעודו. לכך יוקצה כוח אדם שיש בידי סמכויות ותקציב, ויהיו ברשותו הכלים המתאימים והאמצעים לאכיפה.



תרשים 10.5: מטעי תמרים בחוף ים המלח. חשוב ללוות את הפיתוח החקלאי בשיקולי נוף וסביבה ולשמר בין השאר את נראות הים

תיירות

מאפייני התיירות

לתיירות, בהיותה נדבך כלכלי מרכזי, תייוחד תשומת לב מרבית. יתרונותיה היחסיים יתבססו על ייחודו וסגולותיו של המרחב כמתואר בפרקי המבוא. מרחב ים המלח יוצב על פני מפת תיירות החורף העולמית, תוך הדגשת היתרונות הבריאותיים (בכלל, וכמו מסגרות הטיפול הטבעי לחולי פסוריאזיס, בפרט), אתרי הטבע והמורשת באגן עצמו ובשוליו, והיותו נקודת מוצא לטיולי מדבר במערב ולאתרי הצליינות והטבע במעלה הירדן. עוד יקודם פיתוח מעבר גבול יבשתי בכיכר סדום ואולי גם מעבר ימי לממלכת ירדן כנקודת יציאה לאתרים כמו פטרה, נחלי הצד המזרחיים ועוד. כל אלה יעצימו את כוח המשיכה של המרחב תוך התבססות על יתרונותיו המקומיים והרחבת חבילת התיירות מעבר לגבולותיו.

הפוטנציאל התיירותי ופרישתו במרחב

ים המלח כמקום הנמוך בעולם, המצוי בליבו של השבר הסורי-אפריקני. רצועת חוף מדברית צרה, תחומה בין ים למתלול חד לרגלי מדבר יהודה, ומנגד הרי מואב. לדימוי זה חשיבות רבה כאחד מן המראות ה"קלאסיים" של ארץ הקודש. באזור התרחשו מאורעות היסטוריים חשובים, החל ב"אירועי" סדום ועמורה, נוכחותה של ריחו, אחת הערים הקדומות בעולם, מצדה ונפילת יהודה, וכלה במערות קומראן, שחשיבותן רבה גם לנוצרים

כמרכז דתי ותרבותי - ראשית הכתות המתבודדות. אלה המערות שנמצאו בהן המגילות הגנוזות - אשר זכו לתהודה עצומה בעולם כולו. לים המלח תכונות מרפא מוכחות בכמה תחומים: ריפוי מחלות עור באמצעות קרני השמש; עמודת האוויר הנוספת בעובי 400 מ' (בשל המיקום מתחת לפני הים) מסננת את קרני השמש ומקנה תכונות מרפא שהן בלעדיות לאזור. תכונות מרפא נודעות גם למעיינות החמים הגופריתיים ולבוץ בסביבת ים המלח.

ים המלח השוכן במרחק נסיעה נינוחה של פחות משעה מירושלים נשען על שיעור התיירים הגבוה המגיע לעיר (יותר מ-90% תיירות חוץ). לעובדה זו חשיבות ב"תפיסת" התיירים העוברים באזור. בעונת החורף אקלים חם, ואזור קיט ונופש בעונה שבה מרבית אתרי הנופש מושבתים.

פיתוח התיירות עשוי לגרום לקונפליקט מובנה, בהתחשב ברגישותו הגבוהה של האזור ובכושר הנשיאה הנמוך שלו. מדיניות פיתוח התיירות תרכז מאמצים במוקדים מוגדרים. בעיקר נוגעים הדברים לאתרי האכסון וחופי הרחצה, שבהם מרוכז קהל רב. פרוגרמת האכסון התיירותי תענה על היקפי הביקוש הצפויים. טרם מגפת הקורונה הגיע היקף התיירות לישראל לשיא של כ-4 מיליון תיירים בשנה, וים המלח הוא אתר הביקור השני בחשיבותו וביקפי המבקרים (אחרי ירושלים, כ-70%). השנים 2018-2019 הן נקודת מוצא של הביקוש לתיירות בישראל מבחינת היקפי המבקרים, ביקוש שיש להניח שיגדל עם השנים. עוד אפשר להניח כי יחסי יציבות ושלים יאיצו מיזמים משותפים חוצי גבולות, אשר ישמשו אף הם זרז להגדלת היקפי התיירות. בתכנון נכון ים המלח ישמור על מעמדו כאתר תיירות מוביל בישראל ואף יחזק אותו. עם גידול האוכלוסייה - למעשה הכפלתה לשנות היעד של 2070, ועם העלייה ברמת החיים, יוכפלו גם ביקושי פנאי ונופש בקרב תושבי ישראל. מכל זאת נובע כי יש להיערך פרוגרמטית לתוספת ניכרת של ביקושי האכסון התיירותי לסוגיהם לחופי ים המלח.

פרישת מרכזי האכסון נשענת על ראייה אזורית רחבה הכוללת את מרחב הכינרת, הירדן וחופי ים המלח. פרישתם תישען על עיקרון של הרחבה והקמה של מיזמים גדולים בריכוזים אורבניים, או הרחבת ריכוזים קיימים (צמודי דופן לאתרים הקיימים). כמוצר משלים ומגוון יוצעו אתרים כפריים קטנים.

מרכזי המלונות הגדולים

- מרכז מלונאי גדול בטבריה, הנשען על הכינרת ואתרי הגליל המזרחי (כ-20,000 חדרים).
 - ריכוז מלונאי על פני חופי האגן הדרומי, מעין בוקק עד חמי זוהר, בסדר גודל של כ-30,000 חדרים.
 - מרכז עירוני ביריחו, מרחק קצר לחופי צפון ים המלח ואתרי יריחו והמדבר, כ-20,000 חדרים.
 - פיתוח מתחם תיירות "שער לים המלח", באדמות מדינה, ממערב ללידו, בקרבה ליישוב אלמוג.
- ביישובי האזור יפותחו מרכזים קטנים, בדמות "חאן לינה מדבריי", בסדר גודל של 100-200 חדרים, אשר ייתנו מענה לתיירות תרבות, נופש ומרגוע, המבקשת להתרחק משאון העיר.

מדבר יהודה

מדבר יהודה הוא נדבך מרכזי בחוויית הביקור בים המלח. ביקור וטיול באתרי מדבר יהודה יהיו חלק מחבילות תיירות כללית, שמיתוגן "מדבר יהודה וים המלח"²⁷. למדבר על שפע אתריו יש יתרונות משלימים - אפשרות לשהייה בתנאים אקלימיים נוחים, אכסון מלונאי מוגבל בהיקפו ביישובי מדבר יהודה, ונגישות מהירה ונוחה אל ים המלח.

על שפת המצוק ממוקמת טיילת המצוק, שביל להולכי רגל ולרוכבי אופניים, ולאורכה מצפורים ותחנות מנוחה והסבר. הטיילת מחוברת בדרכים תלולות, מסלולים משולבים בגלישת חבל (סנפלינג), ותנועת כדורים פורחים ודאונים, אל היישובים ואתרי התיירות במישור החוף, ומגוונת את חוויית המטיילים.

הירידה מן המצוק היא מגבלה טכנית. שבילי טיפוס יהיו אטרקציה בפני עצמה. הקמת רכבל במקומות בעלי כושר נשיאה גבוה תסייע בהנגשת המדבר למטיילים. רכבל יוקם רק באזורים מוטי-פיתוח מובהקים (דוגמת הרכבל למצדה), למשל באזור המלונות באגן הדרומי.

גן לאומי קומראן

האתר כולל מוזיאון עתיקות, המחשות והדרכות לסיפור המרכזי - המגילות הגנוזות. עם זאת המגילות, אחד הממצאים הארכיאולוגיים הראשונים במעלה בקנה מידה עולמי, ואחד הסיפורים המרתקים של ים המלח ומדבר יהודה, נעקרו ממקומן ונקבעו בירושלים, רובן ככולן בהיכל הספר במוזיאון ישראל.

ראוי להשיב לים המלח ולו מקצת מאוצרותיו. המקום הראוי להם הוא מוזיאון תת קרקעי שיוקם באזור קומראן, ויוצגו בו כמה מן המגילות הגנוזות, וכן שחזור של מגילות הנמצאות במוזיאון ישראל. המוזיאון יוקם בתת הקרקע, בדמות מערה ומבוכיה, בשילוב עם מערכות חפירה ומערות קיימות. המוזיאון יחזק את ייחודו ומיתוגו של האזור, והמגילות או עותקיהן יוצגו בשחזור באתרן, כפי שנמצאו גלולות בכדי החרס, המשקפים את רוח המקום, או פרושות לרווחה לעיני המבקרים. מוזיאון המגילות הגנוזות יהיה משלים להיכל הספר (שלוחה של מוזיאון ישראל), או פרויקט העומד בזכות עצמו. זהו פתח לתרבות האיסיים באתרם ומתוך הגות בכתביהם. במרכז תומחש חוויית קליגרפיה, כתיבה בדיו על קלף ופפירוס, פענוח שפות עתיקות, פענוח וגילוי כתבים וצפנים וכדומה - תרבות חומרית הקשורה במגילות, סיורי מערות, "גילוי" אוצרות, הטמנת כדים וכתבי יד ו"גילויים מחדש" של מטמוני מדבר יהודה.

ספורט ימי, אירועים על הים

בשנת 2016 התקיים "משחה ים" בין חופי ישראל וירדן. השחייה בים המלח כרוכה בקשיים ואף בסיכונים בריאותיים. לצד זאת הוא ראשוני, הרפתקני ואתגרי. גם כבמת אירועים זכה ים המלח לפרסום בין-לאומי. אירועי אומנות סביבתית כמו מצג עירום במים ומיצגים אומנותיים אחרים - כל אלה יעשירו את תוכני המקום וישמשו נדבך במיתוגו התיירותי.

²⁷ מצדה, נבי מוסא, בקעת הורקניה, רוג'ים א נאקה, שלל מערות מסתור ועוד.

מלח, בוץ ובשמים

אין די במיתוגו של ים המלח כמקום הנמוך בעולם; יש לקשור זאת למרכיבים חומריים מוחשיים. מלח, על שלל תצורותיו ומושגיו, עשוי להיות מוטיב מרכזי שכזה. החל בתצורות נופי המלח, ובראשן הר סדום, הררי המלח הנקצרים באגן הדרומי ומוסעים צפונה, תצורות המלח המרהיבות הנוצרות על פני הים והחופים, פטריות ופריחות המלח, דימוייה של אשת לוט, ומכאן פיסול ואומנות במלח, וכלה במלחי מרפא, מוצרי קוסמטיקה ובריאות המבוססים על תרכובות מלח שמקורן כמובן בים המלח, ואפילו מלח בישול ממותג שמקורו בים המלח.

עצי בושם ובראשם בלסמון (האפרסמון), נודעו בעולם העתיק והם חלק מ"רוח המקום" ("מלקטי האפרסמון, מעין גדי עד רמתא"²⁸). בקיבוץ אלמוג הוקמה "חוות האפרסמון" במטרה לגדל שוב את עץ האפרסמון המקראי ואת התעשיות הנלוות אליו. בחווה יש חממה לפיתוח חקלאות מקומית של צמחי תבלין, בושם ומרפא, וצמחי בושם ומרפא מקראיים ומדבריים. מיקומה באזור אלמוג מרחיק אותה מן המוקד היאה לה - ים המלח. מלחי ים המלח, בשמים ובוץ רפואי, מיוצרים ומופקים היום בים המלח ואף זכו לתהודה בין-לאומית. נראה כי עדיין יש מקום רב לפיתוח מותגים אלה, וכי הפוטנציאל רחוק ממיצוי.

מיזמי תיירות

פארק בולענים

לשטחי הים הנסוג יש גם יתרונות טבע מיוחדים ודינמיים והם חווים שינויים תכופים, בבחינת מוזיאון חי של תופעות טבעיות בעלות מראות מרהיבים. כל אלה יעמדו ביסודו של "פארק בולענים" בכמה מקומות נבחרים על פני השטח הנסוג. פארק הבולענים יהיה מרושת שבבילים מיוצבים ובטוחים, ועליהם שורת מצפורים, ומהם יהיה אפשר לצפות בתופעות ובדינמיקה של נופים חדשים הנוצרים כאן ועכשיו, כתגובת התשתית לירידת המפלס מעשה ידי אדם. הבולענים, החופים והערוצים המתחתרים אל החוף, כולם תופעות טבע ייחודיות ובעלי פוטנציאל להיות אטרקציה בקנה מידה עולמי. ייחודם נמצא בדינמיות של התהליכים - הבולענים מכילים מים והדפנות טריות. סיור בפארק הבולענים יהיה כמובן כפוף לתנאים בטיחותיים מחמירים, הסדרת שבילים בטוחים, כיסוי ביטוחי והדרכה צמודה.

מוקדים יציבים במרחב

יוקמו משטחים יציבים על פני שטח מיובש. מוקדי פיתוח יציבים במרחב בוץ, מוקפים בולענים, גלישות ודינמיקת קרקע. המוקדים יהיו מעין "נאות מדבר" יציבים ומקומיים, אגמי מים מלוחים או מתוקים, גנים פורחים, וגם בתי מלון בצללית נמוכה על פני מישורי הבוץ, נקודת יציאה לטיולים ותצפיות על פני שבילי פארק הבולענים הסובב את האזור.

²⁸ תלמוד בבלי, מסכת שבת

מסלולי טיולים

על סוללות העפר של הבריכות - הבריכות של המלח תופסות כיום את כל שטח האגן הדרומי של ים המלח, שטח שעד שנות ה-70 של המאה הקודמת היה חלק בלתי נפרד מהאגן הצפוני. בריכה 5 היא משטח מים נרחב בשטח של כ-80 קמ"ר, המחולק באמצעות רשת סוללות עפר ומלח לבריכות משנה. הסוללות נמשכות לאורך מאות מטרים מהחופים המערביים של הבריכה ועד לקצה המזרחי שלה. הליכה על הסוללות, פיתוח "פינות חמד" ובתי קפה על המים היא חוויה שיש בה ערך מוסף לפעילות, לשהות במלונות ולמטיילים העוברים בכביש 90. ראוי לזכור כי מדובר במרחב תעשייתי מנוהל בקפדנות, שבו עצם היתכנותו של הרעיון ובוודאי הסדרתו ותפעולו מבחינה אופרטיבית ובטיחותית מותנים באישור ותיאום עם מפעלי ים המלח.

שיט בים המלח ומבט-על

כחלק מפיתוח תיירות המים יפותח שיט באגם, שיאפשר בילוי, גישה ותצפית לעבר מוקדי עניין שלאורך החופים, וככל שיתאפשר (טכנית ופוליטית) גם מעבר וקישור למוקדי עניין בממלכת ירדן. פיתוח שיט בים כרוך ביצירת מעגנות המותאמות הן לירידת המפלס המתמשכת, הן לתפעול כלי השיט ותחזוקתם בתנאים המיוחדים והמאתגרים של ים המלח, המותאמים להצטברות מלח מהירה על דופנות כלי השיט והקורוזיביות האינטנסיבית של המים.

המראות המרהיבים לחופי ים המלח נעלמים ונסתרים. רק במבט-על אפשר להבחין במלוא הדרם - פטריות המלח, השתקפויות שמים, מראות שקיעה וזריחה, פיסול סביבתי במים ומלח, מופעי הבולענים המשנים בכל יום את צורתם, קניונים המתפתחים בסחף הקרקעות וזרימתם. תופעות טבע יחודיות אלה אינן נגישות לרוב הציבור, עקב קשיי הגישה למקום וסכנה לבטיחות המטיילים. הכשרת דרכים ושבילים תהיה כרוכה ללא ספק בהשקעות כבדות, הכשרת תשתית מתאימה והוצאות ביטוח, ועדיין עקב דינמיות השטח - במידת מה של סיכון. עם זאת מראות אלה ניתנים לחשיפה בקלות, בדרך של תצפית "ממעוף הציפור" באמצעות כדורים פורחים, דאוניס, מטוסים קלים וספינות אוויר (צפלינים), אשר יימצאו בסדירות על פני האגם ושוליו. מהם יהיה אפשר לצפות בקלות ובביטחון בתופעות המגוונות והדינמיות שלחופי הים.

חופי רחצה

המצב כיום ומגמות לעתיד

החלטת ממשלה מס' 3742 מיום 15.04.2018 קובעת כי ייקבע אתר להקמת חוף ים ציבורי בחלקו הצפוני של ים המלח. הביקוש לנופש חופים בישראל עיקרו בים התיכון ובכינרת, ובאופן מוגבל באילת ובאגן הדרומי של ים המלח. חופים מוסדרים בים המלח עם מתקני נופש ופנאי, שיהיו נגישים ובטוחים, יהפכו במהרה למוקד משיכה מרחבי הארץ. שלושה חופי רחצה מוסדרים הוקמו בידי גורמים פרטיים באגן הצפוני: חוף קליה, ביאנקיני, ונווה מדבר (תרשים 13.1). נסיגת החוף מותירה מדרונות חלקלקים בחוף המתהווה, וגורמת לניתוק קו המים משירותי החוף ומקשה מאוד תחזוקה הולמת.



תרשים 10.6. למעלה, חוף נווה מדבר שבו מתקני החוף מצויים בראש המתלול היורד לחוף. למטה חוף קליה
ההתפתחות הבלתי נמנעת הגורמת לנגישות מוגבלת לקו המים בשל המשך ירידת מפלס הים, מחייבת השקעות ממשלתיות בפיתוח חופים ציבוריים ותחזוקתם השוטפת. גישה של ציבור רחב אל קו המים מחייבת הסדרת דרכי גישה ושבילים נוחים ובטוחים הניתנים לוויסות ושליטה. החופים יהיו ערוכים בהתאמה לתחזית מיקום החוף ושיפוע הקרקעית שעתידה להיחשף. חופים ציבוריים מוסדרים, בטוחים ונגישים שסביבם אתרי נופש ופעילות יהפכו את ים המלח למוקד משיכה ארצי לנופשים.

תכנון, פיתוח ותחזוקת החופים

עקרונות פיתוח

- חניון ציבורי יוקם לצד כביש 90.
- דרך גישה תחבר את החניון לחוף הרחצה.
- התנועה מהחניון אל החוף תיעשה במערך היסעים ציבורי.

- תכנון החניות ודרך הגישה ותחזוקתן ייעשה בקפידה ובהתייעצות עם המכון הגיאולוגי ומהנדסי כבישים מנוסים באזור.
- השימוש בדרך הגישה ילווה באמצעים לניטור חשש מהיפערות בולענים.
- מתקני החוף יועתקו עם השנים מזרחה לפי קצב נסיגת קו המים.
- הפעלת החוף מחייבת כיסוי ביטוחי.

תחזוקת חופי הרחצה

- הכשרת גישה אל קו המים הנסוג.
- אספקת חול ופיזורו על שכבות המלח שנחשפות בחוף כדי למנוע כוויות.
- העתקת מתקני חוף חיוניים כמו מקלחות ושירותים מדי כמה שנים.
- ניקוז מים אפורים ומהמקלחות.
- ביובית לבוצה פעם ב-4 חודשים.
- הסנקת ביוב למתקן שפכים לתחנות שמתקדמות עם השנים.
- אספקת מים מתוקים.
- טיפול במעיינות הבוקעים במדרון הנחשף מהים.
- החלפה שוטפת של ציוד ושמשיות.
- הכשרה ותחזוקה של שבילי גישה לירידה אל המים בכל שנה בהתאם למיקום קו החוף היורד והנסוג. אפשר לתכנן את השבילים לפי מפות בתימטריה.
- ניהול צוות עובדים כולל מציל מיומן, אנשי תחזוקה ואבטחה.
- הסדרת ביטוח המתארחים בחוף.
- שילוט בשלוש שפות עם הנחיות לכניסה לים ולהתנהגות בחוף.

נתונים תפעוליים

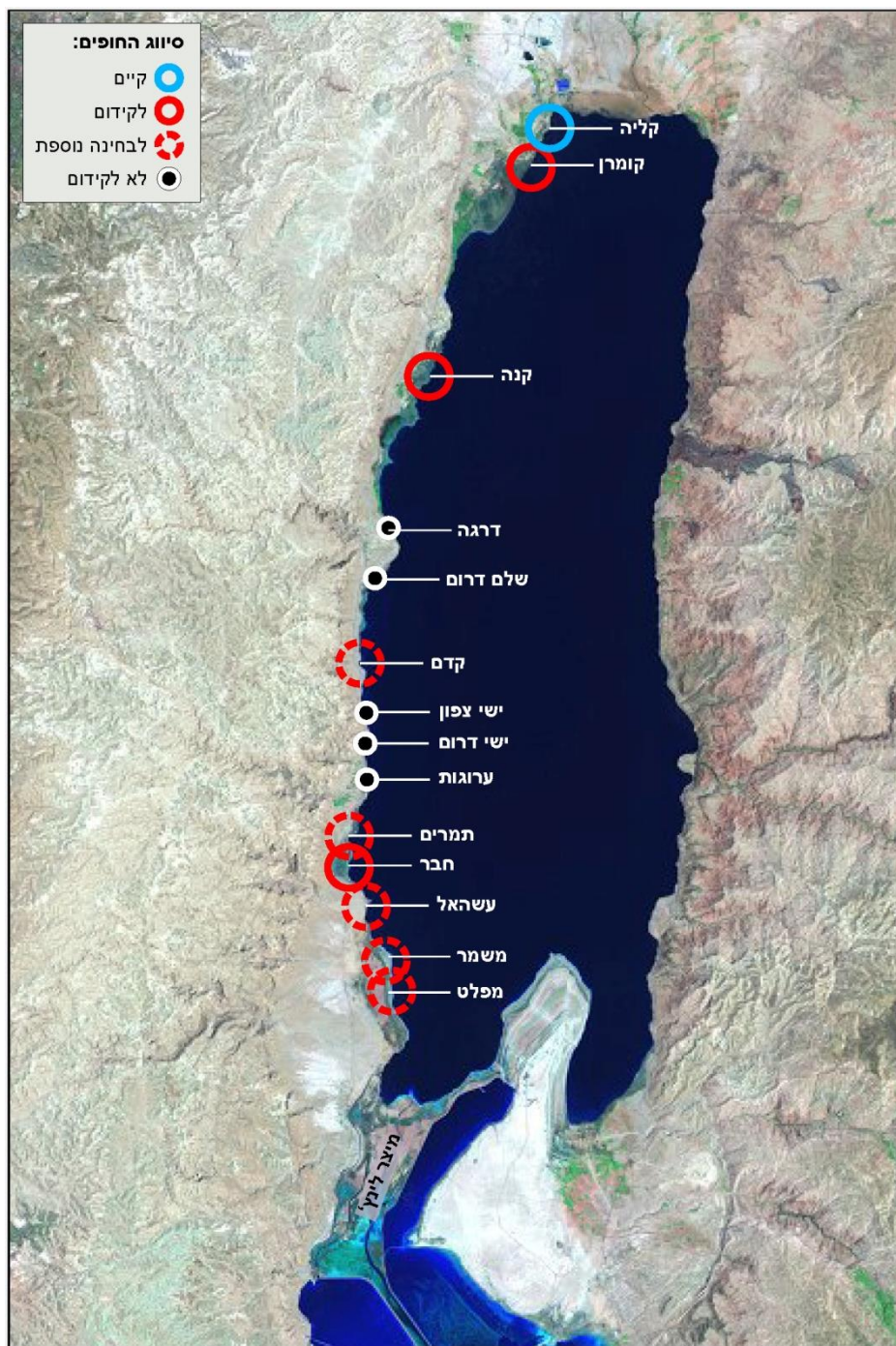
- מספר המבקרים בשלושת חופי קליה נע בין 1 ל-1.5 מיליון מבקרים בשנה, כ-85% מהם תיירים מחו"ל.
- מחיר הכניסה לחוף 40-60 ₪.
- עלות תחזוקה שנתית של חוף נעה בין 3 ל-4 מיליון ₪.
- על כל מתקני החוף לעמוד בסטנדרט בטיחותי גבוה.
- מענה חירום בחוף בתנאי מזג אוויר קיצוניים.

מיקום חופים והמלצות להמשך בחינה

הבחינה התמקדה בחופים שבהם שיפוע קרקעית הים (בתימטריה) הצפויה להיחשף מתונה, כך שניתן להיערך להעתקת מתקני החוף מדי כמה שנים. נבחנו חופים שבעורפם, לאורך כביש 90, אפשר לפתח חניון שהשיפוע הטבעי ממנו אל הים מאפשר הכשרת דרך גישה. שלב הבחינה השני נערך על ידי המכון הגיאולוגי והוא קבע אם בין הכביש לקו המים אין בולענים בפועל.



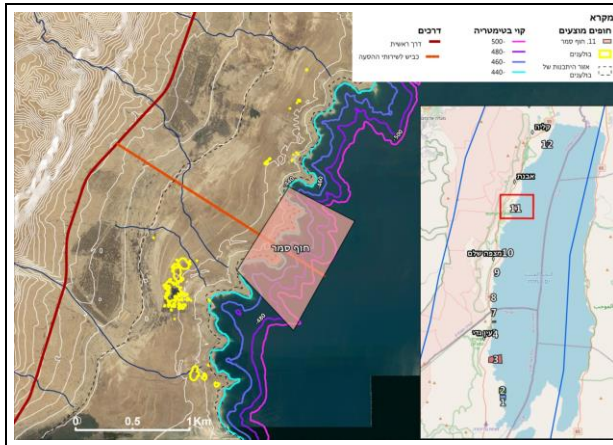
אחרי 12 האתרים שנבחנו (תרשימים 13.2 ו-13.3 וטבלה 13.1) המליץ המכון הגיאולוגי להמשיך ולבחון בחינה מפורטת 4 חופים: קומראן, סמר, דרגה וחבר, וכן את האתרים משמר ומפלט שממוקמים מצפון לאתר הטמנת קציר המלח בים העמוק. נקבע כי פיתוח שימושים ממזרח לכביש 90 מחייב תכנון ובחינה קפדניים בשל החשש מפני היפערות בולענים בעתיד, וליווי צמוד של המכון הגיאולוגי משלב התכנון, דרך היישום אל התפעול השוטף, בהתאמה לתנאים המשתנים.



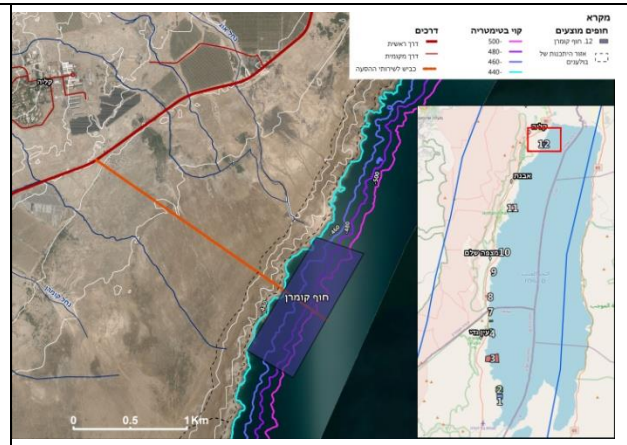
תרשים 10.7: אתרים שנבחנו.

שם החוף	המלצה
קומראן	מומלץ להמשך בחינה. אזורי חניה בשפע. חוף בוצי ללא חציית אזור בולענים. מרחק של כ-2.5 ק"מ מהכביש. חיסרון - כפי שעולה מהבתימטריה קו החוף סמוך למדרון תלול, ולכן בעתיד הקרוב החוף ייעשה תלול יותר.
קנה (סמר)	מומלץ להמשך בחינה. מרחב גדול לחניה. דרושה בדיקה של החוף עצמו, האם מלח, בוץ או חלוקים. כ-2 ק"מ מהכביש. מצפון לאתר הבולענים "קנה-צפון".
דרגה (מדרום לחוף השאנטי)	לא מומלץ. האתר המוצע הוא במשקעי נחל, כך שאם יתפתחו בולענים הם עלולים להיות מסוכנים מאוד. לעומת זאת ניתן לפתח במגבלות את חוף השאנטי הסמוך, הכולל בריכות שנוצרו בבולענים. יש לשקול פתיחת מסלול הליכה מסודר לבריכות סמר שמצפון ("מסלול ערכי טבע").
שלם דרום (מצפון לחוף מינרל)	לא מומלץ. חוצה אזור בולעני קריסה עמוקים.
קדם	מומלץ. החוף המוצע תלול וסמוך לאזור בולענים. חלופה מוצעת: להסיט את החוף המוצע דרומה, לרדת מדרום לערוץ נחל קדם ולפתח דרך גישה אל החוף בשטח מתון יותר. המקום מתאים גם למסלול טיול דרומה לאורך החוף, אל הנביעה של עינות קדם ותופעות הגבס בכף קדם. במרחב קדם יש אופציות לשילוב חוף ציבורי עם חוף ערכי (מעיינות חמים, בריכות, פארק גיאולוגי).
ישי - צפון	לא מומלץ. תלול מאוד ולא נגיש. אין אפשרות לחניה סמוכה.
ישי - דרום	לא מומלץ. תלול מאוד, אזור גלישות. ישנם גם בולענים רבים בים סמוך לקו החוף. אי ודאות גדולה לאורך כל רצועת החוף מצפון לנחל ישי ומדרום לו.
ערוגות צפון ודרום	לא מומלצים. דרכי הגישה לאתרים אלו מחייבות חצייה של קווי בולענים מסוכנים במיוחד. כמו כן יש כוונה להפנות לאזור זה את נחל דוד כחלק מהסדרת המחלף.
צרויה (מצפון למרחצאות עין גדי)	מומלץ. מישורי מלח. חוף ציבורי צמוד לחוף הפרטי של המרחצאות; החוף המוצע שטוח, והוכשר בחלקו המערבי למטע תמרים חדש.
חבר	לא מומלץ. מצוי בתחום שפך נחל חבר ומחייב חציית שדה בולענים פעיל ומפותח במיוחד.
עשהאל	לא מומלץ. החוף המוצע קרוב מאוד לאתר הבולענים הפעיל של נחל חבר ומחייב בחינה מעמיקה של המכון הגיאולוגי.
משמר	לא מומלץ. מחייב בחינה של משמעות הטמנת המלח הקצור מול החופים.
מפלט	לא מומלץ. מחייב בחינה של משמעות הטמנת המלח הקצור מול החופים.

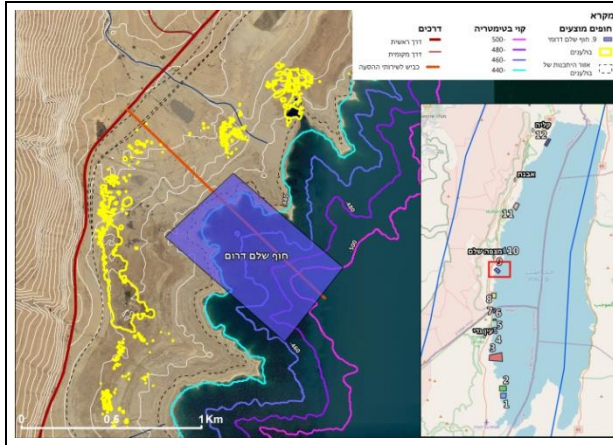
טבלה 10.1. ניתוח האתרים שנבחנו והמלצות להמשך בחינה.



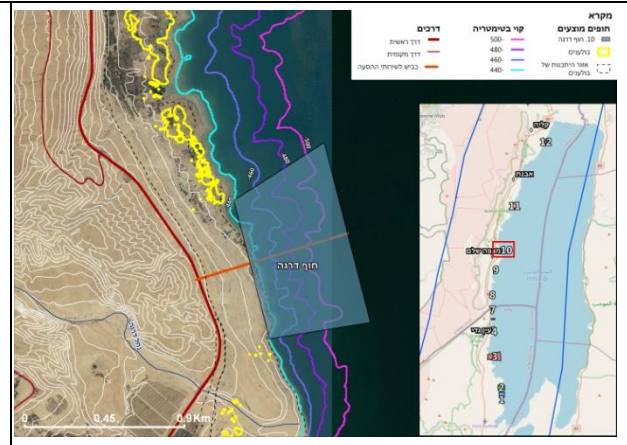
חוף קנה (סמר)



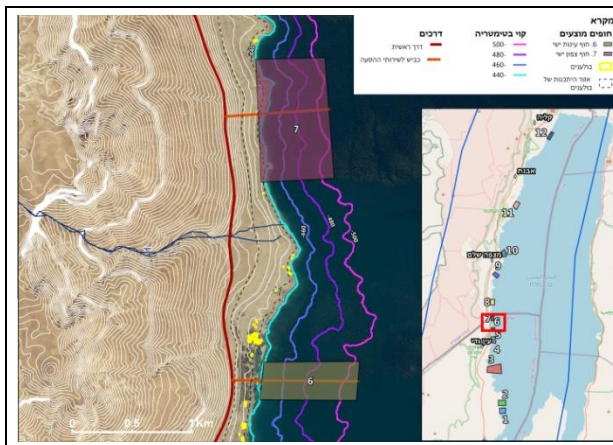
חוף קומראן



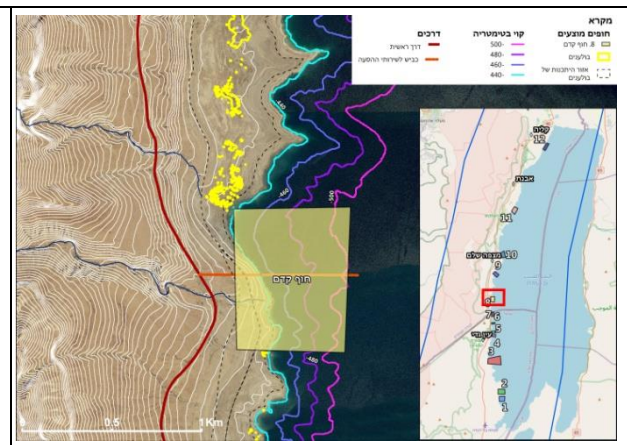
חוף שלם דרום



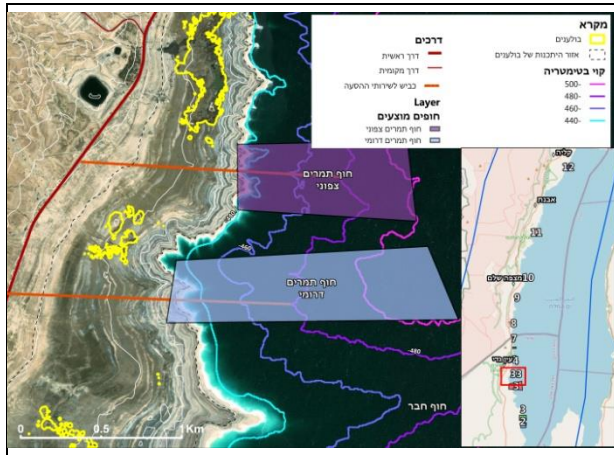
חוף דרגה



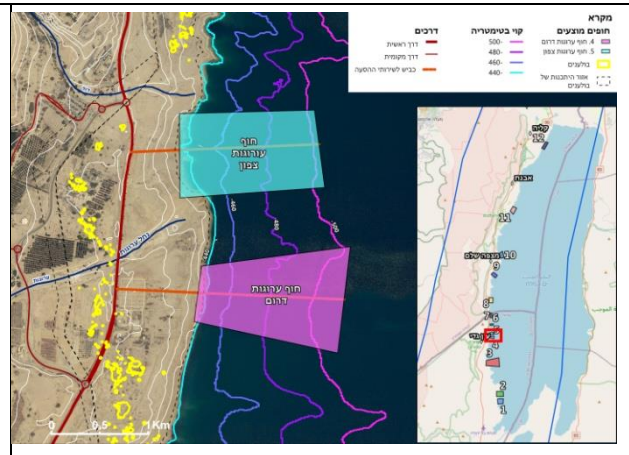
חוף ישי צפון-עינות ישי



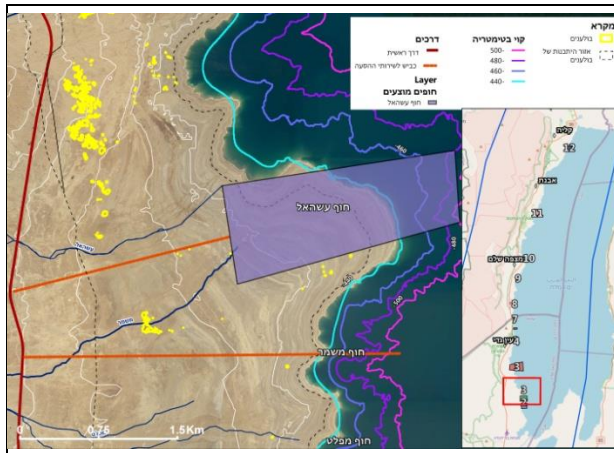
חוף קדום



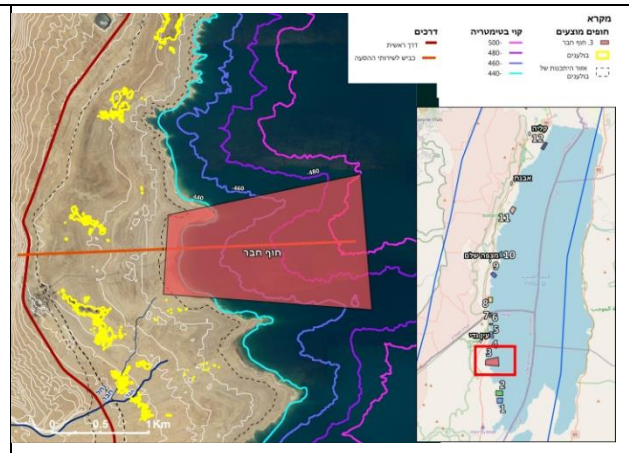
חוף צרויה צפון וחוף צרויה דרום



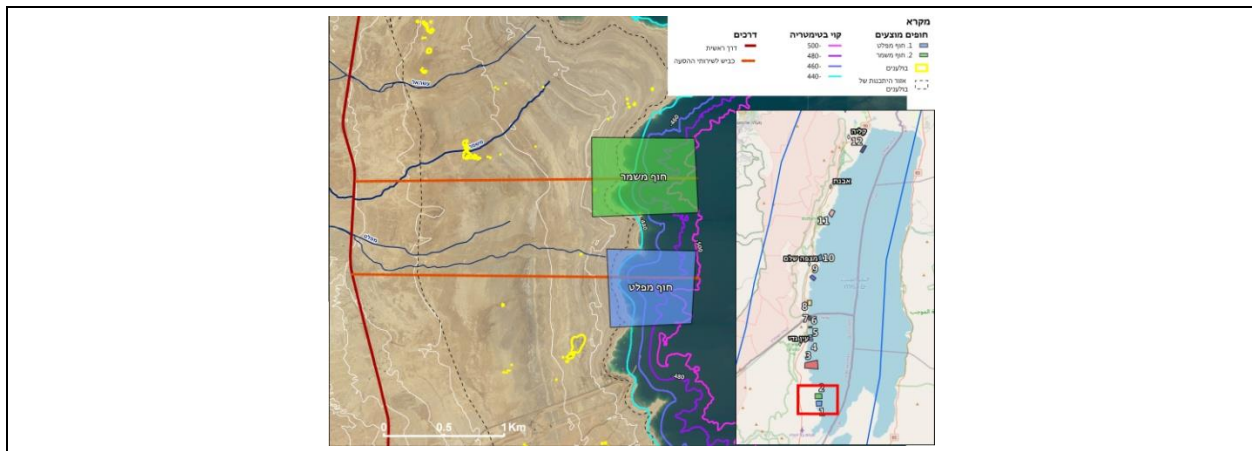
חוף ערוגות צפון וחוף ערוגות דרום



חוף עשהאל



חוף חבר



חוף משמר וחוף מפלט

תרשים 10.8. פירוט אתרי החוף שנבחנו

אקולוגיה, ערכי טבע ונוף

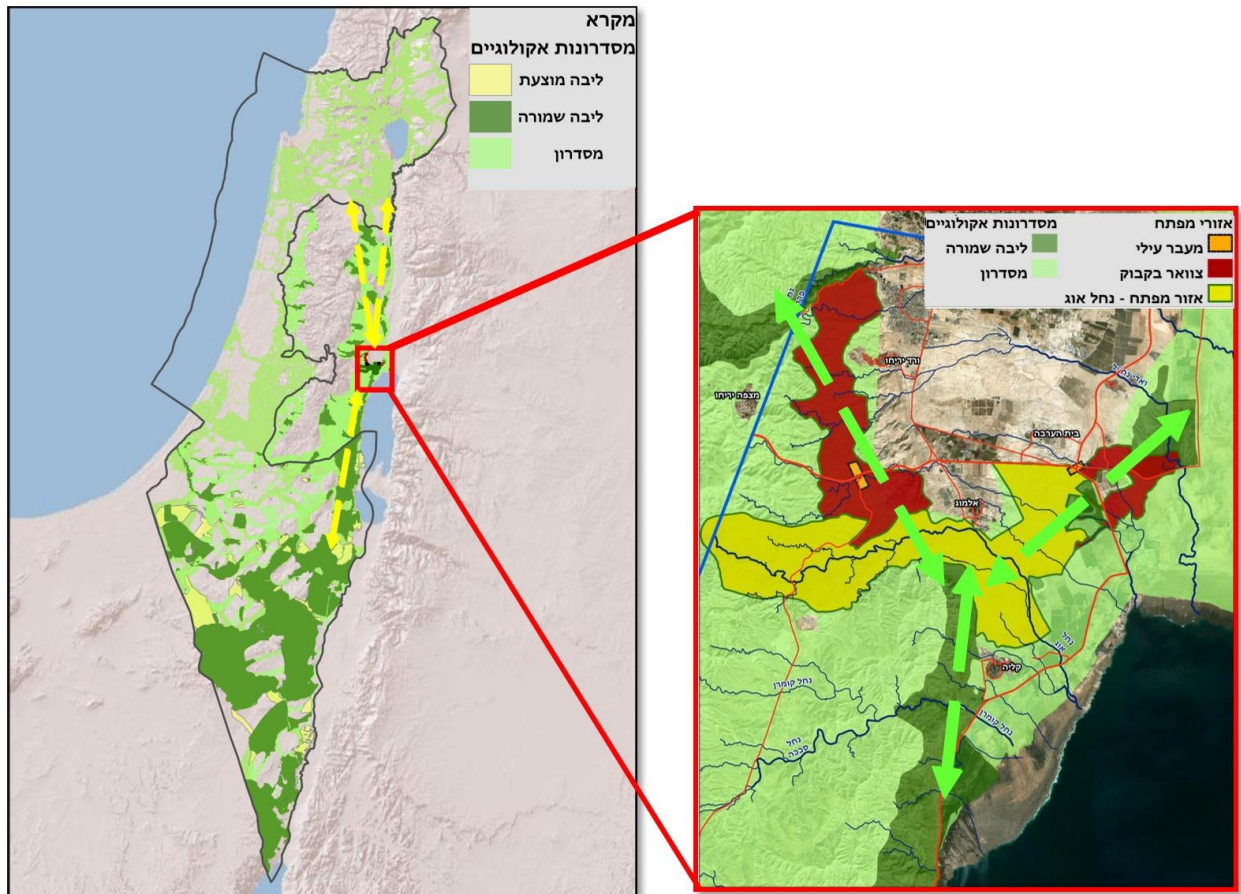
מסדרונות אקולוגיים

סביבת ים המלח רוויה בשטחים פתוחים טבעיים בעלי מורפולוגיה משתנה וערכים אקולוגיים מגוונים. את השטחים הללו ניתן לחלק לשני צירים אורכיים מרכזיים. **ציר מישור החוף של ים המלח**, אשר בחלקו הגדול מוגן על ידי שמורות טבע, ו**ציר מצוק מדבר יהודה** המוגדר אזור אל געת. לשני הצירים הללו חשיבות אקולוגית בשני היבטים: הם מתפקדים כבתי גידול ייחודיים של מגוון צומח ובעלי חיים רחב, והם חלק ממסדרון ארצי המקשר בין בתי גידול שונים בצידה המזרחי של שדרת ההר.

מגמות הפיתוח במרחב ים המלח לרבות בינוי והרחבת תשתיות, מחייבות נקיטת צעדים תכנוניים נרחבים לשמירה על תפקודם התקין של המסדרונות ולהבטחת רציפותם לאורך זמן. ההמלצות לכלים התכנוניים שלהלן נועדו לענות על איומים על שמורות קיימות ועל שטחים ערכיים שאינם שמורות ושראו לשמרם. קידומן של ההמלצות וגיבוש מהלכים לביצוע ייעשו בתיאום עם המועצות האזוריות ובמסגרת התוכניות הכוללניות שהן מקדמות.

מרחב נחל אוג - ציר מקשר בין בתי גידול באגן ים המלח ומסדרונות ארציים

נחל אוג הוא נקודת החיבור המאפשרת את רצף הציר האורכי במערכת המסדרונות האקולוגיים הארצית, שמקשר בין צפון הערבה, שדרת ההר המרכזית ובקעת הירדן. הנחל משמש מפתח וחיבור בין האזורים הטבעיים של מצוק ההעתקים למרחב הטבעי של נחל פרת בצפון - מערב ואזור ערבות יריחו והירדן הדרומי בצפון - מזרח. ההמלצה התכנונית: להכריז על מרחב נחל אוג כשמורת טבע ובכך להבטיח תפקוד תקין של המסדרון הן ברמה המקומית, הן ברמה הארצית (תרשים 14.1).

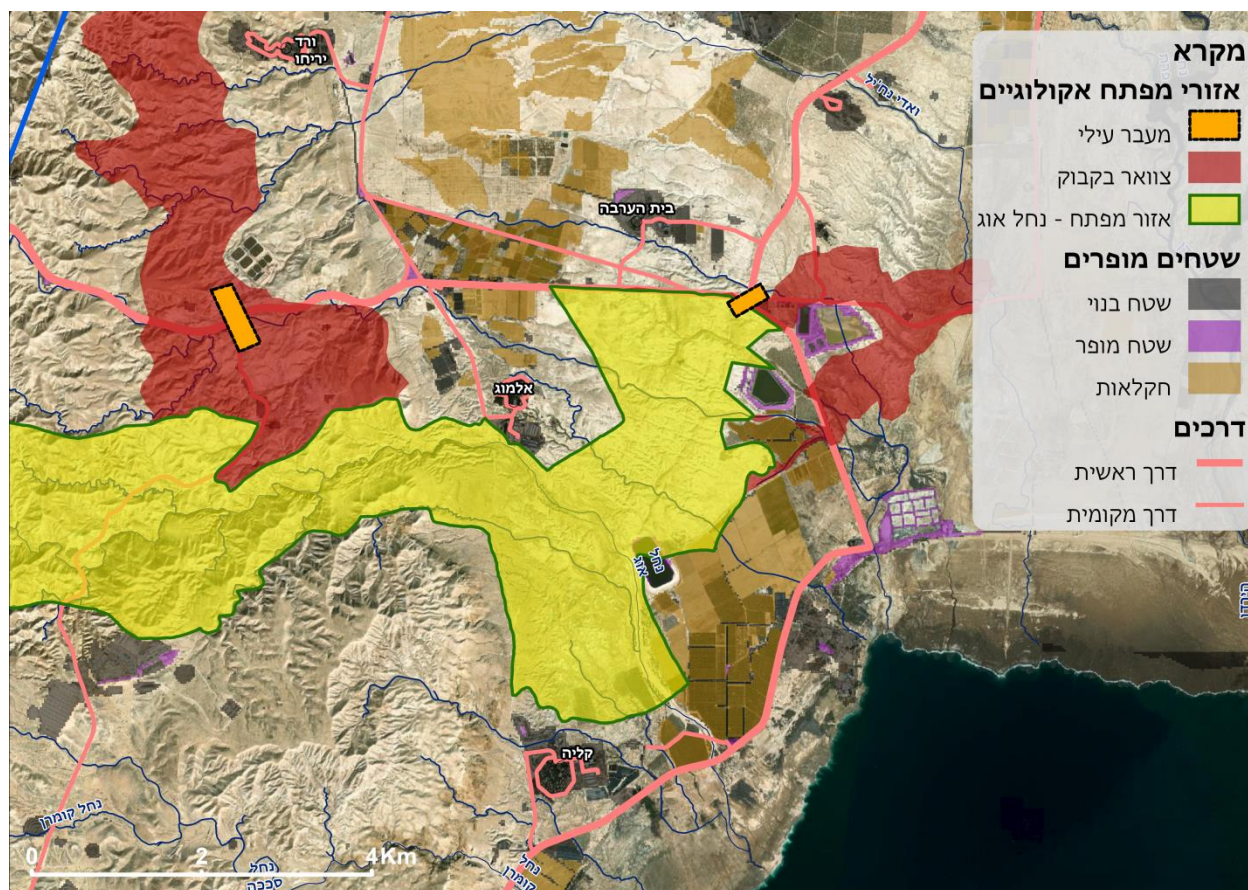


תרשים 10.9: נחל אוג כנדבך מקשר בציר המזרחי של מערכת מסדרונות ארציים

מעברים אקולוגיים בכבישי האזור

אחד העקרונות החשובים לשמירה על רציפות ותפקוד תקין של מסדרון אקולוגי הוא הבטחת מעברים ברצועות פיתוח החוצות אותו. בחלקו הצפוני של האגן עובר כביש 1, ציר ראשי המחבר את ים המלח למרכז הארץ. הכביש שעובר בציר צפון-דרום קוטע את רצף המסדרון האורכי מזרח-מערב העובר במרחב. יתרה מזאת, בשל פיתוח מואץ של היישובים באזור, לרבות הרחבת אזורי בינוי ועיבוד חקלאי, זוהו צווארי בקבוק אשר ללא שמירה על חיבור בינם ובין נחל אוג, תיקטע רציפות המסדרון לצמיתות.

ההמלצה התכנונית: לבנות שני מעברים אקולוגיים עיליים, האחד באזור צומת בית הערבה (1 בתרשים 10.9), שיאפשר קישוריות אקולוגית בין מישור החוף של ים המלח לאזור הירדן הדרומי, והשני באזור צומת נבי מוסא (2 בתרשים 10.10), שיבטיח קישוריות בין מצוק ההעתקים לנחל פרת ומשם צפונה. את המעברים יש לתכנן בזיקה למיני בעלי החיים והצומח המקומיים, ועל פי ההמלצות המפורטות במסמך עקרונות והנחיות לתכנון וממשק מסדרונות אקולוגיים בישראל (רותם וחובריו, 2015).



תרשים 10.10: מעברי כבישים עיליים מוצעים. הכרחיים לקיום רציפות השטחים הפתוחים במרחב. כל הזכויות שמורות למרכז למיפוי ישראל.

אימוץ מסדרונות אקולוגיים בתוכניות מפורטות

מסדרונות אקולוגיים מהווים גורם מרכזי בשגשוג בתי גידול טבעיים וקיום מגוון ביולוגי בהם. עם זאת המצב בשטח מראה כי מסדרונות שקבעה רשות הטבע והגנים עוברים בסמיכות לאזורים בנויים או בתוכם או באזורים המיועדים לפיתוח עתידי. על מנת לאפשר תפקוד תקין של המסדרונות מחד גיסא, ולא לפגוע ביעדי פיתוח של היישובים במרחב ים המלח מאידך גיסא, יש לאמץ גישה תכנונית אינטגרטיבית, המשלבת בין יוזמות פיתוח וצמיחה לעקרונות שמירה על שטחים פתוחים ובתי גידול טבעיים.

ההמלצה התכנונית: לאמץ את תוואי המסדרונות האקולוגיים כפי שקבעה רשות הטבע והגנים (רטי"ג) ובחלקם בתוכנית האסטרטגית 2040 של מנהל התכנון, בתוכניות המפורטות של מרחב ים המלח, ולהתאים הן את ייעודי הקרקע הן את ההוראות של תוכניות אלה למניעת קיטוע עתידי.

מסדרונות אקולוגיים - סיכום ההמלצות התכנוניות

שמירה על רציפות השטחים הפתוחים במרחב תישען על כמה צעדים אופרטיביים:

- א. כניסה לתוקף של ההכרזה על שמורת טבע נחל אוג²⁹ - ציר מרכזי אשר מחבר את האזורים הטבעיים של מצוק ההעתקים עם המרחב הטבעי של נחל פרת ואזור של ערבות יריחו, ומאפשר חיבור למערכת ארצית של מסדרונות אקולוגיים.
- ב. שמירה על אזורי מעבר לבעלי החיים, בלתי מופרים וברוחב של קילומטר אחד לכל הפחות.
- ג. יצירת מעבר אקולוגי מעל כביש 1 באזור צומת נבי מוסא ובאזור צומת בית הערבה.
- ד. אימוץ המלצות למסדרונות אקולוגיים בתוכניות המקומיות.

נאות החוף עינות צוקים, קנה וסמר

ירידת המפלס המתמשכת של ים המלח מייצרת איום אקולוגי הנובע מהשינוי המרחבי בנביעת המעינות, וגורמת בפועל להיכחדות בתי גידול ומינים. על מנת לשמר את המרחב האקולוגי הייחודי שנוצר בנאות החוף, יש לנקוט צעדים ברמה ממשקית מקומית ובהיבט תכנוני רחב יותר.

ממשק מקומי

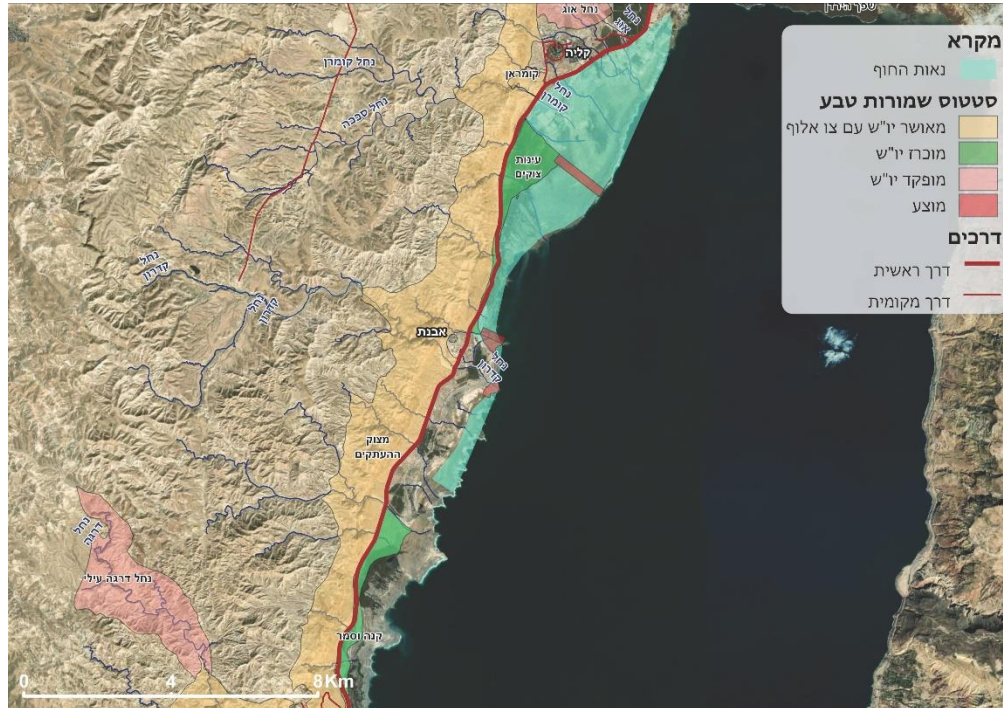
ברמה המקומית נדרשות פעולות חוזרות ומתמשכות של שיקום בתי גידול, ופעילות מתמדת של שימור מינים באתרם ומחוצה להם. נדרש שחזור בית הגידול ותנאיו הטבעיים כפי שהיו טרם תהליך הנסיגה המהיר של חופי ים המלח, על ידי יצירת גופי מים שאליהם עוברים בצורה טבעית מינים מקומיים. במקרים מסוימים אפשר להעתיק מינים בסכנת הכחדה ומינים אנדמיים אשר השימור שלהם בוצע מחוץ לאתרם, ולהחזירם לבית הגידול הטבעי או המשוקם. דוגמה להצלחת הפעולות הללו רואים בשמורת טבע עינות צוקים, שבה מתבצע ניהול ממשק מקומי לשימור ושיקום בית הגידול הייחודי לנוכח הנסיגה המתמדת של מפלס ים המלח. יש ליישם ממשק זה בכל נאות החוף במרחב.

צעדים סטטוטוריים

מערך התכנון במרחב נדרש להתמודד עם שני תהליכים המשפיעים על תפקודן של נאות החוף:

אי התאמה סטטוטורית לתפקוד המעינות בשטח: השינוי המרחבי בנביעת המעינות מתבטא ב"נדידת" המעינות דרומה ומזרחה אל מחוץ לגבול שטח המוכרז של השמורות. אי התאמה בין השטח המוגן סטטוטורית למיקומן של נאות החוף בפועל בעקבות תהליך הנדידה, מונע כל אפשרות להגנה על בתי הגידול למיניהם, דבר שעלול להוביל לאובדן של בתי גידול אלה (תרשים 10.11).

²⁹ השמורה הוכרזה בצו אלוף בתאריך 31.03.22.



תרשים 10.11: נאות החוף עינות צוקים, קנה וסמר על רקע שמורות טבע. כל הזכויות שמורות למרכז למיפוי ישראל. השטח הדרוש להגנה גדול במידה ניכרת מהשטח המוכרז כשמורת טבע

יש לפתח מנגנון תכנוני אשר מציע הגנה סטטוטורית לשטחים שבעתיד יתפתחו בהם נאות חוף. זאת בהתאם לתהליך הנדידה של המעיינות כפי שחזוי בעינות צוקים וכבר מתרחש בעינות קנה וסמר (בורג וחובריו, 2006, Levy et al., 2020). דוגמה למנגנון ייחודי שכזה נמצא בתקנון שמורת עינות צוקים, הקובע כי גבולה המזרחי של השמורה יהיה תמיד קו החוף.

המלצות תכנוניות:

- קביעת גבול השמורות בקו בתימטרי של החוף ב-2050; כך תהיה לרטי"ג אפשרות לשמר את רצועת הים ולמנוע שימושים שיוכלו לסכל את המטרות הללו.
- קידום הכרזת שמורות בשטחים הנחשפים עקב הנסיגה.
- איתור שטחים חיוניים לשמירה על נאות החוף שאינן נגישות, שנמצאים כיום בשימוש חקלאי, ויצירת מנגנון לניוד שטחים אלה לטובת שמורות הטבע בתמורה לשטחים פחות ערכיים מבחינה אקולוגית.
- פיתוח ממשק לניהול שטחי נאות החוף בדרך של שיתוף הקהילות המקומיות, כדי להעלות את המודעות לחשיבות השמירה עליהן.

ניהול מערך המים ברמה האזורית

ניצול אפשרי של מי אקוויפר ההר המזרחי: אקוויפר זה הוא אחד ממקורות המים האחרונים שאינם מנוצלים באזורנו, אך הוא מסומן ברובו כעתודת המים של הרשות הפלסטינית, אשר תתממש כבר בקרוב בעקבות גידול

האוכלוסייה. יש לעקוב אחר מהלכים אלה, שעלולים לפגוע בכלל בתי הגידול של מעיינות מדבר יהודה. את תוצאות המעקב יש לנתח בפגישה תקופתית של גופי התכנון האמונים על נושא המים במרחב, כגון קמ"ט מים וועדת משנה לאיכות סביבה במינהל האזרחי, על מנת לגזור הנחיות לניהול ממשק מים שיתחשב בצורכי המערכת האקולוגית של נאות החוף.

נאות החוף עינות צוקים, קנה וסמר - סיכום ההמלצות התכנוניות

הרחבת השמורות צריכה להתקיים בראייה עתידית, תוך כדי פיתוח מנגנון לשמירה על השטחים הנדונים בשיתוף המועצות האזוריות ובהשתתפות מוסד התכנון בשטח.

יש לפתח ארגז כלים למימוש מצב ייחודי זה המצריך הגנה דינמית על המרחב הטבעי:

- חילופי שטחים.
- זכות מעבר לחוף כך שלא יסכל תיירות מחד גיסא ושמירת טבע מאידך גיסא.
- רכישת שטחים בעלי חשיבות וערכיות גבוהים ביותר לשמירה על המרחב הטבעי.
- החלת שמורות טבע על נאות החוף בראי העתיד, על פי מודל נדידת המעיינות של המכון הגיאולוגי.
- המשך תמיכה במערכות אקולוגיות לרבות שיקום והשבה של מיני צומח מקומי שניזוק מהתהליך.
- נקודה ייחודית של סמר - הצעת ממשק חלופי לניהול שמורת טבע סמר, המשרת את ערכי שמירת הטבע במרחב ובד בבד מציע לנהל את המצב הקיים של הפרת השטחים באמצעות שירותים מוסדרים של קליטת קהל.

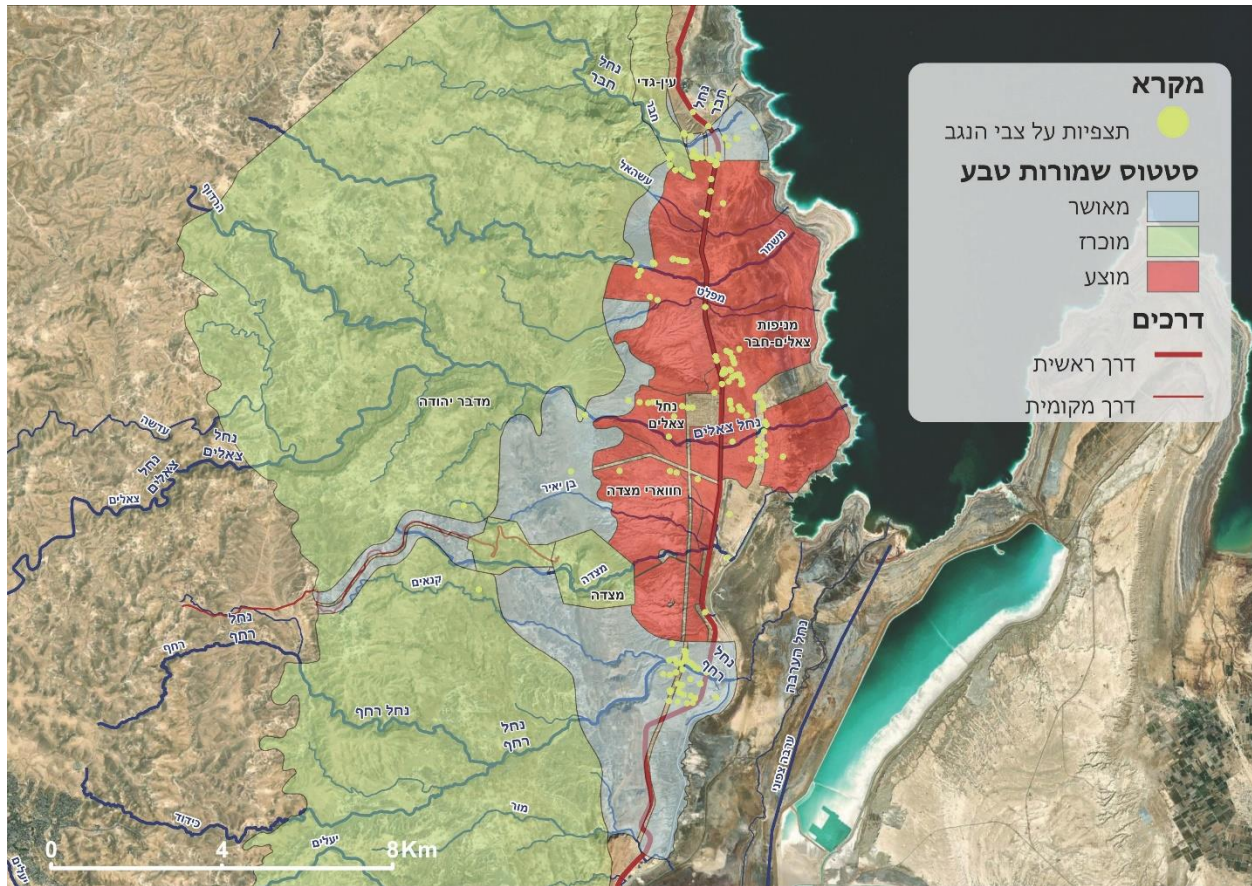
מניפות חלוקים - אזור לשיקום ושימור אקולוגי

מניפות החלוקים, בעיקר הגדולות, הן תשתית מועדפת למיקום יישובים ומתקנים: אבנת - על מניפת הקדרון; מצפה שלם - על מניפת נחל דרגה; עין גדי - על מניפת ערוגות; תחמ"ש מצדה - על מניפת צאלים; המכלול התחתון של מצדה ואכסניית הנוער - על מניפת נחל מצדה; ומתקן צבאי - על מניפת רחף.

תעלות המניפות וערוצי הפזרות שלהן זוכות למשק מים משופר, אך הפוטנציאל האקולוגי שלהן נפגע בלחצי הפיתוח (התיישבות, חקלאות, צבא, ותעשייה), למעט מניפת חבר. במניפות החלוקים של חבר, צאלים ורחף עדיין נצפים בעלי חיים גדולים יחסית: חרדון צב מצוי וצבי הנגב (כלולים ברשימת האדומים). אליהם נמשכים שועלים, זאבים וצבועים, בעיקר בעונת המלטות הצבאים.

המלצות: על מנת לשמר את בתי הגידול הייחודיים הללו והמגוון הביולוגי שלהם יש להגן על מרחב מניפות החלוקים בשני מישורים (תרשים 10.12):

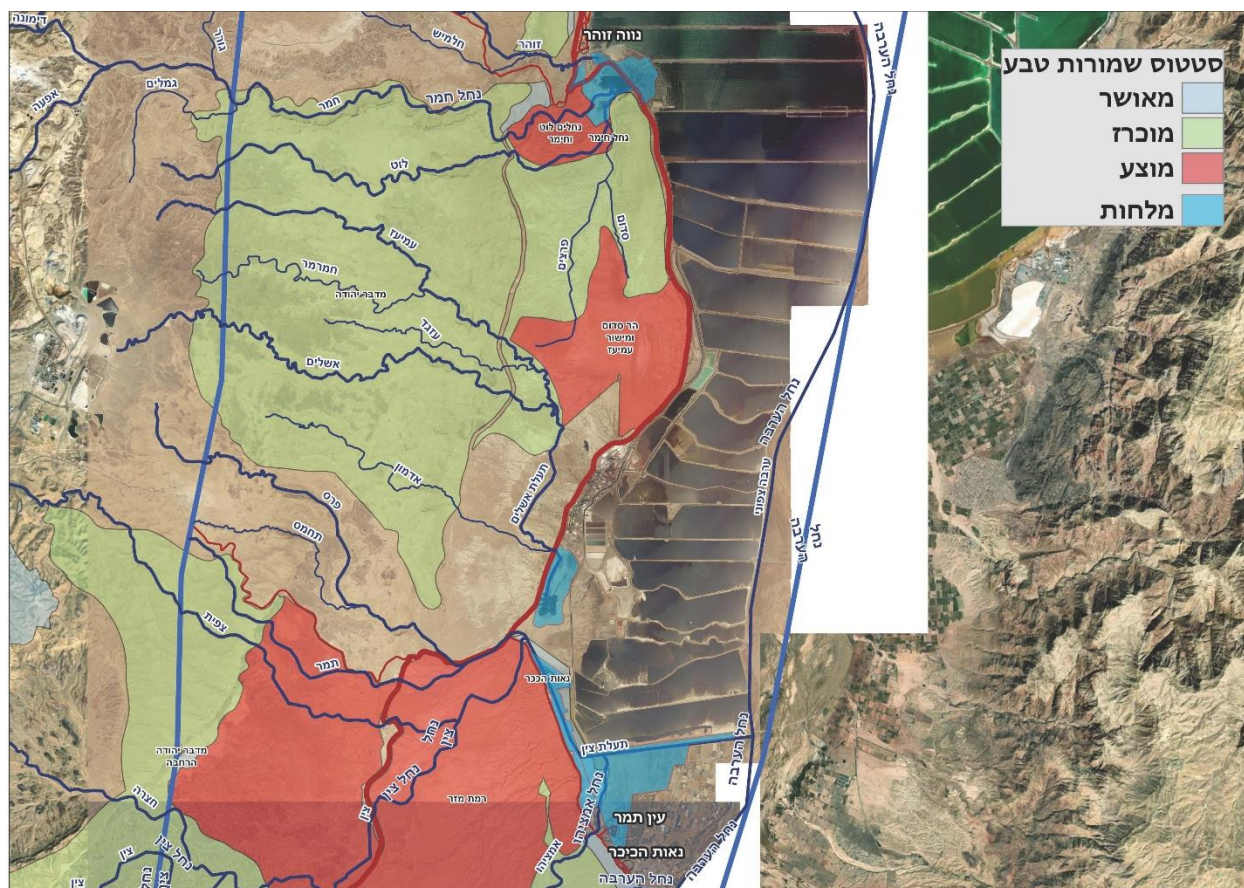
- שיקום נרחב של שטחים מופרים בתוך מניפות הסחף, לרבות פינוי פסולת חקלאית ומפגעי חציבה.
- הגנה סטטוטורית בדמות שמורות טבע. יש לקדם ביתר שאת את הכרזת שמורת טבע מניפות צאלים-חבר שכבר נמצאת על שולחן התכנון כשמורת טבע מוצעת. כמו כן יש לתת ביטוי למניפות בתוכניות המפורטות כאזור לשימור ושיקום אקולוגי.



תרשים 10.12: מניפות החלוקים בשטחי שמורות מוצעות. כל הזכויות שמורות למרכז למיפוי ישראל. ריכוז משמעותי של צבי הנגב בשטחי המניפות מדגיש את חשיבותן האקולוגית.

מלחות סדום וזוהר

מלחות סדום וזוהר נמצאות בדרום אגן ים המלח, בסמוך לבריכות האידוי של מפעלי ים המלח. בשל תהליכי פיתוח מואצים באזור נגעו שתי המלחות קשה, וכיום רק כעשרה אחוזים מהשטח הכולל של המלחות מתפקד כבית גידול טבעי בעל חתימה נופית ייחודית (תרשים 10.13).



תרשים 10.13: מלחות בדרום ים המלח. נדרשת הרחבת השמורות החופפות. כל הזכויות שמורות למרכז למיפוי ישראל.

ההמלצות התכנוניות:

- פיתוח תוכניות שיקום והגנה סטטוטורית למרחב המלחות.
- יש להרחיב את ההצעה לשמורת טבע "רמת מזר" כך שתכלול את מלחת סדום כמופע טבעי ושמור, ואת "אגם הברבורים" הסמוך לו כאתר תיירות וקליטת קהל המהווה מוקד לבילוי והסברה סביבתית של האזור.
- במלחת זוהר יש לשקם את השטחים המופרים בסביבת המלחה, לרבות שיקום נופי של שטחים מופרים, פינוי פסולת והשבת מינים ייחודיים למרחב המלחה.
- על מנת למנוע פגיעה עתידית בשטח המלחה, יש להרחיב את שטח שמורת הטבע המוצעת - "נחלי לוט וחירמר" כך שתכלול את המלחה.



הקמת מגלשי ההגנה בחציית ערוצים לאורך כביש 90

המשך נסיגת המפלס הצפויה מחייבת הגנה מתמדת על תשתיות כביש 90 מפני התחתרות הנחלים. להגנות אלו השלכות על התפקוד של ערוצי הנחלים ומניפות הסחף; נוסף על נזקים נקודתיים בזמן הקמתם ייתכנו השלכות נופיות ארוכות טווח.

ההמלצות תכנוניות:

להנחות את חברת נתיבי ישראל להכין מסמך סביבתי ממוקד במסגרת היתר הבנייה, כולל המלצות לביצוע שישמרו את ערכי הטבע והסביבה. המסמך הסביבתי יתמקד בהשפעות הפרויקט על הקישוריות האקולוגית במרחב, בהשפעת ההגנה על תהליכים טבעיים בערוץ עצמו ובאזור חיבורו לים המלח, וכן יצביע על השפעות נופיות.

הדוח ימליץ על אמצעים למיתון השפעות אלו ויורכב מהפרקים האלה:

- ערכי טבע, מורשת ונוף בערוץ המיועד לטיפול.
- ההשפעה הגיאומורפולוגית של ההגנה על הערוץ ומניפת הסחף.
- השפעת ההגנה על הקישוריות בין שני צידי כביש 90.
- השפעת ההגנה על הקישוריות לאורך הערוץ ולרוחבו.
- הנחיות למיתון ההשפעה של העבודות עצמן ושיקום נזקים לאחר הקמה.

דוגמה להתייחסות כזו ניתן לראות בפרויקט הגנת התעלה של תחנת השאיבה החדשה של מפעלי ים המלח, החוצה את נחל צאלים.

11. מקורות

- אבלסון, מ., יחיאלי, י., ובר, ג., 2017. חידושים בהתפתחות בולעני ים המלח ועדכון מפות ההתכנות לשנת 2017, דוח מכון גיאולוגי GSI/24/2017.
- אבנימלך, י., ברון, י., רוזנטל, ג., יהושע, נ. ושחם, ג., 2007. ירידת מפלס ים המלח - חלופות לפעולה. מוסד שמואל נאמן והטכניון.
- אידלמן, ע., כהן, ג., ביין, ע. וקפלן, מ., 2006. אגן ים המלח - הערכת מצב ומשמעויות לעתיד בתנאים של המשך ירידת מפלס הים. מסמך מדיניות מוגש לממשלה. מכון ירושלים למחקרי מדיניות.
- בורג, א., יחיאלי, י., מגל, ע. וביין, ע., 2005. בחינת ניצול מעיינות עין פשחה (צוקים), חקירת המבנה ההידרוגיאולוגי של מערכת הנביעות. דו"ח מכון גיאולוגי GSI/14/2005.
- ביין, ע., חקלאי, ר., סדן, ע., שחם, ג., אידלמן, ע. ורוז, א., 2011. שינויים במאזן המים כאמצעי להתמודדות עם בעיות ים המלח. מכון ירושלים למחקרי מדיניות.
- בן משה, ל. ולנסקי, נ., 2020. התרחקות מתגברת של נחלי ים המלח משיווי משקל והמלצות לתכנון תשתיות בתנאים משתנים. דוח מכון גיאולוגי GSI/27/2020.
- בר, ג., ברנשטיין, מ., אבלסון, מ., יחיאלי, י. וגבריאל, א., 2019, היתכנות לבולענים במפלסי ים ומי תהום עתידיים. דוח מכון גיאולוגי GSI/17/2019.
- ונגר, ד., חלפון, נ. ויוסף, י., 2021, מגמות היסטורית ומגמות חזויות בדפוסי המשקעים בישראל עד סוף המאה הנוכחית. דו"ח מחקר 4000-0804-2021-0000112, השרות המטאורולוגי הישראלי, מוגש לרשות המים.
- יוסף, י., בהר"ד, ע., אוזן, ל., כרמונה, י., חלפון, נ., פורשפן, א., לוי, י. וסתיו, נ., 2019, שינוי האקלים ישראל מגמות עבר ומגמות חזויות במשטר הטמפרטורה והמשקעים. דו"ח מחקר 4000-0804-2019-0000075 השרות המטאורולוגי הישראלי.
- רותם, ד., אנגרט, נ., עזרי, א. ואחרים, 2015. מסדרונות אקולוגיים מהלכה למעשה — עקרונות והנחיות לתכנון וממשק מסדרונות אקולוגיים בישראל. רשות הטבע והגנים.
- Abelson, M., Yechieli, Y., Crouvi, O., Baer, G., Wachs, D., Bein, A. and Shtivelman, V., 2006. Evolution of the Dead Sea sinkholes, Geological Society of America Special Papers, 401, p.241
- Abelson, M., Yechieli, Y., and Baer, G., 2020. Levels of sinkhole susceptibility along the western coast of the Dead Sea. Geol Surv Isr, Rep GSI/04/2020.
- Bookman, R., Lounsbury, A. & Kolker, D., 2020. Desk Study on the opportunities and implications of releasing treated effluent in the lower stretches of the Jordan River and Dead Sea. EcoPeace Middle East.
- Gafny, S., Talozzi, S., Al Sheikh, B. & Ya'ari, E., (2010). Towards a Living Jordan River: An Environmental Flows Report on the Rehabilitation of the Lower Jordan River. EcoPeace Middle East.

- Gavrieli, I., Lensky N., Abelson M., Ganor J., Oren A., Brenner S., Lensky I., Shalev E., Yechieli Y., et al., 2011. Dead Sea study - Final report. Isr. Geol. Surv., Rep. GSI/10/2011;
- Hall, J.K. and Neev D., 1975. The Dead Sea Geophysical Survey. Geol Surv Isr, Rep GSI/2/75.
- Levi, Y., Burg A., Yechieli. Y., and Gvirtzman, H. (2020). Displacement of springs and changes in groundwater flow regime due to the extreme drop in adjacent lake levels: The Dead Sea rift. J. Hydrol., 587: 124928.
- Weber, N., Yechieli, Y., Stein M., Yokochi R., Gavrieli I., Zappala J. Mueller P. and Lazar. B. (2018). The circulation of the Dead Sea brine in the adjacent regional aquifer. Earth Planet. Sci. Lett., 493, 242-261.
- Yechieli, Y., Abelson, M., Bein, A., Cruvi, O. and Shtivelman, V., 2006, Sinkhole "swarms" along the Dead Sea coast: reflection of disturbance of lake and adjacent groundwater systems. Geol. Soc. Amer. Bull., 118: 1075-1087

The Red Sea - Dead Sea Water Conveyance/Canal Studies (RSDSC).

- Harza JRV Group, 1998, **Prefeasibility Report**; The Red Sea - Dead Sea Canal Project, JRV Integrated Development Study.
- Coyne et Bellier, 2014, **Feasibility Study - Final Report**; The Red Sea - Dead Sea Water Conveyance Study Program.
- ERM, 2014, **Environmental and Social Assessment (ESA) - Fina Report**; The Red Sea Dead Sea Water Conveyance Study Program.
- Thetis SpA, 2013, **Red Sea Study - Final Report**; The Red Sea - Dead Sea Water Conveyance Study Program.
- Tahal & Geological Survey of Israel, 2011, **Dead Sea Study - Final Report**; The Red Sea Dead Sea Water Conveyance Study Program.
- Royal HaskoningDHV, 2017, Environmental and Social Impact Assessment (Updated): **Red Sea Impact Assessment**; Red Sea Dead Sea Water Conveyance Study (annex 5).