



Friends of the Earth Middle East



תקציר מנהלים **מפת דרכים לשיקום נהר הירדן התחתון**

נובמבר 2011



הוכן על ידי DHV MED למען
אקופיס/ידידי כור הארץ המזרח-התיכון
עמאן, בית-לחם ותל-אביב
www.foeme.org

בתמיכת הסוכנות האמריקנית לפיתוח בינלאומי (USAID), הסוכנות השוודית לפיתוח
בינלאומי (SIDA), קרן גולדמן (Goldman Fund), קרן הטבע הגלובלי/אורסולה מרץ
(Global Nature Fund/Ursula Merz Fund) הקרן לסביבה הירוקה, וקרן אוספרי
(Osprey Foundation).



אקופיס/ידידי כדור הארץ – המזרח התיכון (ידידי כדור-א-מזה"ת) הוא ארגון ייחודי העומד בחזית התנועה להשכנת שלום סביבתי. כארגון תלת-צדדי המחבר בין פעילי איכות סביבה ירדניים, פלסטיניים וישראליים מטרתנו העיקרית היא קידום של מאמצים משותפים להגנה על מורשתנו הסביבתית המשותפת. בפעילותנו זו אנו מבקשים לקדם הן פיתוח אזורי בר-קיימא והן יצירתם של התנאים המתאימים לקיומו של שלום מתמשך באזורנו. לידידי כדור-א-מזה"ת משרדים בעמאן, בית-לחם ותל-אביב. ארגון ידידי כדור-א-מזה"ת חבר בארגון ידידי כדור-הארץ הבינלאומי (Friends of the Earth International), הארגון הסביבתי השורשי הגדול ביותר בעולם.

למידע נוסף אודות ידידי כדור-א-מזה"ת ולהורדת פרסומי הארגון אנא בקרו באתר האינטרנט שלנו: www.foeme.org

משרדי הארגון – עמאן

מונקת' מחיאר, מנהל הסניף הירדני
ת.ד. 840252 – עמאן, ירדן 11181
טל': 962-6-5866602/3
פקס: 962-6-5866604
דוא"ל: info@foeme.org

משרדי הארגון – בית-לחם

נאדר חטיב, מנהל הסניף הפלסטיני
ת.ד. 421 – בית-לחם, פלסטין
טל': 972-2-2747948
פקס: 972-2-2745968
דוא"ל: info@foeme.org

משרדי הארגון – תל-אביב

גדעון ברומברג, מנהל הסניף הישראלי
רח' הנגב 8, קומה ג' – תל-אביב 66186, ישראל
טל': 972-3-5605383
פקס: 972-3-5604693
דוא"ל: info@foeme.org

© כל הזכויות שמורות. אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או בכל אמצעי – אלקטרוני, אופטי, מכני או אחר – כל חלק שהוא מן החומר בפרסום זה למטרות שימוש מסחרי, אלא לאחר קבלת רשות מפורשת מראש מאקופיס/ידידי כדור-הארץ – המזרח התיכון. שימוש בפרסום זה למטרות חינוכיות, לימודיות ומחקריות מותר ומותנה בציון מלא ומפורש של אקופיס/ידידי כדור-הארץ – המזרח התיכון כיוצרי ובעלי הזכויות בפרסום זה או כל חלק ממנו.

תצלום השער: © איתמר גרינברג / ידידי כדור-א-מזה"ת

מחבר מומחה:

גלעד ספיר: הידרולוג ויועץ סביבה בתחומי מים ונחלים, מודלים ממוחשבים ומערכות מידע ב-DHV MED. לגלעד תואר שני (M.Sc) בהידרואינפורמטיקה וניהול משאבי מים מהמכון הטכנולוגי של קטלונה, ברצלונה (UPC). הוא מתמחה במודלים ממוחשבים של משאבי מים, שונים כגון מאזני מים בנחלים, יחסי גשם-נגר, חישוב שטחי הצפה ועוד. במסגרת זו רכש ידע ונסיון רב בכלי מחשוב מתקדמים ובסביבת GIS ולכן מוביל תחומים אלה ב-DHV MED.

צוות פרויקט שיקום נהר הירדן:

ד"ר יובל ארבל, סמנכ"ל
גדעון ברומברג, מנהל הסניף הישראלי
אליזבט יערי, רכזת פרויקט שיקום נהר הירדן

תודות:

ידידי כדוה"א-מזה"ת מבקשים להודות לסוכנות האמריקנית לפיתוח בינלאומי (USAID), הסוכנות השוודית לפיתוח בינלאומי (SIDA), קרן גולדמן (Goldman Fund), קרן הטבע הגלובלי/אורסולה מרץ (Global Nature Fund/Ursula Merz Fund) הקרן לסביבה ירוקה, וקרן אוספרי (Osprey Foundation).

תודות נוספות ניתנות למומחים רבים מרחבי העולם שהשתתפו בפגישות של הוועדה המייעצת הלאומית שלנו, ועל כך ששיתפו אותנו בנתונים המפורטים שהיו דרושים להשלמת דו"ח זה. תודות מיוחדות ניתנות לקריסטופר בונזי ואסף חן מפרויקט (GLOWA JR) על כך שאפשרו לנו לגשת למודל WEAP ששימש כבסיס למודל המאזן הנוכחי הכלול בדו"ח זה. תודות נוספות מגיעות לד"ר אלון רימר, ד"ר עמיר גבעתי וד"ר דורון מרקל על כך שסיפקו מידע יקר ערך על הכינרת ושינויי מזג האוויר; רון יצחקי, אריק ראובני, גיל קוראטי, אברהם גלבע ואפרים בר, על הנתונים והידע שתרמו לנו על צריכת המים המקומית; לניר פרויצן על הדרכתו בנושא בריכות הדגים; להילל גלזמן מרשות שמורות הטבע על דגימות איכות המים באגן; ולזאב אחיפז על התובנות בנוגע לתוכניות ארוכות הטווח של רשות המים הישראלית.

העמדות המוצגות במסמך זה הן עמדות אקופיס/ידידי כדוה"א-מזה"ת ואינן מייצגות בהכרח את עמדות חברי צוות המומחים שלנו, היועצים לפרויקט, המשתתפים בישיבות הוועדה המייעצת הארצית-אזורית או הגורמים המממנים.

**הדו"ח המלא "מפת דרכים לשיקום נהר הירדן התחתון" נמצא על האתר
אינטרנט של אקופיס/ידידי כור הארץ המזרח-התיכון
www.foeme.org**

תקציר מנהלים

נהר הירדן התחתון גווע. כתשעים ושבעה אחוז מהספיקה ההיסטורית שלו - 1,250 מליון מטרים מעוקבים (מ"ק) לשנה הוטו על ידי ישראל, סוריה וירדן. בחלקים נרחבים של הירדן התחתון כמעט ואין זרימה. בחלקים אחרים, הזרם הנותר הוא בעיקרו מים מליחים ומי שפכים. הנהר כבר איבד 50% מהמגוון הביולוגי שלו ובאופן עקרוני הפך לתעלת ביוב.

דו"ח זה ניזם על ידי אקופיס / ידידי כדור הארץ במטרה לספק למקבלי ההחלטות חזון מוגדר וישים המיועד לחלק הראשון של תכנית שיקום הירדן התחתון. העבודה מתמקדת בצד הישראלי של הנהר מהכינרת ועד נחל בזק (כלומר, החלק העליון של הירדן התחתון). פרט למקטע קטן, רוב אורכו של חלק זה נמצא בחזקה משותפת של ישראל וירדן, ועל כן ליישומה המעשי של התכנית יידרש אישור של ועדת המים המשותפת.

איכות וכמויות המים הדרושות לירדן התחתון הוגדרו על פי הדו"ח של ידידי כדא"א על הזרימות הסביבתיות שפורסם ב- 2010. מסקנתו של דו"ח זה הגדירה ספיקה של 400 מליון מ"ק לשנה (כשליש מהספיקה ההיסטורית של הנהר), והרחבתו ל-600 מ"ק במרוצת הזמן. מליחות המים צריכה לרדת לרמה שלא תעלה על 750 מיליגרם (מ"ג) לליטר. יש להותיר לפחות אירוע שיטפון אחד בשנה של כ-20-50 מ"ק לשנה למשך לפחות 24 שעות, בכמות כוללת של כ-4 מליון מ"ק. הספיקה בתקופת הקיץ חייבת להיות לפחות 30% מהספיקה ההיסטורית. ישום אסטרטגיה זו יאפשר את שיקום האוכלוסיות הטבעיות של הצמחים ובעלי החיים וישיג רמה בינונית עד טובה מאד של שלמות ובריאות של המערכת האקולוגית.

מטרה זו אינה ברת השגה על ידי מדינה אחת בלבד, ועל כל הצדדים השוכנים לגדת הירדן התחתון להיות מעורבים בשיקום של משאב משותף חשוב זה. מתוך הספיקה ההיסטורית של 1,250 מליון מ"ק לשנה, 580 מליון מ"ק לשנה (46%) הוטו על ידי ישראל. לאחר התחשבות בגורמים סוציו-אקונומיים, הוסק כי על ישראל להשיב 54% או 220 מליון מ"ק מהמינום של 400 מליון מ"ק, על סוריה להשיב 24% או 100 מליון מ"ק ועל ירדן להשיב 22% או 90 מליון מ"ק. הפלשתינאים לא יתבקשו לתרום מים, ואף ההפך, הם יצטרכו לקבל חלק צודק יותר ממי נהר הירדן כאוכלוסיה החיה על גדת הנהר.

על בסיס זה מטרת המסמך היא ליצור ברירה ברת השגה לישראל, שתאפשר החזרת מים לירדן התחתון כדי להחזיר את חלקה היחסי של 220 מליון מ"ק לשנה, עם ספיקה מינימאלית של 9 מליון מ"ק לחודש (3.5 מ"ק לשנייה) מדרום לסכר אלומות, בריכוז מרבי של 750 מ"ג לליטר של כלורידים.

כיום אין תחנה הידרומטרית פעילה בירדן התחתון. על כן השלב הראשון בעבודה זו היה לבנות מודל ממוחשב של האגן בעזרת התוכנה WEAP (Water Evaluation And Planning), המבוססת על סגירת מאזן המים באגן באמצעות בנית תרשים סכמטי, שאליו מוכנסים כל נתוני הספיקה של כל מקורות המים, שאיבות, צרכנים, וכו'. התוכנה מחשבת את הספיקה והמליחות **ברזולוציה חודשית** באתרי השאיבה ובערוציו השונים של הירדן התחתון. בעזרת המודל נבנו שלושה תרחישים:

1. המאזן הנוכחי – המייצג את המצב כיום (1996-2010) ;
 2. חלופת אפס, או תרחיש אפס (הידוע בשם "עסקים כרגיל") – לשנים 2011-2041 ;
 3. תרחיש שיקום – המבוסס על תרחיש האפס עם הוספת צעדים לשיקום הירדן התחתון.
- כל תרחיש מוצג בשני פרקים. הראשון עוסק במתודולוגיה, במטרות וההנחות ששימשו לבניית התרחיש. השני מציג ודן בתוצאות.

הירדן התחתון – הקדמה

פרק 2 מציע תאור קצר של הירדן התחתון, כהכנה לתאור המודל.

הירדן התחתון מתחיל בנקודה הדרומית ביותר של הכינרת וזורם לאורך מאה קילומטר עד לים המלח. האורך הכולל של הנהר על פיתוליו הוא מאתיים קילומטר ושטחו הכולל של האגן הוא כ-15,000 קילומטרים רבועים. חלקו העליון של הירדן התחתון משתרע מהכינרת ועד לנחל בזק, באורך אווירי של 35 קילומטר ואורך מדוד של 60 קילומטר. מבחינה הידרולוגית הירדן התחתון יכול להיות מחולק כמתואר להלן:

1. מדגניה ועד אלומות (2 ק"מ) – חלקו הצפוני ביותר נמצא בין שני סכרים סגורים, אך משנת 2006 רמת המים בכנרת הינה כל כך נמוכה שמים לא יכולים לזרום מהכינרת והחוצה, אפילו אם סכר דגניה היה פתוח. מספר מיליוני מ"ק נשאבים כל שנה אל ערוץ זה מכיוון שהוא משמש כתעלה להשקיה מקומית ולאתר ה"ירדנית". זרימה זו מפסיקה באלומות – סכר סלעים שנבנה כדי להפריד בין המים הטובים מצפון לסכר והמים המזוהמים והמליחים הנמצאים מדרום לו.
2. מסכר אלומות עד למפגשהירדן עם נהר הירמוך (6 ק"מ) – עיקר אספקת המים במקטע זה מגיעה מהמוביל המלוח (המוביל המלוח או SWC) המזרים כ-14 מליון מ"ק של מים מליחים וכ-2 מליון מ"ק של מי שפכים בעלי טיפול לקוי. בנוסף ישנה תרומה עונתית מנחל יבנאל.
3. מנהר הירמוך ועד נחל חרוד (15 ק"מ) – הירמוך, שהיה בעבר התורם העיקרי לירדן התחתון, כיום הינו יבש כמעט לחלוטין. נחלים חשובים אחרים במקטע זה כוללים את נחל תבור ונחל יששכר. לנחל תבור זרימה בסיסית קבועה ואילו נחל יששכר הוא ואדי הזורם רק בשיטפונות. תרומה משמעותית במקטע זה יש למי תהום במליחות של מעל ל-1,000 מ"ג לליטר.
4. מנחל חרוד ועד נחל בזק (14 ק"מ) – נחל חרוד תורם ממימיו באופן משמעותי עד היום בשפיעה של 10 מליון מ"ק בשנה לירדן התחתון. מקטע זה מנקז עשרות מעיינות השופעים יחדיו 80 מליון מ"ק לשנה (עמק המעינות). רובם ככולם של מים אלו נמצאים בשימוש ועיקר הזרימה המתווספת לנהר היא נקז השקיה ודלף/ריקון בריכות דגים.

הכינרת הינה מאגר המים המתוקים הגדול בישראל, ומספקת כ-20% ממי השתייה של הארץ. כמות המים הזמינים העומדת לרשות הכינרת בממוצע היא 320 מליון מ"ק. רוב המים מגיעים מנהר הירדן העליון. מאז הקמתו של מוביל המים הארצי של ישראל, המושך בממוצע כ-290 מליון מ"ק לשנה, הכינרת נחשבה כמאגר המשמעותי ביותר בשוק מי השתייה של ישראל עם אוגר תפעולי של 677 מליון מ"ק הנמצא בגובה שבין 208.8- ועד 213- מתחת לפני הים (בין הקווים האדומים העליון והתחתון בהתאמה). נקודת היציאה של הירדן התחתון בדגניה היום נמצאת בגובה 211- מתחת פני הים.

המוביל המלוח הוא תעלה מלאכותית שנבנתה במטרה להקטין את מליחות המים של הכנרת. היא משפיעה באופן משמעותי על הירדן התחתון, מכיוון ש- 60-90% מהספיקה שמדרום לסכר אלומות מגיעה מההמוביל המלוח. מימיו נובעים משני מעינות מליחים הנמצאים ממערב לאגם מוביל המלוח:

- מעיין טבחה – 12-14 מליון מ"ק בשנה עם ריכוז כלוריד של 2,000 מ"ג לליטר.
- המעינות החמים של טבריה – 1-2 מליון מ"ק לשנה עם ריכוז כלוריד של 15,000-18,000 מ"ג לליטר.

מעיין מליח נוסף הזורם עד היום לכינרת מצפון מערב הוא מעיין פוליה. מעיין זה מיועד גם הוא להיות מוטה למוביל המלוח תכנית נוספת אשר אושרה כבר, היא להתפיל חלק ממי המוביל המלוח, לדללם במי המפעל לטיהור שפכים של ביתניה (העובר שדרוג בימים אלו) ולהשתמש במים אלה להשקיה. התמלחת של ההתפלה תוזרם אל מדרום לנחל חרוד.

הירמוך מנקז כ-46% מאגן הירדן התחתון. הוא זורם ממזרח ומהווה את הגבול בין סוריה לירדן ומעט רחוק יותר בין ירדן וישראל, עד שהוא מתחבר עם הירדן התחתון מדרום לקיבוץ אשדות יעקב. בעבר זרמו 470 מליון מ"ק לשנה בירמוך אבל היום, ככל הנגוע לירדן התחתון, הירמוך מתחיל בסכר הדסייה שבעזרתו מטה ירדן את המים שנשארו בו לתעלת המלך עבדאללה. כתוצאה מכך הספיקה השנתית במורד הזרם לאחר סכר הדסייה התדלדלה לפחות מ-40 מליון מ"ק בשנה. ישראל מנצלת את רוב שארית המים לפני שהם מגיעים לירדן התחתון.

הירדן התחתון מקבל תרומה משמעותית ממי התהום, למרות שקשה מאד לתת אומדן מדויק על היקף תרומה זו. מחקר שנעשה על ידי ד"ר פרבר הגיע למסקנה שבמורד הזרם מאלומות מי התהום תורמים בין 6 ל-24 מליון מ"ק בשנה בריכוז כלוריד של 1,150 מ"ג לליטר. זאת אומרת שבמרחק של 12 ק"מ מדרום לאלומות כ-50-20% (120-450 ליטר לשנייה) מהספיקה מקורו במי תהום.

רוב המעינות באגן מרוכזים בצד הדרומי של החלק העליון של הירדן התחתון, בין נחל חרוד ונחל תבור. באופן היסטורי חלק זה נקרא "עמק המעינות" שבו התקיימה נביעה חזקה של כ-40 מעיינות בעלי ספיקה כוללת של 120 מליון מ"ק לשנה, כאשר 70% ממנה מגיעים מחמישה מעיינות גדולים (חומה, עמל, שוקק, מודע ומגדל). כתוצאה משאיבת יתר, סך כל נביעת המעינות כיום מגיעה ל-60-80 מליון מ"ק לשנה, שרובה מוטה ואינה מגיעה לירדן התחתון ישירות.

החלק הגדול ביותר של המים נצרך על ידי ברכות דגים באזור (קרוב ל-100 מליון מ"ק בשנה) המרוכזות סביב נחל חרוד ובעמק המעינות. גידול דגים הוא ענף עונתי, שרוב שפכיו מוזרמים לנהר בין החודשים אוקטובר ועד דצמבר, זמן שבו בריכות אלו מהוות את עיקר מקור הזיהום של הירדן התחתון.

ה'מאזן הנוכחי' (Current Accounts)

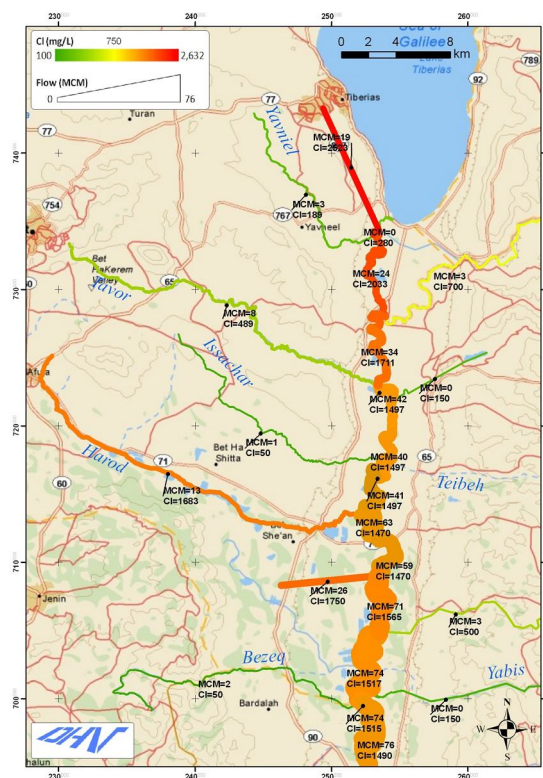
מודל ה'מאזן הנוכחי' מבוסס על התאמה שנעשתה על ידי אסף חן למודל שהוכן במקורו על ידי GLOWA JR. כל הנתונים על הזרימות מהממלכה הירדנית וההרשות הפלסטינית נלקחו ממודל GLOWA JR ללא כל שינוי. מהנתונים של GLOWA JR עולה כי רק כמות זניחה של מים מגיעים לחלקו העליון של הירדן התחתון ממזרח. בנוסף, לא נמצא כי הירדנים צורכים כמויות משמעותיות של מים ישירות מהירדן התחתון. ניתן לומר כי הממלכה הירדנית ניתקה את עצמה מנחל הירדן העליון באמצעות תעלת עבדאללה ובניית סכרים החוסמים את שפיעת כל התורמים העיקריים לירדן התחתון. מידע על המרכיבים מהצד הישראלי שבמודל לוקט ממקורות שונים הכוללים את: רשות המים הישראלית, מקורות, אגודות מים מקומיות, רשות שמורות הטבע,

חקלאים מקומיים, ספרות ועוד. התרחיש מציג את המצב הקיים ומבוסס ברובו על נתונים מהשנים 1996-2010.

המתודולוגיה של ה'מאזן הנוכחי' מתוארת בפרק 3. התוצאות, אשר כילו כנגד מדידות המליחות של רשות שמורות הטבע, מתוארות בפרק 4.

הספיקה השנתית הממוצעת במעלה הזרם לואדי ג'ורם היא 71 מליון מ"ק לשנה. הספיקה הגבוהה ביותר נצפת בפברואר ועומדת על 11 מליון מ"ק לשנה, בעוד שבינוי הספיקה מתדלדלת ל-3.3 מליון מ"ק לשנה. הנקודה המליחה ביותר בחלקו העליון של הירדן התחתון נמצאת בפתחו של המוביל המלוח, עם ממוצע שעולה על 2,000 מ"ג כלוריד לליטר. ברוב השנה, המליחות יורדת ככל שירידים דרומה עד לרמה של 1,500 מ"ג לליטר במפגש עם נחל בזק. מאוקטובר ועד פברואר המליחות גוברת מתחת לנחל חרוד ודרך עמק המעינות כתוצאה מריקון בריכות הדגים.

תרשים 1. המאזן הנוכחי של זרימות השנתיות והמליחות בנהר הירדן התחתון¹.



הספיקה השנתית במפגש עם נחל בזק עומדת על 76 מליון מ"ק לשנה. כמות המים הכללית הנכנסת אל הירדן התחתון מדרום לאלומות היא בערך 106 מליון מ"ק לשנה, אך במהלך הנהר עד נחל בזק כ-17 מליון מ"ק לשנה נשאבים מהנהר ישירות, ו-13 אובדים בהתאדות. חמשת התורמים העיקריים לזרימה זו הם:

¹ לתשומת הלב: רוחב ה'זרימה', בערוצים בתרשימים 1, 2-3 מייצגים את הספיקה במיליון מ"ק בשנה, בעוד שהצבע מייצג מליחות במ"ג כלוריד לליטר. קנה המידה של הספיקה השנתית אינו שווה בין הערוצים השונים ושונה בין המפות ועל כן לא ניתן להשוות ביניהן. את הצבעים של המליחות, לעומת זאת, ניתן להשוות בין התרשימים כאשר צהוב מייצג 750 מ"ג לליטר (מליחות המטרה). במקרא החלק העליון מציין את הספיקה השנתית ובחלק התחתון המליחות. כל אחד מהיובלים לנהר הירדן מיוצג כיחידה אחידה במפה, כך שלכל אורכם הספיקה והמליחות מייצגים למעשה את ערכן במפגש עם הירדן.

- א. ניקוז מעמק המעיינות – 27 מליון מ"ק לשנה ;
- ב. המוביל המלוח – 19 מליון מ"ק לשנה ;
- ג. מי תהום – 18 מליון מ"ק לשנה ;
- ד. נחל חרוד – 13 מליון מ"ק לשנה ;
- ה. נחל תבור – 8 מליון מ"ק לשנה.

תרחיש אפס ('עסקים כרגיל')

'תרחיש האפס' (הידוע גם בשם, עסקים כרגיל) מדמה את התחזית עד לשנת 2041, באם לא תינקט כל פעולה נוספת להשבת מים לירדן התחתון בנוסף על התכניות שכבר אושרו. התרחיש מבוסס על מספר הנחות המתוארות בפרק 5. שתי ההנחות החשובות ביותר הן הקטנת הצריכה של המוביל הארצי ושינוי אקלימי. הנחות השינוי האקלימי נלקחו מעבודתם של ד"ר רימר, ד"ר גבעתי וחובריהם, המניחים הגברת ההתאדות והקטנה ארוכת טווח במים הזמינים לכנרת, עם שונות שנתית מוגדרת.

הנחות נוספות כוללות הוספת בארות ארטזיות במעלה הכנרת, התפלה חלקית של המוביל המלוח, טיהור השפכים מביתניה, הטיית מעיין פוליה למוביל המלוח, העברת תמלחת המוביל המלוח לברכות הדגים הנמצאות בעמק המעיינות, העברה של 14 מליון מ"ק של מים לשנה מהכנרת לנהר, התדלדלות והמלחה של מעיינות ובארות באגן, החזרת הקצבות מים מקוצצות לחקלאים באגן הירדן העליון, גידול אוכלוסין ומגמות עתידיות בחקלאות לרבות רפורמת במדגה.

תוצאותיו של תרחיש האפס מראות כי ניתן לחלק את שלושים השנה הבאות לשלוש תקופות :

א. העשור הקרוב יהווה תקופת מעבר לעידן בו יותפלו מים בישראל. בזמן זה מפלס הכנרת יעלה בעקבות ההפחתה הצפויה בשאיבה למוביל הארצי, אך עדיין לא יזרמו מים לירדן התחתון מהכנרת. הספיקה השנתית הממוצעת במעלה הזרם מבזק תהיה 79 מליון מ"ק לשנה.

ב. לאחר מכן צפויה תקופה קצרה שבה מפלס הכנרת יהיה גבוה, אך הגלישות תהיינה עדיין מינימאליות ופזורות. בתרחיש האפס תקופה זו תימשך חמש שנים בין 2020 ו-2025, כאשר הספיקה הממוצעת במעלה הנחל מבזק תהיה 112 מליון מ"ק בשנה.

ג. מאמצע שנות ה-2020 הכנרת תהיה קרובה לקו האדום העליון וגלישות מים לירדן התחתון תתרחשנה לעיתים קרובות יותר. בשנות בצורת יתכן ולא תהיינה גלישות כלל, אך בשנים ממוצעות ומעלה תהיינה גלישות. הספיקה השנתית הממוצעת בתקופה זו במעלה מפגשנחל בזק תהיה קרובה ל 177 מליון מ"ק בשנה עם שונות שנתית גדולה. הספיקה המקסימאלית השנתית תעמוד על 399 מליון מ"ק בשנה, כאשר המינימאלית תהיה רק 69 מליון מ"ק בשנה.

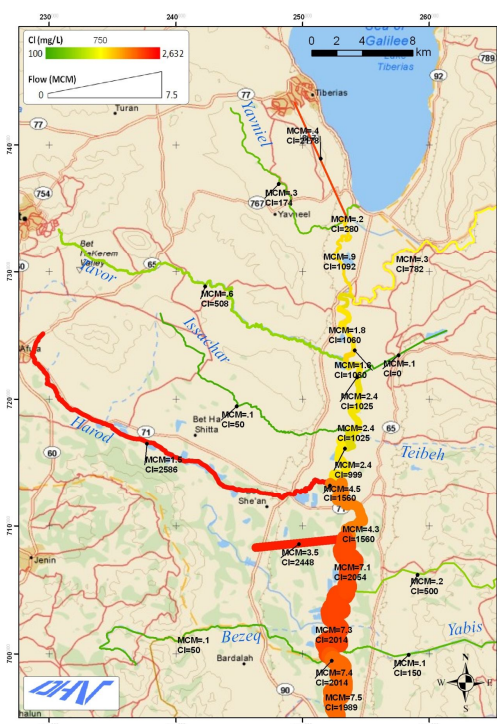
השוואה למאזן הנוכחי מראה שהספיקה צפויה להיות מוכפלת ויותר בתקופה ג', שבה המליחות תשתפר במידת מה, במיוחד במעלה המפגש עם נחל חרוד. שתי הסיבות העיקריות לשיפור זה הן הזרימות מהכנרת מוביל המלוח וההתפלה החלקית של המוביל המלוח למרות כל זאת, המליחות תהיה עדיין גבוהה ממליחות המטרה של 750 מ"ג לליטר לאורך כל הירדן במורד סכר אלומות, והספיקה הממוצעת בבזק תהיה עדיין 35 מליון מ"ק לשנה פחות מזרימת המטרה שהיא 220 מליון מ"ק לשנה.

בשנים של בצורת קיצונית בתקופה ג', הספיקה בירדן התחתון תדמה לספיקה כיום, עם שני שינויים מהותיים. הראשון הוא שהספיקה השנתית בחלקים העליונים של הירדן התחתון תגדל ב-8 מליון מ"ק לשנה לעומת הספיקה כיום, עקב ההקצאה של מים מהכנרת. בעמק

המעיינות התמונה תשתנה והספיקה תהיה פחותה ב-3 מיליון מ"ק לשנה מהמאזן הנוכחי, וזאת כתוצאה ממחסור גובר במים באזור. השינוי השני הוא שמעלה המפגש עם נחל חרוד, המליחות צפויה להיות נמוכה יותר מהמצב הקיים תודות להתפלה החלקית של המוביל המלוח, והזרמת התמלחת לאזור עמק המעיינות. בנקודות הכניסה של הירמוך ונחל תבור המליחות תהיה במוצע 1,148 ו-1,101 מ"ג לליטר בהתאמה (ירידה של 700 ו-400 מ"ג לליטר מערכי המאזן הנוכחי, וזאת אפילו בשנים השחונות ביותר). במורד המפגש עם נחל חרוד התמונה יותר מורכבת שכן התנודתיות במליחות העונתית היא גדולה יותר. במשך הקיץ המליחות במורד תנוע בין 1,250-1,300 מ"ג לליטר, כ-300 מ"ג לליטר פחות מהריכוז הממוצע כיום. בנובמבר שבו ריקון הברכות הדגים מגיע לשיא, המליחות תעלה ל-2,050 מ"ג לליטר, כ-300 מ"ג לליטר יותר מהריכוז הנוכחי. הסיבה לתופעה זו היא שכיום מסת המלח מהמוביל המלוח מפוזרת באופן שווה על פני כל השנה, בעוד שבעתיד רובה יופנה לברכות ויוזרם רק בתקופה של 3 חודשים (אם מזניחים דלף).

ככל הנוגע למליחות המים, הירדן התחתון יחולק לשניים החל מנקודת המפגש עם נחל חרוד. במעלה הזרם, המליחות הכללית תופחת באופן משמעותי לאורך כל השנה. במורד נחל חרוד, המליחות תישאר בסדר גודל דומה לרמתה הנוכחית מפברואר ועד ספטמבר, ותעלה בצורה משמעותית מאוקטובר ועד ינואר כתוצאה מריקון ברכות הדגים שבאזור, שעוד יוגבר על ידי הוספת התמלחת מהמוביל המלוח שתשמש מעתה כמקור המים לברכות. לפיכך, המקטע עם המים המתוקים ביותר יהיה במורד המפגש עם נחל תבור.

תרשים 2. המאזן הנוכחי של זרימות שנתיות ומליחות בנהר הירדן התחתון ב תרחיש אפס (יעסקים כרגיל).



בשנים הגשומות של שלב ג', יותר מ-80% מהספיקה בירדן התחתון תגיע מהכנרת. רוב הזרימה תתרחש בחודשים פברואר-אפריל שבהם תתרחש גם ירידה חדה במליחות. לעומת זאת, בחודשים האחרים (מאי ועד ינואר) לא תהיה גלישה מעבר לסכר דגניה, אפילו בשנים גשומות במיוחד. כתוצאה מכך הספיקה במורד עמק המעיינות עלולה לרדת מ-140 מיליון מ"ק בפברואר ל-4.9 מיליון מ"ק ביוני. שונות עונתית כה קיצונית הינה בעייתית ובכדי למתנה, יהיה צורך בשינוי התפעול של סכר דגניה.

הדרישה למים באגן הירדן התחתון צפויה להישמר באופן כללי ללא שינוי במהלך 30 השנים הבאות. השינוי הגדול ביותר יהיה ירידה של 10 מיליון מ"ק בשנה בצריכת ברכות הדגים, כתוצאה מהרפורמה בענף הדיג. מקורות המים המקומיים לעומת זאת, צפויים להתדלדל. כמות המים הזמינה בעמק המעיינות צפויה לרדת ב-12-18 מיליון מ"ק בשנה. הירידה

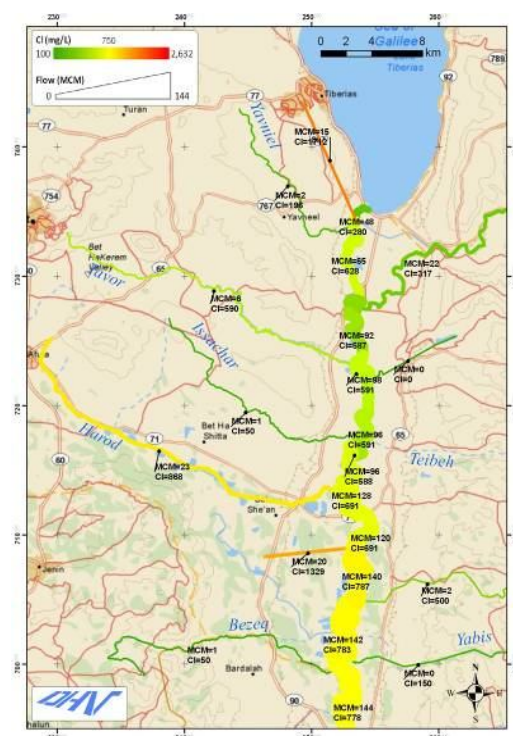
במקורות הטבעיים תהייה אפילו גדולה יותר, אך תתוקן במידת מה על ידי תוספת קולחים הצפויים להגיע עד שנת 2040 לרמה של 5-6 מליון מ"ק בשנה, ואולי גם התמלחת מהמוביל המלוח בנוסף לירידה בספיקה תתרחש גם עלייה במליחות המעיינות. ההשפעה המצטברת תביא להגברת הקושי בשמירה על רמות הצריכה הקיימות. בשנים שחונות החוסר עלול להגיע עד ל-6 מליון מ"ק בשנה. כמות המים המתוקים הפנויים להשקיה עלולה גם היא להיות גבולית. הניקוז מעמק המעיינות המגיע לירדן התחתון יופחת ב-10 מליון מ"ק בשנה, כתוצאה מהמחסור במים.

תרחיש הזרמה מחדש ע"י הקצאת מים לנהר

תרחיש הזרמה מחדש ע"י הקצאת מים לנהר לצורך שיקומו (יקרא 'מים לנהר') מבוסס על תרחיש האפס בתוספת אמצעים של הזרמה מחדש של מים לירדן התחתון. האמצעים שהוספו מוגדרים בפרק 7. אחד האמצעים הוא שינוי באופן הפעולה של סכר דגניה **לשחרור של 125 מליון מ"ק בשנה מהכנרת** בספיקה מינימאלית של 9 מליון מ"ק בשנה בקיץ וספיקה מקסימאלית של 14 מליון מ"ק בשנה בחודש מרץ. בתקופות בהן סף המים ירד מתחת לפני הסכר בדגניה, הספיקה המשוחררת צריכה לרדת בחצי ואם המפלס יגיע לחצי מטר מעל הקו האדום, אזי צריך לקצץ את הכמות לרבע (וכמובן להפסיק ההזרמה כאשר מגיעים לקו האדום). המודל מראה כי **שחרור זה הינו בר קיימא בתקופה ג'**, וכי האגם יישאר מעל הקו האדום התחתון אפילו בתנאים קיצוניים.

פרט להפעלת סכר דגניה, מזהים עשרה אמצעים בתרחיש 'מים לנהר' שמטרתם להגביר את הספיקה ולהפחית את המליחות בירדן התחתון. בקרב האמצעים החשובים ביותר נמצאים הזרמת התמלחת מהמוביל המלוח לים המלח במקום לעמק המעיינות, הפחתה נוספת בשאיבה אל המוביל הארצי, הפחתת הצריכה של החקלאות ובמיוחד ברכות הדגים באגן לכמות של קרוב ל-50 מליון מ"ק בשנה עד 2020, שמירת הצריכה החקלאית באגן הירדן העליון ברמתה כיום, והתפלת 1.5 מליון מ"ק נוספים בשנה ממי המוביל המלוח.

תרשים 3. זרימות שנתיות ומליחות המים באגן הירדן התחתון על פי תרחיש הזרמה מחדש לשיקום הנהר.



תוצאות תרחיש 'מים לנהר' מפורטות בפרק 8. בתקופה ג', הספיקה השנתית הממוצעת במעלה המפגש עם נחל בזק היא 238 מליון מ"ק, 18 מליון מ"ק יותר מהמטרה הסביבתית של ידידי

כדה"א. שלא כמו בתרחיש האפס, יותר מחצי הספיקה מקורו מהכנרת, כך שבצורה זאת תתקיים זרימה לכל אורכו של הנהר במשך כל השנה. על פי 'מים לנהר' המליחות הממוצעת תהיה סבירה בכל עונות השנה ונמוכה באופן עקבי מהמטרה הסביבתית (למרות שבמורד הזרם מעמק המעינות היא שווה למטרה). מכל מקום, המליחות הממוצעת אינה אינדיקטור מספק כי משמעותה לחיוניות המים המערכת הביולוגית מועטה. במקום זה יש לבדוק את המליחות המקסימאלית השכיחה, שהיא ממוצע ערכי המליחות המקסימאלית בכל שנה. במעלה עמק המעינות, המליחות המקסימאלית השכיחה בירדן התחתון תהיה מתחת ל- 750 מ"ג לליטר באופן עקבי. במורד עמק המעינות, המליחות המקסימאלית השכיחה היא 753 מ"ג לליטר, אך ערך זה הוא בתוך תחום השגיאה של המודל. זה מהתוצאות עולה כי הרף של 750 מ"ג לליטר יהיה קשה מאוד להשגה במורד הזרם מעמק המעינות.

בממוצע, הספיקה והמליחות תואמים את הקריטריונים הסביבתיים, אך מה יתרחש בשנים שחונות? בשנים השחונות ביותר בתקופה ג' הספיקה במורד עמק המעינות תהיה כמעט 100 מליון מ"ק בשנה פחות מהממוצע של 'מים לנהר', והיא פחותה משמעותית מהזרימה הסביבתית הרצויה. למרות זאת, הספיקה היא עדיין כפולה מתרחיש האפס בשנים המקבילות, כך שהשיפור הוא משמעותי. בנוגע למליחות, כמעט לאורך כל השנה השיפור באזור עמק המעינות הוא בטווח של 400-600 מ"ג לליטר בהשוואה לתרחיש האפס, ונובע מהגברת הספיקה והפחתת עומס המליחות המגיע מהמוביל המלוח מאוקטובר ועד ינואר השיפור הוא הגדול ביותר (עד ל- 1,300 מ"ג לליטר בנובמבר) עקב צמצום בריכות הדגים והעברת התמלחת מהמוביל המלוח לים המלח. למרות שיפור זה, מליחות המטרה שהוצבה על ידי 'ידידי כדה"א מזה"ת' לא תושג על ידי אמצעים אלו בשנים שחונות. במורד הזרם של עמק המעינות המליחות תהיה גבוהה מדי ברוב ימות השנה (למרות שהיא נשארת פחות מ- 1,000 מ"ג לליטר). במעלה עמק המעינות, המליחות תחרוב מהמטרה רק בחודשים ממרץ ועד מאי כתוצאה מספיקה מוגברת של המעינות המליחים המזינים את המוביל המלוח בחודשים אלה.

בקיצור, אפילו בשנים השחונות ביותר הירדן התחתון מראה שיפור ניכר, אך **המטרות הסביבתיות הניתנות להשגה בשנים ממוצעות ומעלה, לא יושגו בשנים שחונות** (במיוחד אם הן עוקבות). מצב הנהר כיום הוא חמור מאוד. התוכניות המאושרות (תרחיש האפס) אמנם ישפרו את מצב הנהר, אך באם פעולות נוספות לא תינקטנה מצבו עדיין יישאר עגום. באם תינקטנה הפעולות המוצעות במאמר זה, אזי בתקופה של 10-15 שנים ניתן יהיה להביא את הירדן התחתון למצב משיביע רצון, למרות שעדיין לא מושלם.

העלויות הישירות (ללא היוון) חושבו עבור כל אחד מהאמצעים המתוארים כאן, כולל השקעות הון בתשתיות חדשות, תחזוקה, והוצאות משתנות הכוללות אנרגיה והפסד רווחים עבור החקלאים בהתאם לשימוש שלהם במים (השקיה במים מתוקים, השקיה במים מליחים וברכות דגים). העלויות הראליות חושבו בהנחה ששיעור ההיוון יעמוד על 4%, עם השקעות הון שיממונו דרך הלוואות ל- 20 שנה בריבית שנתית של 5%. עלויות אנרגיה חושבו לפי עלות של 0.45 ₪ לקילוואט שעה. רק עלויות ישירות נלקחו בחשבון והשפעות חיצוניות לא הוכללו (הן עבור עלויות והן עבור תועלות).

העלות נטו של כל החלופות + הפסד רווחים לחקלאים היא ס"ה 3.4 מיליארד שקלים לתקופה של 30 שנה, זאת בנוסף לעלויות של תרחיש האפס. 'העלויות' מפורצות כדלקמן: 730 מליון באובדן רווחים לחקלאים שבאגן הירדן התחתון, 970 מליון באובדן רווחים לחקלאים שבאגן הירדן העליון, 370 מליון בטיפול במוביל המלוח ובתמלחת שלו, 1,300 בהפחתת הספיקה במוביל הארצי, ו- 100 מליון בהעברת השפכים ממפעל המים הקישון לאגודת המים של עמק המעינות.

כאשר הירדן התחתון ישוקם למצב מתקבל על הדעת, מימיו יתאימו לכל הסוגים של גידולים במים מליחים. הפעילות החקלאית הקיימת בעמק המעינות צורכת 100 מליון מ"ק לשנה, ובשנים האחרונות של תרחיש ה'מים לנהר' יש צורך להפחית את צריכת החקלאים ב- 40 מליון מ"ק לשנה. שאיבה של 40 מליון מ"ק לשנה מהנהר מתחת למפגש עם נחל בזק למטרת גידולים חקלאיים במים מליחים (לא ברכות דגים), יכולה לפצות את החקלאים המקומיים על הפסד זה, ברווח נקי אפשרי עתידי של 600 מליון ₪, מה שיפחית את ההוצאה הכללית על השיקום לס"ה

2.8 מיליארד ₪ במשך 30 השנים הבאות. יש כמובן לבחון את רגישות הקרקעות של השדות "החדשים" למים מליחים לפני הפעלת תוכנית זו. יש גם לקחת בחשבון כי ניקוז השדות המושקים במים מליחים יגביר את מליחות מי הנהר, כך שגם השאיבה וגם הניקוז של השדות צריכים להיות ממוקמים בנקודה דרומית ככל האפשר, כדי להפחית את ההשפעה במעלה הזרם לנחל בזק. לחלופין ניתן להשתמש במים בנהר גם להשקיה מדרום לנחל בזק, באזור עמק הירדן. התוצאות הטובות ביותר יושגו אם המים יישאבו במעלה גשר אדם (דמיה), ואפילו במעלה וואדי חרובה, וזאת עקב ההמלחה ההדרגתית של הנהר כתוצאה ממי תהום מליחים.

מסקנות

כיום מצבו של הירדן התחתון עגום, עם ספיקה של כ- 3% מספיקתו ההיסטורית ורמות גבוהות של מזהמים ומליחים. בשלושים השנים הבאות, צפוי המצב להשתפר עם העלייה הצפויה במפלס מי הכנרת וההתפלה החלקית של מי המוביל המלוח. בעשור ה- 2020 גלישות מהכנרת יחזירו אפילו מקרים של זרימה עזה בירדן התחתון, למרות שהן לא תגונה לעוצמות הזרימה ההיסטוריות שנצפו בנהר.

מבחינת המליחות הנהר יפוצל בנחל חרוד כתוצאה מהטיית התמלחת של המוביל המלוח לעמק המעיינות והרפורמה בענף המדגה. במעלה הזרם מנחל חרוד יופחת ריכוז המליחים (כלורידים) ל- 1,300 מ"ג לליטר. בין הנחלים חרוד ובזק, מליחות הירדן התחתון תגדל באופן חד במיוחד בסתיו ובתחילת החורף, עונות בהן המליחים ריכוז המליחים יכול להגיע ל- 2,000 מ"ג לליטר.

מטרת מסמך זה היא לספק מפת דרכים לשלב הראשון של שיקום הירדן התחתון, על ידי הצעת דרכי פעולה ברות ישום להחזרת המים והקטנת הזיהום בצידו הישראלי של הנהר. ההמלצה הראשונה היא לשנות את תפעול סכר דגניה לאחר העלייה הצפויה של מפלס פני הכנרת. השיפור הצפוי מכך לא יספיק לשימור סביבה ביולוגית בריאה בירדן התחתון ולכן יש לנקוט בפעולות נוספות. **השילוב של הפעולות השונות המוצעות במסמך זה עשויות להביא את הירדן התחתון למצב סביבתי סביר בתוך 10-15 שנים.**

למרות שבממוצע המטרות הסביבתיות הינן ברות השגה, בשנים שחונות, במיוחד בתקופות בצורת ממושכת, לא ניתן יהיה להשיג מטרות אלו. מטרת המליחות של 750 מ"ג לליטר תהיה קשה במיוחד להשגה במורד עמק המעיינות ויתכן שכבר במורד המפגש עם נחל חרוד. יחד עם זאת, התוכנית המוצעת תשפר באופן ניכר את התנאים בירדן התחתון אפילו בשנים השחונות ביותר, לרמה שכנראה תוכל לקיים את מערכת האקולוגית כך שתוכל להשתקם במהירות בשנים ממוצעות.

חלק מהתוכנית המוצעת מכילה קיצוץ בהקצאות המים באזור. ניתן יהיה להשתמש בחלק מהמים שיוחזרו לירדן התחתון במורד מפגש נחל בזק ואפילו בעמק המעיינות, מכיוון שאיכות המים צפויה להיות טובה מספיק לשימוש בכל הצורות של ההשקיה במים מליחים. שאיבה של 40 מיליון מ"ק מים לשנה מהירדן התחתון צריכים לפצות על רוב ההפחתה במכסת המים לחקלאים באגן הירדן התחתון.